

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y  
EQUIPOS DE LA EMPRESA GMP INGENIEROS S.A.S.**

**CRISTIAN DAVID BOHÓRQUEZ RANGEL**

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

**2016**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y  
EQUIPOS DE LA EMPRESA GMP INGENIEROS S.A.S.**

**CRISTIAN DAVID BOHÓRQUEZ RANGEL**

**Trabajo de grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director**

**CARLOS BORRÁS PINILLA, PhD**

**Ingeniero Mecánico**

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

**2016**

## DEDICATORIA

*A Dios, por acompañarme en este camino tan importante y darme la fortaleza de seguir adelante cuando creí no poder hacerlo.*

*A mis padres Pedro Manuel Bohórquez Noriega y Blanca Esther Rangel Herrera, por brindarme esta gran oportunidad, apoyarme siempre, haber creído en mí y en mis capacidades intelectuales; no hay un día en que deje de agradecer a Dios por la bendición que me dio al dárme los como ejemplo de vida, son lo más hermoso y valioso que tengo.*

*A mis hermanos Mónica Andrea, Manuel Enrique y Diego Hernando por su apoyo constante, comprensión y por estar cuando más lo necesite.*

*A Lisseth Vanessa Méndez por su comprensión, apoyo, fuerza y por estar siempre presente en cada paso que daba para sacar adelante mi carrera.*

***Cristian David Bohórquez Rangel.***

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>1. GMP INGENIEROS S.A.S. ....</b>	<b>22</b>
1.1 MISIÓN .....	23
1.2 VISIÓN.....	23
1.3 VALORES .....	23
1.4 POLÍTICA HSEQ.....	24
1.4.1 Calidad.....	24
1.4.2 Seguridad y salud en el trabajo .....	25
1.4.3 Ambiente.....	25
1.5 ORGANIGRAMA GENERAL.....	26
1.6 CLIENTES .....	27
1.7 PROYECTOS.....	27
1.8 OBRAS CIVILES.....	28
1.9 SERVICIOS .....	29
1.9.1 Obras civiles .....	29
1.9.2 Arriendo de maquinaria.....	29
1.9.3 Reparación de obras civiles.....	29
1.9.4 Mantenimiento de plantas.....	29
1.9.5 Montajes eléctricos .....	29
1.9.6 Servicios de interventorías y consultorías.....	29
1.10 CONTACTO.....	30
<b>2. OBJETIVOS TRABAJO DE GRADO .....</b>	<b>31</b>

2.1	OBJETIVO GENERAL .....	31
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	31
<b>3.</b>	<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>33</b>
3.1	DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	33
3.2	EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	33
3.3	LA FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO .....	34
3.4	OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO .....	35
3.4.1	Máxima producción.....	35
3.4.2	Mínimo costo .....	35
3.4.3	Calidad requerida .....	35
3.4.4	Conservación de la energía.....	35
3.4.5	Conservación del medio ambiente.....	36
3.4.6	Higiene y seguridad .....	36
3.4.7	Implicación del personal .....	36
3.5	TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	36
3.5.1	Mantenimiento Correctivo .....	36
3.5.2	Mantenimiento Preventivo .....	37
3.6	DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	42
3.7	DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS .....	43
3.8	INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	44
3.8.1	Disponibilidad .....	45
3.8.2	Confiabilidad.....	46
3.8.3	Mantenibilidad.....	47

<b>4. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA GMP INGENIEROS S.A.S.</b> .....	<b>48</b>
4.1 AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO.....	48
4.1.1 Resultados de la auditoria .....	63
<b>5. CODIFICACIÓN E INVENTARIO</b> .....	<b>65</b>
5.1 CODIFICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	65
5.1.1 Tipo de equipo o maquinaria .....	66
5.1.2 Nombre de equipo .....	66
5.1.3 Número consecutivo .....	67
5.2 INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	68
<b>6. ANÁLISIS DE CRITICIDAD</b> .....	<b>70</b>
6.1 ECUACIONES PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	70
6.2 ASPECTOS A EVALUAR EN EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	71
6.2.1 Frecuencia de falla .....	71
6.2.2 Impacto operacional .....	71
6.2.3 Tiempo de fallas .....	72
6.2.4 Costos de mantenimiento .....	72
6.2.5 Impacto de seguridad y ambiente.....	72
6.3 MATRIZ DE CRITICIDAD .....	73
6.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	73
<b>7. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS</b> .....	<b>78</b>
7.1 BENEFICIOS DEL AMEF .....	79
7.2 PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR UN AMEF.....	79
7.3 DEFINICIÓN DE FALLA .....	80

7.4	DIAGNÓSTICO DE FALLAS.....	81
7.5	TIPOS DE FALLA .....	82
7.5.1	Falla evidente .....	82
7.5.2	Falla funcional.....	82
7.5.3	Falla múltiple.....	82
7.5.4	Falla oculta .....	82
7.5.5	Falla potencial.....	82
7.6	MODOS, EFECTOS Y CAUSAS DE FALLA.....	83
7.6.1	Modo de falla .....	83
7.6.2	Efecto de falla .....	83
7.6.3	Causas del modo de falla .....	84
7.7	ESTUDIO DE CRITICIDAD DE LAS FALLAS (METODO NPR) .....	84
7.7.1	Severidad (S).....	84
7.7.2	Ocurrencia (O) .....	85
7.7.3	Detección (D).....	86
7.7.4	Número de prioridad de riesgo (NPR).....	86
7.8	SISTEMAS Y COMPONENTES DE LOS EQUIPOS A ANALIZAR .....	87
7.9	APLICACIÓN DE METODOLOGÍA AMEF .....	88
7.10	RESULTADO DE METODOLOGÍA AMEF .....	93
<b>8.</b>	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y EQUIPOS DE LA EMPRESA GMP INGENIEROS S.A.S. ....</b>	<b>95</b>
8.1	INSPECCION DIARIA DEL EQUIPO ANTES DEL ARRANQUE .....	96
8.2	INTERVALOS DE MANTENIMIENTO .....	97
8.3	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	100

<b>9.</b>	<b>DOCUMENTACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....</b>	<b>103</b>
9.1	HOJA DE VIDA .....	104
9.2	FICHA TÉCNICA.....	105
9.3	ORDEN DE TRABAJO.....	106
9.4	SOLICITUD DE SERVICIO .....	107
9.5	TABLA DE INVENTARIO .....	108
9.6	FORMATO DE INSPECCIÓN .....	109
9.7	REQUISICIÓN .....	111
9.8	ORDEN DE COMPRA O SERVICIO.....	112
<b>10.</b>	<b>SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE GMP INGENIEROS S.A.S.....</b>	<b>114</b>
10.1	COMPONENTES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	115
10.1.1	Entrada de información.....	116
10.1.2	Almacenamiento de la información.....	116
10.1.3	Procesamiento de información. ....	116
10.1.4	Salida de información. ....	116
10.2	GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	116
10.3	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN .....	118
10.3.1	Visual Basic.....	119
10.3.2	SQL. ....	120
10.4	DISEÑO Y ESTRUCTURA GENERAL DEL SIMGMP .....	120
10.5	FUNCIONAMIENTO DEL SIMGMP.....	126
10.5.1	Ingreso al sistema. ....	126
10.5.2	Pantalla principal. ....	126

10.5.3	Módulo de maquinaria y equipos.....	127
10.5.4	Módulo de órdenes de trabajo.....	129
10.5.5	Módulo de indicadores de gestión.....	131
10.5.6	Módulo de mantenimiento preventivo.....	132
10.5.7	Módulo de alarmas.....	133
10.5.8	Módulo de almacén.....	134
10.5.9	Módulo de adquisiciones.....	135
10.6	PLATAFORMA DE DESARROLLO.....	137
<b>11.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>139</b>
<b>12.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>141</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>142</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>144</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Logo GMP INGENIEROS S.A.S. ....	22
Figura 2. Organigrama general GMP INGENIEROS S.A.S ....	26
Figura 3. Clientes de GMP INGENIEROS ....	27
Figura 4. Grafica de resultados para GMP Ingenieros S.A.S.....	64
Figura 5. Matriz de criticidad.....	73
Figura 6. Jerarquización de los equipos en la matriz de criticidad.....	76
Figura 7. Procedimiento para elaborar un AMEF.....	79
Figura 8. Proceso a seguir del Plan de mantenimiento preventivo .....	95
Figura 9. Cronograma de mantenimiento del Bulldozer.....	100
Figura 10. Cronograma de mantenimiento de maquinaria y equipos.....	102
Figura 11. Flujo de la información en el SIMGMP.....	115
Figura 12. Diagrama de flujo del SIMGMP. ....	122
Figura 13. Estructura general del SIMGMP. ....	125
Figura 14. Ingreso al sistema.....	126
Figura 15. Pantalla principal del SIMGMP. ....	126
Figura 16. Inventario de la maquinaria y equipos. ....	127
Figura 17. Información del equipo.....	127
Figura 18. Ficha técnica.....	128
Figura 19. Hoja de vida.....	128
Figura 20. Catálogo del equipo. ....	129
Figura 21. Horómetro y Kilometraje. ....	129
Figura 22. Listado de órdenes de trabajo. ....	130
Figura 23. Nueva orden de trabajo. ....	130
Figura 24. Módulo de indicadores de gestión. ....	131
Figura 25. Disponibilidad. ....	131
Figura 26. Mantenibilidad y confiabilidad. ....	132
Figura 27. Módulo de mantenimiento preventivo. ....	132

Figura 28. Agregar actividad y rutina de mantenimiento.....	133
Figura 29. Módulo de alarmas. ....	133
Figura 30. Módulo de almacén.....	134
Figura 31. Inventario de herramientas y agregar herramienta.....	134
Figura 32. Inventario de insumos y agregar insumo. ....	135
Figura 33. Módulo de adquisiciones .....	135
Figura 34. Listado de requisiciones y nueva requisición.....	136
Figura 35. Listado de órdenes de compra y nueva orden de compra.....	136
Figura 36. Listado de proveedores y agregar proveedor .....	137

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Ítems de la auditoria de mantenimiento .....	48
Tabla 2. Auditoria a la organización general .....	51
Tabla 3. Auditoria a los métodos y sistemas de trabajo .....	52
Tabla 4. Auditoria al control técnico de instalaciones y equipos .....	53
Tabla 5. Auditoria a la gestión de la carga de trabajo .....	54
Tabla 6. Auditoria a la compra y registro de repuestos y equipos .....	55
Tabla 7. Auditoria a los sistemas informáticos .....	56
Tabla 8. Auditoria a la organización del taller de mantenimiento .....	57
Tabla 9. Auditoria a las herramientas y medios de prueba .....	58
Tabla 10. Auditoria a la documentación técnica .....	59
Tabla 11. Auditoria al personal y formación .....	60
Tabla 12. Auditoria a la contratación.....	61
Tabla 13. Auditoria al control de la actividad .....	62
Tabla 14. Resultados auditoria a GMP Ingenieros S.A.S. ....	63
Tabla 15. Código de tipo de equipo o maquinaria.....	66
Tabla 16. Código de nombre de equipo .....	66
Tabla 17. Ejemplo de código de un equipo o maquinaria .....	67
Tabla 18. Codificación final de los equipos .....	67
Tabla 19. Inventario de la maquinaria y equipos.....	69
Tabla 20. Frecuencia de falla.....	71
Tabla 21. Impacto operacional.....	71
Tabla 22. Tiempo de fallas.....	72
Tabla 23. Costos de mantenimiento .....	72
Tabla 24. Impacto de seguridad y ambiente .....	72
Tabla 25. Resultados de encuesta análisis de criticidad.....	74
Tabla 26. Clasificación de los equipos según nivel de criticidad.....	75

Tabla 27. Severidad.....	84
Tabla 28. Ocurrencia .....	85
Tabla 29. Detección .....	86
Tabla 30. Rangos de prioridad NPR .....	87
Tabla 31. Sistemas y componentes críticos.....	87
Tabla 32. Análisis de modos y efectos de fallas equipo MP-MC-04 .....	89
Tabla 33. Modos de falla con mayor NPR .....	93
Tabla 34. Inspección diaria antes del arranque .....	97
Tabla 35. Intervalos de mantenimiento .....	98
Tabla 36. Formato y ejemplo de hoja de vida .....	104
Tabla 37. Formato y ejemplo de ficha técnica .....	105
Tabla 38. Formato y ejemplo de orden de trabajo .....	106
Tabla 39. Formato y ejemplo de solicitud de servicio .....	107
Tabla 40. Formato e inventario .....	108
Tabla 41. Formato y ejemplo de inspección de equipo.....	109
Tabla 42. Formato y ejemplo de requisición .....	111
Tabla 43. Formato y ejemplo de orden de compra o servicio .....	112

## LISTA DE ECUACIONES

	<b>Pág.</b>
Ecuación 1. Disponibilidad teórica .....	45
Ecuación 2. Disponibilidad .....	46
Ecuación 3. Confiabilidad .....	47
Ecuación 4. Mantenibilidad .....	47
Ecuación 5. Criticidad .....	70
Ecuación 6. Consecuencia .....	71
Ecuación 7. Número de prioridad de riesgo (NPR) .....	86

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
ANEXO A. Ficha técnica de la maquinaria y equipos.....	145
ANEXO B. Inspección diaria de maquinaria y equipos.....	159
ANEXO C. Intervalos de mantenimiento de maquinaria y equipos.....	170
ANEXO D. Cronograma de mantenimiento de equipos críticos.....	192
ANEXO E. Cronograma de mantenimiento GMP INGENIEROS S.A.S.....	198
ANEXO F. Metodología de análisis de efectos y modos de fallas.....	199

## RESUMEN

**TITULO:** PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y EQUIPOS DE LA EMPRESA GMP INGENIEROS S.A.S.\*

**AUTOR:** CRISTIAN DAVID BOHÓRQUEZ RANGEL.\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento preventivo, Auditoria de mantenimiento, Análisis de criticidad, Metodología AMEF, Sistema de información.

**DESCRIPCIÓN:** La presente tesis describe la elaboración e implementación del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. complementando con un sistema de información para la gestión del mantenimiento, el cual permite organizar, facilitar y agilizar las labores en esta área.

Para el desarrollo de este proyecto se comenzó indagando la gestión del departamento de mantenimiento que tenía la empresa, mediante una auditoria donde se evaluaron diferentes aspectos; encontrando falencias que fueron mejoradas durante este proceso.

Se elaboró un inventario y se implementó un sistema de codificación para el total de los equipos para su fácil registro.

Con el fin de clasificar y jerarquizar los equipos se realizó un análisis de criticidad por medio del método de factores ponderados, donde a los equipos críticos se les aplicó la metodología AMEF para determinar las fallas potenciales y poder prevenirlas. De esta manera se crean las rutinas de mantenimiento y se organizan en intervalos dependiendo de los requerimientos de cada equipo.

Finalmente todo el proceso se integra en un sistema de información para la gestión de mantenimiento en plataforma Visual Basic con base de datos SQL, el cual permitirá organizar y tener un control de toda la información referente al mantenimiento de los equipos y programar de una manera más eficiente las actividades preventivas, teniendo como resultado mayor disponibilidad de los equipos y disminuir los gastos en reparaciones inesperadas.

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director de proyecto Carlos Borrás Pinilla Ph.D. Ing. Mecánico.

## ABSTRACT

**TITLE:** PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR MACHINERY AND EQUIPMENT GMP ENGINEERING COMPANY S.A.S.\*

**AUTHOR:** CRISTIAN DAVID BOHÓRQUEZ RANGEL.\*\*

**KEYWORDS:** Preventive maintenance, maintenance audit, criticality analysis, AMEF Methodology, information system.

**DESCRIPTION:** This thesis describes the development and the implementation of preventive maintenance plan for the machinery and equipment GMP Engineering Company S.A.S, complementing with an information system for maintenance management, which allows to organize, facilitate and improve the work in this area.

This research was developed by starting with investigating the management of the maintenance department that had the company through an audit where different aspects were evaluated; finding failings that were improved during this process.

A coding system was created and implemented for all the equipment in order to facilitate registration.

Criticality analysis was done with the purpose of classifying equipment through the method of weighted factors, where critical equipment were applied the AMEF methodology to determine potential failures and prevent of all them. In this way maintenance routines were created and organized in intervals depending on the requirement of the equipment.

Finally the whole process was integrated into an information system for maintenance management platform Visual Basic with SQL database, as a result of this was possible to organize and keep track of all the information related to the maintenance of equipment and programming preventive activities in an efficient way, consequently increasing equipment availability and reducing unexpected repairs expenses.

---

\* Thesis.

\*\* Faculty of Physic-Mechanics Engineering. School of Mechanical Engineering. Project director Ing. Carlos Borrás Pinilla.

## INTRODUCCIÓN

La gestión del mantenimiento de activos es esencial para que la maquinaria y equipos de trabajo continúen siendo seguros y fiables y por el mayor tiempo posible manteniendo altos niveles de eficiencia y productividad. La falta de mantenimiento o un mantenimiento inadecuado pueden provocar paradas inesperadas de los equipos con potenciales pérdidas económicas, accidentes y afectaciones a la salud y al medio ambiente.

En repetidas ocasiones es posible ver casos de grandes pérdidas de dinero en las diferentes industrias, debido a distintos tipos de fallas en los equipos por descuidos en rutinas simples de mantenimiento; por esto, cada día las empresas invierten más en este campo y el mantenimiento se ha convertido en un área muy importante para estas, teniendo como gran objetivo el ahorro de dinero y mayor rendimiento a menor costo. Por tal razón, la empresa GMP INGENIEROS S.A.S con el apoyo de la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander ha decidido implementar mediante un trabajo de grado un plan de mantenimiento preventivo para su maquinaria y equipos con el cual espera obtener mejores resultados en el desarrollo de grandes proyectos.

Para la ejecución de este proyecto se comenzó indagando la gestión del departamento de mantenimiento que tenía la empresa, mediante una auditoria donde se evaluaron diferentes aspectos como: organización general, métodos y sistemas de trabajo, gestión de carga de trabajo, sistemas informáticos, documentación técnica, entre otros. Donde se encontraron algunas falencias las cuales fueron trabajadas durante el proyecto para su mejora.

Luego se elaboró un inventario y se implementó un sistema de codificación basado en algunas recomendaciones de la norma internacional ISO 14224 para el total de maquinaria pesada y equipos industriales y de transporte.

Con el fin de clasificar y jerarquizar los equipos se realizó un análisis de criticidad por medio del método de factores ponderados, donde a los equipos críticos se les aplicó la metodología de análisis de modos y efectos de fallas para determinar las fallas potenciales de los equipos y poder prevenirlas. De este proceso se obtiene como resultado unas actividades que son las que alimentan el programa de mantenimiento, el cual se complementa con otras recomendadas por los fabricantes de cada equipo.

Como siguiente paso se crearon una serie de formatos y registros que se manejarán en el departamento de mantenimiento, donde se hará seguimiento y control a cada uno de los equipos de la empresa. Estos documentos son: hoja de vida, ficha técnica, orden de trabajo, solicitud de servicio, tabla de inventario, formato de inspección, requisición y orden de compra o servicio.

Finalmente todo el proceso se integra en un sistema de gestión de mantenimiento en plataforma Visual Basic con base de datos SQL, el cual permitirá organizar y llevar un control de toda la información referente al mantenimiento de los equipos y programar de una manera más eficiente sus actividades preventivas, teniendo como resultado mayor disponibilidad de los equipos y disminuir los gastos en reparaciones inesperadas.

## 1. GMP INGENIEROS S.A.S.

GMP INGENIEROS S.A.S es una compañía flexible que se adapta a los cambios y necesidades del entorno en el cual labora, con una experiencia de más de 10 años en el campo de la ingeniería, ejecutando de forma efectiva proyectos civiles, montajes electromecánicos, interventorías y consultoría, en los sectores petroquímica, generación de energía (hidroeléctrica y térmicas), plantas químicas, entre otros.

GMP INGENIEROS S.A.S es una empresa comprometida con sus clientes, empleados, proveedores y la sociedad en general. La premisa es el trabajo seguro por eso se respeta y se cumplen las normas de seguridad industrial, salud ocupacional y se preserva el medio ambiente.

Esta empresa está certificada bajo las normas ISO 9001: 2008, OSHAS 18001:2007 y ante el Consejo Colombiano de Seguridad RUC, en seguridad industrial y salud ocupacional.

Figura 1. Logo GMP INGENIEROS S.A.S.



Fuente: [www.gmpingenieros.co](http://www.gmpingenieros.co)

## **1.1 MISIÓN**

GMP INGENIEROS S.A.S. es una empresa comprometida en agregar valor a sus clientes, empleados, proveedores y a la sociedad en general.

Esto se logra mediante:

- La ejecución efectiva de proyectos de obras civiles, montajes electromecánicos, interventorías y consultorías
- El respeto y cumplimiento de los estándares de seguridad industrial, salud ocupacional y preservación del ambiente.
- El fortalecimiento de un equipo humano competente.
- El conocimiento de todos los servicios ofrecidos al cliente.
- El fortalecimiento de las herramientas técnicas y administrativas.
- El soporte del personal profesional de las diferentes disciplinas que laboran en la empresa.

## **1.2 VISIÓN**

La visión de GMP INGENIEROS S.A.S. a 2018 es consolidar su presencia en los clientes atendidos y penetrar nuevos mercados que en conjunto le permitirá cumplir con las metas de crecimiento acordadas, maximizando los niveles de rentabilidad que aseguren la perdurabilidad de la empresa en un marco ambiental, de seguridad y salud ocupacional acorde con las expectativas de sus clientes y partes interesadas.

## **1.3 VALORES**

La empresa ejerce los siguientes valores:

- Compromiso
- Liderazgo
- Flexibilidad
- Innovación
- Respeto
- Responsabilidad
- Equidad
- Honestidad
- Integridad

#### **1.4 POLÍTICA HSEQ**

G.M.P INGENIEROS S.A.S, es una empresa dedicada a la prestación de servicios de obras civiles. Orienta sus esfuerzos a la satisfacción de sus clientes a través del cumplimiento de sus requisitos, expectativas y el cumplimiento de las regulaciones y normativas aplicables. Está comprometida a que todos sus procesos se desarrollen de manera sostenible y con responsabilidad social integral garantizando el cumplimiento de la legislación vigente y requisitos de otra índole aplicables en el desarrollo de sus procesos, proyectos y servicios.

Para desarrollar esta política, su acción está enmarcada en un sistema de gestión que integra:

**1.4.1 Calidad.** Garantizando el cumplimiento en el alcance, tiempo y costos de los servicios prestados. Contando con un personal altamente calificado. La organización en la planeación y ejecución de procesos, disminuyendo tiempos de entrega.

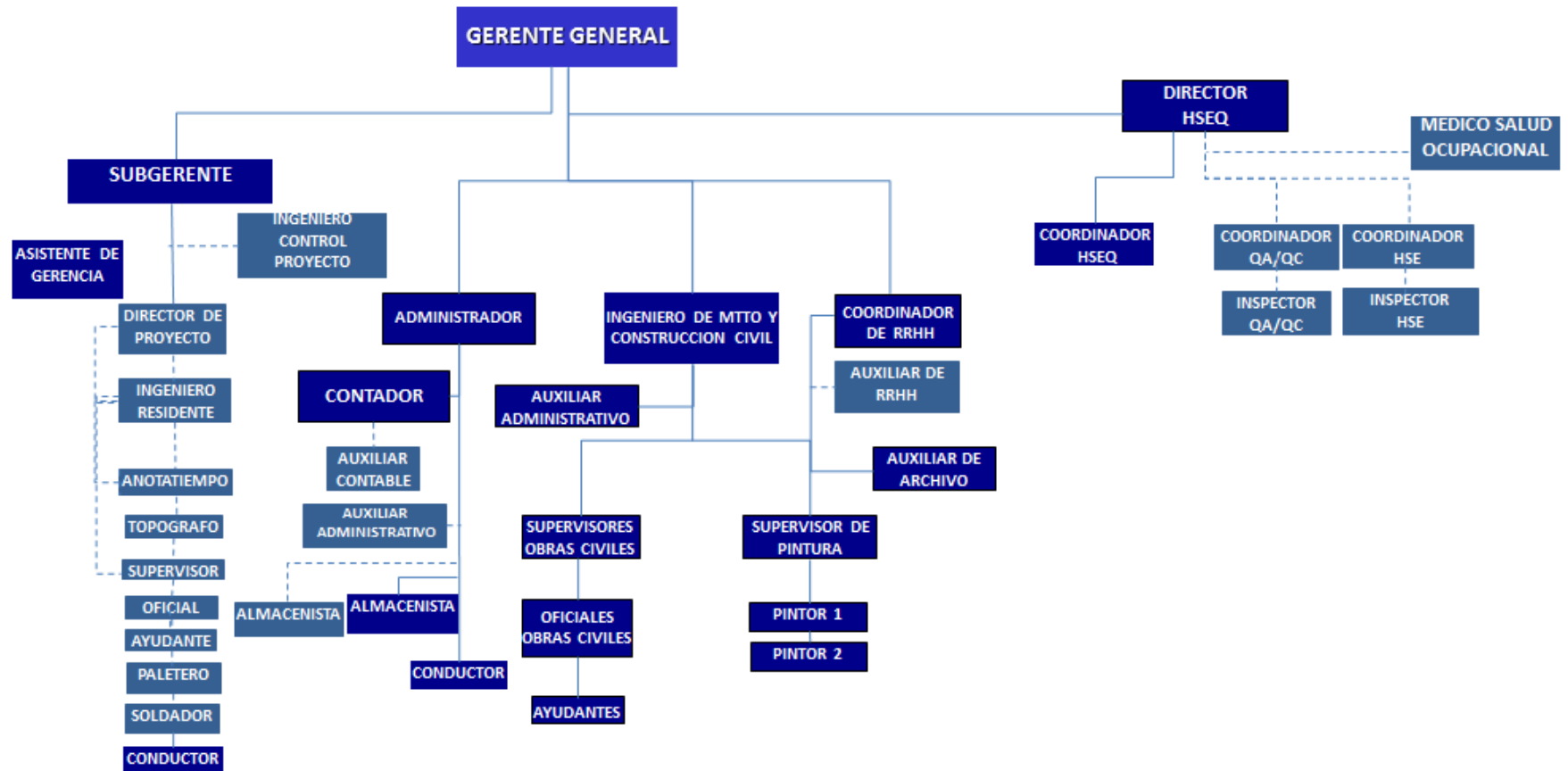
**1.4.2 Seguridad y salud en el trabajo.** Minimizando los riesgos laborales para reducir a cero los accidentes y enfermedades laborales principalmente los relacionados con los riesgos prioritarios: biomecánicos, físicos, químicos, eléctricos, altura, mecánico y psicosocial; de igual manera minimizamos riesgos que causan daños a la propiedad, buscando así; el bienestar permanente de los colaboradores durante la ejecución de sus labores.

**1.4.3 Ambiente.** Minimizando a cero los eventos ambientales, por medio del control y reducción del impacto socio ambiental principalmente aquellos que por el desarrollo de las actividades son significativos para la organización, contratistas y demás grupos de interés, con actividades tendientes a la protección del entorno y control de impactos ambientales.

Para el logro de las labores en este marco, GMP INGENIEROS S.A.S. cuenta con personal competente, infraestructura adecuada, proveedores confiables, respaldo financiero y apoyo permanente de alta gerencia; lo que a su vez permite el mejoramiento continuo del Sistema de Gestión Integral promovido por el establecimiento y revisión de objetivos y metas HSEQ en la aplicación de esta política y en generar factores que impulsen el avance social y económico de su fuerza laboral y la generación de valor agregado en la organización, a través de la vinculación de las partes interesadas y grupos de interés.

## 1.5 ORGANIGRAMA GENERAL

Figura 2. Organigrama general GMP INGENIEROS S.A.S



## 1.6 CLIENTES

GMP INGENIEROS S.A.S cuenta con reconocidos clientes con los cuales ha desarrollado importantes proyectos a nivel nacional.

Figura 3. Clientes de GMP INGENIEROS



Fuente: [www.gmpingenieros.co](http://www.gmpingenieros.co)

## 1.7 PROYECTOS

A continuación se nombran algunos de los proyectos en los que GMP INGENIEROS S.A.S se ha desempeñado.

- Ejecutar las etapas de Precomisionamiento, Comisionamiento y apoyar el arranque del proyecto de Expansión de la Refinería de Cartagena - PC&s2. Expansión de la Refinería de Cartagena. Socio Consorcio KGM (KENTZ, GMP y MASA). Octubre 2014 - En ejecución.
- Proyecto Corte y relleno de Expansión de la Refinería de Cartagena: adecuación de 70 Hectáreas de terreno y movimiento de tierra de 641.000 M3. Enero 2011 - Abril 2011

- Concrete installation in the brownfield: instalación de las fundaciones de concreto y el Pavimento para la realización de los trabajos del Frente 1, Prioridad I y II, incluye conductos embebidos, Remoción de formaletas y curado y losa de sellado para el Proyecto de la Expansión de la Refinería. Enero 2013 – Mayo 2015
- Proyecto Instalación Eléctrica e instrumentación: Instalación eléctrica e instrumentación del Bloque B del proyecto de Expansión de la Refinería de Cartagena, con el consorcio KGM, conformado por KENTZ, GMP y MASA. Abril 2013 a Septiembre 2014.
- Laguna de Aguas Crudas: Se construye la laguna de Aguas Crudas para el proyecto de expansión de la Refinería de Cartagena. Abril del 2010 a Julio del 2011.
- Construcción de Obras Civiles para la Adecuación de las estaciones de Rebombear Chiquillo, Granjita, Porvenir y Cusiana para el Proyecto P135. Febrero 2015 – En ejecución.
- Proyecto de Limpieza de Gases de la línea 2 (Line 2 Furnace Off Gas System Project). Construcción de Obras Civiles Proyecto OGS L2. CERROMATOS O S.A CMSA. Agosto 2014 – Enero 2015.

## **1.8 OBRAS CIVILES**

GMP INGENIEROS S.A.S. orienta sus esfuerzos en la ejecución de los proyectos bajo los criterios de seguridad, calidad, tiempo y costo dentro de las regulaciones y normativas aplicables, brindando así a los clientes siempre la mejor calidad con los más altos estándares.

Dándose a conocer siempre con el mejor desempeño en todas y cada una de las obras realizadas y ejecutadas, porque siempre está un paso adelante en la

innovación, siempre un paso adelante en el futuro para poder seguir avanzando y seguir superándose cada vez más.

## **1.9 SERVICIOS**

**1.9.1 Obras civiles.** Ejecuta Proyectos de Obra Civil en los sectores petroquímica, Generación de energía (hidroeléctrica y térmica), plantas químicas, entre otros.

**1.9.2 Arriendo de maquinaria.** Realiza movimientos de maquinaria y equipo industrial, cuyo propósito es la prestación de servicios de alquiler de maquinaria pesada para Obra Civil.

**1.9.3 Reparación de obras civiles.** Proceso que se ejecuta a pedido del dueño de la edificación, de las instituciones de vialidad, obras hidráulicas y sanitarias, eléctricas cumpliendo con programas de mantenimiento o después de la ocurrencia de un evento.

**1.9.4 Mantenimiento de plantas.** Realiza mantenimiento de plantas de la industria petroquímica.

**1.9.5 Montajes eléctricos.** Efectúa montajes electromecánicos.

**1.9.6 Servicios de interventorías y consultorías.** Ofrece servicios de interventorías y consultoría en materia civil.

## 1.10 CONTACTO

Oficinas:

- Mamonal Km 11, Interior Planta Sur Yara, Cartagena, Colombia
- Mamonal Km 6, Estación de Servicios Las Américas, Oficina 201, Cartagena, Colombia.

Teléfonos de contacto:

- (57) (5) 6931195
- (57) (5) 6605030
- (57) 3505525159

Correo Electrónico:

- [gmpingenieros@gmpeu.com](mailto:gmpingenieros@gmpeu.com)

Dirección WEB:

- [www.gmpingenieros.co](http://www.gmpingenieros.co)

Contacto Comercial:

- Gustavo Martínez (57) 3505525159
- [ga.Martinez@gmpeu.com](mailto:ga.Martinez@gmpeu.com)

## **2. OBJETIVOS TRABAJO DE GRADO**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir con el propósito misional de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander mediante el apoyo al desarrollo social y tecnológico, dando respuesta a la necesidad presentada por la empresa GMP INGENIEROS S.A.S de la creación e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia, vida útil y disponibilidad de su maquinaria y equipos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar una auditoría para evaluar y diagnosticar el estado actual del departamento de mantenimiento de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S.
- Elaborar un inventario de equipos e implementar un sistema de codificación, crear hojas de vida y fichas técnicas que contengan información del equipo tal como:
  - ✓ Nombre del equipo
  - ✓ Código interno
  - ✓ Marca
  - ✓ Referencia
  - ✓ Modelo
  - ✓ Características del motor
  - ✓ Dimensiones
  - ✓ Capacidad de depósitos
  - ✓ Rendimiento y peso
  - ✓ Sistema Eléctrico

- Realizar un análisis de criticidad por medio del método de factores ponderados al inventario, con el fin de clasificar y jerarquizar los equipos.
- Aplicar la metodología de análisis de modos y efectos de fallas a los equipos críticos, para establecer las acciones proactivas de mantenimiento adecuadas a estos equipos.
- Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S, donde a los equipos críticos se aplicaran las actividades establecidas en el ítem anterior y a los medianamente y no críticos actividades estándar de mantenimiento.
- Diseñar y elaborar un sistema de gestión de mantenimiento para la planeación y programación en plataforma Visual Basic con base de datos SQL que contenga los siguientes módulos de trabajo.
  - ✓ Maquinaria y equipos
  - ✓ Ordenes de trabajo
  - ✓ Indicadores de gestión
  - ✓ Mantenimiento preventivo
  - ✓ Alarmas
  - ✓ Almacén
  - ✓ Adquisiciones

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

En este capítulo se encuentra la base teórica acerca del mantenimiento, la cual será utilizada como referencia para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S.

#### **3.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO**

AFNOR NF X 60 010 define al mantenimiento como: Todas las acciones para mantener o restaurar un bien en un estado o en condiciones especificadas para proporcionar un servicio específico. Se trata de un concepto más amplio que la simple noción de mantenimiento, es la acción o los gastos de sostener algo (una propiedad del material) en buen estado. El mantenimiento permite la preservación de un estado definido previamente (en buenas condiciones) sino que también permite la reconstitución y la mejora de uno. El mantenimiento es una condición necesaria pero no suficiente para el mantenimiento.<sup>1</sup>

#### **3.2 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO<sup>2</sup>**

La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo. Bajo esta premisa se puede entender la evolución del área de mantenimiento al atravesar las distintas épocas, acorde con las necesidades de sus clientes, que son todas aquellas dependencias

---

<sup>1</sup> AFNOR NF X 60 010. Definición de mantenimiento [en línea] <[http://www.academia.edu/9553128/NORMA\\_AFNOR\\_NF\\_X\\_60\\_010](http://www.academia.edu/9553128/NORMA_AFNOR_NF_X_60_010)> [citado el 20 de Marzo de 2016].

<sup>2</sup> MORA, Luis. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Primera Edición. México: Alfaomega Grupo Editor. 2009. P.3

o empresas de procesos o servicios, que generan bienes reales o intangibles mediante la utilización de estos activos para producirlos.

La historia del mantenimiento, como parte estructural de las empresas, data desde el momento mismo de la aparición de las máquinas para la producción de bienes y servicios, inclusive desde cuando el hombre forma parte de la energía de dichos equipos.

Se reconoce la aparición de los primeros sistemas organizacionales de mantenimiento para sostener las máquinas desde principios del siglo XX, en los Estados Unidos, donde todas las soluciones a fallas y paradas imprevistas de equipos se solucionan vía mantenimiento correctivo.

### **3.3 LA FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO**

La finalidad del mantenimiento es conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible.

Lo que implica: conservar el sistema de producción y servicios funcionando con el mejor nivel de fiabilidad posible, reducir la frecuencia y gravedad de las fallas, aplicar las normas de higiene y seguridad del trabajo, minimizar la degradación del medio ambiente, controlar, y por último reducir los costos a su mínima expresión.

El mantenimiento debe seguir las líneas generales determinadas con anterioridad, de forma tal que la producción no se vea afectada por las roturas o imprevistos que pudieran surgir.

### **3.4 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO<sup>3</sup>**

Los objetivos de mantenimiento deben alinearse con los de la empresa y estos deben ser específicos y estar presentes en las acciones que realice el área.

Estos objetivos serán los mencionados a continuación:

#### **3.4.1 Máxima producción**

- Asegurar la óptima disponibilidad y mantener la fiabilidad de los sistemas, instalaciones, máquinas y equipos.
- Reparar las averías en el menor tiempo posible.

#### **3.4.2 Mínimo costo**

- Reducir a su mínima expresión las fallas.
- Aumentar la vida útil de las máquinas e instalaciones.
- Manejo óptimo de stock.
- Manejarse dentro de costos anuales regulares.

#### **3.4.3 Calidad requerida**

- Mantener el funcionamiento regular de la producción sin distorsiones.
- Eliminar las averías que afecten la calidad del producto.

#### **3.4.4 Conservación de la energía**

- Conservar en buen estado las instalaciones auxiliares.

---

<sup>3</sup> TORRES, Leandro. Mantenimiento. Su implementación y gestión. Segunda edición. Argentina: Universitas. P.23-24.

- Eliminar paros y puestas de marcha continuos.
- Controlar el rendimiento de los equipos

#### **3.4.5 Conservación del medio ambiente**

- Mantener las protecciones en aquellos equipos que pueden producir fugas contaminantes.
- Evitar averías en equipos e instalaciones correctoras de poluciones.

#### **3.4.6 Higiene y seguridad**

- Mantener las protecciones de seguridad en los equipos para evitar accidentes.
- Adiestrar al personal sobre normas para evitar los accidentes.
- Asegurar que los equipos funcionen en forma adecuada.

#### **3.4.7 Implicación del personal**

- Obtener la participación del personal para poder implementar el TPM.
- Implicar a los trabajadores en las técnicas de calidad.

### **3.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO<sup>4</sup>**

**3.5.1 Mantenimiento Correctivo.** El mantenimiento correctivo consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo.

---

<sup>4</sup> TORRES, Leandro. Mantenimiento. Su implementación y gestión. Segunda edición. Argentina: Universitas. P.123-139.

El personal encargado de avisar de las averías es el propio usuario de las máquinas y equipos, y el encargado de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento.

El principal inconveniente en este tipo de mantenimiento, es que el usuario detecta la avería en el momento que necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización.

Sus características son:

- Está basada en la intervención rápida, después de ocurrida la avería.
- Conlleva discontinuidad en los flujos de producción y logísticos.
- Tiene una gran incidencia en los costos de mantenimiento por producción no efectuada.
- Tiene un bajo nivel de organización.
- Se denomina también mantenimiento accidental.

Mantenimiento correctivo es la intervención necesaria para poder solucionar un defecto, o una falla ya ocurrida, en éste caso las instalaciones, máquinas o equipos operan con deficiencia o directamente no funcionan.

**3.5.2 Mantenimiento Preventivo.** El mantenimiento preventivo es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas y programadas y de un servicio de trabajos de mantenimiento previsto como necesario, para aplicar a todas las instalaciones, máquinas o equipos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua.

Es decir, el mantenimiento preventivo, se efectúa con la intención de reducir al mínimo la probabilidad de falla, o evitar la degradación de las instalaciones, sistemas, máquinas y equipos.

Es la intervención de mantenimiento prevista, preparada y programada antes de la fecha probable de aparición de una falla.

En definitiva, se trata de dotar a la organización, de un sistema que le permita detectar y corregir el origen de las posibles fallas técnicas y no reparar las consecuencias de las mismas, una vez que éstas se han producido.

Se debe implementar una política de mantenimiento preventivo eficaz, es decir, no se puede hacer el preventivo sin un servicio de métodos que cuantificará el costo directo del mantenimiento, que a su vez permita:

- La gestión de documentación técnica.
- Preparar intervenciones preventivas.
- Acordar con producción paradas programadas.

Para establecer un programa de mantenimiento preventivo en una empresa se deben tener en cuenta los siguientes pasos<sup>5</sup>:

- **Administración del plan.** El primer paso en el desarrollo de un programa completo de mantenimiento preventivo consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan. Se designará a una sola persona como jefe de la fuerza de trabajo, además de que es esencial el compromiso de la

---

<sup>5</sup> SIERRA A. Gabriel Antuán. Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmeccánica industrial AVM S.A. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2004. P 38-40.

dirección para el cumplimiento exitoso del plan. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria para el mismo, la fuerza de trabajo deberá emprender la tarea de conformar el programa.

- **Inventario de las instalaciones.** El inventario de las instalaciones es una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas, de un sitio. Se elabora con fines de identificación. Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de éste, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).
- **Identificación del equipo.** Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única a cada equipo de la planta. Se deberá establecer un sistema de códigos que ayude en este proceso de identificación.
- **Registro de las instalaciones.** El registro de las instalaciones es un archivo (electrónico o en papel) que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexiones, detalles de cimiento, dimensiones generales, tolerancias, número de plano de referencia, número de referencia para los manuales de servicio, intercambiabilidad con otras unidades, etc.
- **Programa específico de mantenimiento.** Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza de equipo dentro del programa general. El programa es una lista completa de las tareas de

mantenimiento que se van a realizar en el equipo. El programa incluye el nombre y número de identificación del equipo, su ubicación, lista detallada de las tareas que se llevarán a cabo (inspecciones, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipo de técnicos requeridos para realizar la tarea, tiempo para cada tarea, herramientas especiales que se necesitan, materiales necesarios y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.

- **Especificaciones del trabajo.** La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar los detalles de cada tarea en el programa de mantenimiento.
- **Programa de mantenimiento.** El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Cuando se ejecuta el programa de mantenimiento, debe realizarse mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción. Esta es la etapa en donde el programa de mantenimiento preventivo entra en ejecución.
- **Control del programa.** El programa de mantenimiento preventivo debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa.

Algunos de los beneficios del mantenimiento preventivo son:

- Reducción de fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de maquinaria y equipos).
- Mantiene la vida útil de los equipos.

- Mejora la utilización de los recursos. Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente, el mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones.
- Reduce los niveles del inventario. Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.
- Ahorro económico. Un peso ahorrado en mantenimiento son muchos pesos de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo.

Los inconvenientes del mantenimiento preventivo son:

- Si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas se puede llegar a aumentar el gasto y disminuir la disponibilidad.
- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

### 3.6 DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD<sup>6</sup>

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de Criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable. La información recolectada en el estudio podría ser utilizada para:

- Priorizar ordenes de trabajo de operaciones y mantenimiento.
- Priorizar proyectos de inversión.
- Diseñar políticas de mantenimiento.
- Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.
- Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.

El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos: mantenimiento, inspección, materiales, disponibilidad de planta, personal.

---

<sup>6</sup> BEJARANO CARVAJAL, David Antonio. GUERRA BENJUMEA, Jorge Enrique. Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa Pladesan LTDA. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2014. P 87-88.

Los criterios para llevar a cabo este análisis por medio de la expresión riesgo son los siguientes:

- Frecuencia de falla: Es el número de veces que se repite una falla, dentro un periodo de tiempo determinado.
- Impacto operacional: Este aspecto hace referencia a los efectos que causaría a la empresa si uno de sus equipos falla.
- Tiempo de fallas: Es un tiempo aproximado que se demoraría en reparar una falla de un equipo.
- Costos de mantenimiento: Son los costos que genera la labor de mantenimiento, sin incluir los costos de producción sufridos por la falla del equipo.
- Impacto de seguridad y ambiente: Aspecto que hace referencia al efecto que puede causar una falla del equipo en la seguridad del personal o en el ambiente.

### **3.7 DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS<sup>7</sup>**

El análisis de modos y efectos de fallas es un proceso sistémico que permite identificar las fallas potenciales o reales de diseño, de funcionamiento y de proceso, antes de que éstas ocurran, con la intención de eliminarlas o controlarlas para erradicar o minimizar los riesgos asociados con ellas. Su aplicación permite documentar las tareas proactivas y correctivas que controlan o eliminan las fallas.

El propósito de la técnica de esta metodología es conocer completamente el equipo, mediante la identificación de los sistemas y de los componentes que lo conforman, el diseño, los procesos, los elementos y los materiales de fabricación,

---

<sup>7</sup> MORA, Luis. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Primera Edición. México: Alfaomega Grupo Editor. 2009. P.330-332

los ensambles y los subensambles parciales. Así como todos los demás aspectos pertinentes que permitan aplicar el análisis integral de fallas.

La metodología de análisis de fallas parte de la base de la presencia o detección repentina de una situación fuera del estándar, que manifiesta de alguna forma la falta de funcionalidad total o parcial de una máquina o elemento. Como problema o efecto causante se describe una falla que aún no se soluciona o erradica. Como modo de falla se pueden enunciar las deficiencias que se observan o se perciben en el sistema o la máquina en el momento de reportar la falla.

Las causas inmediatas se refieren a los daños y hechos que se encuentran en el equipo en el momento de percibir o reportar la falla. Las causas básicas son el origen de las causas inmediatas. Una o varias causas básicas que generan el problema por medio del cual se detecta la falla, y que a la vez ocasiona la pérdida de funcionalidad del sistema o elemento, recibe el nombre de causa raíz. La criticidad o el grado del problema se asocia a la clase de falla. El elemento que entra en estado de falla se denomina ítem susceptible de mantenimiento.

### **3.8 INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Para conocer cómo está marchando el del departamento de mantenimiento en la administración de los equipos y decidir si hay que realizar cambios en algún aspecto en concreto, se debe definir una serie de parámetros que permitan evaluar los resultados que se están obteniendo en el área de mantenimiento después de la implementación de acciones. Aquí es donde entran los indicadores como forma de procesar datos a información útil para la toma de decisiones en mantenimiento.

Los indicadores de mantenimiento son parámetros numéricos que convenientemente utilizados, ofrece una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación de los métodos y técnicas específicas de mantenimiento.

Es de vital importancia tener en cuenta los resultados de los indicadores, para realizar una comparación periódica de la evolución del plan de mantenimiento, comparando el valor obtenido en la fecha con los valores de periodos anteriores y de esta forma, poder fijar objetivos.

A continuación se exponen los indicadores de gestión de mantenimiento que serán utilizados en este proyecto.

**3.8.1 Disponibilidad.** La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento. Se define como la probabilidad de que el equipo o maquinaria esté preparado para funcionar en un periodo de tiempo determinado; es decir que el equipo no esté parado por fallas o ajustes.

La disponibilidad se expresa matemáticamente de la siguiente forma.

Ecuación 1. Disponibilidad teórica

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Donde:

$T_o$  : Tiempo total de operación.

$T_p$  : Tiempo total de paradas.

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de la obra, dado a que estas no son debidas al fallo del equipo.

En ocasiones suele definirse la disponibilidad de otra forma, como lo es a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación.

Ecuación 2. Disponibilidad

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

Donde:

*TPEF* : Tiempo promedio entre fallos.

*TPPR* : Tiempo promedio de reparación.

**3.8.2 Confiabilidad.** Es la probabilidad de que un equipo ejerza correctamente la totalidad de las funciones para la cual fue diseñado, durante un periodo de tiempo estipulado y bajo condiciones de operación específicas.

El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas. Para ello se utiliza lo que se denomina tasa de falla, por lo tanto la medida de tiempo entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina. Mientras que el tiempo promedio entre fallas, mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo de estudio.

La confiabilidad se determina de la siguiente manera.

### Ecuación 3. Confiabilidad

$$TPEF = \frac{H_{Oper}}{NT_{fallas}}$$

Donde:

$H_{Oper}$  : Horas de operación.

$NT_{fallas}$  : Numero de fallas detectadas.

**3.8.3 Mantenibilidad.** La Mantenibilidad está inversamente relacionada con la duración y el esfuerzo requerido por las actividades de mantenimiento.

Puede ser asociada de manera inversa con el tiempo que se toma en lograr acometer las acciones de mantenimiento, en relación con la obtención del comportamiento deseable del sistema. Esto incluye la duración (horas) o el esfuerzo (horas- hombre) invertidos en desarrollar todas las acciones necesarias para mantener el sistema o uno de sus componentes para restablecerlo o conservarlo en una condición específica. Depende de factores intrínsecos al sistema y de factores propios de la organización de mantenimiento.

Este indicador se puede calcular empleando la siguiente expresión.

### Ecuación 4. Mantenibilidad

$$TPPR = \frac{TTF}{NT_{fallas}}$$

Donde:

$TTF$  : Tiempo total de fallas.

$NT_{fallas}$  : Numero de fallas detectadas.

## 4. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA GMP INGENIEROS S.A.S.

### 4.1 AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO

La auditoría es un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría.<sup>8</sup>

Para diagnosticar la situación actual del departamento de mantenimiento de la empresa e identificar las secciones críticas en esta área, se realiza una auditoría que consta de 12 ítems, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 1. Ítems de la auditoría de mantenimiento

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
<b>Organización General</b>	Organización y Estructura.
	Planificación, Coordinación y Control.
	Funciones y Responsabilidades.
<b>Métodos y Sistemas de Trabajo</b>	Planificación.
	Métodos y procedimientos.
	Preparación.
	Clasificación.
	Documentación y Archivo.
<b>Control Técnico de Instalaciones y Equipos</b>	Inventario
	Codificación
	Hojas de vida
	Documentación Clasificada.
	Priorización de Actividades
<b>Gestión De Carga De Trabajo</b>	Acciones de Mantenimiento.
	Planeación de Trabajo.
	Solicitudes de Trabajo

<sup>8</sup> Norma técnica Colombiana NTC-ISO 19011.

Tabla 1. Ítems de la auditoría de mantenimiento (Continuación)

<b>Compra Y Registro De Repuestos Y Equipos</b>	Stock de Repuestos.
	Compra de Equipos y Partes.
	Proveedores.
	Procedimientos.
<b>Sistemas Informáticos</b>	Software Especializado
<b>Organización del Taller del Mantenimiento</b>	Espacio Asignado a las Secciones de la Empresa.
	Instrucciones y Protocolos Establecidos
	Herramientas, Transporte y Utilillaje.
	Zonas de inventario.
<b>Herramientas Y Medios De Prueba</b>	Inventario de Herramientas.
	Calibración de Herramientas.
	Disposición de caja de Herramientas
<b>Documentación Técnica</b>	Fichas Técnicas
	Planos
	Manuales de Operación y Mantenimiento
	Documentación clasificada.
<b>Personal y Formación</b>	Dirección y control de actividades
	Formación
	Seguridad y prevención
	Entrenamiento.
<b>Contratación</b>	Servicio Empresas Contratistas.
<b>Control de la Actividad</b>	Plan de mantenimiento preventivo
	Informes
	Indicadores
	Eficiencia
	Costos del mantenimiento

Fuente: Meléndez Fontalvo, Alejandro. Plan de mantenimiento preventivo para la empresa Metcol Ltda. Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander. P.44-45.

A continuación se detalla cada ítem con su bloque de preguntas y su respectiva puntuación como respuesta, la cual brindara la información necesaria para realizar el diagnóstico del departamento de mantenimiento.

Cada pregunta tiene una valoración entre 0, 10, 20, 30 y 40 puntos, dependiendo de la trascendencia que la misma tiene sobre el bloque analizado. El cuestionario sólo admite una respuesta –y, por tanto, una puntuación- por cada una de las preguntas.

Tabla 2. Auditoria a la organización general

<b>A. ORGANIZACIÓN GENERAL</b>	NO	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	SÍ	PUNTUACION
1. ¿Está definida por escrito y aprobada, la organización y responsabilidades del departamento del mantenimiento (Organigrama)?	0	-	-	-	30	<b>30</b>
2. ¿Se comprueban las responsabilidades y las tareas definidas en la organización de forma periódica para su adaptación?	0	-	-	-	10	<b>10</b>
3. ¿El personal encargado de mantenimiento conoce las responsabilidades, limitaciones y obligaciones de su cargo?	0	-	-	-	20	<b>20</b>
4. ¿Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
5. ¿Tiene cada sección y o actividad un presupuesto de funcionamiento y hay seguimientos periódicos de su adecuación a la realidad?	0	-	-	-	10	<b>0</b>
6. ¿Existe un área de planificación y coordinación de trabajos para realizar estudios de mejora y formación?	0	5	-	15	20	<b>0</b>
7. ¿Existe descripciones de las funciones (En el terreno de responsabilidad y en el de iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?	0	5	10	15	20	<b>15</b>
8. ¿El personal de producción tiene instrucciones para llevar a cabo operaciones de mantenimiento de primer nivel y las ejecutan?	0	10	-	20	30	<b>30</b>
9. ¿Todas operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y aplican adecuadamente las actividades y repuestos?	0	-	-	-	20	<b>0</b>
10. ¿Tiene objetivos claros e indicadores de funcionamiento que sirvan de pauta como resultados del servicio prestado?	0	5	-	20	30	<b>5</b>
11. ¿Los departamentos de compras e ingeniería tienen en cuenta de forma activa a Mantenimiento en nuevos estudios o instalaciones?	0	10	-	20	30	<b>30</b>
12. ¿Hay reuniones periódicas y se realizan seguimientos de niveles de calidad de servicios percibidos por nuestros clientes?	0	10	-	20	30	<b>10</b>
<b>A - 280 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>170</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.104.

Tabla 3. Auditoría a los métodos y sistemas de trabajo

<b>B. MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO</b>	NO	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	SÍ	PUNTUACION
1. ¿Disponen de sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes (cronogramas de actividades y actividades a realizar)?	0	10	-	20	30	<b>10</b>
2. ¿Tiene procedimientos para preparar trabajos, establecer presupuesto y justificar nuevas adquisiciones o proponer nuevas actividades?	0	-	10	-	20	<b>10</b>
3. ¿Disponen ustedes de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?	0	-	10	-	20	<b>20</b>
4. ¿Tienen ustedes un procedimiento por escrito (y aplicado) que defina las autorizaciones de trabajo (consignación, des consignación) para los trabajos que conlleven riesgos?	0	-	-	-	25	<b>25</b>
5. ¿se archivan en los expedientes o historiales de equipos y sistemas los trabajos de preparación y planificación de grandes intervenciones?	0	5	-	10	15	<b>15</b>
6. ¿Hay acciones que lleven a organizar las máquinas y unidades?	0	5	-	20	30	<b>5</b>
7. ¿Tiene ustedes métodos para estimación de tiempos distintos de la estimación global?	0	-	5	-	10	<b>0</b>
8. ¿utilizan ustedes el método de gratt, para la preparación de trabajos largos, importantes o que necesiten mucha coordinación?	0	5	-	10	20	<b>20</b>
9. Tiene métodos formalizados para hacer las reparaciones y protocolos de pruebas	0	10	-	20	30	<b>10</b>
10. ¿Guardan ustedes las unidades en almacén, hacen preparar kits (piezas o herramientas) antes de sus intervenciones?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
11. Esta el conjunto de la documentación debidamente clasificada y fácil mente accesible	0	5	-	10	20	<b>20</b>
12. ¿Tiene sistemas de priorización de actividades con base en su criticidad, repercusión necesaria etc.?	0	-	-	-	20	<b>0</b>
<b>B - 270 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>155</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.105.

Tabla 4. Auditoria al control técnico de instalaciones y equipos

<b>C. CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS</b>	NO	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	SÍ	PUNTUACION
1. ¿Disponen ustedes de una lista recapitulada (inventario) de ubicación de los equipamientos de su unidad?	0	10	-	20	30	<b>10</b>
2. ¿Tienen cada equipamiento un número de identificación cronológico de inmovilización?	0	5	-	10	20	<b>5</b>
3. ¿En su instalación tiene todo el equipamiento un número de identificación claramente señalado?	0	5	-	10	15	<b>5</b>
4. ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?	0	5	-	10	15	<b>5</b>
5. ¿Hay un archivo informático o en papel de cada equipo o instalación, y de sus subgrupos funcionales, con reseñas históricas de todos los trabajos llevados a cabo y su costo?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
6. ¿Tiene efectuados análisis de criticidad de equipos y estudio de averías y modos de fallo (MFE, RCM, etc.)?	0	10	-	20	30	<b>0</b>
7. ¿Disponen ustedes de información sobre las horas pasadas las piezas consumidas y los costes, equipamiento por equipamiento?	0	10	-	25	40	<b>25</b>
8. ¿Hay uno (o varios) responsables del cuidado de las reseñas históricas de los trabajos?	0	5	-	15	20	<b>15</b>
9. ¿Está asegurado el seguimiento y control formal de las operaciones reglamentarias y de seguridad llevadas a cabo?	0	-	15	-	30	<b>15</b>
10. ¿Se audita periódicamente la situación de inventario y su documentación?	0	5	-	15	20	<b>5</b>
11. ¿Tiene constancia formal de la adecuación de su parque de maquinaria y equipos a la directiva de máquinas?	0	-	-	-	20	<b>0</b>
12. ¿Tiene posibilidad de analizar sistema a sistema el coste real de los ciclos de vida LCC?	0	10	-	20	30	<b>0</b>
<b>C - 300 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>105</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.106.

Tabla 5. Auditoría a la gestión de la carga de trabajo

<b>D. GESTIÓN DE CARGA DE TRABAJO</b>	NO	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	SÍ	PUNTUACION
1. ¿Tienen ustedes, un programa establecido de mantenimiento preventivo? (Acciones preventivas, periodicidad, carga de trabajo)	0	10	-	25	40	<b>10</b>
2. ¿Disponen ustedes de fichas (o check-lists) escritas de mantenimiento preventivo?	0	5	-	10	20	<b>5</b>
3. ¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de actualización)?	0	-	-	-	10	<b>0</b>
4. ¿Tiene los usuarios (u operadores) de los equipos responsabilidades en materia de ajuste y mantenimiento de rutina?	0	5	-	15	20	<b>20</b>
5. ¿Tienen ustedes un sistema de registro de las demandas o solicitudes de trabajo?	0	10	-	25	30	<b>0</b>
6. ¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos?	0	5	-	10	20	<b>5</b>
7. ¿Tienen ustedes reglas definidas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?	0	10	-	15	30	<b>0</b>
8. ¿Conocen ustedes permanentemente la carga de trabajo en cartera y tienen un balance de capacidad?	0	5	-	15	20	<b>0</b>
9. ¿Existe algún documento (o solicitud de trabajo) que permita informar o seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para cada trabajo?	0	5	-	15	30	<b>5</b>
10. ¿Se reúnen periódicamente los contra maestres para debatir las prioridades, problemas de planing, personal, etc?	0	10	-	20	30	<b>0</b>
11. ¿Disponen ustedes de una planeación semanal (o periódica) de distribución de los trabajos?	0	-	15	-	30	<b>0</b>
12. Cuando un trabajo no puede ser abordado con la celeridad que les exige producción, ¿tiene un procedimiento para informar de ello y poner medidas correctivas y preventivas?	0	-	-	-	20	<b>0</b>
<b>D - 300 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>45</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.107.

Tabla 6. Auditoría a la compra y registro de repuestos y equipos

<b>E. COMPRA Y REGISTRO DE REPUESTOS Y EQUIPOS</b>	<b>NO</b>	<b>Más bien no</b>	<b>Ni sí ni no</b>	<b>Más bien sí</b>	<b>SÍ</b>	<b>PUNTUACION</b>
1. ¿Tienen un almacén específico o diferenciado para mantenimiento y un sistema de lanzamiento y seguimiento de pedidos a su medida?	0	-	-	-	20	<b>20</b>
2. ¿Disponen de un sistema de libre servicio para artículos y piezas de consumo habitual?	0	-	5	-	10	<b>0</b>
3. ¿El stock de repuestos está al día, accesible a su personal de forma informatizada y disponible el valor, número de artículos, plazo, etc.?	0	10	-	20	30	<b>10</b>
4. ¿Esta todas las piezas de repuesto Identificadas y codificadas?	0	-	-	-	10	<b>10</b>
5. ¿Están definidos todos los sistemas de aprovisionamiento y de lanzamiento de compras por demandas, puntos de pedido, etc.?	0	-	5	-	10	<b>5</b>
6. ¿Hay un procedimiento formalizado de solicitud de ofertas con pliegos adaptados a sus necesidades y adjudicación de pedidos?	0	-	-	-	20	<b>0</b>
7. ¿Los procedimientos de aprovisionamiento son rápidos y flexibles?	0	-	-	-	20	<b>20</b>
8. ¿Tiene proveedores concertados que almacenan en sus dependencias los materiales y repuestos de su suministro?	0	5	-	15	20	<b>15</b>
9. ¿Tiene facilidad y homologados suministradores distintos al propio fabricante del equipamiento o instalación?	0	5	10	15	20	<b>15</b>
10. ¿tienen un sistema rápido y eficaz de reparación de equipos y sistemas de inventario?	0	8	-	20	30	<b>8</b>
11. ¿hay gran conexión entre el servicio de compras y de mantenimiento para las decisiones de compra y negociación con los suministros?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
12. ¿los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y amigables?	0	5	-	15	20	<b>20</b>
<b>E - 240 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>143</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.108.

Tabla 7. Auditoria a los sistemas informáticos

<b>F. SISTEMAS INFORMATICOS</b>	<b>NO</b>	<b>Más bien no</b>	<b>Ni sí ni no</b>	<b>Más bien sí</b>	<b>SÍ</b>	<b>PUNTUACION</b>
1. ¿Ha participado activamente el Departamento de Mantenimiento en la especificación técnica y definición de requisitos de su sistema informático?	0	10	-	15	20	<b>15</b>
2. ¿El sistema es amigable a la hora de lanzar órdenes, planificar actividad, controlar recursos, emitir informes, etc.?	0	5	10	15	20	<b>0</b>
3. ¿Se ha ajustado la aplicación informática implementada a los procedimientos organizativos eficaces ya implantados?	0	-	-	-	30	<b>0</b>
4. ¿Los operarios, interactúan con el sistema recogiendo órdenes, cerrando las finalizadas, imputando recursos, etc.?	0	10	15	20	30	<b>0</b>
5. ¿Su sistema informático "dialoga" adecuadamente con otras aplicaciones corporativas como costos, nóminas, etc.?	0	10	-	20	30	<b>0</b>
6. ¿Desde la implantación de su aplicación informática ha reducido significativamente la carga administrativa de su Departamento?	0	-	-	-	30	<b>0</b>
7. ¿La información que ahora obtiene de su aplicación le ayuda realmente a una más fácil y rigurosa toma de decisiones?	0	5	-	10	20	<b>0</b>
8. ¿Ha ahorrado personal u optimizado recursos, mejorando su eficiencia de forma contrastada, desde la puesta en marcha de la aplicación informática?	0	5	-	10	20	<b>0</b>
9. ¿El "hardware" de que dispone en su departamento está suficientemente dimensionado en cuanto a capacidad de proceso, memoria, periféricos, etc.?	0	10	-	20	30	<b>0</b>
10. ¿La red de comunicaciones de su empresa y otros servicios asociados de voz y datos funciona con la fiabilidad, disponibilidad y prestaciones adecuadas?	0	5	-	10	20	<b>0</b>
<b>F - 250 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>15</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.109.

Tabla 8. Auditoría a la organización del taller de mantenimiento

<b>G. ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO</b>	NO	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	SÍ	PUNTUACION
1. ¿El espacio que tiene asignado a su Departamento para actividades de banco, oficina, de planificación e ingeniería, almacén, etc., es suficiente?	0	10	-	15	30	<b>30</b>
2. ¿Dispone a pie de obra de las instrucciones operativas y protocolos para ser consultados por sus Mandos y operarios directamente?	0	10	-	30	40	<b>10</b>
3. ¿Las oficinas de los mandos intermedios y supervisores se encuentran a pie de la obra?	0	-	10	-	20	<b>10</b>
4. ¿Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y respuestas?	0	-	5	-	10	<b>10</b>
5. ¿disponen de suficiente utillaje y medio de manutención y transporte adecuados a sus trabajos preventivos y correctivos?	0	5	-	15	20	<b>20</b>
6. ¿Las órdenes de trabajo se abren y cierran a pie de obra, con terminales ubicados en la planta o con terminales portátiles?	0	-	5	-	10	<b>0</b>
7. ¿Las zonas destinadas a materiales útiles, averiados y de envío o recepción exterior están correctamente identificadas y delimitadas?	0	-	10	-	20	<b>20</b>
8. ¿Hay un responsable de logística de la custodia de herramientas y útiles de la verificación y calibración periódica de ellas?	0	-	10	-	20	<b>0</b>
<b>G - 170 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>100</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.110.

Tabla 9. Auditoría a las herramientas y medios de prueba

<b>H. HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA</b>	<b>NO</b>	<b>Más bien no</b>	<b>Ni sí ni no</b>	<b>Más bien sí</b>	<b>SÍ</b>	<b>PUNTUACION</b>
1. ¿Dispone de un inventario documentado y actualizado de herramientas y equipos de pruebas?	0	5	-	10	20	<b>20</b>
2. ¿Dispone de Departamento, en propiedad o con accesibilidad inmediata, de las herramientas especiales y equipamientos que precisan?	0	5	-	10	15	<b>15</b>
3. ¿Está correctamente definido el procedimiento de verificación y calibración de herramientas especiales y útiles?	0	10	-	20	30	<b>0</b>
4. ¿Dispone de proceso de puesta a disposición o bono de responsabilización de herramientas para el caso de que estas se utilicen por contratistas?	0	5	-	15	25	<b>0</b>
5. ¿Cada operario dispone de una caja de herramientas personal?	0	5	-	15	25	<b>15</b>
6. ¿Existen verificaciones periódicas de puesta en conformidad de máquinas y herramientas, nuevas, usadas, o modificadas por Ustedes?	0	-	5	-	15	<b>5</b>
7. Cuando necesitan un medio extraordinario de manutención o transporte, ¿Lo disponen con las características y celeridad precisa?	0	-	5	-	10	<b>10</b>
8. ¿La logística, contratación y gestión de nuevas herramientas y medios, es realizada directamente por Uds.?	0	5	15	20	30	<b>30</b>
<b>H - 170 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>95</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.111.

Tabla 10. Auditoria a la documentación técnica

<b>I. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA</b>	NO	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	SÍ	PUNTUACION
1. ¿Disponen Uds. de documentación técnica general suficiente: mecánica de construcción, electricidad, código de entorno y nocividad, regulaciones?	0	5	-	15	20	<b>15</b>
2. ¿Disponen Uds. de planos de conjunto y los esquemas necesarios?	0	15	-	30	40	<b>30</b>
3. ¿Están disponibles las instrucciones técnicas de utilización y mantenimiento, así como las listas de las piezas sueltas para equipamientos de mayor envergadura?	0	5	-	15	20	<b>5</b>
4. ¿Son fácilmente obtenibles y utilizables (en español) los planos de las instalaciones?	0	10	-	20	30	<b>10</b>
5. ¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones?	0	10	-	20	30	<b>10</b>
6. ¿Se registran los trabajos de modificaciones de los equipamientos y se archivan los expedientes de preparación correspondientes (preparación, puesta al día de la documentación)?	0	5	-	15	20	<b>15</b>
7. ¿Son fácilmente obtenibles los contratos de mantenimiento de constructores, contratistas?	0	5	-	15	20	<b>5</b>
8. ¿Son suficientes los medios de fotocopiado e impresión?	0	-	5	-	10	<b>5</b>
<b>I - 190 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>95</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.112.

Tabla 11. Auditoría al personal y formación

<b>J. PERSONAL Y FORMACIÓN</b>	<b>NO</b>	<b>Más bien no</b>	<b>Ni sí ni no</b>	<b>Más bien sí</b>	<b>SÍ</b>	<b>PUNTUACION</b>
1. ¿El ambiente de trabajo es en general positivo?	0	10	-	25	40	<b>25</b>
2. ¿Dirigen y supervisan correctamente los manejos intermedios los trabajos efectuados por los operarios bajo su responsabilidad?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
3. ¿Se examinan en grupo los problemas a menudo, incluyendo también a los operarios (círculos de calidad, grupos de progreso)?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
4. ¿Se llevan a cabo encuentro periódicos de apreciación entre personal directivo y el operario?	0	5	-	15	20	<b>15</b>
5. ¿Los mandos intermedios y los operarios están lo suficientemente disponibles? ( Alargamiento de jornada laboral para acabar un trabajo trabajar los domingos)	0	10	-	20	30	<b>20</b>
6. ¿Consideran Uds. en general que la formación técnica de su personal es satisfactoria?	0	15	-	35	50	<b>35</b>
7. En el trabajo diario, ¿estiman Uds. que el personal tiene la iniciativa necesaria?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
8. ¿Sus mandos intermedios aseguran de forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?	0	-	15	-	30	<b>30</b>
9. ¿Reciben sus mandos intermedios formación en nuevas tecnologías gracias a estancias, visitas a constructores, a exposiciones, etc.?	0	-	15	-	30	<b>30</b>
10. ¿Recibe su personal seguridad y prevención de accidentes de forma regular?	0	5	-	20	30	<b>20</b>
11. ¿Programa y domina la formación del personal el servicio de mantenimiento?	0	5	-	15	20	<b>5</b>
12. ¿Se sigue rigurosamente las cualificaciones y la habilitación del personal?	0	5	-	15	20	<b>5</b>
13. ¿Tienen Uds. pérdidas importantes de tiempo productivo debido a retrasos, ausencias?	0	20	-	10	-	<b>10</b>
14. ¿Son buenas las relaciones de su personal con los agentes de Producción?	0	-	5	-	10	<b>10</b>
<b>J - 370 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>265</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.113.

Tabla 12. Auditoria a la contratación

<b>K. CONTRATACIÓN</b>	<b>NO</b>	<b>Más bien no</b>	<b>Ni sí ni no</b>	<b>Más bien sí</b>	<b>SÍ</b>	<b>PUNTUACION</b>
1. ¿Tiene Uds. Un proceso de evaluación formas de los contratistas?	0	-	-	-	10	<b>10</b>
2. Se elaboran cuidadosamente los documentos descriptivos de los trabajos y los pliegos de condiciones?	0	15	-	30	40	<b>30</b>
3. La selección de los contratistas se llevan a cabo según criterios de técnica y competencia?	0	5	-	15	20	<b>15</b>
4. Cuando el mantenimiento no se realiza por personal de la empresa, ¿se tiene base de datos de personas o empresas que realicen el trabajo?	0	5	-	15	20	<b>15</b>
5. ¿Contratan Uds. las tareas para las que se consideran no disponen de suficientes técnicos?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
6. ¿Incluyen en sus contratos con las empresas contratistas de cláusulas de resultados?	0	5	-	15	20	<b>20</b>
7. ¿Desarrollan Uds. una garantía de calidad y la colaboración con los contratistas?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
8. ¿Crean Uds. y ponen al día un expediente por asunto, según un procedimiento de constitución predeterminado?	0	5	-	15	20	<b>15</b>
9. El control de los trabajos de los contratistas y la recepción de estos ¿las lleva a cabo una persona de su servicio, especialmente designada y según procedimientos rigurosos?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
10. ¿Disponen Uds. de documentación específica para que empresas externas lleven a cabo el mantenimiento de sus equipamientos?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
<b>K - 250 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>185</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.114.

Tabla 13. Auditoria al control de la actividad

<b>L. CONTROL DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>NO</b>	<b>Más bien no</b>	<b>Ni sí ni no</b>	<b>Más bien sí</b>	<b>SÍ</b>	<b>PUNTUACION</b>
1. ¿Dispone de un cuadro de mando integral y de un balance continuo correctivo-preventivo que le permita decidir qué acciones acometer y asignar o cambiar prioridades?	0	-	-	-	20	<b>0</b>
2. ¿Se dan informes regulares del control de las horas, los costos de mano de obra y repuestos?	0	15	-	20	30	<b>20</b>
3. ¿Se siguen las especificaciones técnicas del servicio (beneficio previsto no obtenido, seguridad de la explotación, disponibilidad de los equipamientos y plazos de respuesta?	0	15	-	30	40	<b>40</b>
4. ¿Se controla la eficacia, grado de saturación y tiempos muertos del potencial de mantenimiento?	0	15	-	30	40	<b>0</b>
5. ¿Dominan ustedes su carga de trabajo?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
6. ¿Disponen de los costos de mantenimiento?	0	10	-	20	30	<b>20</b>
7. ¿Tienen la posibilidad de cruzar costos por tipo de mantenimiento, por equipamiento o sistema y por secciones?	0	5	15	20	30	<b>20</b>
8. ¿Dispone de informes de síntesis en un plazo suficientemente corto?	0	10	-	15	20	<b>0</b>
9. ¿Emiten ustedes de forma regular un informe de la actividad?	0	10	-	15	20	<b>10</b>
10. ¿Tienen autonomía a la hora de negociar nuevas actividades, mejorar rendimientos, cambiar procesos, etc.?	0	-	-	-	20	<b>20</b>
<b>L- 280 Puntos posibles</b>	<b>Puntuación obtenida</b>					<b>150</b>

Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág.115.

**4.1.1 Resultados de la auditoria.** Dando como finalizada la auditoria al departamento de mantenimiento de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. se tabulan los resultados obtenidos.

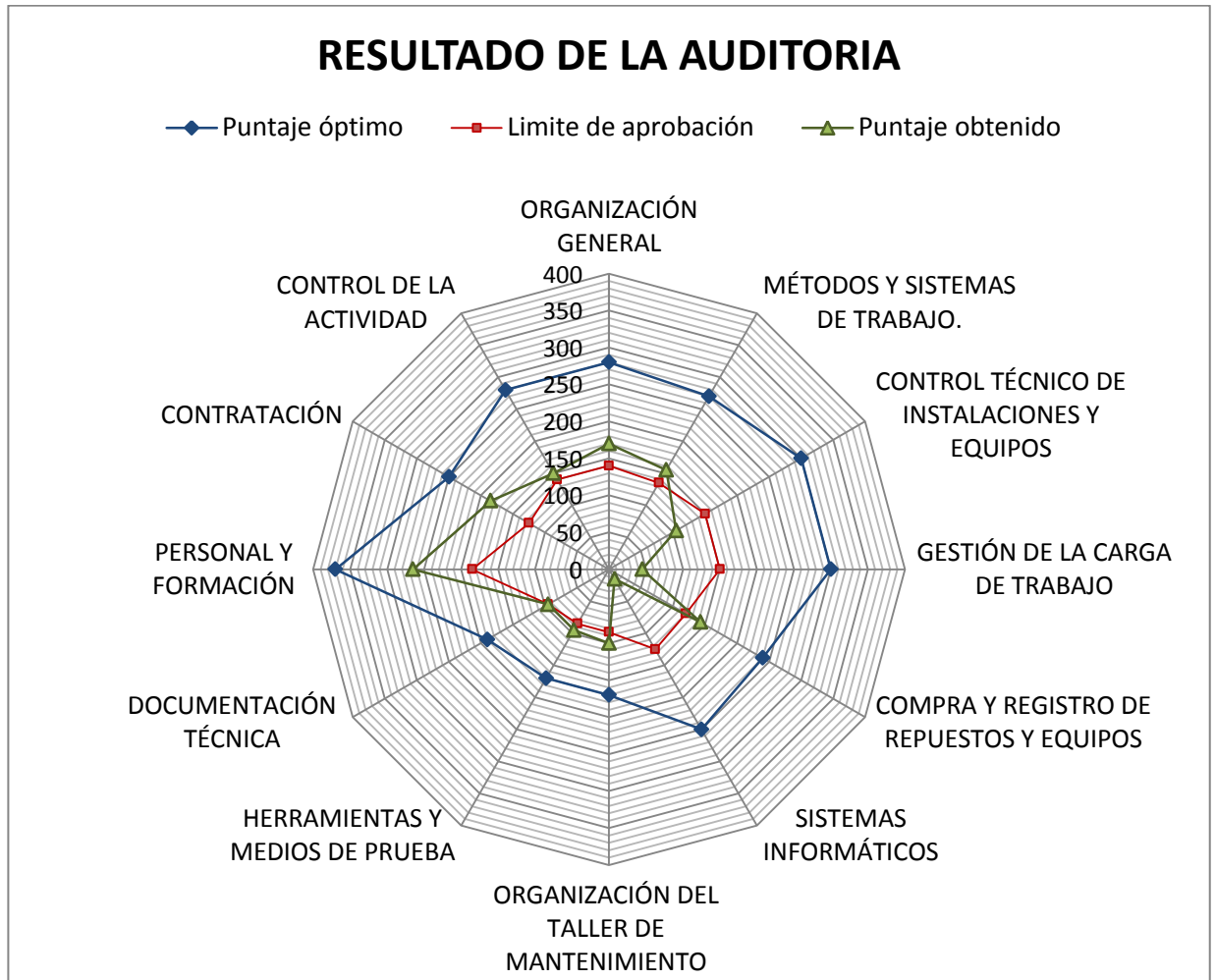
Tabla 14. Resultados auditoria a GMP Ingenieros S.A.S.

ITEM	PUNTOS POSIBLES	PUNTUACION OBTENIDA	RESULTADO [%]
ORGANIZACIÓN GENERAL	280	170	<b>61</b>
MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO.	270	155	<b>57</b>
CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS	300	105	<b>35</b>
GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO	300	45	<b>15</b>
COMPRA Y REGISTRO DE REPUESTOS Y EQUIPOS	240	143	<b>60</b>
SISTEMAS INFORMÁTICOS	250	15	<b>6</b>
ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO	170	100	<b>59</b>
HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA	170	95	<b>56</b>
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	190	95	<b>50</b>
PERSONAL Y FORMACIÓN	370	265	<b>72</b>
CONTRATACIÓN	250	185	<b>74</b>
CONTROL DE LA ACTIVIDAD	280	150	<b>54</b>

Como los puntos posibles no son los mismos para todos los ítems, se sacó en porcentaje cada uno de ellos, considerando que los ítems cuyo resultado [%] este entre el 50 y 100% aprueban la auditoria, mientras que los que están entre 0 y 49% son ítems críticos, es decir necesitan ser trabajados para poder mejorar.

Para visualizar de una mejor manera los resultados, se realiza un diagrama radial, donde en color azul se indica la puntuación máxima que se podría obtener, en rojo se muestra el límite de aprobación el cual es el 50% de la puntuación óptima y en verde se indica los resultados obtenidos por la empresa.

Figura 4. Grafica de resultados para GMP Ingenieros S.A.S.



La grafica permite observar que los ítems de contratación, personal y formación, organización general obtuvieron los mejores resultados; mientras que sistemas informáticos, gestión de la carga de trabajo, control técnico de instalaciones y equipos son los ítems que presentan mayor dificultad, estos hacen referencia a aspectos como: Software Especializado de mantenimiento, Programa de Mantenimiento Preventivo, órdenes de trabajo, inventario, codificación y hojas de vida. Los cuales son aspectos que se trabajan en este proyecto con el fin de mejorar el departamento de mantenimiento de la empresa.

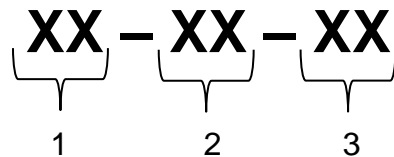
## 5. CODIFICACIÓN E INVENTARIO

### 5.1 CODIFICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Para llevar un control ordenado y facilitar el manejo de la información es necesario realizar una codificación para cada uno de los equipos de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S.

Teniendo en cuenta que la empresa no posee un sistema de codificación adecuado, se ha diseñado un método alfanumérico el cual brindara la información de qué tipo de equipo y a cuál equipo se está haciendo referencia; este proceso de codificación se realiza bajo algunas de las recomendaciones expresadas en la norma internacional ISO 14224.

El sistema de codificación es el siguiente:



1. Tipo de equipo o maquinaria.
2. Nombre de equipo.
3. Número consecutivo.

**5.1.1 Tipo de equipo o maquinaria.** Esta designación hace referencia a que si el activo es equipo de transporte, equipo industrial o por lo contrario si hace parte del grupo maquinaria pesada.

Tabla 15. Código de tipo de equipo o maquinaria

DESCRIPCIÓN	SUBCÓDIGO
Equipo de Transporte	ET
Equipo Industrial	EI
Maquinaria Pesada	MP

**5.1.2 Nombre de equipo.** En esta parte se referencia el activo con las iniciales del nombre del equipo.

Tabla 16. Código de nombre de equipo

DESCRIPCIÓN	SUBCÓDIGO
Minicargador	MC
Excavadora Hidráulica	EH
Bulldozer	BD
Vibrocompactador	VC
Motoniveladora	MN
Carro Taller	CT
Camioneta Estacas	CE
Retrocargador	RC
Tractocamión	TC
Camión Grúa	CG
Carro Tanque	CQ
Concretera Portátil	CP
Motosoldador	MS
Volqueta Doble Troque	VD

**5.1.3 Número consecutivo.** Este tendrá dos dígitos que indicara el número del equipo o maquinaria, en el caso de haber más de un activo con el mismo tipo y nombre, el número será consecutivo.

Ejemplo:

Tabla 17. Ejemplo de código de un equipo o maquinaria

DESCRIPCION	SUBCÓDIGO	CÓDIGO
Maquinaria Pesada	MP	<b>MP-VC-02</b>
Vibrocompactador	VC	
Vibrocompactador # 2	02	

A continuación se muestra el resultado del proceso de codificación a la maquinaria y equipos de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S.

Tabla 18. Codificación final de los equipos

EQUIPO	CÓDIGO
BULLDOZER	MP-BD-01
CAMION GRUA	ET-CG-01
CAMIONETA ESTACAS (1)	ET-CE-01
CAMIONETA ESTACAS (2)	ET-CE-02
CARRO TALLER	ET-CT-01
CARRO TANQUE	ET-CQ-01
CONCRETERA PORTATIL	ET-CP-01
EXCAVADORA HIDRÁULICA (1)	MP-EH-01
EXCAVADORA HIDRÁULICA (2)	MP-EH-02
EXCAVADORA HIDRÁULICA (3)	MP-EH-03
EXCAVADORA HIDRÁULICA (4)	MP-EH-04
EXCAVADORA HIDRÁULICA (5)	MP-EH-05
MINICARGADOR (1)	MP-MC-01
MINICARGADOR (2)	MP-MC-02
MINICARGADOR (3)	MP-MC-03
MINICARGADOR (4)	MP-MC-04
MINICARGADOR (5)	MP-MC-05
MOTONIVELADORA	MP-MN-01
MOTOSOLDADOR	EI-MS-01

Tabla 18. Codificación final de los equipos (Continuación)

RETROCARGADOR (1)	MP-RC-01
RETROCARGADOR (2)	MP-RC-02
TRACTOCAMION	ET-TC-01
VIBROCOMPACTADOR (1)	MP-VC-01
VIBROCOMPACTADOR (2)	MP-VC-02
VOLQUETA DOBLE TROQUE (1)	ET-VD-01
VOLQUETA DOBLE TROQUE (2)	ET-VD-02
VOLQUETA DOBLE TROQUE (3)	ET-VD-03
VOLQUETA DOBLE TROQUE (4)	ET-VD-04
VOLQUETA DOBLE TROQUE (5)	ET-VD-05
VOLQUETA DOBLE TROQUE (6)	ET-VD-06

## 5.2 INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

En la siguiente tabla se muestra el inventario de maquinaria y equipos pertenecientes a la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. con su respectiva codificación e información como la marca, referencia y modelo del equipo.

Tabla 19. Inventario de la maquinaria y equipos

<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>MODELO</b>
EI-MS-01	MOTOSOLDADOR	LINCOLN	305D	2015
ET-CE-01	CAMIONETA ESTACAS	KIA	K2700	2013
ET-CE-02	CAMIONETA ESTACAS	FOTON	AUMARK	2015
ET-CG-01	CAMION GRUA	INTERNATIONAL	DT466	2014
ET-CP-01	CONCRETERA PORTATIL	DIECI	L3500	2015
ET-CQ-01	CARRO TANQUE	INTERNATIONAL	DT466	2013
ET-CT-01	CARRO TALLER	INTERNATIONAL	DT466	2006
ET-TC-01	TRACTOCAMION	INTERNATIONAL	9400i	2012
ET-VD-01	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR	2013
ET-VD-02	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR	2013
ET-VD-03	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR	2013
ET-VD-04	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR	2013
ET-VD-05	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR	2013
ET-VD-06	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR	2013
MP-BD-01	BULLDOZER	CATERPILLAR	D6N LGP	2004
MP-EH-01	EXCAVADORA HIDRÁULICA	KOMATSU	PC-200-LC-8	2010
MP-EH-02	EXCAVADORA HIDRÁULICA	KOMATSU	PC-200-LC-8	2010
MP-EH-03	EXCAVADORA HIDRÁULICA	HITACHI	ZX-330-LC	2005
MP-EH-04	EXCAVADORA HIDRÁULICA	KOMATSU	PC-400-LC-7L	2004
MP-EH-05	EXCAVADORA HIDRÁULICA	KOMATSU	PC-200-LC-8	2013
MP-MC-01	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-175	2010
MP-MC-02	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-175	2010
MP-MC-03	MINICARGADOR	CATERPILLAR	236B3	2011
MP-MC-04	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-218	2012
MP-MC-05	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-218	2012
MP-MN-01	MOTONIVELADORA	CATERPILAR	12H	2004
MP-RC-01	RETROCARGADOR	CATERPILLAR	430D	2005
MP-RC-02	RETROCARGADOR	NEW HOLLAND	B95B	2012
MP-VC-01	VIBROCOMPACTADOR	BOMAG	BW 212 D-40	2011
MP-VC-02	VIBROCOMPACTADOR	BOMAG	BW-138 AD	2012

## 6. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una metodología que permite priorizar procesos, sistemas y equipos de acuerdo a unos criterios preestablecidos y que facilita la toma de decisiones efectivas en aras siempre de direccionar los esfuerzos y los recursos disponibles donde se sean necesarios para mejorar la confiabilidad operacional<sup>9</sup>.

El análisis de criticidad permite generar una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, para el departamento de mantenimiento de GMP INGENIEROS S.A.S será más fácil diseñar una estrategia a la hora de realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional de sus equipos.

Los aspectos para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado.

### 6.1 ECUACIONES PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Ecuación 5. Criticidad

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia de falla} * \textit{Consecuencia}$$

---

<sup>9</sup> ORREGO, Juan Carlos, Análisis de Criticidad. [En línea] Disponible en: <<http://www.slideshare.net/mantonline/anlisis-de-criticidad-presentation>> [Consultado 17 de Diciembre de 2015]

## Ecuación 6. Consecuencia

$$\text{Consecuencia} = (\text{Imp. Oper} * \text{Tiempo de falla}) + \text{Costos. Mtto} + \text{Imp. Seg\&Amb}$$

### 6.2 ASPECTOS A EVALUAR EN EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

**6.2.1 Frecuencia de falla.** Es el número de veces que se repite una falla, dentro un periodo de tiempo determinado.

Tabla 20. Frecuencia de falla

FRECUENCIA DE FALLA	VALOR
ALTA: más de 5 fallas por año	4
MEDIA: 2 a 4 fallas por año	3
BAJA: 1 a 2 fallas por año	2
EXCELENTE: menos de falla por año	1

**6.2.2 Impacto operacional.** Este aspecto hace referencia a los efectos que causaría a la empresa si uno de sus equipos falla.

Tabla 21. Impacto operacional

IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada inmediata de toda la operación o trabajo	10
Parada inmediata de una parte del trabajo	7
Repercute en costos operacionales adicionales a la disponibilidad del equipo	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1

**6.2.3 Tiempo de fallas.** Es un tiempo aproximado que se demoraría en reparar una falla de un equipo.

Tabla 22. Tiempo de fallas

TIEMPO DE FALLAS	VALOR
Menos de 1 hora	1
Entre 1 hora y 2 horas	2
Entre 2 horas y un día	3
Más de un día	4

**6.2.4 Costos de mantenimiento.** Son los costos que genera la labor de mantenimiento, sin incluir los costos de producción sufridos por la falla del equipo.

Tabla 23. Costos de mantenimiento

COSTOS DE MANTENIMIENTO	VALOR
Mayor o igual al 5% del costo del equipo	2
Inferior al 5% del costo del equipo	1

**6.2.5 Impacto de seguridad y ambiente.** Aspecto que hace referencia al efecto que puede causar una falla del equipo en la seguridad del personal o en el ambiente.

Tabla 24. Impacto de seguridad y ambiente

IMPACTO DE SEGURIDAD Y AMB.	VALOR
Afecta la seguridad humana	8
Afecta medio ambiente daños severos	6
Provoca un daño ambiental que no incumple con las normas ambientales	3
No provoca ningún daño a las personas ni ambiente	1

### 6.3 MATRIZ DE CRITICIDAD

La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los equipos en tres áreas.

Figura 5. Matriz de criticidad

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

- Área de sistemas No Críticos (NC): Son equipos que en el caso de fallar no repercutirán de manera importante en el proceso productivo.
- Área de sistemas de Media Criticidad (MC): Son equipos que en caso de fallar, afectan levemente el sistema productivo, ya sea en la calidad o en la eficiencia del proceso o trabajo, pero permiten lapsos relativamente largos para reparar la avería.
- Área de Sistemas Críticos (C): Son equipos que al fallar ocasionan el paro del trabajo y por lo tanto su reparación es de carácter urgente.

### 6.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Habiendo realizado la evaluación para cada equipo de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. junto con el ingeniero y operarios encargados del

mantenimiento, se presenta en la siguiente tabla los valores obtenidos de cada aspecto evaluado en el análisis de criticidad.

Tabla 25. Resultados de encuesta análisis de criticidad

CÓDIGO	EQUIPO	FRECUEN. FALLA	IMPACTO OPER.	TIEMPO DE FALLA	COSTO DE MTTO	IMPACTO SEG. & AMB.
EI-MS-01	MOTOSOLDADOR	3	7	2	1	3
ET-CE-01	CAMIONETA ESTACAS	2	4	3	1	3
ET-CE-02	CAMIONETA ESTACAS	2	4	3	1	3
ET-CG-01	CAMION GRUA	1	4	3	1	3
ET-CP-01	CONCRETERA PORTATIL	1	7	2	1	3
ET-CQ-01	CARRO TANQUE	2	4	3	1	3
ET-CT-01	CARRO TALLER	2	4	3	1	3
ET-TC-01	TRACTOCAMION	2	4	3	1	3
ET-VD-01	VOLQUETA DOBLE TROQUE	3	1	2	1	3
ET-VD-02	VOLQUETA DOBLE TROQUE	3	4	3	1	3
ET-VD-03	VOLQUETA DOBLE TROQUE	3	1	2	1	3
ET-VD-04	VOLQUETA DOBLE TROQUE	3	4	3	1	3
ET-VD-05	VOLQUETA DOBLE TROQUE	3	4	3	1	3
ET-VD-06	VOLQUETA DOBLE TROQUE	3	4	3	1	3
MP-BD-01	BULLDOZER	3	7	4	1	3
MP-EH-01	EXCAVADORA HIDRÁULICA	4	7	4	2	3
MP-EH-02	EXCAVADORA HIDRÁULICA	3	4	3	2	3
MP-EH-03	EXCAVADORA HIDRÁULICA	3	7	3	2	3
MP-EH-04	EXCAVADORA HIDRÁULICA	4	7	3	2	3
MP-EH-05	EXCAVADORA HIDRÁULICA	3	4	3	2	3
MP-MC-01	MINICARGADOR	3	1	2	1	3
MP-MC-02	MINICARGADOR	3	4	3	1	3
MP-MC-03	MINICARGADOR	3	1	2	1	3
MP-MC-04	MINICARGADOR	4	7	3	1	3
MP-MC-05	MINICARGADOR	3	4	3	1	3
MP-MN-01	MOTONIVELADORA	3	4	3	1	3
MP-RC-01	RETROCARGADOR	3	4	3	1	3
MP-RC-02	RETROCARGADOR	3	4	3	1	3
MP-VC-01	VIBROCOMPACTADOR	3	4	3	1	3
MP-VC-02	VIBROCOMPACTADOR	3	4	3	1	3

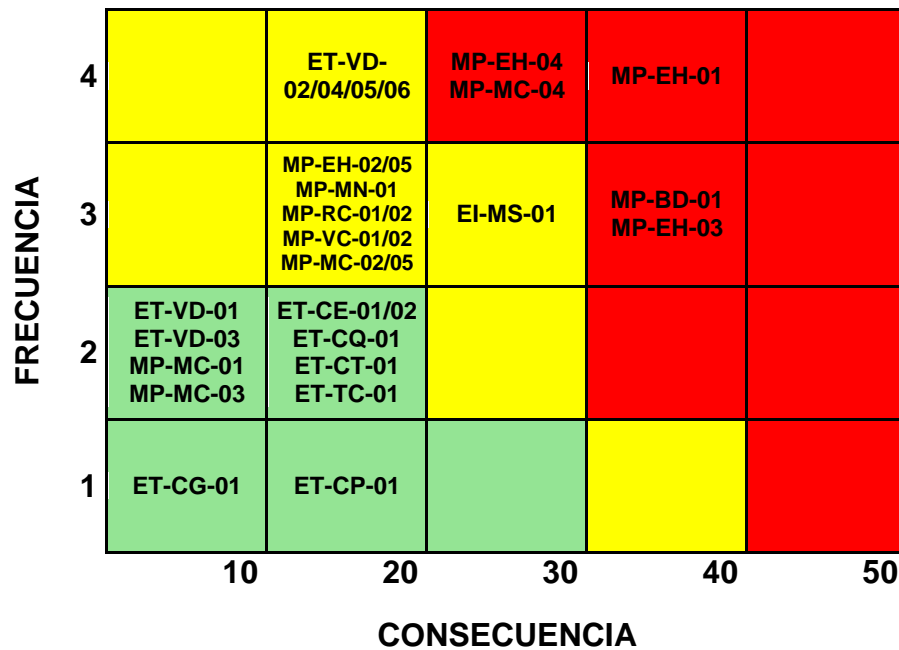
A continuación se aplicará las ecuaciones de consecuencia y criticidad (ver ecuaciones 5 y 6) para poder clasificar y jerarquizar la maquinaria y equipos de la empresa.

Tabla 26. Clasificación de los equipos según nivel de criticidad

CÓDIGO	EQUIPO	FRECUENC. FALLA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
MP-EH-01	EXCAVADORA HIDRÁULICA	4	33	 132
MP-EH-04	EXCAVADORA HIDRÁULICA	4	26	 104
MP-MC-04	MINICARGADOR	4	25	 100
MP-EH-03	EXCAVADORA HIDRÁULICA	3	33	 99
MP-BD-01	BULLDOZER	3	32	 96
EI-MS-01	MOTOSOLDADOR	3	25	 75
ET-VD-02	VOLQUETA DOBLE TROQUE	4	16	 64
ET-VD-04	VOLQUETA DOBLE TROQUE	4	16	 64
ET-VD-05	VOLQUETA DOBLE TROQUE	4	16	 64
ET-VD-06	VOLQUETA DOBLE TROQUE	4	16	 64
MP-EH-02	EXCAVADORA HIDRÁULICA	3	17	 51
MP-EH-05	EXCAVADORA HIDRÁULICA	3	17	 51
MP-MN-01	MOTONIVELADORA	3	16	 48
MP-RC-01	RETROCARGADOR	3	16	 48
MP-RC-02	RETROCARGADOR	3	16	 48
MP-VC-01	VIBROCOMPACTADOR	3	16	 48
MP-VC-02	VIBROCOMPACTADOR	3	16	 48
MP-MC-02	MINICARGADOR	3	14	 42
MP-MC-05	MINICARGADOR	3	14	 42
ET-CE-01	CAMIONETA ESTACAS	2	16	 32
ET-CE-02	CAMIONETA ESTACAS	2	16	 32
ET-CQ-01	CARRO TANQUE	2	16	 32
ET-CT-01	CARRO TALLER	2	16	 32
ET-TC-01	TRACTOCAMION	2	16	 32
ET-CP-01	CONCRETERA PORTATIL	1	18	 18
ET-VD-01	VOLQUETA DOBLE TROQUE	3	6	 18
ET-VD-03	VOLQUETA DOBLE TROQUE	3	6	 18
MP-MC-01	MINICARGADOR	3	6	 18
MP-MC-03	MINICARGADOR	3	6	 18
ET-CG-01	CAMION GRUA	1	16	 16

Realizada la clasificación de los equipos según su grado de criticidad se procede a ubicarlos en la matriz, la cual es otra forma de visualizar este mismo criterio.

Figura 6. Jerarquización de los equipos en la matriz de criticidad



De acuerdo al análisis de criticidad realizado a la maquinaria y equipos de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. se puede concluir que:

- De la totalidad de los equipos pertenecientes a la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. el 17% son equipos críticos, mientras que el 46% tienen una criticidad media y el 37% hacen parte de los equipos no críticos.
- El grupo de maquinaria pesada conformada por: MP-EH-04, MP-MC-04, MP-EH-01, MP-BD-01 y MP-EH-03 se encuentra en la zona de mayor criticidad, es decir se debe establecer prioridades y focalizar el esfuerzo en estos equipos para poder garantizar el éxito.
- Maquinaria y equipos como: ET-VD-02/04/05/06, MP-EH-02/05, MP-MN-01, MP-RC-01/02, MP-VC-01/02, MP-MC-02/05 y EI-MS-01 se consideran con

criticidad media, es decir en caso de un evento de falla causará un impacto considerable, el cual se podrá resolver siguiendo un procedimiento preestablecido.

- El grupo de equipos no críticos conformado por: ET-VD-01, ET-VD-03, MP-MC-01, MP-MC-03, ET-CE-01/02, ET-CQ-01, ET-CT-01, ET-TC-01, ET-CG-01 y ET-CP-01 son los que en caso de presentar una falla, no repercutirá de manera importante en el proceso o trabajo.

## 7. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS

El Análisis de modos y efectos de fallas es una herramienta clave para mejorar la confiabilidad de procesos y equipos.

Esta metodología proporciona la orientación y los pasos que un grupo de personas debe seguir para identificar y evaluar las fallas potenciales de un equipo o un proceso, junto con el efecto que provocan éstas. A partir de lo anterior, el grupo establece prioridades y decide acciones para intentar eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran las fallas potenciales que más vulneran la confiabilidad del equipo.

Aplicar AMEF se ha vuelto un actividad casi obligada para garantizar que los equipos sean confiables, en el sentido que logren funcionar bien el tiempo que se ha establecido como su periodo de vida útil; pero también cada día se hace más común su aplicación en muchos otros campos con el objetivo de detectar fallas potenciales y prevenirlas, y de esa forma reducir los tiempos de ciclo, mejorar la eficiencia de procesos, etc.

La frecuencia con que ocurren las fallas junto con su severidad, son una medida de la confiabilidad de un sistema. Mientras mayor sean éstas, menor será tal confiabilidad. De ésta forma una tarea fundamental cuando se busca caracterizar y mejorar un equipo es aplicar la metodología del AMEF, con la idea de conocer mejor las debilidades (modos de falla potenciales) del equipo y a partir de ahí generar soluciones.<sup>10</sup>

Una vez obtenida la información técnica de los equipos en planta, así como de las condiciones de ambiente y entorno en el lugar de operación se aplicará la

---

<sup>10</sup> REYES, Primitivo. Análisis del Modo y Efecto de Falla de Proceso (PFMEA). Febrero 2007

metodología de análisis de modos y efectos de falla, ya que esta contribuye de forma significativa en la elaboración y ejecución de rutinas de mantenimiento así como en el proceso de detección de fallas. Para propósitos de este proyecto sólo se evaluarán los equipos críticos (alta criticidad) arrojados en el análisis de criticidad del capítulo anterior.

## **7.1 BENEFICIOS DEL AMEF**

Los beneficios que brinda el análisis de modos y efectos de fallas son:

- Identifica fallas o defectos antes de que estos ocurran.
- Reducir los costos de garantías.
- Incrementar la confiabilidad de los equipos.
- Procesos de desarrollo más cortos.
- Documenta los conocimientos sobre los procesos.
- Mantiene el Know-How en la compañía.

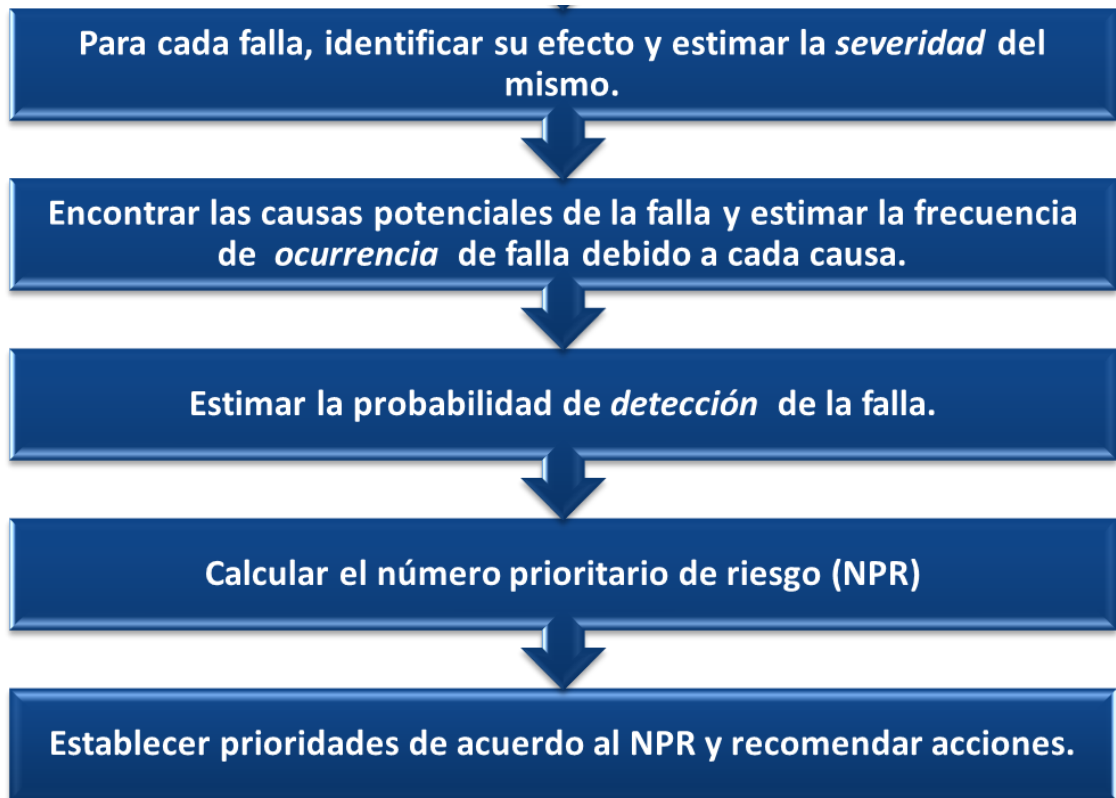
## **7.2 PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR UN AMEF**

A continuación se describen las actividades generales para realizar un AMEF.

Figura 7. Procedimiento para elaborar un AMEF



Figura 7. Procedimiento para elaborar un AMEF (Continuación)



### 7.3 DEFINICIÓN DE FALLA

Falla se define como la finalización de la capacidad de la máquina, sistema o elemento para realizar la función requerida, definida según criterios de diseño, seguridad, mantenimiento, sin que éste deje de funcionar o lo haga en condiciones críticas.

Las condiciones críticas de funcionamiento que determinan la presencia de fallas son diferentes en cada caso y dependen de los siguientes aspectos:

- Las características del equipo y sus elementos.

- Las condiciones y lugar de funcionamiento.
- La disponibilidad de síntomas que permita evaluar el estado del equipo.
- La disponibilidad de medir y evaluar dichos síntomas.
- La presencia de sistemas de control y protección.

## **7.4 DIAGNÓSTICO DE FALLAS**

El diagnóstico de fallas es una investigación cuidadosa de los síntomas y hechos que llevan a la detección y aislamiento de la falla causante de una anomalía en el equipo.

La investigación de los síntomas y hechos, y su relación con las fallas pueden hacerse de dos formas distintas. Primero, a partir de un conocimiento lógico del comportamiento del equipo y sus partes en situación de funcionamiento normal y anormal, y segundo utilizando el conocimiento adquirido mediante la experiencia en diagnóstico y mantenimiento de máquinas.

El proceso de diagnóstico requiere en primer lugar la detección e identificación de los síntomas originados por las fallas y en segundo lugar, la identificación de la falla mediante una evaluación de dicho síntoma.

## 7.5 TIPOS DE FALLA<sup>11</sup>

**7.5.1 Falla evidente.** Un modo de falla cuyos efectos se toman evidentes para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.

**7.5.2 Falla funcional.** Un estado en el que un activo físico o sistema no se encuentra disponible para ejercer una función específica a nivel de desempeño deseado.

**7.5.3 Falla múltiple.** Un evento que ocurre si una función protegida falla mientras su dispositivo o sistema protector se encuentra en estado de falla.

**7.5.4 Falla oculta.** Un modo de falla cuyo efecto no es evidente para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.

**7.5.5 Falla potencial.** Una condición identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir o está en proceso de ocurrir.

---

<sup>11</sup> SAE JA1011

## **7.6 MODOS, EFECTOS Y CAUSAS DE FALLA**

**7.6.1 Modo de falla.** El modo de fallo potencial se define como la forma en la una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del equipo. En esta etapa se identifican todas las formas en que una falla puede ocurrir en el nivel de jerarquización del equipo. Se postulan todos los modos probable, posible o creíble de una falla, que incluyen los mecanismos de falla que se han observado históricamente y cuyos mecanismos se han descrito, de acuerdo con el razonamiento de ingeniería. La identificación de los modos de falla se basa en el conocimiento de los componentes, las especificaciones funcionales, requisitos del equipo, esquemas o modos de falla de las piezas o partes asociadas al equipo.

**7.6.2 Efecto de falla.** Normalmente es el síntoma detectado por el operario/usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el usuario, pero también como repercute en el sistema. En esta etapa se trata de describir las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, y siempre deberían indicarse en términos de rendimiento o eficacia del equipo. Es decir, hay que describir los síntomas tal como lo haría el propio usuario. Cuando se analiza solo una parte se tendrá en cuenta la repercusión negativa en el conjunto del sistema, para así poder ofrecer una descripción más clara del efecto. Si un modo de fallo potencial tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirán los más graves.

**7.6.3 Causas del modo de falla.** La causa o causas potenciales del modo de falla están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo. Es necesario relacionar con la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse adecuadamente. Normalmente un modo de fallo puede ser provocado por dos o más causas encadenadas.

## 7.7 ESTUDIO DE CRITICIDAD DE LAS FALLAS (METODO NPR)

Para evaluar la criticidad de los modos de falla se utilizará el método de NPR o número de prioridad de riesgo. Para esto se clasifica los modos de falla obtenidos en tres categorías: severidad, ocurrencia y detección.

**7.7.1 Severidad (S).** La severidad representa la gravedad de la falla para el equipo o para una operación posterior, una vez que esta falla ha ocurrido. La severidad solo se aplica al efecto.

Tabla 27. Severidad

EFECTO	RANGO	CRITERIO
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Efecto casi nulo en el desempeño del equipo o sistema.
Poco	3	Poco efecto en el desempeño del equipo o sistema.
Menor	4	Efecto menor en el desempeño del equipo o sistema.
Moderado	5	Efecto moderado en el desempeño del equipo o sistema.
Significativo	6	El desempeño del equipo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.

Tabla 27. Severidad (Continuación)

Mayor	7	El desempeño del equipo se ve seriamente afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado.
Extremo	8	Equipo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo.
Peligro	10	Efecto peligroso. Seguridad relacionada - falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno.

Fuente: UTCV Calidad en el Mantenimiento. Análisis Modo y Efecto de Falla.

**7.7.2 Ocurrencia (O).** Frecuencia con la que se espera ocurra la falla debido a cada una de las causas potenciales.

Tabla 28. Ocurrencia

OCURRENCIA	RANGO	CRITERIO	PROBABILIDAD DE FALLA
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este equipo.	<1 en 1,500,000
Muy Poca	2	Sólo fallas aisladas asociadas con este equipo	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con el equipo.	1 en 30,000
Moderada	4	Este equipo ha tenido fallas ocasionales	1 en 4,500
	5		1 en 800
	6		1 en 150
Alta	7	Este equipo ha fallado a menudo.	1 en 50
	8		1 en 15
Muy Alta	9	La falla es casi inevitable	1 en 6
	10		>1 en 3

Fuente: UTCV Calidad en el Mantenimiento. Análisis Modo y Efecto de Falla.

**7.7.3 Detección (D).** Es la probabilidad de detectar la falla (su efecto), una vez que ha ocurrido.

Tabla 29. Detección

PROBABILIDAD	RANGO	CRITERIO	PROBABILIDAD DE DETECCION DE FALLA
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia	<b>99.99%</b>
Medianamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia.	<b>99.7%</b>
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable.	<b>98%</b>
Muy Baja	9	No es fácil detecta la falla por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente	<b>90%</b>
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el equipo.	<b>Menor a 90%</b>

Fuente: UTCV Calidad en el Mantenimiento. Análisis Modo y Efecto de Falla.

**7.7.4 Número de prioridad de riesgo (NPR).** Es un valor que establece una jerarquización de los problemas a través de la multiplicación del grado de ocurrencia, severidad y detección, éste provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla, identificando ítems críticos.<sup>12</sup>

Ecuación 7. Número de prioridad de riesgo (NPR)

$$NPR = Severidad (S) * Ocurrencia (O) * Detección (D)$$

<sup>12</sup> UTCV Calidad en el Mantenimiento. Análisis Modo y Efecto de Falla. [En línea] Disponible en: <<https://sites.google.com/site/utcvcalidadenelmantenimiento/analisis-modo-y-efecto-de-falla>> [Consultado 13 de Enero de 2016]

Los rangos de prioridad NPR están dados así:

Tabla 30. Rangos de prioridad NPR

CRITERIO	RANGO
Alto riesgo de falla	500 – 1000
Riesgo de falla medio	125 – 499
Riesgo de falla bajo	1 – 124
No existe riesgo de falla	0

Fuente: UTCV Calidad en el Mantenimiento. Análisis Modo y Efecto de Falla.

## 7.8 SISTEMAS Y COMPONENTES DE LOS EQUIPOS A ANALIZAR

Tabla 31. Sistemas y componentes críticos

SISTEMAS CRITICOS	COMPONENTES
Sistema eléctrico	• Alternador.
	• Motor de arranque.
	• Batería.
Sistema hidráulico	• Tanque de aceite hidráulico.
	• Bomba de aceite hidráulico.
	• Elementos indicadores.
	• Banco de Válvulas.
	• Cilindros y mangueras.
	• Sistema piloto.
	• Radiador de aceite.
• Controladores (sistema electrónico).	
Sistema de combustible	• Tanque de combustible.
	• Bomba de combustible.
	• Elementos indicadores.
	• Sistema de inyección de combustible.
Sistema de enfriamiento	• Ventilador y radiador.
	• Bomba de agua.
	• Elementos indicadores.
Sistema del motor	• Bomba de lubricación.
	• Filtro de lubricación.

Tabla 31. Sistemas y componentes críticos (Continuación)

Sistema servo transmisión	• Bomba de lubricación.
	• Filtro de lubricación.
	• Sistema electrónico.
Sistema admisión y escape	• Turbo alimentador.
	• Tuberías de admisión y escape.
Sistema de rodaje y mandos finales	• Motor de mandos finales.
	• Elementos mecánicos de mando final.
	• Cadenas.
	• Rodillos.
	• Rueda tensora y accesorios.
	• Sprocket.
	• Motor de giros.
• Elementos mecánicos de motor de giro.	

## 7.9 APLICACIÓN DE METODOLOGÍA AMEF

Se procede a realizar un formato común para los equipos en el cual se desarrollará el análisis de modos y efectos de fallas.

La metodología AMEF se aplicará a los equipos de alta criticidad como lo son: MP-EH-04, MP-MC-04, MP-EH-01, MP-BD-01 y MP-EH-03. Para efectos de simplicidad, en este capítulo únicamente se muestra el desarrollo de la metodología de análisis de modos y efectos de fallas del equipo MP-MC-04.

Tabla 32. Análisis de modos y efectos de fallas equipo MP-MC-04


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA: 18-01-16</b>						
			<b>CODIGO: GMP-REG-MTO-004</b>						
	<b>REGISTRO:</b> "METODOLOGIA DE ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS"		<b>EDICION: 1</b>						
			<b>PAGINA: 1 de 1</b>						
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>									
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>		MINICARGADOR			<b>MARCA:</b>			NEW HOLLAND	
<b>CODIGO INTERNO:</b>		MP-MC-04			<b>REFERENCIA:</b>			L-218	
<b>SISTEMA / COMPONENTE</b>	<b>FUNCION</b>	<b>MODO POTENCIAL DE FALLA</b>	<b>EFECTO POTENCIAL DE FALLA</b>	<b>(S)</b>	<b>CAUSA POTENCIAL DE FALLA</b>	<b>(O)</b>	<b>(D)</b>	<b>NPR</b>	<b>ACCIONES RECOMENDADAS</b>
Motor	Transformar la energía térmica que le proporciona el combustible en energía mecánica que posteriormente utilizará para desplazarse	Golpeteo en los pistones	Sonido sordo de los cilindros, más perceptible a bajo regímenes	9	Pistones desgastados	4	5	180	Cambiar juego de pistones
				9	Juego excesivo entre pistones y cilindros	4	5	180	Rectificar cilindros y cambio de pistones
				9	Lubricación insuficiente	5	4	180	Reponer aceite lubricante
		El motor se calienta demasiado	Reducción del nivel del líquido de refrigeración.	6	Parte del líquido penetra en la cámara de combustión. Junta de culata en mal estado.	4	5	120	Cambiar junta de la culata

Tabla 32. Análisis de modos y efectos de fallas equipo MP-MC-04 (Continuación)

Sistema de lubricación	Reducir al mínimo el desgaste de las piezas móviles del motor	Presión excesiva	Filtro excesivamente sucio	6	Presencia excesiva de partículas solidas	5	5	150	Sustituir el filtro
			Aceite de viscosidad inapropiada	6	Perdida de propiedades del aceite lubricante	5	5	150	Sustituir el lubricante
Sistema de refrigeración	Mantener la temperatura del motor dentro del rango de operación	Fuga de agua interna por las camisas o sus juntas	Perdidas de líquido del circuito	7	Junta de la culata desgastada	3	4	84	Cambiar junta de la culata
		Ventilador inactivo	El motor aumenta su temperatura fuera del rango normal de funcionamiento	7	El termostato ha perdido su capacidad de operación	3	4	84	Retirar y cambiar el termostato
Bomba hidráulica	Suministrar presión hidráulica a los cilindros de accionamiento del dispositivo	Bomba hidráulica averiada	No bombea aceite hidráulico	8	Paso de partículas sólidas que averian los componentes de la bomba	3	4	96	Cambiar filtro del sistema hidráulico
				8	Nivel bajo de aceite	5	3	120	Comprobar el nivel del depósito hidráulico
Cilindros hidráulicos	Desplazar los brazos y el balde del dispositivo de trabajo	Fugas de aceite hidráulico	No desplaza los elementos del dispositivo de trabajo	5	Corrosión y desgaste de mangueras y conexiones	5	3	75	Inspeccionar conexiones y mangueras de sistema hidráulico

Tabla 32. Análisis de modos y efectos de fallas equipo MP-MC-04 (Continuación)

Turbocompresor	Aumentar la presión a la necesaria para la sobrealimentación	Turbocompresor defectuoso	Ruidos o vibraciones en el turbocompresor	7	Rozamientos parásitos de la turbina de accionamiento o del compresor	3	6	126	Sustituir el turbocompresor completo
		Perdidas de aceite por el turbocompresor	Humo azul en el escape	7	Conducto de retorno de aceite del turbocompresor taponado o deformado	4	3	84	Limpiar el conducto de retorno de aceite o sustituirlo
Sistema de inyección de combustible	Inyectar a la cámara combustible en las condiciones propicias y en cantidades perfectamente dosificadas	Mala combustión y mal funcionamiento de motor	El motor no arranca y arroja humo negro	7	Inyectores defectuosos	3	4	84	Controlar y regular los inyectores
				7	Filtro de aire taponado	5	3	105	Sustituir el elemento filtrante
				7	Mal calado de la bomba	3	4	84	Controlar el calado de la bomba

Tabla 32. Análisis de modos y efectos de fallas equipo MP-MC-04 (Continuación)

Caja de cambios manual	Modificar el número de revoluciones en las ruedas, e invertir el sentido de giro	Ruido durante su funcionamiento normal	Ruidos o vibraciones en los engranajes	8	Desalineación de los ejes	4	3	96	Verificar el estado de fijación de las tapas a base de comprobar el apretado de todos los tornillos de sujeción
				8	Juego excesivo entre los engranajes	3	3	72	Desmontar la caja de cambios y corregir los juegos entre los engranajes
Cauchos de las ruedas	Proporcionar agarre en el terreno de trabajo	Desgaste excesivo en el centro del rodamiento	Perdida de tracción del vehículo	6	Nivel bajo de presión o vida útil del caucho sobrepasada	6	2	72	Ajustar la presión de aire del neumático de acuerdo a la carga y velocidad de trabajo.
Suspensión	Absorber las reacciones producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno	Suspensión ruidosa	Inestabilidad y vibración en la cabina del operador	6	Rodamientos de las ruedas desgastadas o con excesivo juego	5	3	90	Realizar el cambio de rodamientos en las ruedas
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>									
<b>CARGO</b>									
<b>NOMBRE</b>									
<b>FIRMA</b>									

## 7.10 RESULTADO DE METODOLOGÍA AMEF

Se realizó el análisis de varios sistemas de cada uno de los equipos, como resultado se obtiene que los modos de falla con mayor criticidad son:

Tabla 33. Modos de falla con mayor NPR

MODO DE FALLA	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS
Golpeteo en los pistones del motor	180	Cambiar juego de pistones - Rectificar cilindros y cambio de pistones
Presión excesiva en el sistema de lubricación	150	Sustituir el filtro - Sustituir el lubricante
Turbocompresor defectuoso	126	Sustituir el turbocompresor completo - Limpiar el conducto de retorno de aceite o sustituirlo
Nivel bajo de aceite, bomba hidráulica averiada	120	Comprobar el nivel del depósito hidráulico
Mala combustión y mal funcionamiento del motor por fallas en el sistema de inyección	105	Controlar y regular los inyectores - sustituir el elemento filtrante - controlar el calado de la bomba

Para cada modo de falla se recomienda una actividad, estas actividades se debe aplicar con el objetivo de prevenir las fallas o por lo menos reducir la probabilidad de ocurrencia de la falla, debido a la causa asociada.

Una vez que la acción correctiva ha sido llevada a cabo, se deberá actualizar la información para la puntuación de severidad, ocurrencia y detección para la causa de falla estudiada. Todos los NPR resultantes deberán ser revisados y si es necesario considerar nuevas acciones.

Toda Falla deja unas pistas que permiten encontrar su origen. El técnico o supervisor debe conocer muy bien las teorías de las fallas a fin de interpretar adecuadamente estas pistas.

Cada máquina tiene sus niveles normales de ruido, vibración y temperatura. Cuando se observe algún aumento anormal de estos niveles, se tienen los primeros indicios de que hay alguna falla. Los operarios de las máquinas deben ser instruidos para que avisen al detectar estos síntomas que presenta la máquina.

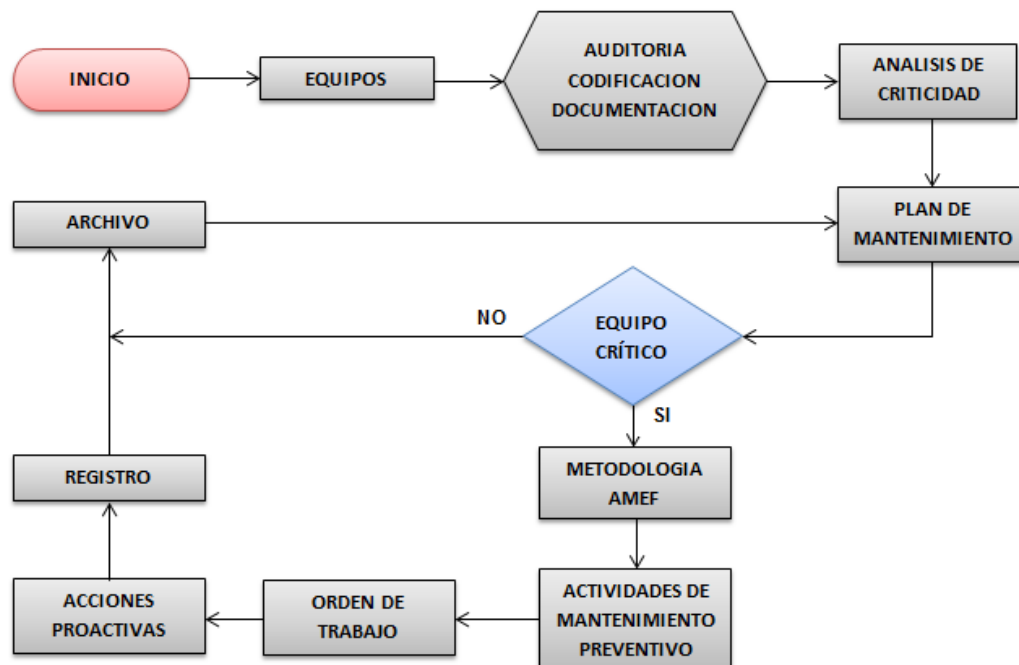
Antes de reemplazar una pieza que ha fallado se debe hacer un análisis minucioso con el fin de determinar la causa exacta y aplicar los correctivos que haya a lugar.

## 8. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y EQUIPOS DE LA EMPRESA GMP INGENIEROS S.A.S.

Como es sabido, uno de los objetivos del mantenimiento preventivo es estudiar y analizar las actividades que deben realizarse con el fin de prevenir fallas.

El plan de mantenimiento preventivo para la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. consiste en una serie de acciones que se ejecutan en un programa basado en el tiempo de servicio de la máquina o en el kilometraje recorrido por el equipo, en caso de los vehículos de transporte. Estas acciones se realizan para descubrir, evitar o mitigar la degradación de un sistema o sus componentes con el objetivo de mantener la vida útil del equipo. Para la realización del plan de mantenimiento preventivo se ha seguido el proceso descrito en el siguiente diagrama.

Figura 8. Proceso a seguir del Plan de mantenimiento preventivo



Fuente: BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento. Material Docente. Colombia, Bucaramanga: Ediciones UIS, 2013. Calidad en el Mantenimiento.

Utilizando la información generada en el análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) del capítulo anterior junto con actividades recomendadas por los fabricantes en manuales de operación y mantenimiento, se procede a elaborar el plan de actividades de mantenimiento de la empresa.

## **8.1 INSPECCION DIARIA DEL EQUIPO ANTES DEL ARRANQUE**

La inspección diaria es muy importante para un plan de mantenimiento preventivo, en esta se encontraran actividades que ayudan a mantener el equipo en condiciones más seguras para la jornada de trabajo y también a evitar fallas futuras de mayor gravedad.

En la inspección diaria se tiene como objetivo detectar:

- Todo lo susceptible de falla mecánica progresiva, como desgaste, corrosión y vibración.
- Todo lo expuesto a falla por acumulación de materias extrañas: humedad, envejecimiento de materiales aislantes, etc.
- Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas hidráulicos, neumáticos, de gas y tuberías de distribución de fluidos.
- Lo que con variación, fuera de ciertos límites, puede ocasionar fallas como niveles de depósito de sistemas de lubricación, niveles de aceite, niveles de agua y niveles de refrigerante.
- Los elementos regulares de todo lo que funcione con características controladas de presión, gasto, temperatura, holgura mecánica, voltaje, etc.

Tabla 34. Inspección diaria antes del arranque

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 25-02-16
		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BULLDOZER</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el nivel de aceite del motor	Limpiar, inspeccionar o reemplazar el filtro de la cabina de aire fresco	
Comprobar el nivel de aceite del sistema hidráulico	Revisar si hay piezas torcidas, rotas, flojas o faltantes	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Revisar que no haya alambres desgastados o deshilachados y conexiones flojas o corroídas	
Comprobar el nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento	Revisar que no haya fugas, abrazaderas faltantes o flojas, mangueras retorcidas y líneas o mangueras que rozan contra sí mismas o contra otros componentes	
Probar la alarma de retroceso	Inspeccionar el cinturón de seguridad	
Comprobar los frenos, indicadores y medidores	Probar funcionamiento del freno de estacionamiento	
Caminar alrededor de la máquina para asegurarse que no haya nadie cerca antes de ponerla en marcha	Limpiar las aletas del radiador y del enfriador de aceite	
Probar la alarma de retroceso	Revisar que los pedales y palancas se muevan libremente.	
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		

## 8.2 INTERVALOS DE MANTENIMIENTO

Consiste en revisar a intervalos fijos, el estado de las piezas o componentes de la maquinaria y equipos, así como también realizar los diferentes cambios de aceites o refrigerantes y repuestos de pieza alguna. La periodicidad de las tareas de

mantenimiento, están sujetas a las recomendaciones de los fabricantes y a las condiciones ambientales en las que operan las maquinas como ambientes polvorientos, húmedos y fangosos, altas temperaturas, etc. Estas rutinas de mantenimiento se elaboraron para categorías de equipos sin importar si son modelos o marcas diferentes ya que el funcionamiento y los componentes encontrados son similares. Así, si la empresa adquiere nuevos equipos de igual u otra marca se puedan poner bajo este régimen de mantenimiento preventivo.

Tabla 35. Intervalos de mantenimiento

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		FECHA: 26-02-16
			CODIGO: GMP-REG-MTO-008
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"		EDICION: 1
			PAGINA: 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BULLDOZER</b>			
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>	
Inspeccionar las cuchillas y cantoneras		Limpiar la rejilla magnética de la transmisión	
Reemplazar el cilindro del auxiliar de arranque con éter		Llenar el depósito del lavaparabrisas	
Comprobar la posición de la rueda loca delantera		Limpiar las ventanas	
Cebiar el sistema de combustible		Limpiar el antefiltro del aire del motor	
Reemplazar fusibles y disyuntores		Cambiar elemento primario del filtro de aire del motor	
Limpiar o reemplazar la tapa de presión del radiador		Cambiar elemento secundario del filtro de aire del motor	
Limpiar el núcleo del radiador		Reemplazar el cinturón de seguridad	
Inspeccionar o reemplazar las puntas del desgarrador		Añadir prolongador de refrigerante de larga duración	
<b>CADA 100 HORAS</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>	
Limpiar, inspeccionar o reemplazar el filtro de la cabina de recirculación		Lubricar los pasadores de la inclinación y orientación hidráulica	

Tabla 35. Intervalos de mantenimiento (Continuación)

Lubricar el pasador central de la barra compensadora	Lubricar el varillaje y cojinetes del cilindro del desgarrador
<b>CADA 250 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar el aceite del motor	Comprobar o ajustar la cadena
Cambiar el filtro de aceite del motor	Comprobar el nivel de aceite del compartimiento del resorte tensor
Cambiar o limpiar el filtro y colador de la tapa del tanque de combustible	Limpiar el antefiltro del aire del motor
Cambiar el filtro de carga de la dirección	Limpiar el elemento primario y secundario del filtro de aire del motor
Cambiar el filtro de aceite del sistema hidráulico	Lubricar pasadores de la barra compensadora
Comprobar el nivel de aceite de los mandos finales	Drenar el filtro primario del sistema de combustible o el separador de agua
Comprobar el nivel de aceite del eje pivote	Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible
Inspeccionar la correa auxiliar de distribución	Revisar aspas del ventilador
<b>CADA 500 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Reemplazar el primer filtro del sistema de combustible	Reemplazar el tercer filtro del sistema de combustible
Reemplazar el segundo filtro del sistema de combustible	Revisión de nivel de electrolito de la batería y de bornes
<b>CADA 1000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Comprobar o ajustar la luz de las válvulas del motor	Cambiar el filtro de aceite de la transmisión
Inspeccione pernos flojos o dañados de la estructura ROPS	Cambiar el aceite de la transmisión
<b>CADA 2000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Inspeccionar el bastidor de rodillos inferiores	Cambiar el termostato del agua del sistema de enfriamiento
Cambiar el aceite de los mandos finales	Cambiar el refrigerante de larga duración del sistema de enfriamiento
Cambiar el aceite del sistema hidráulico	
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>NOMBRE</b>	
<b>FIRMA</b>	







## 9. DOCUMENTACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para el departamento de mantenimiento de GMP INGENIEROS S.A.S es muy importante la organización de toda la información referente a la maquinaria y equipos, es por esto que se ha creado una serie de formatos que ayudará a mantener un control sobre la información teniéndola disponible a todo momento.

El diseño de los formatos será sencillo, fácil de diligenciar y de interpretar, estos contendrán en su información aspectos importantes como lo son: aspectos técnicos, aspectos de costo y de gestión.



A continuación se establecen los documentos a diseñar e implementar para la gerencia del mantenimiento.

- Hoja de vida
- Ficha técnica
- Orden de trabajo
- Solicitud de servicio
- Tabla de inventario
- Formato de inspección
- Requisición
- Orden de compra o servicio

## 9.1 HOJA DE VIDA

Es un registro en el cual se consigna el historial de los mantenimientos que se les han realizado a los equipos en determinada fecha y el costo que representa cada uno de ellos.

Tabla 36. Formato y ejemplo de hoja de vida

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15		
	<b>REGISTRO:</b> "HOJA DE VIDA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-001		
			<b>EDICION:</b> 1		
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1			
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>					
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>		EXCAVADORA HIDRAULICA			
<b>CODIGO INTERNO:</b>		MP-EH-03			
<b>MARCA:</b>		HITACHI			
<b>REFERENCIA: VS (SERIAL):</b>		ZX-330-LC, N/S: HCMIH00L00033653			
<b>MODELO:</b>		2005			
<b>HISTORIAL DE MANTENIMIENTO</b>					
N°	FECHA	DESCRIPCION	# OT	COSTO	OBSERVACIONES
1	22-ago-14	Instalación de espejo retrovisor	11	\$ 35.000	
2	25-ago-14	Cambio de aceite y filtros del motor	15	\$ 1.200.000	
3	3-oct-14	Desmonte del tubo de engrase posterior	33	\$ 240.000	
4	5-oct-14	Reparación de aire acondicionado	36	\$ 700.000	
5	24-oct-14	Cambio de baterías	48	\$ 1.500.000	
6	30-nov-14	Cambio de aceite de los mandos finales	51	\$ 900.000	
7	31-ene-15	Cambio de aceite y correa del alternador	67	\$ 1.500.000	
8	8-may-15	Cambio de aceite y filtros de motor	91	\$ 1.250.000	
9	6-jun-15	Fabricación de soporte de las baterías	103	\$ 130.000	
10	29-jul-15	Cambio de filtro de aire acondicionado	122	\$ 200.000	
11	30-jul-15	Ajuste de balde, cambio de bujes, orings	128	\$ 350.000	
12	26-oct-15	Cambio de aceite y filtros de motor	145	\$ 1.350.000	
13	30-oct-15	Cambio de manguera hidraulica	156	\$ 420.000	
14	3-feb-16	Cambio de aceite y filtros de motor	187	\$ 1.300.000	
15	30-mar-16	Cambio de aceite hidraulico y filtro	198	\$ 2.350.000	
16	12-abr-16	Cambio de aceite y filtros de motor	204	\$ 1.300.000	
17					
18					
19					
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>					
<b>CARGO</b>					
<b>NOMBRE</b>					
<b>FIRMA</b>					

## 9.2 FICHA TÉCNICA

Es el documento que contiene las características técnicas principales del equipo, esta información es vital importancia para los operarios.


Tabla 37. Formato y ejemplo de ficha técnica

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
			<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	EXCAVADORA HIDRAULICA		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	MP-EH-03		
<b>MARCA:</b>	HITACHI		
<b>REFERENCIA:</b>	ZX-330-LC		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	HCMIH00L00033653		
<b>MODELO:</b>	2005		
<b>PROVEEDOR:</b>	IC RIBON		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	ISUZU	CILINDRADA	7.8 L
REFERENCIA	AA-6HK1X	POTENCIA NETA	247 HP
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	643.9 lb ft
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	312 cm	ANCHO	339 cm
LARGO	1109 cm	LONGITUD DE ORUGA	373 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	35 L	TANQUE COMBUSTIBLE	560 L
CARTER DEL MOTOR	36 L	SIST. ACEITE HIDRAULICO	320 L
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
VELOCIDAD MAXIMA	4.9 km/	PESO OPERATIVO	33,339 kg
CARGA OPERATIVA	1.6 m3	CARGA DE VUELCO	-
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	50 amp, 24 volt	BATERIA	2 x 12 V, 97 AH
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

### 9.3 ORDEN DE TRABAJO

La orden de trabajo es el registro que se debe llenar antes de realizar una actividad de mantenimiento, ya sea correctivo o preventivo; la OT lleva el control y orden de las tareas realizadas a los equipos.

Tabla 38. Formato y ejemplo de orden de trabajo

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 24-01-16	
			<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-003	
	<b>REGISTRO:</b> "ORDEN DE TRABAJO"		<b>EDICION:</b> 1	
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1	
<b>ORDEN DE TRABAJO</b>				
<b>Número de OT:</b>	<b>84</b>	<b>Oficio:</b>	MECANICO	
<b>Estado:</b>	CERRADA	<b>Prioridad:</b>	ALTA	
<b>Código del equipo:</b>	MP-EH-03	<b>Nombre del equipo:</b>	EXCAVADORA HIDRAULICA	
<b>Tarea:</b>	MANTENIMIENTO 250 HORAS	<b>Tipo de Mantenimiento:</b>	PREVENTIVO	
<b>Asignado por:</b>	VICTOR ALFONSO PEREZ	<b>Asignado a:</b>	YAIR QUINTANA QUIÑONEZ	
<b>Solicitante:</b>	JEAN CARLOS MURILLO			
<b>Fecha de solicitud:</b>	19/03/2016	<b>Hora de solicitud:</b>	09:34 a.m.	
<b>Fecha prog. Inicio:</b>	21/03/2016	<b>Fecha prog. de término:</b>	21/03/2016	
<b>ACTIVIDAD</b>				
Cambiar el aceite y filtro de aceite del motor				
<b>PERSONAL DE TRABAJO</b>				
YAIR QUINTANA QUIÑONEZ				
<b>REPUESTOS E INSUMOS</b>				
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Referencia</b>	<b>Cantidad</b>	
1	Aceite para motor	PLUS-50	10	
2	Filtros de aceite principal y secundario	PARTMO A 67	1	
3				
4				
5				
6				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<b>Fecha de inicio:</b>	21/03/2016	<b>Hora de inicio:</b>	8:30am	
<b>Fecha de término:</b>	21/03/2016	<b>Hora de término:</b>	11:35am	
<b>Costo final de Mtto:</b>	\$ 1.350.000,00			
<b>CERTIFICACION DE REALIZACION DE OT</b>				
<b>Nombre y firma de quien recibe</b>			<b>Nombre y firma de solicitante</b>	
<u>VICTOR ALFONSO PEREZ</u> _____ Nombre Firma Fecha: 21/03/2016 Hora: 2:30pm			<u>JEAN CARLOS MURILLO</u> _____ Nombre Firma Fecha: 21/03/2016 Hora: 2:31pm	

## 9.4 SOLICITUD DE SERVICIO

La solicitud de servicio es el documento que permite la generación de las ordenes de trabajo, en este se describe el tipo de mantenimiento, el equipo, la actividad que se va a realizar y repuestos e insumos necesarios, el documento será diligenciado por el operador del equipo o el técnico de mantenimiento.

Tabla 39. Formato y ejemplo de solicitud de servicio


	<b>PROCESO:</b> <b>"MANTENIMIENTO"</b>		<b>FECHA:</b> 28-01-16
			<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-004
	<b>REGISTRO:</b> <b>"SOLICITUD DE SERVICIO"</b>		<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>SOLICITUD DE SERVICIO</b>			
<b>Número de OT:</b>	<b>84</b>	<b>Oficio:</b>	MECANICO
		<b>Prioridad:</b>	ALTA
<b>Código del equipo:</b>	MP-EH-03	<b>Nombre del equipo:</b>	EXCAVADORA HIDRAULICA
<b>Tarea:</b>	MANTENIMIENTO 250 HORAS	<b>Tipo de Mantenimiento:</b>	PREVENTIVO
<b>Fecha de solicitud:</b>	19/03/2016	<b>Hora de solicitud:</b>	09:34:00 a.m.
<b>Fecha prog. Inicio:</b>	21/03/2016	<b>Fecha prog. de término:</b>	21/03/2016
<b>ACTIVIDAD</b>			
Cambiar el aceite y filtro de aceite del motor			
<b>REPUESTOS E INSUMOS</b>			
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Referencia</b>	<b>Cantidad</b>
1	Aceite para motor	PLUS-50	10
2	Filtros de aceite principal y secundario	PARTMO A 67	1
3			
4			
5			
6			
<b>OBSERVACIONES</b>			

Tabla 39. Formato y ejemplo de solicitud de servicio (Continuación)

SOLICITANTE DEL SERVICIO	
Nombre y firma de solicitante	
JEAN CARLOS MURILLO _____	
Nombre	Firma

## 9.5 TABLA DE INVENTARIO

En la tabla de inventario se encuentran los activos (maquinaria y equipos) de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. especificando el código, marca, referencia, modelo, ubicación y el estado de cada uno de estos.

Tabla 40. Formato e inventario

	PROCESO: "MANTENIMIENTO"				FECHA: 09-01-16	
					CODIGO: GMP-REG-MTO-005	
	REGISTRO: "INVENTARIO"				EDICION: 1	
					PAGINA: 1 de 1	
CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	MODELO	UBICACIÓN	ESTADO
EI-MS-01	MOTOSOLDADOR	LINCOLN	RANGER 305D	2015	PORVENIR	OPERANDO
ET-CE-01	CAMIONETA ESTACAS	KIA	K2700	2013	REFICAR	OPERANDO
ET-CE-02	CAMIONETA ESTACAS	FOTON	-	2015	GMP	DISPONIBLE
ET-CG-01	CAMION GRUA	INTERNATIONAL	DT466	2014	CHIQUILLO	OPERANDO
ET-CP-01	CONCRETERA PORTATIL	DIECI	L3500	2015	GRANJITA	EN MTTO
ET-CQ-01	CARRO TANQUE	INTERNATIONAL	DT466	2013	PORVENIR	OPERANDO
ET-CT-01	CARRO TALLER	INTERNATIONAL	DT466	2006	REFICAR	OPERANDO
ET-TC-01	TRACTOCAMION	INTERNATIONAL	9400i	2012	CUSIANA	OPERANDO
ET-VD-01	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR 7600	2013	GMP	EN MTTO
ET-VD-02	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR 7600	2013	GMP	DISPONIBLE
ET-VD-03	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR 7600	2013	CUSIANA	OPERANDO
ET-VD-04	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR 7600	2013	REFICAR	OPERANDO
ET-VD-05	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR 7600	2013	GRANJITA	EN MTTO
ET-VD-06	VOLQUETA DOBLE TROQUE	INTERNATIONAL	WORKSTAR 7600	2013	CHIQUILLO	EN MTTO
MP-BD-01	BULLDOZER	CATERPILLAR	D6N LGP	2004	CHIQUILLO	OPERANDO
MP-EH-01	EXCAVADORA HIDRÁULICA	KOMATSU	PC-200-LC-8	2010	PORVENIR	OPERANDO
MP-EH-02	EXCAVADORA HIDRÁULICA	KOMATSU	PC-200-LC-8	2010	PORVENIR	DISPONIBLE
MP-EH-03	EXCAVADORA HIDRÁULICA	HITACHI	ZX-330-LC	2005	REFICAR	OPERANDO
MP-EH-04	EXCAVADORA HIDRÁULICA	KOMATSU	PC-400-LC-7L	2004	PORVENIR	EN MTTO

Tabla 40. Formato e inventario (Continuación)

MP-EH-05	EXCAVADORA HIDRÁULICA	KOMATSU	PC-200-LC-8	2013	CUSIANA	OPERANDO
MP-MC-01	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-175	2010	REFICAR	OPERANDO
MP-MC-02	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-175	2010	CHIQUILLO	OPERANDO
MP-MC-03	MINICARGADOR	CATERPILLAR	236B3	2011	GRANJITA	OPERANDO
MP-MC-04	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-218	2012	PORVENIR	OPERANDO
MP-MC-05	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-218	2012	PORVENIR	EN MTTO
MP-MN-01	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	12H	2004	CUSIANA	OPERANDO
MP-RC-01	RETROCARGADOR	CATERPILLAR	430D	2005	GMP	DISPONIBLE
MP-RC-02	RETROCARGADOR	NEW HOLLAND	B95B	2012	GMP	DISPONIBLE
MP-VC-01	VIBROCOMPACTADOR	BOMAG	BW 212 D-40	2011	PORVENIR	OPERANDO
MP-VC-02	VIBROCOMPACTADOR	BOMAG	BW-138 AD	2012	GMP	EN MTTO
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>						
<b>CARGO</b>						
<b>NOMBRE</b>						
<b>FIRMA</b>						

## 9.6 FORMATO DE INSPECCIÓN

Este documento es una lista de chequeo, en la cual se hace una verificación del estado de las partes o elementos del equipo, dando como concepto si se encuentra en buen, regular o mal estado a la hora de realizar un préstamo o recibo del equipo.

Tabla 41. Formato y ejemplo de inspección de equipo

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"			<b>FECHA: 02-02-16</b>							
				<b>CODIGO: GMP-REG-MTO-006</b>							
	<b>REGISTRO:</b> "INSPECCION DE EQUIPO"			<b>EDICION: 1</b>							
				<b>PAGINA: 1 de 1</b>							
<b>INFORMACION GENERAL</b>											
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	EXCAVADORA HIDRAUL.	<b>INSPECCION N°:</b>	12								
<b>CODIGO INTERNO:</b>	MP-EH-03	<b>FECHA DE REALIZACION:</b>	27/01/2016								
<b>MARCA:</b>	HITACHI	<b>LUGAR DE REALIZACION:</b>	GMP INGENIEROS								
<b>REFERENCIA:</b>	ZX-330-LC	<b>QUIEN LA REALIZA:</b>	JEAN CARLOS MURILLO								
<b>MODELO:</b>	2005	<b>FIRMA:</b>									
<b>DESCRIPCION</b>		<b>ESTADO</b>			<b>DESCRIPCION</b>		<b>ESTADO</b>				
<b>ESTADO MECANICO</b>		<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>N/A</b>	<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>		<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>N/A</b>
Motor		X				Bomba hidráulica		X			

Tabla 41. Formato y ejemplo de inspección de equipo (Continuación)

Dirección	X				Tanque de aceite hidráulico	X			
Suspensión	X				Válvulas de distribución		X		
Encendido		X			Cilindros hidráulicos	X			
Embrague		X			Mangueras hidráulicas	X			
Transmisión	X				Otros				X
Caja de cambios	X				<b>HERRAMIENTAS DE TRABAJO</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>N/A</b>
Frenos de servicio	X				Cucharon	X			
Frenos de motor/emergencia	X				Cucharon retroexcavadora	X			
Amortiguación		X			Cuchilla				X
Hojas/Muelles	X				Hoja				X
Ventilador	X				Ripper				X
Tubos de escape		X			Pala				X
Brisas	X				Estabilizadores				X
Limpia brisas	X				Bloqueos herramientas	X			
Otros				X	Otros				X
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>N/A</b>	<b>ORUGA</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>N/A</b>
Batería			X		Rodillos superiores	X			
Luces delanteras altas/bajas	X				Rodillos inferiores		X		
Luces de parqueo				X	Rodillos de cadena		X		
Direccionales delanteras/tras.				X	Zapatas de cadena	X			
Luces de freno				X	Resorte principal	X			
Luces internas (cabina)	X				Guía central	X			
Tablero indicador	X				Eslabones	X			
Bocina normal/cometa	X				Rueda motriz	X			
Indicador acústico de reversa			X		Pernos	X			
Alarma anti robo			X		Otros				X
Otros				X	<b>LLANTAS</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>N/A</b>
<b>ACCESORIOS</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>N/A</b>	Labrado de llantas delanteras				X
Cinturones de seguridad	X				Labrado de llantas traseras				X
Cojinería		X			Estado de rines delant./tras.				X
Tapetes			X		Estado llanta de repuesto				X
Puertas	X				Otros				X
Vidrios	X				<b>DOCUMENTACION VEHICULO</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>N/A</b>
Espejos	X				Tarjeta de propiedad	X			
Aire acondicionado	X				Seguro obligatorio (Soat)	X			
Equipo de sonido				X	Póliza del automóvil	X			
Extintor	X				Certificado de emisión de gases	X			
Caja de herramientas			X		Certif. revisión técnicomecánica	X			
Placa del vehículo	X				Reg. nacional de trans. Carga				X
Pintura general	X				Reg. nacional de trans. Combust.				X
Otros				X	Otros	X			
<b>OBSERVACIONES</b>									
Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.									
<b>CARGO</b>									
<b>NOMBRE</b>									
<b>FIRMA</b>									

## 9.7 REQUISICIÓN

La requisición es el formato que se debe de diligenciar al momento de una necesidad de repuestos o insumos para el mantenimiento de los equipos o también en el caso de necesitar el servicio de un equipo.

Tabla 42. Formato y ejemplo de requisición

	<b>PROCESO:</b> "ADQUISICIONES"		<b>FECHA:</b> 29-02-16	
	<b>REGISTRO:</b> "REQUISICION"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-ADQ-001	
			<b>EDICION:</b> 4	
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1	
<b>REQUISICION</b>				
<b>Número de RQ:</b>	<b>137</b>	<b>Fecha RQ:</b>	03/02/2016	
		<b>Fecha Requerido:</b>	27/02/2016	
Persona que solicita la compra/servicio: JEAN CARLOS MURILLO				
<b>Area:</b>	GMP INGENIEROS	<b>Disciplina:</b>	MANTENIMIENTO	
<b>DESCRIPCION DE LA RQ</b>				
ACEITE Y FILTROS DE ACEITE PARA MOTOR DE LA EXCAVADORA HIDRAULICA HITACHI				
<b>OBRAS</b>				
<b>PLANEI SIEMPRE TENGA EN CUENTA</b>				
<b>1.</b> Describir el alcance general del servicio; <b>2.</b> Indicar especificaciones técnicas aplicables, hojas de datos, planos y diagramas, requerimientos de QA/QC y HSE; <b>3.</b> Suministrar lista de materiales, equipos y/o servicios requeridos; <b>4.</b> Especificar duración del servicio; <b>5.</b> Contactar a CA directamente para aclarar puntos específicos de la solicitud; <b>6.</b> Elaborar la solicitud con suficiente anticipación; <b>7.</b> Diligenciar TODOS los campos del formato de RQ; <b>8.</b> Otros puntos que considere relevantes				
<b>ELEMENTOS REQUERIDOS</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V/R UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
1	Aceite para motor PLUS 50	30	\$ 55.000,00	\$ 1.650.000,00
2	Kit de filtro principal y secundario	3	\$ 1.100.000,00	\$ 3.300.000,00
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
<b>VALOR TOTAL (SIN IVA)</b>				<b>\$ 4.950.000,00</b>
<b>OBSERVACIONES</b>				

Tabla 42. Formato y ejemplo de requisición (Continuación)

CERTIFICACION DE LA APROBACION			
APROBACION	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ORIGINADOR	JEAN CARLOS MURILLO		05/02/2016
APROBACION TECNICA	VICTOR ALFONSO PEREZ		05/02/2016
FINANCIERA / COSTOS	JOHANA GOMEZ		07/02/2016
GERENTE	GUSTAVO MARTINEZ		09/02/2016

## 9.8 ORDEN DE COMPRA O SERVICIO

La orden de compra o servicio es el paso siguiente a la requisición, en este documento se maneja información más detallada como lo son los proveedores, las condiciones de pago, fecha y lugar de entrega y algunas cláusulas establecidas por la empresa.

Tabla 43. Formato y ejemplo de orden de compra o servicio


	<b>PROCESO:</b> "ADQUISICIONES"		<b>FECHA:</b> 29-02-16
			<b>CODIGO:</b> GMP-REG-ADQ-002
	<b>REGISTRO:</b> "ORDEN DE COMPRA O SERVICIO"		<b>EDICION:</b> 2
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>ORDEN DE COMPRA O SERVICIO</b>			
<b>Número de Orden de Compra/Servicio:</b> 152		<b>Fecha:</b> 12/02/2016	
<b>Número de la Requisición RQ:</b> 137		<b>Comprador:</b> VICTOR ALFONSO PEREZ	
<b>GMP INGENIEROS S.A.S.</b> NIT: 900.388.898 - 7 Atención: Victor Alfonso Perez Sanabria Dirección: Vía Baru, Ladrillera la Clay - Barrio "Meza Valdes" Teléfonos: 313 534 0436 - (5) 693 1195 Fax: (5) 693 1105 E-mail: e-mail:victor.perez@gmpeu.com Ciudad: Cartagena		<b>PROVEEDOR:</b> CARTAGENA OIL NIT: 890.903.024-1 Atención: JORGE LUIS PUELLO CASTRO Dirección: Av. principal del Bosque Diagonal 21 N 45ª 112 Teléfonos: (5) 6628347 - 6628319 Fax: (5) 6628347 E-mail: jpuello@navitrans.com.co Ciudad: Cartagena	
<b>DESCRIPCION DE LA RQ</b>		<b>INFORMACION DE PAGO Y ENTREGA</b>	
ACEITE Y FILTROS DE ACEITE PARA MOTOR DE LA EXCAVADORA HIDRAULICA HITACHI		Condiciones de pago: 30 días recepción de FV Lugar de entrega: Cartagena Moneda: Pesos Colombianos Atención: Emperatiz Lopez alzate Dirección recepción facturas: Mamonal km 6 vía Cospique	
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 25/02/2016			

Tabla 43. Formato y ejemplo de orden de compra o servicio (Continuación)

ELEMENTOS REQUERIDOS									
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	V/R UNITARIO	VALOR TOTAL					
1	Aceite para motor PLUS 50	30	\$ 55.000,00	\$ 1.650.000,00					
2	Kit de filtrol principal y secundario	3	\$ 1.100.000,00	\$ 3.300.000,00					
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
			<b>DESCUENTO</b>						
			VALOR SUBTOTAL ANTES DE IVA	<b>\$ 4.950.000,00</b>					
			IVA 16%	<b>\$ 792.000,00</b>					
			VALOR TOTAL	<b>\$ 5.742.000,00</b>					
<b>Especificaciones técnicas:</b>									
<b>Especificaciones de empaque y transporte de la compra:</b>									
<b>COTIZACION NUMERO:</b> 142		<b>FECHA DE LA COTIZACION:</b> 12/02/2016							
<p><b>Nota:</b> Favor confirmar el recibo y aceptación de la presente Orden de Compra, enviando confirmación por escrito a nombre del Comprador. En todos los documentos relacionados con este pedido, favor escribir el número de la presente Orden de compra como referencia.</p> <p style="text-align: center;"><b>CLAUSULAS</b></p> <p>1) Favor cumplir la fecha de entrega según lo acordado, el incumplimiento de este compromiso será causal de la cancelación de la presente orden por parte de GMP INGENIEROS S.A.S. sin que esta decisión debe incurrir en ningún gasto adicional por parte de GMP INGENIEROS S.A.S.</p> <p>2) Cualquier material que no cumpla con las especificaciones solicitadas por GMP INGENIEROS S.A.S. serán rechazados y devueltos al proveedor y los costos de envío flete serán asumidos por el proveedor, cualquier reemplazo de referencia o marcas deberá ser autorizado por el comprador de GMP INGENIEROS S.A.S.</p> <p>3) En todos los documentos relacionados con esta orden por favor anotar el número de la misma como referencia.</p> <p>4) La totalidad de los materiales deberán ser entregados en su totalidad en el lugar establecido por GMP INGENIEROS S.A.S. y el PROVEEDOR.</p> <p>5) El proveedor deberá presentar una factura de cobro por la compra o servicio objeto de la presente orden, la factura deberá cumplir con todos los requisitos A) Nombre y NIT del proveedor, B) Nombre y NIT de GMP INGENIEROS S.A.S., C) la leyenda "Factura de venta" o Factura cambiaria de compra venta, D) deberá estar enumerada, de recibo de los materiales y/o servicio objeto de la presente orden.</p> <p>TODAS LAS FACTURAS SERAN RECEPCIONADAS EN LA SIGUIENTE DIRECCION: Mamonal km 6 vía Cospique Parquemia Oficina 201 - GMP (Segundo piso).</p> <p>LOS DIAS MARTES Y JUEVES DE CADA SEMANA HASTA LOS DIAS 25 DE CADA MES, EN HORARIO DE 1PM A 4 PM.</p>									
<b>FIRMA DEL COMPRADOR</b>									
NOMBRE  VICTOR PEREZ		<b>Verificación producto comprado</b>			Fecha de Verificación  25/02/2016				
		Cumple cantidad requerida		Cumple especificaciones		Cumple fecha de entrega		Firma de Quien Verifica	
		Si	No	Si		No	Si	No	
		X		X		X			
<b>FECHA DE FIRMA</b>									

## **10. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE GMP INGENIEROS S.A.S**

Los sistemas de información son de suma importancia para la gestión del mantenimiento de una empresa, ya que prestan el servicio al recibir, almacenar y procesar la información referente a los activos y de esta manera apoyar en la toma de decisiones y llevar un control del mantenimiento en esta área.

El diseño del sistema de información de mantenimiento para GMP INGENIEROS S.A.S (SIMGMP) se realizó en base a la información recolectada durante el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta todas las experiencias y necesidades del área de mantenimiento, buscando que se cumplan todos los requerimientos exigidos y logre ser una herramienta útil de manejo integral de la información, permitiendo así, llevar un registro actualizado de la maquinaria y equipos de la empresa junto con su funcionamiento y estado.

Al ser implementado el SIMGMP, la empresa obtendrá los siguientes beneficios:

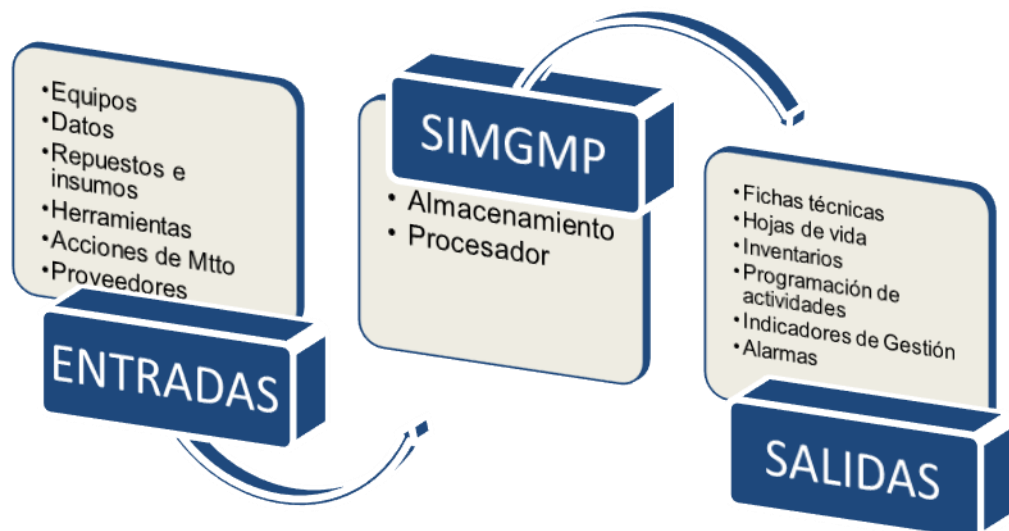
- Optimización de los recursos, mejora de la planificación, seguimiento y aplicación.
- Acceso rápido y eficaz a la información que se desee, por lo que se mejoran los resultados y tiempos de respuesta de los usuarios.
- Indicadores que permiten analizar, comparar y estudiar el comportamiento del estado de la maquinaria y equipos.
- Conocimiento inmediato de los gastos originados por cualquiera de los equipos de la entidad.
- Protección de la información almacenada en el sistema, mediante el uso de usuario y contraseña.

- Verificación de los planes de mantenimiento de los equipos y control en general de cualquiera de los procesos implicados en el mantenimiento.

## 10.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

El SIMGMP está compuesto por cuatro acciones básicas<sup>13</sup>: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información.

Figura 11. Flujo de la información en el SIMGMP



<sup>13</sup> ALVAREZ LEON, Darío y RIOS ARDILA, Alexander. Diseño e implementación de un sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa FANTAXIAS S.A.S. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2013. P. 89-90

**10.1.1 Entrada de información.** Es el primer paso, mediante el cual el SIMGMP toma los datos que requiere para procesar la información. Estas entradas pueden ser manuales (proporcionadas directamente por el usuario) o automáticas (datos o información que provienen de otro modulo o sistema).

**10.1.2 Almacenamiento de la información.** Es una de las características más importantes en una computadora, ya que a través de ella el sistema puede recordar la información guardada, dicha información por lo general es guardada en archivos.

**10.1.3 Procesamiento de información.** Es la capacidad del sistema de información para efectuar cálculos de acuerdo con la secuencia de operación preestablecida. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos fuente en información que pueda ser utilizada para la toma de decisiones.

**10.1.4 Salida de información.** Es la capacidad del sistema para mostrar la información procesada o bien los datos de entrada. Es importante que la salida de un sistema de información puede constituir la entrada a otro modulo.

## **10.2 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

La gestión del mantenimiento consiste en implementar, controlar y mejorar acciones encaminadas a garantizar que los activos físicos de la organización sigan cumpliendo adecuadamente la función para la cual fueron diseñados al menor

costo posible. Algunas de las tareas básicas que se realizan en la gestión del mantenimiento son<sup>14</sup>:

- Recibir solicitudes de mantenimiento: generalmente las pueden realizar cualquier departamento de la organización a través de correos electrónico, diligenciamiento de formatos físicos, verbalmente o cualquier otro medio que permita la comunicación entre los interesados, estas solicitudes deben ser aprobadas por los responsables del área de mantenimiento.
- Órdenes de trabajo: después de analizar si la solicitud de servicio aplica, se procede a generar la orden de trabajo, donde se asigna la tarea al personal de mantenimiento.
- Planear: básicamente consiste en hacer que todos los recursos necesarios estén disponibles al momento de realizar la tarea y así disminuir al máximo el tiempo de necesario para llevar a cabo la actividad.
- Programación: se asigna una fecha para realizar la actividad después de analizar y tener solucionados diversos factores como son la prioridad, disponibilidad de personal para hacer el trabajo y disponibilidad del equipo para ser intervenido entre otros. También se debe hacer el seguimiento para que la actividad se realice en el momento en que fue programada.
- Recolección y almacenamiento de la información: una vez se ha realizado el trabajo es necesario recopilar la información de este para mantener un registro de todos las actividades que se han realizado con sus

---

<sup>14</sup> BOHÓRQUEZ R. Hugo Alexander y PÉREZ S. Víctor Alfonso. Diseño e implementación del sistema de información para la gestión del mantenimiento en la empresa industrias alimenticias Ornelo S.A.S. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2014. p 126-127.

correspondientes descripciones, repuestos utilizados y observaciones, en pocas palabras obtener la mayor cantidad de información para que esta pueda ser analizada.

- Análisis de la información: dependiendo de la información recopilada se pueden sacar conclusiones sobre costos del mantenimiento, análisis de causa raíz, efectividad, disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad, etc.
- Mejoramiento continuo: una herramienta importante en la cual se pueden basar para el mejoramiento continuo es el análisis de la información recopilada, aunque también hay otras fuentes no menos importantes como la experiencia de los operarios y de todo el personal en general de la organización.

### **10.3 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN**

Un lenguaje de programación es un lenguaje formal diseñado para realizar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras.

Pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión, o como modo de comunicación humana<sup>15</sup>.

Está formado por un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones. Al proceso por el cual se escribe, se prueba, se depura, se compila (de ser necesario) y se mantiene el código fuente de un programa informático se le llama programación.

---

<sup>15</sup> LUTZ, Mark. Learning Python, 4ª Edición. Sebastopol, O'Reilly Media. 2009. P. 9

También la palabra programación se define como el proceso de creación de un programa de computadora, mediante la aplicación de procedimientos lógicos, a través de los siguientes pasos<sup>16</sup>:

- El desarrollo lógico del programa para resolver un problema en particular.
- Escritura de la lógica del programa empleando un lenguaje de programación específico (codificación del programa).
- Ensamblaje o compilación del programa hasta convertirlo en lenguaje de máquina.
- Prueba y depuración del programa.
- Desarrollo de la documentación.

**10.3.1 Visual Basic.** Visual Basic es un ambiente gráfico de desarrollo de aplicaciones para el sistema operativo Microsoft Windows. Las aplicaciones creadas con Visual Basic están basadas en objetos y son manejadas por eventos. Visual Basic se deriva del lenguaje Basic, el cual es un lenguaje de programación estructurado. Sin embargo, Visual Basic emplea un modelo de programación manejada por eventos.

VB está orientado a la realización de programas para Windows, pudiendo incorporar todos los elementos de este entorno informático: ventanas, botones, cajas de diálogo y de texto, botones de opción y de selección, barras de desplazamiento, gráficos, menús, etc.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> Wikipedia. Web. s/f. Lenguaje de programación. [https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje\\_de\\_programaci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_programaci%C3%B3n) (consultado el 17 de Abril del 2016).

<sup>17</sup> GARCÍA DE JALÓN, Javier. et. al. Aprenda Visual Basic como si estuviera en primero. Universidad de Navarra. España. P.1

**10.3.2 SQL.** IBM implementó el lenguaje, originalmente denominado Sequel, como parte del proyecto System R, a principios de 1970. El lenguaje Sequel ha evolucionado desde entonces y su nombre ha pasado a ser SQL (Structured Query Language, Lenguaje estructurado de consultas). Actualmente, numerosos productos son compatibles con el lenguaje SQL. SQL se ha establecido como el lenguaje estándar de bases de datos relacionales.

SQL usa una combinación de álgebra relacional y construcciones del cálculo relacional.

Aunque el lenguaje SQL se considere un lenguaje de consultas, contiene muchas otras capacidades además de la consulta en bases de datos. Incluye características para definir la estructura de los datos, para la modificación de los datos en la base de datos y para la especificación de restricciones de seguridad.<sup>18</sup>

#### **10.4 DISEÑO Y ESTRUCTURA GENERAL DEL SIMGMP**

El sistema de información ha sido diseñado para asistir en las actividades relacionadas a la gestión del mantenimiento de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. Con la implementación de este sistema, se busca acelerar muchos de los procesos de la gestión del mantenimiento y así mismo mejorar la calidad esta.

Algunas de las tareas básicas que el SIMGMP puede realizar son:

- Administrar datos de los equipos.
- Administrar órdenes de trabajo.
- Programar actividades.

---

<sup>18</sup> SILBERSCHATZ, Abraham. et. al. Fundamentos de bases de datos. Cuarta edición. Madrid: Mc Graw Hill. 2002. P-87

- Administrar información de proveedores y productos.
- Administrar el inventario.
- Administrar las compras.
- Manejar indicadores.

El sistema de información cuenta con una estructura base de siete módulos como los son: Maquinaria y equipos, Ordenes de trabajo, Indicadores de gestión, Mantenimiento preventivo, Alarmas, Almacén y Adquisiciones.

Figura 12. Diagrama de flujo del SIMGMP.

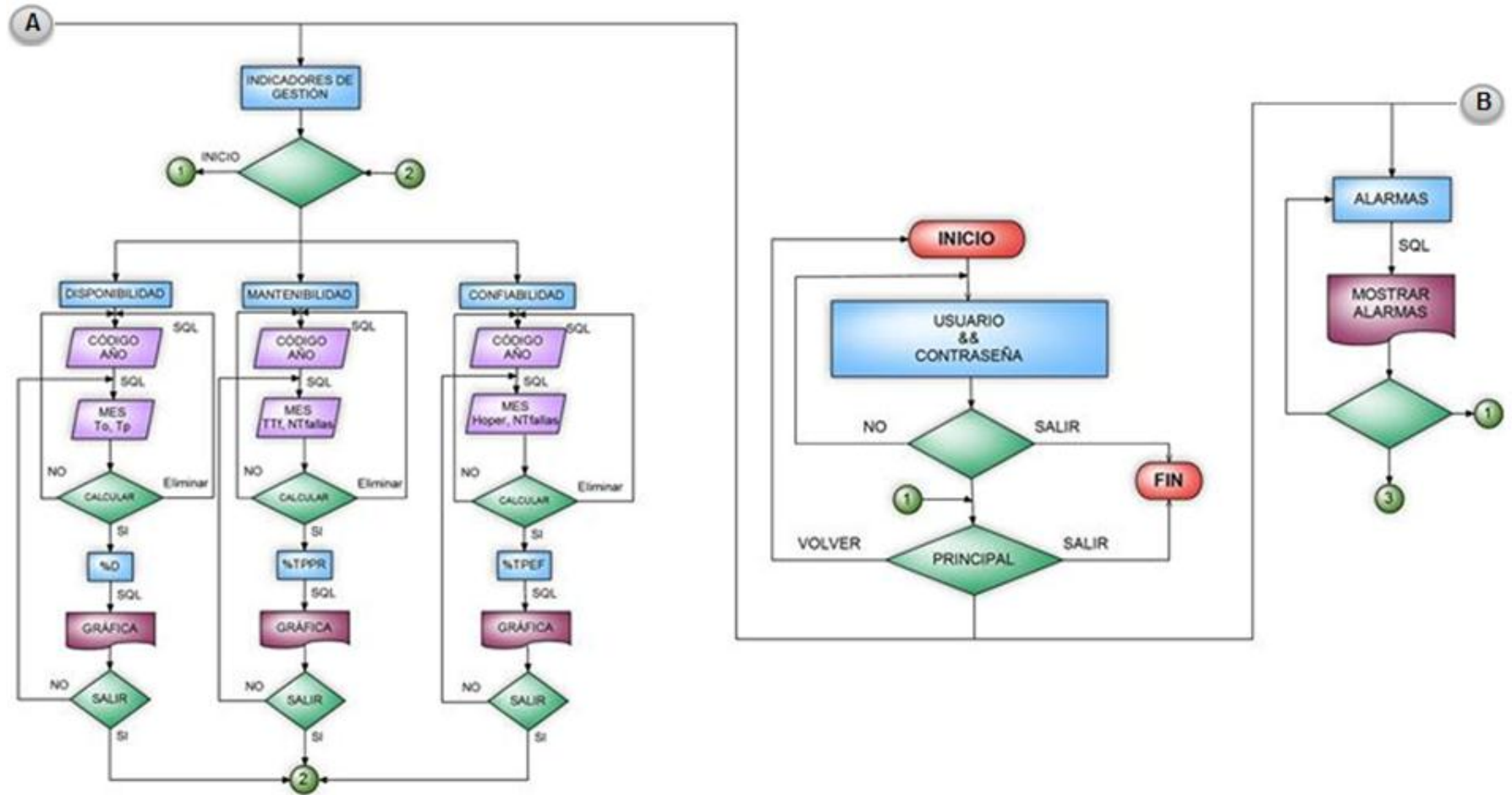


Figura 12. Diagrama de flujo del SIMGMP (Continuación)

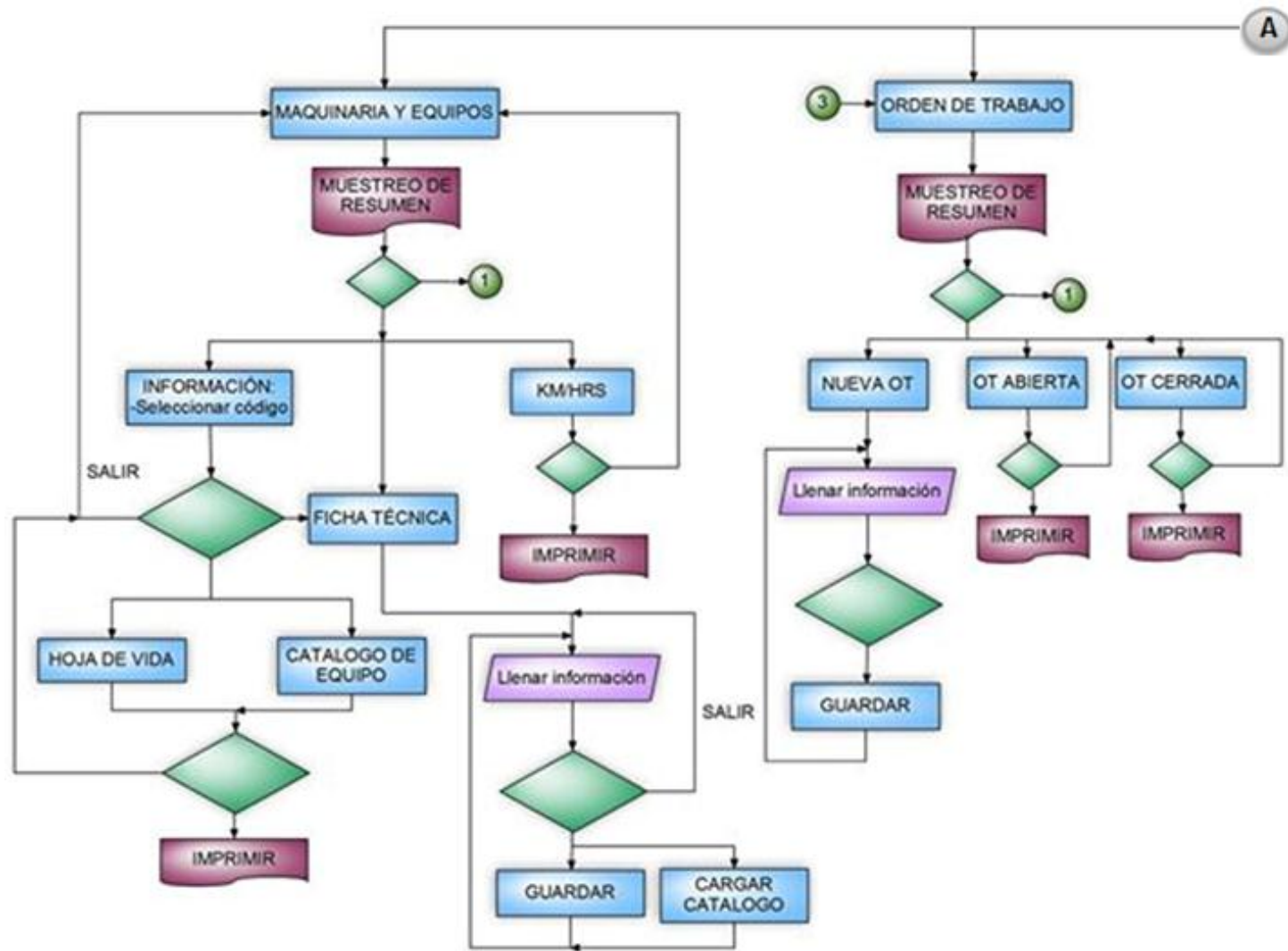


Figura 12. Diagrama de flujo del SIMGMP (Continuación)

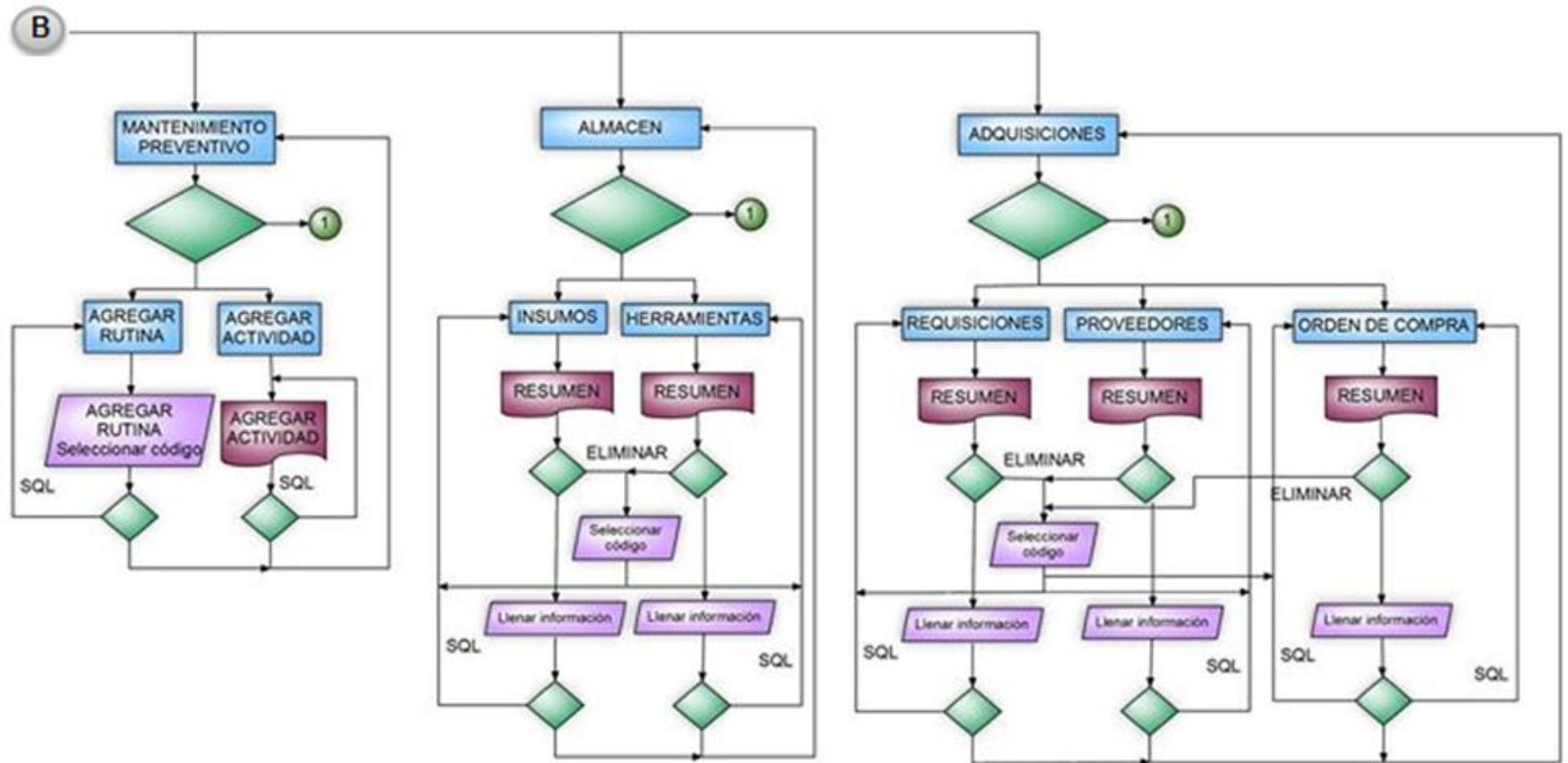
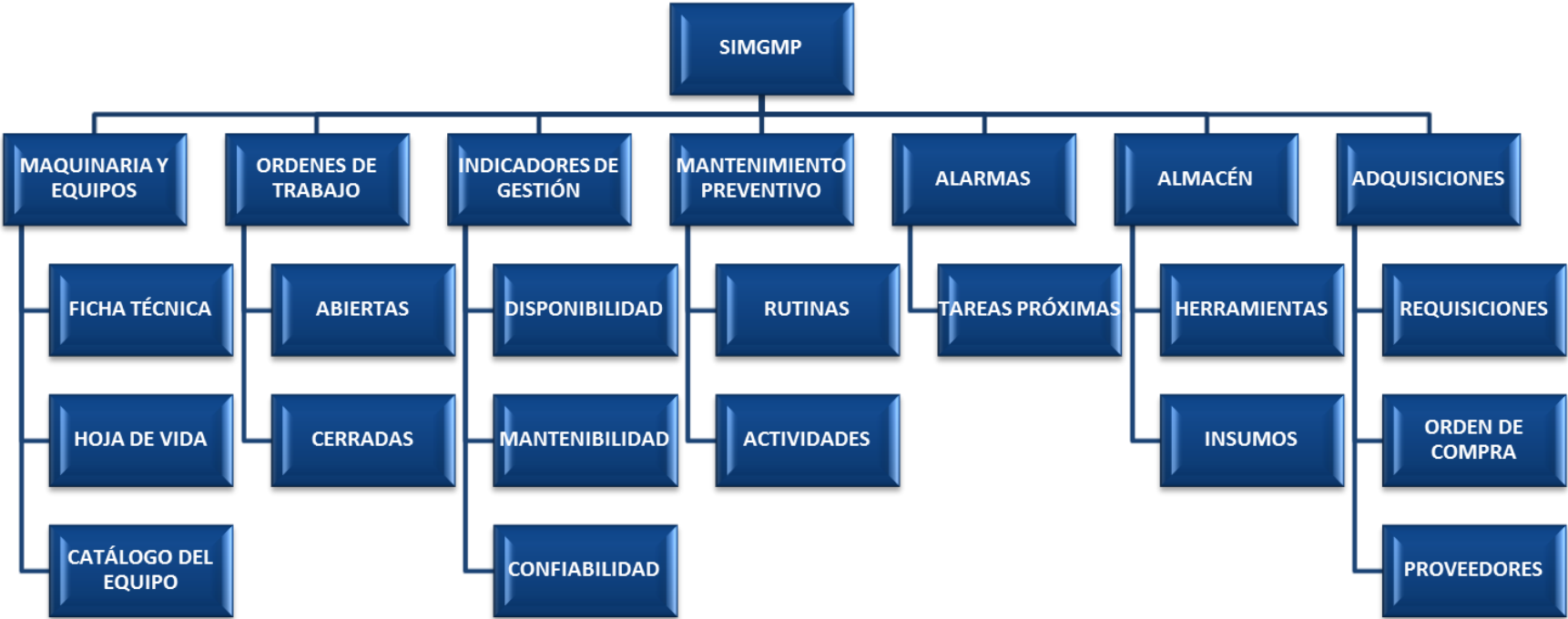


Figura 13. Estructura general del SIMGMP.



## 10.5 FUNCIONAMIENTO DEL SIMGMP

**10.5.1 Ingreso al sistema.** Para ingresar al sistema es necesario entrar desde el computador en el cual se ha instalado el software. Una vez se haya dado doble clic en el icono del SIMGMP, aparece una ventana donde se debe digitar el usuario y la contraseña; cuando el sistema verifique estos datos permitirá el acceso a los módulos.

Figura 14. Ingreso al sistema.



**10.5.2 Pantalla principal.** En esta ventana se puede visualizar los módulos del SIMGMP, donde se tiene la opción de escoger cualquiera de estos, dependiendo de la acción que se vaya a realizar.

Figura 15. Pantalla principal del SIMGMP.



**10.5.3 Módulo de maquinaria y equipos.** Contiene la lista codificada de los equipos pertenecientes a la empresa, junto con la información correspondiente a la marca, referencia, modelo, ubicación, etc.

Figura 16. Inventario de la maquinaria y equipos.

The screenshot shows a window titled 'Maquinaria y Equipos' with a table of equipment. The table has the following columns: ID, Código, Nombre, Marca, Referencia, Identificación, Modelo, Proveedor, and Ubicación. Below the table are buttons for 'INFORMACIÓN', 'AGREGAR', 'LISTADO', and 'VOLVER', along with a dropdown menu labeled 'Selecciona el código----->'. The table contains 16 rows of equipment data.

ID	Código	Nombre	Marca	Referencia	Identificación	Modelo	Proveedor	Ubicación
1	MP-MC-01	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-175	NAM417022	2010	RODRIGUEZ Y ...	REFICAR
2	MP-MC-02	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-175	NAM417770	2010	RODRIGUEZ Y ...	CHIQUELLO
3	MP-MC-03	MINICARGADOR	CATERPILLAR	236B3	CAT0236BT A9H00750	2011	GECOLSA	GRANJITA
4	MP-MC-04	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-218	JAF0L218CCM447667	2012	RODRIGUEZ Y ...	GRANJITA
5	MP-MC-05	MINICARGADOR	NEW HOLLAND	L-218	JAF0L218PCM447994	2012	RODRIGUEZ Y ...	PORVENIR
6	MP-EH-01	EXCAVADORA HIDRAULICA	KOMAT'SU	PC-200-LC-8	C62673	2010	PRACO DIDACOL	REFICAR
7	MP-EH-02	EXCAVADORA HIDRAULICA	KOMAT'SU	PC-200-LC-8	350292	2010	PRACO DIDACOL	CERROMATOSO
8	MP-EH-03	EXCAVADORA HIDRAULICA	HITACHI	ZX-330-LC	HCMIH00L00033653	2005	RIBON	CUSIANA
9	MP-EH-04	EXCAVADORA HIDRAULICA	KOMAT'SU	PC-400-LC-7L	A86473	2004	PRACO DIDACOL	REFICAR
10	MP-EH-05	EXCAVADORA HIDRAULICA	KOMAT'SU	PC-200-LC-8	356440	2013	PRACO DIDACOL	CHIQUELLO
11	MP-BD-01	BULLDOZER	CATERPILLAR	D6N LGP	ALY00907	2004	GECOLSA	CUSIANA
12	MP-MN-01	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	12H	PCBK00361	2004	GECOLSA	PORVENIR
13	MP-VC-01	VIBROCOMPACTADOR	BOMAG	BW-212 D-40	101582432465	2011	RODRIGUEZ Y ...	REFICAR
14	MP-VC-02	VIBROCOMPACTADOR	BOMAG	BW-138 AD	101650172143	2012	RODRIGUEZ Y ...	GRANJITA
15	MP-RC-01	RETROCARGADOR	CATERPILLAR	430D	HBNK06491	2005	GECOLSA	CHIQUELLO
16	MP-RC-02	RETROCARGADOR	NEW HOLLAND	B95B	FNH0B95BNCHH02...	2012	RODRIGUEZ Y ...	CERROMATOSO

Seleccionando el código del equipo, se podrá obtener información como la ficha técnica, hoja de vida y catálogo del equipo.

Figura 17. Información del equipo.

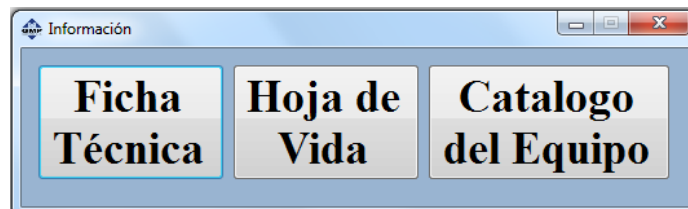


Figura 18. Ficha técnica.



**GMP**  
INGENIEROS S.A.S.

## FICHA TÉCNICA



CÓDIGO:  MARCA:

NOMBRE:  REFERENCIA:

IDENTIFICACIÓN:  MODELO:  PROVEEDOR:

UBICACIÓN:  ESTADO:

**MOTOR**

FABRICANTE:

REFERENCIA:

COMBUSTIBLE:

CILINDRADA:

Potencia Neta:

TORQUE MÁX:

**CAPACIDAD DE DEPOSITO**

Sistema de Refriger:

CARTER DEL MOTOR:

TANQUE COMBUSTIBLE:

Siste. Aceite Hidrául:

**SISTEMA ELÉCTRICO**

ALTERNADOR:

ALTURA:

LARGO:

BATERÍA:

ANCHO:

Distancia Entre Eje:

**DIMENSIONES**

**RENDIMIENTO Y PESO**

Velocidad Máxima:

Capacidad Operati:

Peso Operativo:

Carga de Vuelco:

Hrs/Km

ACCESORIOS

No tiene ningun tipo de accesorio.

OBSERVACIONES

Para mayor información consultar catalogo del equipo.

Figura 19. Hoja de vida.



**GMP**  
INGENIEROS S.A.S.

## HOJA DE VIDA

CÓDIGO:

NOMBRE:

MARCA:

REFERENCIA:

MODELO:



ID	Código	Fecha	Descripción	NumeroOT	Costo	Observaciones
1	MP-MC-01	17/03/2016	Cambio de aceite y filtros principales	1	158000	Se encontraron
2	MP-MC-01	10/04/2016	Comprobar la holgura de las válvulas del motor	2	75000	Las Válvulas es
3	MP-MC-01	30/04/2016	Cambiar el aceite del deposito hidráulico	3	110000	El deposito teni

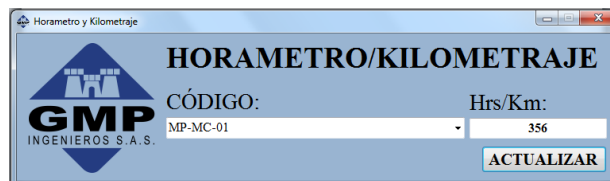
Figura 20. Catálogo del equipo.



Fuente: Catalogo New Holland. Minicargadores: L150, L160, L175, L185.

Otra característica de este módulo, es que permite ingresar periódicamente los datos del horómetro de la maquinaria o kilometraje de los vehículos, esto para poder generar las alarmas pertinentes, las cuales recordaran al usuario las actividades que se deben desarrollar dentro de poco y las que aún no se han realizado por alguna causa.

Figura 21. Horómetro y Kilometraje.

The image is a screenshot of a software window titled "Horometro y Kilometraje". The window has a blue header bar with the title. Below the header, there is a logo for "GMP INGENIEROS S.A.S." on the left. To the right of the logo, the text "HORAMETRO/KILOMETRAJE" is displayed in a large, bold, black font. Below this, there is a form with two main sections. The first section is labeled "CÓDIGO:" and contains a dropdown menu with the value "MP-MC-01" selected. The second section is labeled "Hrs/Km:" and contains a text input field with the value "356". At the bottom right of the form, there is a button labeled "ACTUALIZAR".

**10.5.4 Módulo de órdenes de trabajo.** Este módulo es uno de los más importantes del sistema de información, ya que alimenta la hoja de vida del equipo con el histórico de averías y los costos que se generan en cada intervención al equipo, entre otros. El módulo contiene el listado de órdenes de trabajo e informa a qué equipos se les formuló la OT, la actividad de mantenimiento que se realizó, las fechas y el estado de la OT.

Figura 22. Listado de órdenes de trabajo.

**ORDENES DE TRABAJO**

Nu.	Código	Nombre	Tarea	FechaInicio	FechaCierre	Estado
1	MP-MC-01	MINICARGADOR	Cambio de aceite y filtros prin...	16/04/2016	16/04/2016	Cerrada
2	MP-MC-04	MINICARGADOR	Inspeccionar la tensión de la ...	17/04/2016	17/04/2016	Cerrada
3	ET-CQ-01	CARRO TANQUE	Inspeccionar desalineación d...	19/04/2016	19/04/2016	Cerrada
4	EI-MS-01	MOTOSOLDADOR	Comprobar el nivel de electrol...	19/04/2016	19/04/2016	Cerrada
5	ET-TC-01	TRACTOCAMION	Revisión de Alineación y bala...	21/04/2016	21/04/2016	Cerrada
6	ET-CE-01	CAMIONETA ESTACAS	Cambio de Pastillas de freno	21/04/2016	21/04/2016	Cerrada
7	MP-RC-02	RETROCARGADOR	Limpiar el respiradero de los e...	22/04/2016	22/04/2016	Cerrada
8	MP-VC-01	VIBROCOMPACTADO ...	Cambiar los neumáticos	23/04/2016	24/04/2016	Cerrada
9	MP-MN-01	MOTONIVELADORA	Comprobar o ajustar el juego ...	24/04/2016	24/04/2016	Cerrada
10	MP-EH-05	EXCAVADORA HIDR...	Cambiar el aceite hidráulico	25/04/2016	25/04/2016	Cerrada
11	ET-CE-02	CAMIONETA ESTACAS	Cambio de Pastillas de freno	26/04/2016	26/04/2016	Cerrada

Para generar una OT se debe presionar el botón “NUEVA OT” y a continuación llenar el formato con los datos requeridos.

Figura 23. Nueva orden de trabajo.

**ORDEN DE TRABAJO**

NÚMERO OT:  OFICIO:

ESTADO:  PRIORIDAD:

CÓDIGO:  NOMBRE:

ASIGNADO POR:

ASIGNADO A:

SOLICITANTE:

FECHA DE SOLICITUD:  HORA DE SOLICITUD:

FECHA PROG. INICIO:  FECHA PROG. FIN:

ACTIVIDAD:

PERSONAL:

REPUESTOS E INSUMOS:

ID	NumeroOT	Nombre	Costo	Cantidad	Total
1	1	Aceite PLUS-50	22000	8	176000
2	1	Filtro de aceite pri...	13500	2	27000

COSTO DE OT:  COSTO DE INSUMOS:

OBSERVACIONES:

FECHA DE INICIO:  HORA DE INICIO:

FECHA DE FIN:  HORA DE FIN:

Cuando se finaliza la tarea prevista, se debe terminar de llenar el informe de la orden de trabajo, para que de esta forma cambie el estado de “Abierta” a “Cerrada”, también se pueden realizar cambios de costos finales y materiales excedentes o faltantes.

### 10.5.5 Módulo de indicadores de gestión

Este módulo permite desarrollar el cálculo de tres índices de mantenimiento como lo son: disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.

Figura 24. Módulo de indicadores de gestión.



Al pulsar cada uno de estos tres botones, aparecerá la ventana donde se debe seleccionar el código del equipo y llenar los datos requeridos para el cálculo de cada indicador.

Figura 25. Disponibilidad.

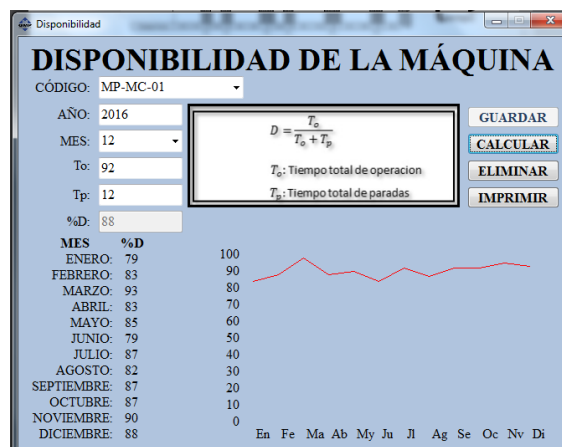
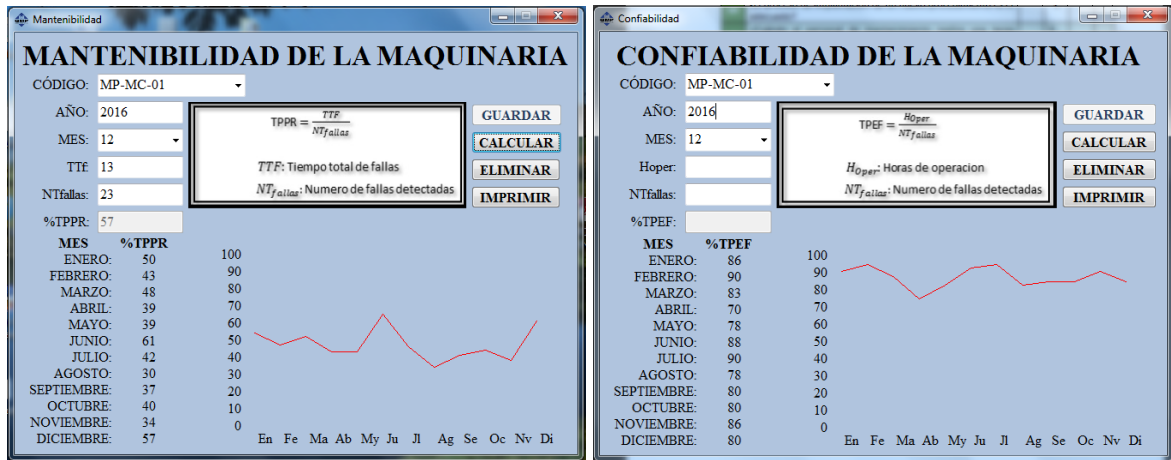


Figura 26. Mantenibilidad y confiabilidad.



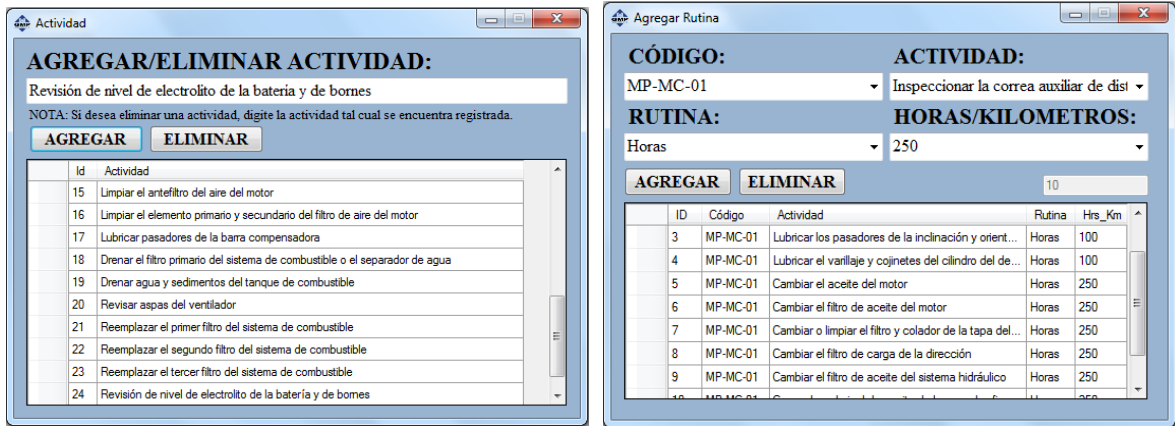
**10.5.6 Módulo de mantenimiento preventivo** Módulo que alberga lo referente a los planes de mantenimiento para los equipos de la empresa, así como la frecuencia con que debe realizarse cada actividad.

En este módulo se debe ingresar las actividades de mantenimiento para luego ser distribuidas a cada equipo en rutinas de diferente frecuencia.

Figura 27. Módulo de mantenimiento preventivo.

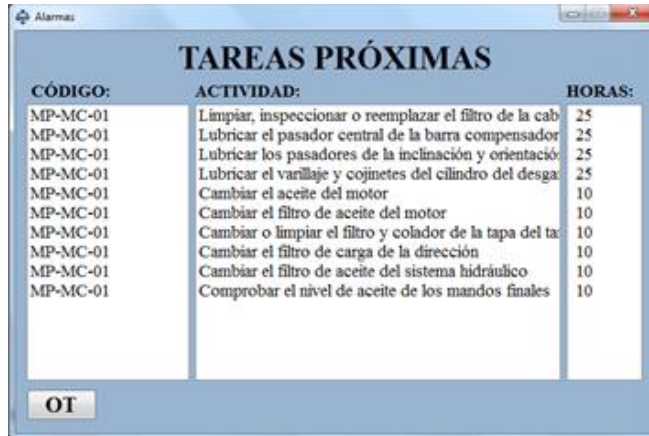


Figura 28. Agregar actividad y rutina de mantenimiento.



**10.5.7 Módulo de alarmas** Módulo que se encarga de alertar al personal con un tiempo de anticipación las actividades y tareas de mantenimiento que se deberán desarrollar en las próximas horas a los diferentes equipos como también las actividades retrasadas. La columna “horas” indica cuantas horas de operación le faltan al equipo para realizarle la acción de mantenimiento.

Figura 29. Módulo de alarmas.



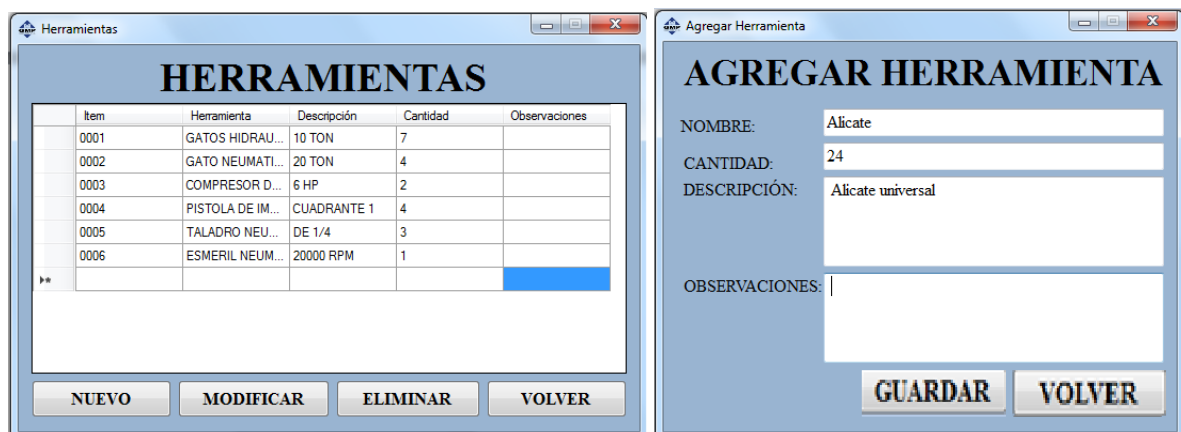
**10.5.8 Módulo de almacén.** El módulo de almacén permite el control de inventario y monitorea el movimiento de materiales previstos para las actividades programadas; el módulo contribuye en gran medida a aumentar al máximo la eficiencia del mantenimiento y minimización de costos en la gestión de repuestos. Dentro de este módulo se encuentra los sub-módulos herramientas e insumos.

Figura 30. Módulo de almacén.



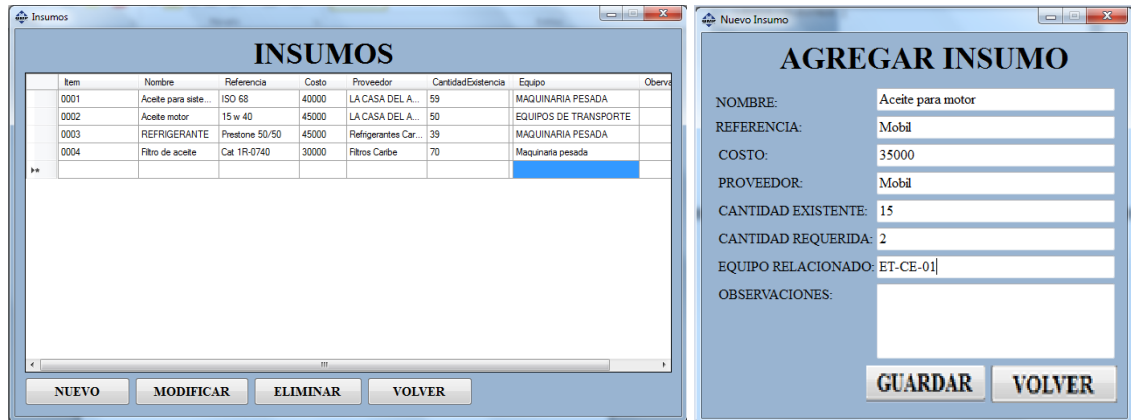
Si se selecciona el sub-módulo “herramientas” se abrirá una ventana la cual muestra el inventario de herramientas de la empresa. Para agregar una herramienta se selecciona “nuevo” y se llenan los datos requeridos.

Figura 31. Inventario de herramientas y agregar herramienta.



Si se selecciona el sub-módulo “insumos” se abrirá una ventana la cual muestra el inventario de insumos de la empresa. Para agregar un insumo se selecciona “nuevo” y se llenan los datos requeridos.

Figura 32. Inventario de insumos y agregar insumo.



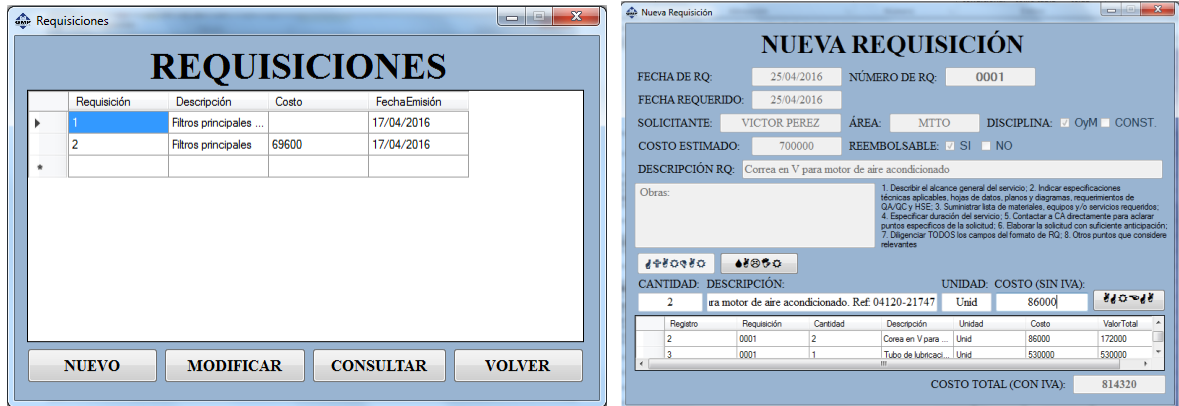
**10.5.9 Módulo de adquisiciones.** Este módulo automatiza y controla el flujo de trabajo y pone en práctica los procesos y procedimientos de aprobación de la compra, gestiona los aspectos del ciclo de compra, desde la creación de la requisición, aprobaciones, selección de proveedores y la colocación de la orden de compra.

Figura 33. Módulo de adquisiciones



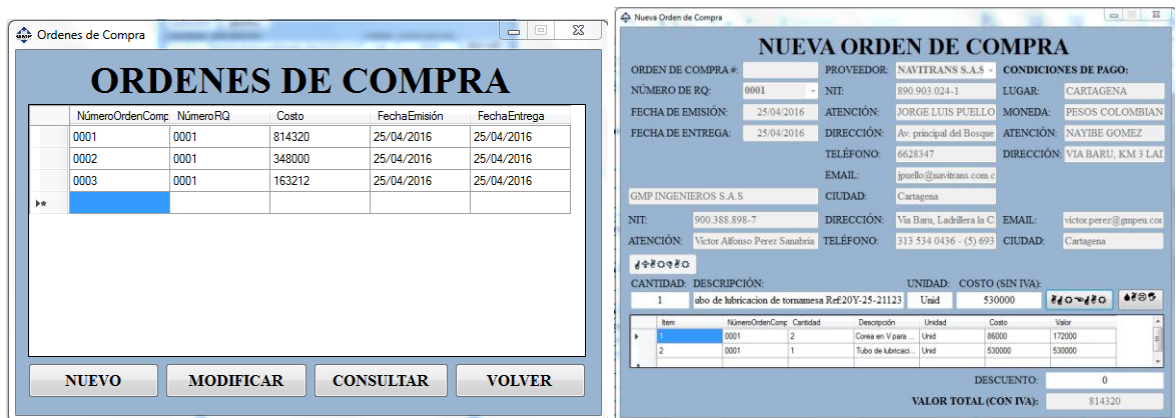
Si el usuario selecciona el sub-módulo “requisiciones” se abrirá una ventana la cual muestra listado de requisiciones que se han realizado. Para crear una requisición se selecciona “nuevo” y se llenan los datos requeridos

Figura 34. Listado de requisiciones y nueva requisición.



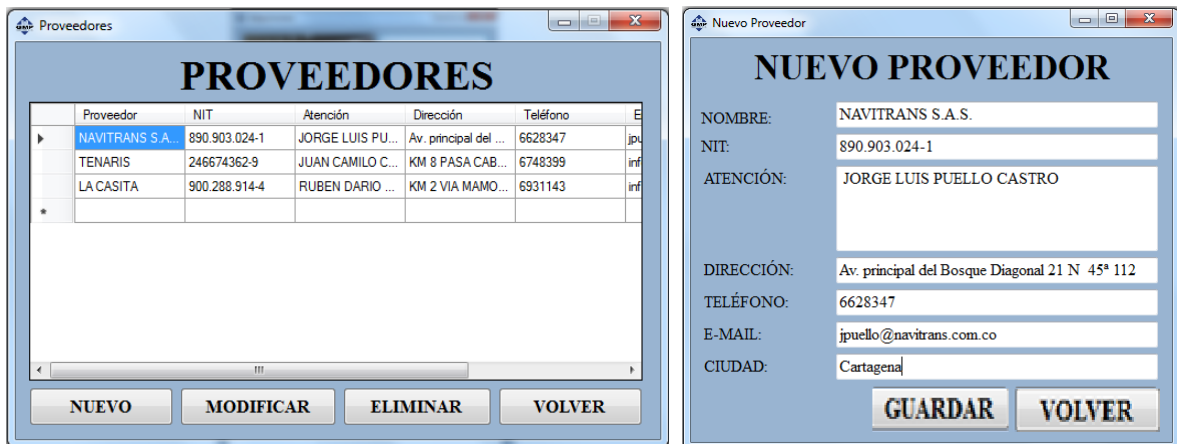
Si el usuario selecciona el sub-módulo “orden de compra” se abrirá una ventana la cual muestra listado de órdenes de compra que se han realizado. Para crear una orden de compra se selecciona “nuevo” y se llenan los datos requeridos.

Figura 35. Listado de órdenes de compra y nueva orden de compra.



Si se selecciona el sub-módulo “proveedores” el sistema mostrará el listado de proveedores de la empresa. Para agregar un proveedor se selecciona “nuevo” y se llenan los datos del proveedor.

Figura 36. Listado de proveedores y agregar proveedor



## 10.6 PLATAFORMA DE DESARROLLO

Para poder utilizar el SIMGMP se necesita que el ordenador cumpla una serie de requerimientos de software y hardware como lo son:

Requerimientos mínimos de hardware:

- Procesador: Intel Core i3, 3.30 GHz
- Tarjeta de video: 512 megas
- RAM: 4 Gigas
- Disco duro: 500 GB

Requerimientos óptimos de hardware:

- Procesador: Intel Core i7, 3.90 GHz.

- Tarjeta de video: 2 Gigas.
- RAM: 8 Gigas
- Disco duro: 1 Tera.

Restricciones o riesgos asociados con el Software:

- Sistema operativo recomendado: Windows 7 o superior.
- Tener instalado Visual Basic, versión reciente.
- Tener instalado Access Data base Engine, versión reciente.
- Tener dentro de la carpeta de instalación SQL.
- Tener SQL.
- Tener guardado en el proyecto la librería jcalendar-1.3.3.

## 11. CONCLUSIONES

- Se realizó una auditoría con el fin de evaluar y diagnosticar el estado actual del departamento de mantenimiento de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S, donde se detectaron falencias en las secciones de sistemas informáticos, gestión de la carga de trabajo, control técnico de instalaciones y equipos; las cuales hacen referencia a aspectos como: Software Especializado de mantenimiento, Programa de Mantenimiento Preventivo, órdenes de trabajo, inventario, codificación y hojas de vida. Estos aspectos se trabajaron durante el desarrollo del proyecto con el fin de mejorar el departamento de mantenimiento de la empresa.
- Se elaboró el inventario de equipos y se implementó un sistema de codificación a los treinta (30) equipos pertenecientes a la empresa para su fácil registro; creando para cada uno de estos fichas técnicas y hojas de vida, con el fin de tener las características principales de cada equipo y llevar el historial de mantenimiento realizado con su respectivo costo.
- Se realizó el análisis de criticidad por medio del método de factores ponderados a los treinta (30) equipos; arrojando como resultado, de la totalidad de los equipos pertenecientes a la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. el 17% son críticos, mientras que el 46% tienen una criticidad media y el 37% hacen parte de los equipos no críticos. Siendo los equipos críticos: MP-EH-01, MP-EH-03, MP-EH-04, MP-MC-04, y MP-BD-01. A los cuales se les estableció prioridades y se debe focalizar el esfuerzo en estos para garantizar el éxito.
- Se aplicó la metodología de análisis de modos y efectos de fallas a los equipos críticos, con el fin de caracterizar y mejorar la confiabilidad de cada uno de estos; se establecieron prioridades y acciones para intentar eliminar o reducir

la posibilidad de que ocurran las fallas potenciales que más vulneran la confiabilidad del equipo.

- Se desarrolló un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos; aplicando a los equipos críticos las actividades proactivas que se recomendaron en el análisis de modos y efectos de fallas y a los medianamente y no críticos actividades estándar de mantenimiento o recomendadas por los fabricantes; estas actividades se organizaron en diferentes intervalos de mantenimiento por horometro o kilometraje del equipo. También se planteó un cronograma específico para los equipos críticos y un cronograma general para el inventario de equipos.
- Se diseñó y elaboró un sistema de gestión de mantenimiento, que para este caso se tituló “Sistema de Información para la gestión del mantenimiento de la empresa GMP INGENIEROS S.A.S. (SIMGMP), en el cual converge o se integra toda la información recogida y generada durante el desarrollo del proyecto. El SIMGMP cuenta con siete módulos que permiten administrar: datos de los equipos, órdenes de trabajo, información de proveedores y productos, el inventario, las compras y adicional a esto, manejar indicadores.

## 12.RECOMENDACIONES

- Alimentar el SIMGMP constantemente con información veraz, a fin de obtener resultados confiables y poder de esta manera tomar decisiones correctas.
- Tener compromiso por parte de todas las personas relacionadas con el departamento de mantenimiento, para que se apropien y sean responsables con las labores propuestas.
- Solicitar que cada persona nueva en el área de mantenimiento sea capacitada a cerca de los procesos que se están ejecutando y así pueda administrar o hacer uso del software de una manera adecuada.
- Realizar capacitaciones técnicas al personal operativo y técnico de mantenimiento para asegurar que estos cumplan con el perfil necesario, garantizando así la correcta ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Evaluar, actualizar y en caso tal, replantear el plan de mantenimiento con el fin de mejorar continuamente.
- Para cada equipo nuevo o adquirido, en caso tal de no ser compatible con una rutina de mantenimiento ya propuesta, generar una nueva que se adecue a los requerimientos del equipo.
- Continuar con la mejora del SIMGMP, adecuando nuevos módulos dependiendo de las nuevas necesidades y requerimientos de la empresa.
- Realizar anualmente la auditoria de mantenimiento para de esta forma, ir corrigiendo falencias que se presenten en la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ LEON, Darío y RIOS ARDILA, Alexander. Diseño e implementación de un sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa FANTAXIAS S.A.S. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2013. P. 89-90.

BEJARANO CARVAJAL, David Antonio. GUERRA BENJUMEA, Jorge Enrique. Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa Pladesan LTDA. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2014. P 87-88.

BOHÓRQUEZ R. Hugo Alexander y PÉREZ S. Víctor Alfonso. Diseño e implementación del sistema de información para la gestión del mantenimiento en la empresa industrias alimenticias Ornelo S.A.S. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2014. p 126-127.

BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento. Material Docente. Colombia, Bucaramanga: Ediciones UIS, 2013. Calidad en el Mantenimiento.

GONZÁLEZ, Francisco. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Fund. Confemetal. 2004 P. 103-171.

LUTZ, Mark. Learning Python, 4ª Edición. Sebastopol, O'Reilly Media. 2009. P. 9.

MORA, Luis. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Primera Edición. México: Alfaomega Grupo Editor. 2009. P.3, 330-332.


NTC-ISO 19011 Norma técnica Colombiana.

SILBERSCHATZ, Abraham. et. al. Fundamentos de bases de datos. Cuarta edición. Madrid: Mc Graw Hill. 2002. P-87.



TORRES, Leandro. Mantenimiento. Su implementación y gestión. Segunda edición. Argentina: Universitas. 2009. P.23-24, 123-139.



# ANEXOS



**ANEXO A. Ficha técnica de la maquinaria y equipos.**



	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		FECHA: 20-11-15
			CODIGO: GMP-REG-MTO-002
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		EDICION: 1
			PAGINA: 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	MINICARGADOR		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	MP-MC-01		
<b>MARCA:</b>	NEW HOLLAND		
<b>REFERENCIA:</b>	L-175		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	NAM417022		
<b>MODELO:</b>	2010		
<b>PROVEEDOR:</b>	RODRIGUEZ Y LONDOÑO		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	NEW HOLLAND	CILINDRADA	2,2 L
REFERENCIA	N844LT	POTENCIA NETA	56 HP
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	173 Nm @ 1700 RPM
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	193 cm	ANCHO	180 cm
LARGO	329 cm	DISTANCIA ENTRE EJES	108 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	17 L	TANQUE COMBUSTIBLE	62.0 L
CARTER DEL MOTOR	8.0 L	SIST. ACEITE HIDRAULICO	32.6 L
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
VELOCIDAD MAXIMA	16.1 km/h	PESO OPERATIVO	2.826 kg
CARGA OPERATIVA	907 kg	CARGA DE VUELCO	1.814 kg
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	55 amp, 12 volt	BATERIA	650 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			



	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	EXCAVADORA HIDRAULICA		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	MP-EH-01		
<b>MARCA:</b>	KOMATSU		
<b>REFERENCIA:</b>	PC-200-LC-8		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	C62673		
<b>MODELO:</b>	2010		
<b>PROVEEDOR:</b>	PRACO DIDACOL		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	KOMATSU	CILINDRADA	6.69 L
REFERENCIA	SAA6D107E-1	POTENCIA NETA	148 HP (110 kW)
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	-
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	304 cm	ANCHO	308 cm
LARGO	948 cm	LONGITUD DE ORUGA	445 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	20.4 L	TANQUE COMBUSTIBLE	400 L
CARTER DEL MOTOR	23.1 L	SIST. ACEITE HIDRAULICO	135 L
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
VELOCIDAD MAXIMA	5.5 km/h	PESO OPERATIVO	20,900 kg
CARGA OPERATIVA	1,17 m3	CARGA DE VUELCO	-
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	35 amp, 24 volt	BATERIA	110 Ah/2 x 12 V
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> "MANUTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
			<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	BULLDOZER		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	MP-BD-01		
<b>MARCA:</b>	CATERPILLAR		
<b>REFERENCIA:</b>	D6N LGP		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	ALY00907		
<b>MODELO:</b>	2004		
<b>PROVEEDOR:</b>	ABOCOL		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	CATERPILLAR	CILINDRADA	6.6 L
REFERENCIA	C6.6 ACERT™	POTENCIA NETA	150 HP (112 kW)
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	-
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	314.5 cm	ANCHO	300 cm
LARGO	522 cm	LONGITUD DE ORUGA	419.4 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	35 L	TANQUE COMBUSTIBLE	299 L
CARTER DEL MOTOR	-	SIST. ACEITE HIDRAULICO	29.5 L
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
VELOCIDAD MAXIMA	11,6 km/h	PESO OPERATIVO	17,791 kg
CARGA OPERATIVA	3.2 m3	CARGA DE VUELCO	N/A
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	95 amp, 24 volt	BATERIA	950 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	MOTONIVELADORA		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	MP-MN-01		
<b>MARCA:</b>	CATERPILLAR		
<b>REFERENCIA:</b>	12H		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	PCBK00361		
<b>MODELO:</b>	2004		
<b>PROVEEDOR:</b>	SIPOR		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	CATERPILLAR	CILINDRADA	8.8 L
REFERENCIA	C-9 ETA VHP	POTENCIA NETA	145 HP (108 kW)
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	988 N.m @ 1000 rpm
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	333.2 cm	ANCHO	244 cm
LARGO	857.1 cm	DISTANCIA ENTRE EJES	608.6 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	44 L	TANQUE COMBUSTIBLE	378 L
CARTER DEL MOTOR	24 L	SIST. ACEITE HIDRAULICO	74 L
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
VELOCIDAD MAXIMA	44 km/h	PESO OPERATIVO	20,783 kg
CARGA OPERATIVA	3.66 m3	CARGA DE VUELCO	N/A
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	35 amp, 24 volt	BATERIA	750 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			



	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	VIBROCOMPACTADOR		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	MP-VC-01		
<b>MARCA:</b>	BOMAG		
<b>REFERENCIA:</b>	BW-212 D-40		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	101582432465		
<b>MODELO:</b>	2011		
<b>PROVEEDOR:</b>	PRACO-DIDACOL		
<b>MOTOR</b>			
<b>FABRICANTE</b>	DEUTZ	<b>CILINDRADA</b>	-
<b>REFERENCIA</b>	BF4M 2012 C	<b>POTENCIA NETA</b>	132 HP (98 kW)
<b>COMBUSTIBLE</b>	DIESEL	<b>TORQUE MAXIMO</b>	-
<b>DIMENSIONES</b>			
<b>ALTURA</b>	298.5 cm	<b>ANCHO</b>	225 cm
<b>LARGO</b>	584 cm	<b>DISTANCIA ENTRE EJES</b>	296 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
<b>SISTEMA REFRIGERACION</b>	16 L	<b>TANQUE COMBUSTIBLE</b>	250 L
<b>CARTER DEL MOTOR</b>	10 L	<b>SIST. ACEITE HIDRAULICO</b>	60 L
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
<b>VELOCIDAD MAXIMA</b>	10 km/h	<b>PESO OPERATIVO</b>	10,900 kg
<b>CARGA OPERATIVA</b>	N/A	<b>CARGA DE VUELCO</b>	N/A
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
<b>ALTERNADOR</b>	- amp, 12 volt	<b>BATERIA</b>	-
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			



	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	RETROCARGADOR		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	MP-RC-01		
<b>MARCA:</b>	CATERPILLAR		
<b>REFERENCIA:</b>	430D		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	HBNK06491		
<b>MODELO:</b>	2005		
<b>PROVEEDOR:</b>	SIPOR		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	CATERPILLAR	CILINDRADA	4.4 L
REFERENCIA	3054C DIT	POTENCIA NETA	97 HP (72 kW)
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	405 N.m (299 lb ft)
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	277 cm	ANCHO	368.9 cm
LARGO	733.4 cm	DISTANCIA ENTRE EJES	210 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	15.9 L	TANQUE COMBUSTIBLE	128.7 L
CARTER DEL MOTOR	7.6 L	SIST. ACEITE HIDRAULICO	79 L
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
VELOCIDAD MAXIMA	32 km/h	PESO OPERATIVO	16,217 kg
CARGA OPERATIVA	1.961 kg	CARGA DE VUELCO	21,605 kg
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	120 amp, 12 volt	BATERIA	880 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
<b>PAGINA:</b> 1 de 1			
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	CARRO TALLER		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	ET-CT-01		
<b>MARCA:</b>	INTERNATIONAL		
<b>REFERENCIA:</b>	DT466		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	T-1229		
<b>MODELO:</b>	2006		
<b>PROVEEDOR:</b>	BARCOL INTERNATIONAL CORP		
<b>MOTOR</b>			
<b>FABRICANTE</b>	NAVISTAR	<b>CILINDRADA</b>	7.6 L
<b>REFERENCIA</b>	DT 466	<b>POTENCIA MAXIMA</b>	225 HP
<b>COMBUSTIBLE</b>	DIESEL	<b>TORQUE MAXIMO</b>	560 lb ft @ 1,400 rpm
<b>DIMENSIONES</b>			
<b>ALTURA</b>	316 cm	<b>ANCHO</b>	294 cm
<b>LARGO</b>	949.7 cm	<b>DISTANCIA ENTRE EJES</b>	599.4 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
<b>SISTEMA REFRIGERACION</b>	20 L	<b>TANQUE COMBUSTIBLE</b>	378 L
<b>CARTER DEL MOTOR</b>	12 L	<b>SIST. ACEITE HIDRAULICO</b>	-
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
<b>CAPACIDAD DELANTERA</b>	12,000 lbs	<b>PESO BRUTO VEHICULAR</b>	35,000 lbs
<b>CAPACIDAD TRASERA</b>	23,000 lbs	<b>PESO VEHICULAR</b>	18,000 lbs
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
<b>ALTERNADOR</b>	Delco Remy, 22-SI, 12V, 100A	<b>BATERIA</b>	2 Baterias, 12V, 1,300 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	CAMIONETA ESTACAS		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	ET-CE-01		
<b>MARCA:</b>	KIA		
<b>REFERENCIA:</b>	K2700		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	TTZ-965		
<b>MODELO:</b>	2013		
<b>PROVEEDOR:</b>	-		
<b>MOTOR</b>			
<b>FABRICANTE</b>	KIA	<b>CILINDRADA</b>	2.7 L
<b>REFERENCIA</b>	J2 2.7L	<b>POTENCIA MAXIMA</b>	80 HP @ 4,150 rpm
<b>COMBUSTIBLE</b>	DIESEL	<b>TORQUE MAXIMO</b>	17 N.m @ 2,400 rpm
<b>DIMENSIONES</b>			
<b>ALTURA</b>	200 cm	<b>ANCHO</b>	174 cm
<b>LARGO</b>	482 cm	<b>DISTANCIA ENTRE EJES</b>	241.5 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
<b>SISTEMA REFRIGERACION</b>	7 L	<b>TANQUE COMBUSTIBLE</b>	60 L
<b>CARTER DEL MOTOR</b>	10 L	<b>SIST. ACEITE HIDRAULICO</b>	-
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
<b>CAPACIDAD DELANTERA</b>	1,300 lbs	<b>PESO BRUTO VEHICULAR</b>	3,600 lbs
<b>CAPACIDAD TRASERA</b>	2,300 lbs	<b>PESO VEHICULAR</b>	6,300 lbs
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
<b>ALTERNADOR</b>	55 amp, 12V	<b>BATERIA</b>	650 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
			<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	TRACTOCAMION		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	ET-TC-01		
<b>MARCA:</b>	INTERNATIONAL		
<b>REFERENCIA:</b>	9400i		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	TSN-767		
<b>MODELO:</b>	2012		
<b>PROVEEDOR:</b>	NAVITRANS		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	CUMMINS	CILINDRADA	14,945 L
REFERENCIA	ISX-435-EPA 98	POTENCIA MAXIMA	463 HP
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	1,650 lb ft @ 1,200 rpm
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	3,24 cm	ANCHO	242.8 cm
LARGO	797,5 cm	DISTANCIA ENTRE EJES	525.7 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	30 L	TANQUE COMBUSTIBLE	1,136 L
CARTER DEL MOTOR	25 L	SIST. ACEITE HIDRAULICO	-
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
CAPACIDAD DELANTERA	14,000 lbs	PESO BRUTO VEHICULAR	60,000 lbs
CAPACIDAD TRASERA	46,000 lbs	PESO VEHICULAR	-
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	Delco Remy 12V, 160A	BATERIA	(4) 12V, 2,600 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	CARRO TANQUE		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	ET-CQ-01		
<b>MARCA:</b>	INTERNATIONAL		
<b>REFERENCIA:</b>	DURASTAR		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	SZN-708		
<b>MODELO:</b>	2013		
<b>PROVEEDOR:</b>	-		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	NAVISTAR	CILINDRADA	7.6 L
REFERENCIA	DT 466	POTENCIA MAXIMA	225 HP
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	560 lb ft @ 1,400 rpm
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	312 cm	ANCHO	293 cm
LARGO	949.7 cm	DISTANCIA ENTRE EJES	599.4 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	20 L	TANQUE COMBUSTIBLE	378 L
CARTER DEL MOTOR	12 L	SIST. ACEITE HIDRAULICO	-
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
CAPACIDAD DELANTERA	12,000 lbs	PESO BRUTO VEHICULAR	35,000 lbs
CAPACIDAD TRASERA	23,000 lbs	PESO VEHICULAR	18,000 lbs
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	Delco Remy, 22-SI, 12V, 100A	BATERIA	2 Baterias, 12V, 1,300 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	CAMION GRUA		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	ET-CG-01		
<b>MARCA:</b>	INTERNATIONAL		
<b>REFERENCIA:</b>	DURASTAR		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	WCV-639		
<b>MODELO:</b>	2014		
<b>PROVEEDOR:</b>	NAVITRANS		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	NAVISTAR	CILINDRADA	7.6 L
REFERENCIA	DT 466	POTENCIA MAXIMA	225 HP
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	560 lb ft @ 1,400 rpm
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	yyy	ANCHO	292 cm
LARGO	949.7 cm	DISTANCIA ENTRE EJES	599.4 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	20 L	TANQUE COMBUSTIBLE	378 L
CARTER DEL MOTOR	12 L	SIST. ACEITE HIDRAULICO	-
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
CAPACIDAD DELANTERA	12,000 lbs	PESO BRUTO VEHICULAR	35,000 lbs
CAPACIDAD TRASERA	23,000 lbs	PESO VEHICULAR	18,000 lbs
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	Delco Remy, 22-SI, 12V, 100A	BATERIA	2 Baterias, 12V, 1,300 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	CONCRETERA PORTATIL		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	ET-CP-01		
<b>MARCA:</b>	DIECI		
<b>REFERENCIA:</b>	L3500		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	LH6820743		
<b>MODELO:</b>	2015		
<b>PROVEEDOR:</b>	PRACO-DIDACOL		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	IVECO	CILINDRADA	4.5 L
REFERENCIA	NEF	POTENCIA MAXIMA	101 HP (74 kW)
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	-
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	355 cm	ANCHO	233 cm
LARGO	503 cm	DISTANCIA ENTRE EJES	250 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
PALA DE CARGA	500 L	TANQUE COMBUSTIBLE	-
CARTER DEL MOTOR	-	TANQUE AGUA	700 L
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
CAPACIDAD DELANTERA	13,890 lbs	PESO BRUTO VEHICULAR	66,000 lbs
CAPACIDAD TRASERA	14,330 lbs	PESO VEHICULAR	13,800 lbs
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	-	BATERIA	-
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
<b>PAGINA:</b> 1 de 1			
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	MOTOSOLDADOR		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	EI-MS-01		
<b>MARCA:</b>	LINCOLN		
<b>REFERENCIA:</b>	RANGER 305D		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	U1100805162		
<b>MODELO:</b>	2015		
<b>PROVEEDOR:</b>	-		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	KUBOTA	CILINDRADA	0.8 L
REFERENCIA	D722	POTENCIA MAXIMA	18.8 HP @ 3600 RPM
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	-
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	75.9 cm	ANCHO	54.6 cm
LARGO	132.7 cm	DISTANCIA ENTRE EJES	N/A
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	3.6 L	TANQUE COMBUSTIBLE	45 L
CARTER DEL MOTOR	3.2 L	SIST. ACEITE HIDRAULICO	N/A
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
POTENCIA PICO	10,000 W	VOLTAJE	220V / 60 Hz
POTENCIA CONTINUA	9,500 W	PESO	698 lbs
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	N/A	BATERIA	12V, 550 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		<b>FECHA:</b> 20-11-15
	<b>REGISTRO:</b> "FICHA TECNICA"		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-002
			<b>EDICION:</b> 1
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	VOLQUETA DOBLE TROQUE		
<b>CODIGO INTERNO:</b>	ET-VD-01		
<b>MARCA:</b>	INTERNATIONAL		
<b>REFERENCIA:</b>	WORKSTAR 7600		
<b>NUMERO DE IDENTIFICACION:</b>	SNS-444		
<b>MODELO:</b>	2013		
<b>PROVEEDOR:</b>	NAVITRANS		
<b>MOTOR</b>			
FABRICANTE	CUMMINS	CILINDRADA	11 L
REFERENCIA	ISM 350V	POTENCIA MAXIMA	350 HP @ 2,100 rpm
COMBUSTIBLE	DIESEL	TORQUE MAXIMO	1,450 lb ft @ 1,200 rpm
<b>DIMENSIONES</b>			
ALTURA	316 cm	ANCHO	289 cm
LARGO	822.7 cm	DISTANCIA ENTRE EJES	556.2 cm
<b>CAPACIDAD DE DEPOSITO</b>			
SISTEMA REFRIGERACION	20 L	TANQUE COMBUSTIBLE	378 L
CARTER DEL MOTOR	12 L	SIST. ACEITE HIDRAULICO	-
<b>RENDIMIENTO Y PESO</b>			
CAPACIDAD DELANTERA	20,000 lbs	PESO BRUTO VEHICULAR	66,000 lbs
CAPACIDAD TRASERA	46,000 lbs	PESO VEHICULAR	17,373 lbs
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>			
ALTERNADOR	Leece-Neville BLP2309 12V160A	BATERIA	12V, 2,250 CCA
<b>ACCESORIOS</b>			
No tiene ningun tipo de accesorio.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Para mayor información consultar catalogo del equipo.			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

**ANEXO B. Inspección diaria de maquinaria y equipos.**


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 25-02-16
		<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BULLDOZER</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el nivel de aceite del motor	Limpiar, inspeccionar o reemplazar el filtro de la cabina de aire fresco	
Comprobar el nivel de aceite del sistema hidráulico	Revisar si hay piezas torcidas, rotas, flojas o faltantes	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Revisar que no haya alambres desgastados o deshilachados y conexiones flojas o corroídas	
Comprobar el nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento	Revisar que no haya fugas, abrazaderas faltantes o flojas, mangueras retorcidas y líneas o mangueras que rozan contra sí mismas o contra otros componentes	
Probar la alarma de retroceso	Inspeccionar el cinturón de seguridad	
Comprobar los frenos, indicadores y medidores	Probar funcionamiento del freno de estacionamiento	
Caminar alrededor de la máquina para asegurarse que no haya nadie cerca antes de ponerla en marcha	Limpiar las aletas del radiador y del enfriador de aceite	
Probar la alarma de retroceso	Revisar que los pedales y palancas se muevan libremente.	
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 25-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EXCAVADORA HIDRAULICA</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el nivel de aceite del motor	Revisar si hay piezas torcidas, rotas, flojas o faltantes	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Revisar que no haya alambres desgastados o deshilachados y conexiones flojas o corroídas	
Comprobar el nivel del depósito hidráulico	Revisar que no haya fugas, abrazaderas faltantes o flojas, mangueras retorcidas y líneas o mangueras que rozan contra sí mismas o contra otros componentes	
Comprobar el nivel del depósito del refrigerante	Inspeccionar el cinturón de seguridad	
Revisar los puntos de engrase de la excavadora	Probar funcionamiento del freno de estacionamiento	
Revisar que los pedales y palancas se muevan libremente.	Caminar alrededor de la máquina para asegurarse que no haya nadie cerca antes de ponerla en marcha	
Limpiar las aletas del radiador y del enfriador de aceite	Limpiar el puesto del operador	
Probar alarma de retroceso		
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 25-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MINICARGADOR</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el nivel de aceite del motor	Comprobar el funcionamiento de la barra de restricción del asiento y función de interbloqueo	
Comprobar el nivel de aceite del depósito hidráulico	Revisar si hay piezas torcidas, rotas, flojas o faltantes	
Comprobar el nivel del depósito del refrigerante	Revisar que no haya alambres desgastados o deshilachados y conexiones flojas o corroídas	
Comprobar presión y estado de las ruedas delanteras y traseras	Revisar que no haya fugas, abrazaderas faltantes o flojas, mangueras retorcidas y líneas o mangueras que rozan contra sí mismas o contra otros componentes	
Inspeccionar - limpiar el refrigerador de aceite hidráulico	Lubricar en los puntos de engrase de la cargadora	
Comprobar el bloqueo de los controles de dirección y de la cargadora	Limpiar el puesto del operador	
Caminar alrededor de la máquina para asegurarse que no haya nadie cerca antes de ponerla en marcha	Revisar que los pedales y palancas se muevan libremente.	
Probar alarma de retroceso	Inspeccionar el cinturón de seguridad	
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 25-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MOTONIVELADORA</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el nivel de aceite del motor	Lubricar parte superior del círculo	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión y el diferencial	Lubricar dientes del piñón del mando del círculo	
Comprobar el nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento	Revisar los neumáticos en busca de desgaste, cortes y daños	
Comprobar el nivel de aceite del sistema hidráulico	Revisar si hay piezas torcidas, rotas, flojas o faltantes	
Comprobar los frenos, indicadores y medidores	Revisar que no haya alambres desgastados o deshilachados y conexiones flojas o corroídas	
Probar la alarma de retroceso	Revisar que no haya fugas, abrazaderas faltantes o flojas, mangueras retorcidas y líneas o mangueras que rozan contra sí mismas o contra otros componentes	
Drenar el separador de agua del sistema de combustible	Caminar alrededor de la máquina para asegurarse que no haya nadie cerca antes de ponerla en marcha	
Inspeccionar el cinturón de seguridad		
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 25-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO VIBROCOMPACTADORA</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el nivel de aceite del motor	Probar la alarma de retroceso	
Comprobar el nivel de aceite hidráulico	Inspeccionar el cinturón de seguridad	
Comprobar el separador de agua	Revisar los neumáticos en busca de desgaste, cortes y daños	
Comprobar el separador previo de polvo	Revisar si hay piezas torcidas, rotas, flojas o faltantes	
Comprobar la reserva de combustible	Revisar que no haya alambres desgastados o deshilachados y conexiones flojas o corroídas	
Comprobar los frenos, indicadores y medidores	Revisar que no haya fugas, abrazaderas faltantes o flojas, mangueras retorcidas y líneas o mangueras que rozan contra sí mismas o contra otros componentes	
Caminar alrededor de la máquina para asegurarse que no haya nadie cerca antes de ponerla en marcha	Comprobar los frenos, indicadores y medidores	
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 25-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RETROCARGADOR</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el nivel de aceite del motor	Lubricar en los puntos de engrase de la cargadora	
Comprobar el nivel del depósito del refrigerante	Lubricar en los puntos de engrase de la retroexcavadora	
Comprobar el nivel del depósito hidráulico	Inspeccionar el cinturón de seguridad	
Comprobar el nivel de aceite del eje delantero y trasero	Revisar los neumáticos en busca de desgaste, cortes y daños	
Comprobar el nivel de aceite en la transmisión	Revisar si hay piezas torcidas, rotas, flojas o faltantes	
Revisar el estado y la presión de los neumáticos	Revisar que no haya alambres desgastados o deshilachados y conexiones flojas o corroídas	
Inspeccionar, lubricar y limpiar el asiento	Revisar que no haya fugas, abrazaderas faltantes o flojas, mangueras retorcidas y líneas o mangueras que rozan contra sí mismas o contra otros componentes	
Probar la alarma de retroceso	Comprobar los frenos, indicadores y medidores	
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 25-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CAMIONETA ESTACAS</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el nivel de aceite del motor	Revisar si hay piezas torcidas, rotas, flojas o faltantes	
Comprobar nivel de refrigerante de motor	Revisar Luces, pito	
Comprobar nivel de fluido de freno	Revisar Brazos limpiadores, plumillas	
Comprobar los frenos, indicadores y medidores	Revisar Vidrios, espejos, Latonería y pintura	
Probar la alarma de retroceso	Revisar que no haya alambres desgastados o deshilachados y conexiones flojas o corroídas	
Inspeccionar el cinturón de seguridad	Revisar que no haya fugas, abrazaderas faltantes o flojas, mangueras retorcidas y líneas o mangueras que rozan contra sí mismas o contra otros componentes	
Revisar los neumáticos en busca de desgaste, cortes y daños		
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 25-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO VEHICULO DE TRANSPORTE INTERNATIONAL</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Revisar banda del ventilador, si esta floja o dañada	Nivel del líquido de la batería	
Comprobar el nivel de aceite del motor	Condensación en el tanque de aire (drenado de agua)	
Comprobar el nivel del refrigerante del motor	Daños en los muelles de hojas	
Comprobar el nivel de líquido de la dirección hidráulica	Fugas de aceite, refrigerante, combustible, líquido de frenos o líquido de dirección hidráulica	
Comprobar funcionamiento de medidores, indicadores, luces de advertencia/indicadores	Profundidad de la banda de rodadura	
Verificar la capacidad de arranque del motor, ruido y color anormales de las emisiones del escape	Funcionamiento del sistema de embrague	
Verificar el juego libre del pedal de freno	Posición y juego libre de la dirección	
Sonido del escape proveniente de la válvula de freno	Nivel de combustible	
Aumento en la presión de aire	Funcionamiento de los bloqueos de las puertas	
Carrera de la palanca del freno de estacionamiento	Efectividad de los frenos	
Comprobar presión de aire de los neumáticos, grietas y otros daños de los neumáticos	Comprobación del motor a bajas velocidades y durante la aceleración	
Encendido, destello, manchas o daños en las luces		
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 25-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TRACTOCAMION</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Revisar banda del ventilador, si esta floja o dañada	Nivel del líquido de la batería	
Comprobar el nivel de aceite del motor	Condensación en el tanque de aire (drenado de agua)	
Comprobar el nivel del refrigerante del motor	Daños en los muelles de hojas	
Comprobar el nivel de líquido de la dirección hidráulica	Fugas de aceite, refrigerante, combustible, líquido de frenos o líquido de dirección hidráulica	
Comprobar funcionamiento de medidores, indicadores, luces de advertencia/indicadoras	Profundidad de la banda de rodadura	
Verificar la capacidad de arranque del motor, ruido y color anormales de las emisiones del escape	Funcionamiento del sistema de embrague	
Verificar el juego libre del pedal de freno	Posición y juego libre de la dirección	
Sonido del escape proveniente de la válvula de freno	Nivel de combustible	
Aumento en la presión de aire	Funcionamiento de los bloqueos de las puertas	
Carrera de la palanca del freno de estacionamiento	Efectividad de los frenos	
Comprobar presión de aire de los neumáticos, grietas y otros daños de los neumáticos	Comprobación del motor a bajas velocidades y durante la aceleración	
Encendido, destello, manchas o daños en las luces		
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"		FECHA: 25-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"		CODIGO: GMP-REG-MTO-007
			EDICION: 1
			PAGINA: 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MIXER L3500</b>			
<b>INSPECCION DIARIA</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>	
Revisar estado y tension de correas		Filtro de aire	
Revisar climatizador		Saturación de los radiadores	
Inspeccion de filtros (aire, aceite de motor, aceite hidráulico, carburante, climatizador, cabina)		Comprobar funcionamiento de medidores, indicadores, luces de advertencia/indicadoras	
Comprobar freno de estacionamiento		Verificar la capacidad de arranque del motor, ruido y color anormales de las emisiones del escape	
Nivel de electrolitos y carga de batería		Comprobar estado de los neumáticos, grietas y otros daños de los neumáticos	
Nivel de aceite hidráulico		Encendido, destello, manchas o daños en las luces	
Nivel aceite del motor		Fugas de aceite, refrigerante, combustible o líquido de frenos	
Nivel de agua del radiador		Nivel de combustible	
Luces		Efectividad de los frenos	
Radiadores		Señalización acústica de la marcha atrás accionada	
Dispositivos de seguridad			
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>			
<b>CARGO</b>			
<b>NOMBRE</b>			
<b>FIRMA</b>			

	<b>PROCESO:</b> <b>"MANTENIMIENTO"</b>	<b>FECHA:</b> 25-02-16
	<b>REGISTRO:</b> <b>"PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"</b>	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-007
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MOTOSOLDADOR</b>		
<b>INSPECCION DIARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Llenar tanque de combustible	Revisar línea de admisión de aire, grietas o conexiones sueltas	
Revisar nivel de aceite	Revisar línea de admisión de aire / área de escape y radiador en caso de suciedad limpiar	
Revisar nivel de refrigerante	Revisar la tensión de la correa del alternador y su uso	
Revisar filtro de aire y limpiar en caso de suciedad		
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		


**ANEXO C. Intervalos de mantenimiento de maquinaria y equipos.**


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 26-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-008
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BULLDOZER</b>		
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Inspeccionar las cuchillas y cantoneras	Limpiar la rejilla magnética de la transmisión	
Reemplazar el cilindro del auxiliar de arranque con éter	Llenar el depósito del lavaparabrisas	
Comprobar la posición de la rueda loca delantera	Limpiar las ventanas	
Cebiar el sistema de combustible	Limpiar el antefiltro del aire del motor	
Reemplazar fusibles y disyuntores	Cambiar elemento primario del filtro de aire del motor	
Limpiar o reemplazar la tapa de presión del radiador	Cambiar elemento secundario del filtro de aire del motor	
Limpiar el núcleo del radiador	Reemplazar el cinturón de seguridad	
Inspeccionar o reemplazar las puntas del desgarrador	Añadir prolongador de refrigerante de larga duración	
<b>CADA 100 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Limpiar, inspeccionar o reemplazar el filtro de la cabina de recirculación	Lubricar los pasadores de la inclinación y orientación hidráulica	
Lubricar el pasador central de la barra compensadora	Lubricar el varillaje y cojinetes del cilindro del desgarrador	
<b>CADA 250 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Cambiar el aceite del motor	Comprobar o ajustar la cadena	
Cambiar el filtro de aceite del motor	Comprobar el nivel de aceite del compartimiento del resorte tensor	
Cambiar o limpiar el filtro y colador de la tapa del tanque de combustible	Limpiar el antefiltro del aire del motor	
Cambiar el filtro de carga de la dirección	Limpiar el elemento primario y secundario del filtro de aire del motor	

Cambiar el filtro de aceite del sistema hidráulico	Lubricar pasadores de la barra compensadora
Comprobar el nivel de aceite de los mandos finales	Drenar el filtro primario del sistema de combustible o el separador de agua
Comprobar el nivel de aceite del eje pivote	Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible
Inspeccionar la correa auxiliar de distribución	Revisar aspas del ventilador
<b>CADA 500 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Reemplazar el primer filtro del sistema de combustible	Reemplazar el tercer filtro del sistema de combustible
Reemplazar el segundo filtro del sistema de combustible	Revisión de nivel de electrolito de la batería y de bornes
<b>CADA 1000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Comprobar o ajustar la luz de las válvulas del motor	Cambiar el filtro de aceite de la transmisión
Inspeccione pernos flojos o dañados de la estructura ROPS	Cambiar el aceite de la transmisión
<b>CADA 2000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Inspeccionar el bastidor de rodillos inferiores	Cambiar el termostato del agua del sistema de enfriamiento
Cambiar el aceite de los mandos finales	Cambiar el refrigerante de larga duración del sistema de enfriamiento
Cambiar el aceite del sistema hidráulico	
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>NOMBRE</b>	
<b>FIRMA</b>	

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 26-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-008
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EXCAVADORA HIDRAULICA</b>		
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el nivel de depósito del lavaparabrisas	Lubricar las correderas del asiento	
Cambiar filtros de aire del motor	Limpieza del tamiz de entrada del tanque de combustible	
Cambiar filtro de aceite hidráulico - Si la luz de advertencia se enciende	Revisión del tamiz de admisión de aire del radiador	
Revisar y apretar las abrazaderas de las mangueras del refrigerante	Revisión y ajuste del huelgo de cadenas de oruga	
<b>CADA 100 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Lubricar en los pasadores de traba del acoplador hidráulico	Lubricar las correderas de la excavadora en ambos lados	
Limpiar el silenciador del supresor de chispas	Lubricar los pedales de giro o pedal de la pala extensible	
<b>CADA 250 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Cambiar el aceite del motor	Drenar el agua del filtro principal de combustible	
Cambiar el filtro de aceite del motor	Lubricar las juntas del compresor (Poner en marcha el aire acondicionado)	
Revisar la tensión de la correa de ventilador/alternador o de aire acondicionado	Revisar aspas del ventilador	
Drenar el agua del depósito del combustible		
<b>CADA 500 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Verificar que los pares de apriete de los tornillos del techo de la cabina, estructura inferior, asiento del operador, cinturón de seguridad, sean los correctos	Cambiar el filtro de combustible	

Inspeccionar conexiones y mangueras de sistema hidráulico	Revisión de nivel de electrolito de la batería y de bornes
<b>CADA 1000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar el aceite hidráulico	Limpiar los filtros de aire de la cabina
Cambiar filtro del sistema hidráulico	Chequear el juego de las válvulas del motor
<b>CADA 2000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante	Cambiar el filtro de aire de la cabina
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>NOMBRE</b>	
<b>FIRMA</b>	

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	FECHA: 26-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	CODIGO: GMP-REG-MTO-008
		EDICION: 1
		PAGINA: 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MINICARGADOR</b>		
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Cambiar de filtros de combustible - Si el motor resulta difícil de arrancar o no tiene suficiente potencia	Cambiar los filtros de aire primario y secundario del motor	
<b>CADA 250 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Engrase de pivotes de varillaje y cilindro de cargadora	Cambiar el filtro de aceite del motor	
Revisión nivel de aceite de la transmisión final	Lubricar la manilla de bloqueo del acoplador del accesorio	
Limpiar el silenciador de supresor de chispas	Drenar el agua del filtro de combustible	
Cambiar el aceite del motor	Revisar aspas del ventilador	
<b>CADA 500 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Inspeccionar la estructura protectora contra vuelcos (ROPS)	Cambiar el filtro del aceite hidráulico	
Inspeccionar conexiones y mangueras de sistema hidráulico	Cambiar los filtros primario y secundario de combustible	
Inspeccionar la tensión de la correa del ventilador	Comprobación del nivel de fluido de la batería y limpieza de los bornes	
Cambiar el aceite de la transmisión final		
<b>CADA 1000 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar la holgura de las válvulas del motor	Drenaje de agua y sedimentos del depósito de combustible	
Inspeccionar, limpiar o sustituir el filtro de la cabina	Cambiar el aceite del depósito hidráulico	
<b>CADA 2000 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante		
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 26-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-008
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MOTONIVELADORA</b>		
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Inspeccionar o reemplazar las puntas del desgarrador	Llenar el depósito del lavaparabrisas	
Reemplazar las correas auxiliares de la distribución	Comprobar o ajustar el juego axial de la articulación de la rótula de la barra de tiro	
Comprobar, ajustar o reemplazar la rótula del cilindro de levantamiento de la hoja	Limpiar el núcleo del radiador	
Comprobar el acumulador del freno	Reemplazar el receptor-secador (Refrigerante)	
Ajuste de la cámara	Reemplazar el cilindro del auxiliar de arranque con éter	
Comprobar, ajustar o reemplazar la rótula del cilindro del desplazador del círculo	Reemplazar fusibles	
Comprobar o ajustar el espacio libre para el círculo	Inspeccionar, ajustar o reemplazar la banda de desgaste de la vertedera	
Comprobar el nivel del aceite del mando del círculo	Inspeccionar el filtro de aceite	
Rearmar los disyuntores	Limpiar el radiador	
Limpiar el condensador del refrigerante	Reemplazar el respiradero del cárter	
Inspeccionar o reemplazar las cuchillas y cantoneras	Reemplazar el elemento secundario del filtro de aire del motor	
Limpiar o reemplazar el elemento primario del filtro de aire del motor	Reemplazar el cinturón de seguridad	
Inspeccionar o reemplazar los dientes del escarificador	Añadir prolongador de refrigerante de larga duración	
Inspeccionar o reemplazar el limpiaparabrisas		
<b>CADA 100 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el inflado de los neumáticos	Lubricar la rótula de la barra de tiro	
Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible	Lubricar los cojinetes del pivote de dirección	
Inspeccionar la correa auxiliar de distribución	Lubricar los cojinetes del cilindro del desgarrador	

Limpiar o reemplazar el filtro de aire de la cabina	Lubricar la rótula del eslabón del levantamiento del escarificador
Probar la dirección secundaria	Lubricar los tirantes y extremos de los cilindros de la dirección
Lubricar cojinetes de la articulación	Lubricar los cojinetes de la barra de inclinación de las ruedas
Lubricar cojinetes de oscilación del eje	Lubricar los cojinetes de inclinación de las ruedas
Lubricar la rótula del cilindro de levantamiento de la hoja	Lubricar los cojinetes del cilindro de inclinación de las ruedas
Lubricar la rótula del cilindro del desplazador del círculo	Lubricar el dispositivo de levantamiento de la herramienta
Lubricar y limpiar la barra de traba del desplazador del círculo	
<b>CADA 250 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar el aceite del motor	Revisar aspas del ventilador
Cambiar el filtro de aceite del motor	
<b>CADA 500 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar el filtro de aceite de los controles del accesorio	Comprobar el nivel de aceite del cojinete de las ruedas delanteras
Cambiar el filtro de aceite del retorno del tanque hidráulico	Comprobar el interruptor de parada del motor
Reemplazar el primer filtro del sistema de combustible	Cebear el sistema de combustible
Reemplazar el segundo filtro del sistema de combustible	Limpiar la tapa y colador del tanque de combustible
Cambiar o limpiar el filtro de aceite y rejillas de la transmisión y del diferencial	Limpiar o reemplazar el respiradero del tándem
Comprobar el nivel de aceite del grupo de engranajes	Revisión de nivel de electrolito de la batería y de bornes
Comprobar el nivel de aceite del mando del tándem	
<b>CADA 1000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Comprobar el juego de las válvulas del motor	Cambiar el aceite del sistema hidráulico
Cambiar el aceite de la transmisión y del diferencial	Comprobar el acumulador de amortiguación de la hoja
Cambiar el filtro de aceite del sistema de tracción de todas las ruedas	Inspeccionar pernos flojos o dañados de la estructura ROPS


<b>CADA 2000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Inspeccionar o reemplazar la batería o cable de batería	Cambiar el aceite del mando del círculo
Limpiar el condensador del refrigerante	Cambiar el aceite del grupo de engranajes del sistema de tracción a todas las ruedas
Limpiar o reemplazar la tapa de presión del sistema de enfriamiento	Cambiar el aceite del mando del tándem
Inspeccionar el amortiguador de vibraciones del cigüeñal	Cambiar el aceite del cojinete de las ruedas delanteras
Inspeccionar las rotaválvulas del motor	Cambiar el termostato del agua del sistema de enfriamiento
Limpiar la bobina del evaporador y bobina del calentador	Cambiar el refrigerante de larga duración del sistema de enfriamiento
Limpiar el núcleo del radiador	
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>NOMBRE</b>	
<b>FIRMA</b>	


	<b>PROCESO:</b> <b>"MANTENIMIENTO"</b>	<b>FECHA:</b> 26-02-16
	<b>REGISTRO:</b> <b>"PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"</b>	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-008
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO VIBROCOMPACTADORA</b>		
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Limpiar o reemplazar el cartucho filtrante de aire de combustión		Cambiar los neumáticos
Reajustar los rascadores		Cambiar el filtro de aire fresco de la cabina
Reajustar el freno de estacionamiento		
<b>CADA 250 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar el aceite del motor		Comprobar el nivel de aceite en los cubos de las ruedas
Cambiar el filtro de aceite del motor		Comprobar el nivel de aceite en el cojinete de vibración
Comprobar la presión de inflado de los neumáticos		Limpiar las aletas refrigerantes del radiador del motor y del radiador del aceite hidráulico
Comprobar el nivel de aceite en el eje de accionamiento		Revisar aspas del ventilador
<b>CADA 500 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Comprobar el nivel de agua destilada en las baterías y usar grasa para sus polos		Cambiar el filtro de combustible
Limpiar, revisar el sistema de aire acondicionado		Cambiar el filtro previo del combustible
Revisar la tensión de la correa trapezoidal del compresor frigorífico		Drenar el agua del depósito del combustible

<b>CADA 1000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Comprobar la fijación del eje en el bastidor	Limpiar el filtro de aire en baño de aceite
Comprobar el par de apriete de las ruedas	Regular las válvulas del motor
Revisar o cambiar la correa trapezoidal de la distribución	Cambiar el aceite de los cubos de las ruedas
Comprobar fijaciones del motor diesel	Cambiar el aceite del eje de accionamiento
Comprobar la estructura antivuelco (ROPS)	Cambiar el aceite en el cojinete de vibración
<b>CADA 2000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante	Reparar el sistema hidráulico
Cambiar el filtro del aceite hidráulico y de ventilación	Comprobar las válvulas de inyección
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>NOMBRE</b>	
<b>FIRMA</b>	


	<b>PROCESO:</b> <b>"MANTENIMIENTO"</b>	<b>FECHA:</b> 26-02-16
	<b>REGISTRO:</b> <b>"PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"</b>	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-008
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RETROCARGADOR</b>		
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Comprobar el nivel de depósito del lavaparabrisas		Revisar y apretar las abrazaderas de las mangueras del refrigerante
Cambiar filtros de aire - Si la luz de advertencia se enciende		Lubricar las correderas del asiento
Cambiar filtro de aceite hidráulico - Si la luz de advertencia se enciende		Cambiar filtros de aire del motor
<b>CADA 100 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Lubricar en los pasadores de traba del acopiador hidráulico		Revisar la presión y el par de apriete de los neumáticos
Lubricar en los puntos de engrase del eje delantero: Pasadores principales, Pivote del eje delantero		Limpiar el silenciador del supresor de chispas
Lubricar las correderas de La extendexcavadora en ambos lados		Lubricar los pedales de giro o pedal de la pala extensible
Drenar el agua del filtro principal de combustible		
<b>CADA 250 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar el aceite del motor		Lubricar Las estrías de deslizamiento de La transmisión del eje delantero y trasero
Cambiar el filtro de aceite del motor		Drenar el agua del depósito del combustible
Limpiar el respiradero de los ejes delantero y trasero		Lubricar Las juntas del compresor (Poner en marcha el aire acondicionado)
Revisar la tensión de la correa de ventilador/alternador o de aire acondicionado		Revisar aspas del ventilador
<b>CADA 500 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar el filtro de combustible		Comprobar el nivel de agua destilada en las baterías
Verificar que los pares e apriete e los tornillos del techo de la cabina, estructura interior, asiento del operador, cinturón de seguridad, sean los correctos		

<b>CADA 1000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar el aceite de la transmisión	Cambiar filtro de la transmisión
Cambiar el aceite hidráulico	Chequear el juego de las válvulas del motor
Cambiar el aceite del eje trasero	Limpiar el respiradero de la transmisión
Cambiar el aceite del eje delantero	Limpiar los filtros de aire de la cabina
Cambiar filtro del sistema hidráulico	
<b>CADA 2000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante	Cambiar el filtro de aire de la cabina
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>NOMBRE</b>	
<b>FIRMA</b>	

	<b>PROCESO:</b> <b>"MANTENIMIENTO"</b>	<b>FECHA: 26-02-16</b>
	<b>REGISTRO:</b> <b>"PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"</b>	<b>CODIGO: GMP-REG-MTO-008</b>
		<b>EDICION: 1</b>
		<b>PAGINA: 1 de 1</b>
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CAMIONETA ESTACAS</b>		
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Inspección de neumáticos y revisión de su inflado		Inspección de elementos de filtro de aire
Revisión de Alineación y balanceo		Revisión de inyectores
Revisión de apriete de tornillos de ruedas		Limpieza general del vehículo
Revisión de Discos y pastillas de frenos		Revisión de nivel de fluido de lavaparabrisas
<b>CADA 10000 KM</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar Aceite de motor		Revisar Aceite de diferencial
Cambiar filtro de aceite de motor		Revisar Estado mangueras de frenos
Cambio de filtro de aire		Revisar Hojas de muelles
Cambio de filtro del acondicionador de aire		Revisar Amortiguadores
Cambio de Pastillas de freno		Revisar Lubricación de los amortiguadores
Revisar presión de inflado de neumáticos		Cambiar Grasa de rodamientos
Revisar suspensión trasera y delantera		Revisar Líquido de baterías
<b>CADA 20000 KM</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar filtro de aire		Revisar correas transmisoras
Revisar guardapolvos de semiejes		Engrase de rotulas y extremos
Cambiar filtro de combustible		Revisar conductos de escape y montantes
Revisar tuberías, mangueras y conectores de freno		Revisar Holgura de válvulas
Revisar sistema de a/c y calefacción		Cambiar Fluidos de freno
Revisar filtro de aire		Revisar Humos de escape y rendimiento
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>		
<b>CARGO</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>FIRMA</b>		


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 26-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-008
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EQUIPOS DE TRANSPORTE INTERNACIONAL</b>		
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Revisión de Alineación y balanceo	Revisión de nivel de fluido de lavaparabrisas	
Revisión de apriete de tornillos de las ruedas	Reemplazar las partes de hule de la cámara de freno	
Revisión de discos y pastillas de frenos	Reemplazar las partes de hule de la válvula del freno, válvula del relevador, válvula del freno de estacionamiento, válvula de liberación rápida, válvula reductora, válvula unidireccional doble, válvula de protección múltiple, Air Master y válvula de control	
Inspección de elementos de filtro de aire	Reemplazar la bolsa de la cámara del freno	
Revisión de inyectores	Reemplazar las piezas y empaquetaduras de hule del reforzador del embrague	
Limpeza general del vehículo		
<b>CADA 10000 KM</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar el nivel de aceite del diferencial del eje trasero	Inspeccionar aflojamiento o montaje incorrecto del tubo de escape	
Comprobar par de apriete de las tuercas de las ruedas	Comprobar aflojamiento del mecanismo de control de engranajes	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Comprobar aflojamiento del montaje del sistema de la dirección hidráulica	
Inspeccionar el elemento filtrante de aire	Inspeccionar desgaste o daños del tambor del freno	
Inspeccionar la contaminación en el aceite	Revisar la manguera de freno	
Limpiar el colador del tanque de combustible	Revisar fugas, daños, conexiones sueltas en las mangueras o los tubos del freno	
Inspeccionar el tanque de combustible interior	Comprobar la carrera de la varilla de la cámara del freno	
Inspeccionar la conexión y junta del turbocargador al ducto de aire	Inspeccionar partes de hule de la cámara de freno	
Comprobar el líquido de embrague	Inspeccionar varilla o cables dañados o mal conectados del sistema de frenos	
Comprobar el funcionamiento del sistema de embrague	Comprobar el funcionamiento del sistema de la válvula de control del freno de estacionamiento	
Inspeccionar la cubierta de escape del reforzador del embrague	Comprobar el funcionamiento del generador	
Inspeccionar daños en la banda del ventilador	Revisar daños o conexiones sueltas de las terminales del arnés de cableado	

<b>CADA 20000 KM</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar el aceite del motor	Cambiar los filtros de aceite del motor (parcial y principal)
<b>CADA 30000 KM</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Comprobar aflojamiento o daños en el montaje del muelle de hojas	Inspeccionar daños, aflojamiento, juego excesivo de las juntas del volante de la dirección
Inspeccionar desalineación de los muelles de hojas	Inspeccionar la gravedad específica del líquido de la batería
Inspeccionar fugas de aceite o daños en los amortiguadores	Comprobar el funcionamiento del motor de arranque
Comprobar aflojamiento en el montaje de los amortiguadores	Reemplazar el filtro de combustible
<b>CADA 50000 KM</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Inspeccionar y ajustar la holgura de la válvula	Inspeccionar la alineación de las ruedas
Inspeccionar la presión de inyección de combustible y patrón de aspersión	Comprobar el ángulo de viraje de la dirección
Comprobar la sincronización de inyección de combustible	Inspeccionar holgura entre el pivote de la dirección y el cojinete
Inspeccionar el funcionamiento del compresor de aire, regulador y válvula de descarga	Revisar el desgaste de los cepillos del motor de arranque
Comprobar la presión de compresión de cada cilindro	Inspeccionar el circuito de enfriamiento y radiador
Inspeccionar el funcionamiento del mecanismo de control de los engranajes de transferencia	Reemplazar el líquido del embrague
Inspeccionar desgaste de las juntas universales y estrías de la flecha propulsora	Cambiar el líquido de la dirección hidráulica
Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la flecha propulsora y partes relacionadas	Cambiar el aceite del diferencial del eje trasero
Inspeccionar daños o deformación en la carcasa del eje trasero y eje delantero	Cambiar el aceite de la transmisión
Inspeccionar suspensión dispareja debido a la fatiga del muelle de hojas	Reemplazar la grasa para cojinetes de la masa de rueda
Comprobar el apriete de las tuercas y tornillos del muelle de hojas	Cambiar el elemento filtrante de aire
Limpiar el filtro del líquido de la dirección hidráulica	Cambiar el separador de aceite del motor
Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la masa de la rueda trasera y delantera	Reemplazar el refrigerante del motor
Inspeccionar la holgura entre el mango y el eje delantero	Reemplazar la manguera del freno
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>NOMBRE</b>	
<b>FIRMA</b>	


	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"	<b>FECHA:</b> 26-02-16
	<b>REGISTRO:</b> "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-008
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TRACTOCAMION</b>		
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Revisión de Alineación y balanceo	Revisión de nivel de fluido de lavaparabrisas	
Revisión de apriete de tornillos de las ruedas	Reemplazar las partes de hule de la cámara de freno	
Revisión de discos y pastillas de frenos	Reemplazar las partes de hule de la válvula del freno, válvula del relevador, válvula del freno de estacionamiento, válvula de liberación rápida, válvula reductora, válvula unidireccional doble, válvula de protección múltiple, Air Master y válvula de control	
Inspección de elementos de filtro de aire	Reemplazar la bolsa de la cámara del freno	
Revisión de inyectores	Reemplazar las piezas y empaquetaduras de hule del reforzador del embrague	
Limpeza general del vehículo		
<b>CADA 10000 KM</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Inspeccionar operación del limpiaparabrisas	Revisar la operación de los frenos de resorte	
Inspeccionar la condición de las plumas	Inspeccionar daños físicos externos (faros, rejilla del radiador)	
Inspeccionar las bocinas y espejos	Revisar el montaje del tanque de combustible	
Revisar asientos, alfombras, paneles, forros, tablero, cubiertas	Revisar el sistema de escape-condición y pernos de montaje	
Drenar el agua de los tanques de aire	Revisar los componentes de la dirección	
Revisar el nivel de refrigerante	Revisar el marco del chasis, rajaduras o quebraduras	
Revisar las juntas y canales del eje de la dirección	Inspeccionar los respiraderos del eje trasero	
Revisar el nivel de lubricante del cubo delantero	Revisar desgaste o rajaduras en las manqueras de frenos	
Revisar fugas de refrigerante, aceite de motor, aceite hidráulico, ejes	Inspeccionar el acoplamiento del tándem	
Verificar los seguros del vástago y tapas de la válvula de las ruedas	Verificar presión de la llanta V banda de rodamiento	

Verificar rajaduras de los tacos de la rueda	Inspección del ajuste del juego longitudinal del cojinete de la rueda del eje de dirección
Inspeccionar la válvula de retención del tanque de aire	
<b>CADA 20000 KM</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar el aceite del motor	Vaciar, enjuagar, reabastecer líquido en el eje trasero
Cambiar los filtros de aceite del motor (parcial y principal)	Lubricar árboles de levas del freno trasero
Revisar el nivel del líquido de la transmisión	Lubricar la quinta rueda
Revisar el nivel del líquido del eje trasero	Lubricar los pasadores de resorte
Revisar el nivel del aceite del motor	Lubricar ajustadores de tensión delantero y trasero
Lubricar los extremos de la barra de acoplamiento	Lubricar clavijas maestras
Lubricar árbol de levas del freno delantero	Cambiar el aceite del motor
Lubricar la varilla de la dirección	Lubricar el pasador de gemela del resorte
Lubricar las juntas en U de la dirección	Lubricar el mecanismo del embrague
Lubricar la junta deslizante de la dirección	Lubricar el cojinete de liberación del embrague
Lubricar el pedal del freno	Lubricar el eje transversal del embrague
Lubricar los árboles de levas del freno trasero	
<b>CADA 30000 KM</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Inspeccionar la operación del freno del embrague	Revisar resortes, suspensores y bielas de suspensión
Inspeccionar el recorrido del pedal del embrague	Revisar balancines, bujes desgastados, soportes y resortes hidráulicos
Revisar asientos, alfombras, paneles, forros, tablero, cubiertas	Revisar los conectores de aire de la suspensión
Revisar ajuste y condición de la correa de tracción	Revisar el nivel del lubricante del eje trasero
Inspeccionar las ayudas de arranque en frío	Sistema del giro del motor, cables, conexiones flojas, Sujetadores de retención rotos, desgastados
Verificar el apagado de emergencia	Sistema de carga/alternador, cables conexiones flojas, sujetadores de retención rotos, desgastados
Revisar los componentes de la suspensión trasera	Inspeccionar brazo pitman, varilla de dirección, brazos de dirección, brazos de barra de acoplamiento, brazos de torque
Revisar las barras de torsión de la dirección	Revisar los pasadores de resorte, las hojas del muelle
Revisar soldaduras y soportes de la suspensión	

<b>CADA 50000 KM</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Verificar el torque del afianzador del chasis	Inspeccionar la condición del amortiguador de vibración
Verificar los montajes de la suspensión de aire de la cabina	Revisar los soportes de la transmisión y el motor
Verificar los soportes de la carrocería	Revisar las líneas de transmisión, juntas en U y horquillas deslizantes
Verificar la presión de aire de los frenos	Revisar el mecanismo de embrague
Inspeccionar el montaje del radiador	Reemplazar el filtro de agua
Revisar el refuerzo del ventilador	Drenar y abastecer el refrigerante del motor
Revisar el ensamble del ventilador y polea intermedia	Cambiar el líquido de la dirección hidráulica
Revisar fugas en la bomba de agua o juego	Cambiar el filtro de la dirección hidráulica
Revisar el cojinete central de la línea de transmisión	Vaciar y reabastecer el líquido de la transmisión
Inspeccionar la condición exterior del radiador	Lubricar los cojinetes de la rueda trasera
Inspeccionar acumulación de contaminantes en el depurador de aire	Lubricar los cojinetes de la rueda delantera
Revisar los pernos de montaje del depurador de aire	Lubricar el burlete de la puerta
Revisar la operación del depurador de aire	Lubricar los cilindros de bloqueo
Revisar el montaje del compresor de aire acondicionado	Lubricar las bisagras de la puerta
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>NOMBRE</b>	
<b>FIRMA</b>	

	<b>PROCESO:</b> <b>"MANTENIMIENTO"</b>	<b>FECHA:</b> 26-02-16
	<b>REGISTRO:</b> <b>"PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"</b>	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-008
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MIXER L3500</b>		
<b>SEGÚN SE REQUIERA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Revisión de Alineación y balanceo		Revisión de inyectores
Revisión de apriete de tornillos de las ruedas		Limpieza general del vehículo
Revisión de sistema de frenos		Revisión de nivel de fluido de lavaparabrisas
Inspección de elementos de filtro de aire		
<b>CADA 100 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Par de apriete de la pernería		Presión de los neumáticos
Pares de apriete de los racores hidráulicos		Ejes de transmisiones
Saturación del radiador		Articulaciones mecánicas
Nivel de aceite de frenos		Pérdidas o fugas del sistema hidráulico
<b>CADA 250 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTIVIDAD</b>
Revisar estado de cinturón de seguridad		Eficiencia de la instalación hidráulica-válvulas-distribuidores-tubos, etc.
Control en la máquina de la presencia y el estado de conservación de los adhesivos de seguridad		Cambio de filtro del habitáculo
Control en la máquina de la presencia y el estado de conservación del manual de uso y mantenimiento		Cambio de filtro de aire
Control en la máquina de la presencia y el estado de conservación de las placas de identificación		Cambio de filtro carburante
Freno de estacionamiento		Cambio de filtro de aceite del motor
Micro interruptor del asiento hombre presente		Cambio de filtro/s aceite hidráulico
Dirección tres modos de funcionamiento		Revisión de instalación eléctrica

Marcha admitida únicamente con el puesto de conducción orientado correctamente hacia adelante o invertido	Nivel de electrolitos y carga de la batería
Pulsador de parada de emergencia	Cambio de aceite del motor
Correas del alternador/servicios	Apriete de las tuercas de las ruedas
<b>CADA 500 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Presión de calibración de la dirección asistida hidráulica	Depósito de carburante
Cambio de aceite del cárter del diferencial	Cambio de agua del radiador
Cambio de aceite del reductor del tambor	Cambio de aceite de frenos
Cambio de aceite de los reductores epicicloidales	Cambio de aceite hidráulico
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>NOMBRE</b>	
<b>FIRMA</b>	

	<b>PROCESO:</b> <b>"MANTENIMIENTO"</b>	<b>FECHA:</b> 26-02-16
	<b>REGISTRO:</b> <b>"PROGRAMA DE MANTENIMIENTO"</b>	<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-008
		<b>EDICION:</b> 1
		<b>PAGINA:</b> 1 de 1
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MOTOSOLDADOR</b>		
<b>CADA 75 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Cambio de aceite de motor	Revisar las mangueras y abrazaderas del sistema de combustible	
<b>CADA 100 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Inspeccionar o limpiar filtro de aire	Comprobar el nivel de electrolitos y carga de la batería	
Limpiar filtro de combustible	Revisar tensión de las correas del ventilador	
<b>CADA 200 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Revisar las mangueras y abrazaderas del radiador	Revisar la línea de admisión de aire	
Reemplazar filtro de aceite del carter	Reemplazar filtro de aire	
<b>CADA 400 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Reemplazar filtro de combustible	Reemplazar correa del ventilador	
Limpiar interior del radiador	Recargar batería	
<b>CADA 800 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Chequear juego de válvulas		
<b>CADA 1500 HORAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
Comprobar la presión de la inyección de combustible		

<b>CADA 3000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Revisar la bomba de inyección	
<b>CADA 5000 HORAS</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Cambiar la batería	Cambiar el refrigerante del radiador
Cambiar las mangueras y abrazaderas del radiador	Cambiar la línea de admisión de aire
Cambiar las mangueras y abrazaderas del sistema de combustible	
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>NOMBRE</b>	
<b>FIRMA</b>	













## ANEXO E. Cronograma de mantenimiento GMP INGENIEROS S.A.S.


CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GMP INGENIEROS S.A.S		Año		2016																																																	
		Mes		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre					
		Semana N°		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Nombre	Código																																																				
BULLDOZER	MP-BD-01																																																				
EXCAVADORA HIDRÁULICA	MP-EH-01																																																				
EXCAVADORA HIDRÁULICA	MP-EH-02																																																				
EXCAVADORA HIDRÁULICA	MP-EH-03																																																				
EXCAVADORA HIDRÁULICA	MP-EH-04																																																				
EXCAVADORA HIDRÁULICA	MP-EH-05																																																				
MOTONIVELADORA	MP-MN-01																																																				
RETROCARGADOR	MP-RC-01																																																				
RETROCARGADOR	MP-RC-02																																																				
VIBROCOMPACTADOR	MP-VC-01																																																				
VIBROCOMPACTADOR	MP-VC-02																																																				
MINICARGADOR	MP-MC-01																																																				
MINICARGADOR	MP-MC-02																																																				
MINICARGADOR	MP-MC-03																																																				
MINICARGADOR	MP-MC-04																																																				
MINICARGADOR	MP-MC-05																																																				
MOTOSOLDADOR	EI-MS-01																																																				
CAMIONETA ESTACAS	ET-CE-01																																																				
CAMIONETA ESTACAS	ET-CE-02																																																				
CAMION GRUA	ET-CG-01																																																				
CONCRETERA PORTATIL	ET-CP-01																																																				
CARRO TANQUE	ET-CQ-01																																																				
CARRO TALLER	ET-CT-01																																																				
TRACTOCAMION	ET-TC-01																																																				
VOLQUETA DOBLE TROQUE	ET-VD-01																																																				
VOLQUETA DOBLE TROQUE	ET-VD-02																																																				
VOLQUETA DOBLE TROQUE	ET-VD-03																																																				
VOLQUETA DOBLE TROQUE	ET-VD-04																																																				
VOLQUETA DOBLE TROQUE	ET-VD-05																																																				
VOLQUETA DOBLE TROQUE	ET-VD-06																																																				

MAQUINARIA PESADA	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f4a460; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 100 HORAS	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #87ceeb; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 100, 250 HORAS	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #d8bfd8; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 100, 250, 500 HORAS	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 100, 250, 500, 1000 HORAS	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #1e90ff; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 100, 250, 500, 1000, 2000 HORAS	


EQUIPO INDUSTRIAL	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f4a460; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 75, 100 HORAS	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #87ceeb; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 75, 100, 200 HORAS	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #d8bfd8; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 75, 100, 200, 400 HORAS	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 75, 100, 200, 400, 800 HORAS	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #1e90ff; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 75, 100, 200, 400, 800, 1500 HORAS	

EQUIPO DE TRANSPORTE	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f4a460; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 5000 KM	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #87ceeb; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 5000, 10000 KM	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #d8bfd8; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 5000, 10000, 20000 KM	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 5000, 10000, 20000, 30000 KM	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #1e90ff; border: 1px solid black;"></span> MANTENIMIENTO 5000, 10000, 20000, 3000, 50000 KM	


## ANEXO F. Metodología de análisis de efectos y modos de fallas.

		PROCESO: "MANTENIMIENTO"				FECHA: 18-01-16			
						CODIGO: GMP-REG-MTO-004			
		REGISTRO: "METODOLOGIA DE ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS"				EDICION: 1			
						PAGINA: 1 de 1			
INFORMACION DEL EQUIPO									
NOMBRE DEL EQUIPO:		MINICARGADOR			MARCA:		NEW HOLLAND		
CODIGO INTERNO:		MP-MC-04			REFERENCIA:		L-218		
SISTEMA / COMPONENTE	FUNCION	MODO POTENCIAL DE FALLA	EFECTO POTENCIAL DE FALLA	(S)	CAUSA POTENCIAL DE FALLA	(O)	(D)	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS
Motor	Transformar la energía térmica que le proporciona el combustible en energía mecánica que posteriormente utilizará para desplazarse	Golpeteo en los pistones	Sonido sordo de los cilindros, más perceptible a bajo regímenes	9	Pistones desgastados	4	5	180	Cambiar juego de pistones
				9	Juego excesivo entre pistones y cilindros	4	5	180	Rectificar cilindros y cambio de pistones
				9	Lubricación insuficiente	5	4	180	Reponer aceite lubricante
		El motor se calienta demasiado	Reducción del nivel del líquido de refrigeración.	6	Parte del líquido penetra en la cámara de combustión. Junta de culata en mal estado.	4	5	120	Cambiar junta de la culata
Sistema de lubricación	Reducir al mínimo el desgaste de las piezas móviles del motor	Presión excesiva	Filtro excesivamente sucio	6	Presencia excesiva de partículas sólidas	5	5	150	Sustituir el filtro
			Aceite de viscosidad inapropiada	6	Pérdida de propiedades del aceite lubricante	5	5	150	Sustituir el lubricante
Sistema de refrigeración	Mantener la temperatura del motor dentro del rango de operación	Fuga de agua interna por las camisas o sus juntas	Pérdidas de líquido del circuito	7	Junta de la culata desgastada	3	4	84	Cambiar junta de la culata
		Ventilador inactivo	El motor aumenta su temperatura fuera del rango normal de funcionamiento	7	El termostato ha perdido su capacidad de operación	3	4	84	Retirar y cambiar el termostato
Bomba hidráulica	Suministrar presión hidráulica a los cilindros de accionamiento del dispositivo	Bomba hidráulica averiada	No bombea aceite hidráulico	8	Paso de partículas sólidas que averían los componentes de la bomba	3	4	96	Cambiar filtro del sistema hidráulico
				8	Nivel bajo de aceite	5	3	120	Comprobar el nivel del depósito hidráulico
Cilindros hidráulicos	Desplazar los brazos y el balde del dispositivo de trabajo	Fugas de aceite hidráulico	No desplaza los elementos del dispositivo de trabajo	5	Corrosión y desgaste de mangueras y conexiones	5	3	75	Inspeccionar conexiones y mangueras de sistema hidráulico
Turbocompresor	Aumentar la presión a la necesaria para la sobrealimentación	Turbocompresor defectuoso	Ruidos o vibraciones en el turbocompresor	7	Rozamientos parásitos de la turbina de accionamiento o del compresor	3	6	126	Sustituir el turbocompresor completo
		Pérdidas de aceite por el turbocompresor	Humo azul en el escape	7	Conducto de retorno de aceite del turbocompresor taponado o deformado	4	3	84	Limpiar el conducto de retorno de aceite o sustituirlo


Sistema de inyección de combustible	Inyectar a la cámara combustible en las condiciones propicias y en cantidades perfectamente dosificadas	Mala combustión y mal funcionamiento de motor	El motor no arranca y arroja humo negro	7	Inyectores defectuosos	3	4	84	Controlar y regular los inyectores
				7	Filtro de aire taponado	5	3	105	Sustituir el elemento filtrante
				7	Mal calado de la bomba	3	4	84	Controlar el calado de la bomba
Caja de cambios manual	Modificar el número de revoluciones en las ruedas, e invertir el sentido de giro	Ruido durante su funcionamiento normal	Ruidos o vibraciones en los engranajes	8	Desalineación de los ejes	4	3	96	Verificar el estado de fijación de las tapas a base de comprobar el apretado de todos los tornillos de sujeción
				8	Juego excesivo entre los engranajes	3	3	72	Desmontar la caja de cambios y corregir los juegos entre los engranajes
Cauchos de las ruedas	Proporcionar agarre en el terreno de trabajo	Desgaste excesivo en el centro del rodamiento	Perdida de tracción del vehículo	6	Nivel bajo de presión o vida útil del caucho sobrepasada	6	2	72	Ajustar la presión de aire del neumático de acuerdo a la carga y velocidad de trabajo.
Suspensión	Absorber las reacciones producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno	Suspensión ruidosa	Inestabilidad y vibración en la cabina del operador	6	Rodamientos de las ruedas desgastadas o con excesivo juego	5	3	90	Realizar el cambio de rodamientos en las ruedas
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>									
<b>CARGO</b>									
<b>NOMBRE</b>									
<b>FIRMA</b>									

	<b>PROCESO:</b> <b>"MANTENIMIENTO"</b>		<b>FECHA:</b> 18-01-16						
			<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-004						
	<b>REGISTRO:</b> <b>"METODOLOGIA DE ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS"</b>		<b>EDICION:</b> 1						
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1						
INFORMACION DEL EQUIPO									
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>		EXCAVADORA HIDRAULICA	<b>MARCA:</b> KOMAT'SU						
<b>CODIGO INTERNO:</b>		MP-EH-01	<b>REFERENCIA:</b> PC-200-LC-8						
SISTEMA / COMPONENTE	FUNCION	MODO POTENCIAL DE FALLA	EFECTO POTENCIAL DE FALLA	(S)	CAUSA POTENCIAL DE FALLA	(O)	(D)	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS
Sistema de inyección de combustible	Inyectar a la cámara combustible en las condiciones propicias y en cantidades perfectamente dosificadas	Mala combustión y mal funcionamiento de motor	El motor no arranca y arroja humo negro	7	Inyectores defectuosos	3	4	84	Controlar y regular los inyectores
				7	Filtro de aire taponado	5	3	105	Sustituir el elemento filtrante
				7	Mal calado de la bomba	3	4	84	Controlar el calado de la bomba
Bomba hidráulica	Suministrar presión hidráulica a los cilindros de accionamiento del dispositivo	Bomba hidráulica averiada	No bombea aceite hidráulico	8	Paso de partículas sólidas que averían los componentes de la bomba	3	4	96	Cambiar filtro del sistema hidráulico
				8	Nivel bajo de aceite	5	3	120	Comprobar el nivel del depósito hidráulico
Cilindros hidráulicos	Desplazar los brazos y el balde del dispositivo de trabajo	Fugas de aceite hidráulico	No desplaza los elementos del dispositivo de trabajo	5	Corrosión y desgaste de mangueras y conexiones	5	3	75	Inspeccionar conexiones y mangueras de sistema hidráulico
Suspensión	Absorber las reacciones producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno	Suspensión ruidosa	Inestabilidad y vibración en la cabina del operador	6	Rodamientos de las ruedas desgastadas o con excesivo juego	5	3	90	Realizar el cambio de rodamientos en las ruedas
Motor	Transformar la energía térmica que le proporciona el combustible en energía mecánica que posteriormente utilizará para desplazarse	Golpeteo en los pistones	Sonido sordo de los cilindros, más perceptible a bajo regímenes	9	Pistones desgastados	4	5	180	Cambiar juego de pistones
				9	Juego excesivo entre pistones y cilindros	4	5	180	Rectificar cilindros y cambio de pistones
				9	Lubricación insuficiente	5	4	180	Reponer aceite lubricante
		6	El motor se calienta demasiado	Reducción del nivel del líquido de refrigeración.	6	Parte del líquido penetra en la cámara de combustión. Junta de culata en mal estado.	4	5	120
Sistema de lubricación	Reducir al mínimo el desgaste de las piezas móviles del motor	Presión excesiva	Filtro excesivamente sucio	6	Presencia excesiva de partículas sólidas	5	5	150	Sustituir el filtro
				6	Aceite de viscosidad inapropiada	5	5	150	Sustituir el lubricante

Sistema de refrigeración	Mantener la temperatura del motor dentro del rango de operación	Fuga de agua interna por las camisas o sus juntas	Perdidas de líquido del circuito	7	Junta de la culata desgastada	3	4	84	Cambiar junta de la culata
		Ventilador inactivo	El motor aumenta su temperatura fuera del rango normal de funcionamiento	7	El termostato ha perdido su capacidad de operación	3	4	84	Retirar y cambiar el termostato
Turbocompresor	Aumentar la presión a la necesaria para la sobrealimentación	Turbocompresor defectuoso	Ruidos o vibraciones en el turbocompresor	7	Rozamientos parásitos de la turbina de accionamiento o del compresor	3	6	126	Sustituir el turbocompresor completo
		Perdidas de aceite por el turbocompresor	Humo azul en el escape	7	Conducto de retorno de aceite del turbocompresor taponado o deformado	4	3	84	Limpiar el conducto de retorno de aceite o sustituirlo
Caja de cambios manual	Modificar el número de revoluciones en las ruedas, e invertir el sentido de giro	Ruido durante su funcionamiento normal	Ruidos o vibraciones en los engranajes	8	Desalineación de los ejes	4	3	96	Verificar el estado de fijación de las tapas a base de comprobar el apretado de todos los tornillos de sujeción
				8	Juego excesivo entre los engranajes	3	3	72	Desmontar la caja de cambios y corregir los juegos entre los engranajes
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>									
<b>CARGO</b>									
<b>NOMBRE</b>									
<b>FIRMA</b>									

	<b>PROCESO:</b> <b>"MANTENIMIENTO"</b>							<b>FECHA:</b> 18-01-16		
								<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-004		
	<b>REGISTRO:</b> <b>"METODOLOGIA DE ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS"</b>							<b>EDICION:</b> 1		
								<b>PAGINA:</b> 1 de 1		
INFORMACION DEL EQUIPO										
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>		EXCAVADORA HIDRAULICA			<b>MARCA:</b>			HITACHI		
<b>CODIGO INTERNO:</b>		MP-EH-03			<b>REFERENCIA:</b>			ZX-330-LC		
SISTEMA / COMPONENTE	FUNCION	MODO POTENCIAL DE FALLA	EFECTO POTENCIAL DE FALLA	(S)	CAUSA POTENCIAL DE FALLA	(O)	(D)	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS	
Sistema de refrigeración	Mantener la temperatura del motor dentro del rango de operación	Fuga de agua interna por las camisas o sus juntas	Perdidas de líquido del circuito	7	Junta de la culata desgastada	3	4	84	Cambiar junta de la culata	
		Ventilador inactivo	El motor aumenta su temperatura fuera del rango normal de funcionamiento	7	El termostato ha perdido su capacidad de operación	3	4	84	Retirar y cambiar el termostato	
Sistema de lubricación	Reducir al mínimo el desgaste de las piezas móviles del motor	Presión excesiva	Filtro excesivamente sucio	6	Presencia excesiva de partículas solidas	5	5	150	Sustituir el filtro	
			Aceite de viscosidad inapropiada	6	Perdida de propiedades del aceite lubricante	5	5	150	Sustituir el lubricante	
Turbocompresor	Aumentar la presión a la necesaria para la sobrealimentación	Turbocompresor defectuoso	Ruidos o vibraciones en el turbocompresor	7	Rozamientos parásitos de la turbina de accionamiento o del compresor	3	6	126	Sustituir el turbocompresor completo	
		Perdidas de aceite por el turbocompresor	Humo azul en el escape	7	Conducto de retorno de aceite del turbocompresor taponado o deformado	4	3	84	Limpiar el conducto de retorno de aceite o sustituirlo	
Motor	Transformar la energía térmica que le proporciona el combustible en energía mecánica que posteriormente utilizará para desplazarse	Golpeteo en los pistones	Sonido sordo de los cilindros, más perceptible a bajo regímenes	9	Pistones desgastados	4	5	180	Cambiar juego de pistones	
				9	Juego excesivo entre pistones y cilindros	4	5	180	Rectificar cilindros y cambio de pistones	
				9	Lubricación insuficiente	5	4	180	Reponer aceite lubricante	
		El motor se calienta demasiado	6	Reducción del nivel del líquido de refrigeración.	6	Parte del líquido penetra en la cámara de combustión. Junta de culata en mal estado.	4	5	120	Cambiar junta de la culata
Bomba hidráulica	Suministrar presión hidráulica a los cilindros de accionamiento del dispositivo	Bomba hidráulica averiada	No bombea aceite hidráulico	8	Paso de partículas sólidas que averían los componentes de la bomba	3	4	96	Cambiar filtro del sistema hidráulico	
				8	Nivel bajo de aceite	5	3	120	Comprobar el nivel del depósito hidráulico	
Cilindros hidráulicos	Desplazar los brazos y el balde del dispositivo de trabajo	Fugas de aceite hidráulico	No desplaza los elementos del dispositivo de trabajo	5	Corrosión y desgaste de mangueras y conexiones	5	3	75	Inspeccionar conexiones y mangueras de sistema hidráulico	

Sistema de inyección de combustible	Inyectar a la cámara combustible en las condiciones propicias y en cantidades perfectamente dosificadas	Mala combustión y mal funcionamiento de motor	El motor no arranca y arroja humo negro	7	Inyectores defectuosos	3	4	84	Controlar y regular los inyectores
				7	Filtro de aire taponado	5	3	105	Sustituir el elemento filtrante
				7	Mal calado de la bomba	3	4	84	Controlar el calado de la bomba
Caja de cambios manual	Modificar el número de revoluciones en las ruedas, e invertir el sentido de giro	Ruido durante su funcionamiento normal	Ruidos o vibraciones en los engranajes	8	Desalineación de los ejes	4	3	96	Verificar el estado de fijación de las tapas a base de comprobar el apretado de todos los tornillos de sujeción
				8	Juego excesivo entre los engranajes	3	3	72	Desmontar la caja de cambios y corregir los juegos entre los engranajes
Suspensión	Absorber las reacciones producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno	Suspensión ruidosa	Inestabilidad y vibración en la cabina del operador	6	Rodamientos de las ruedas desgastadas o con excesivo juego	5	3	90	Realizar el cambio de rodamientos en las ruedas
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>									
<b>CARGO</b>									
<b>NOMBRE</b>									
<b>FIRMA</b>									

	<b>PROCESO:</b> <b>"MANTENIMIENTO"</b>		<b>FECHA:</b> 18-01-16						
			<b>CODIGO:</b> GMP-REG-MTO-004						
	<b>REGISTRO:</b> <b>"METODOLOGIA DE ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS"</b>		<b>EDICION:</b> 1						
			<b>PAGINA:</b> 1 de 1						
INFORMACION DEL EQUIPO									
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>		BULLDOZER	<b>MARCA:</b>		CATERPILLAR				
<b>CODIGO INTERNO:</b>		MP-BD-01	<b>REFERENCIA:</b>		D6N LGP				
SISTEMA / COMPONENTE	FUNCION	MODO POTENCIAL DE FALLA	EFECTO POTENCIAL DE FALLA	(S)	CAUSA POTENCIAL DE FALLA	(O)	(D)	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS
Sistema de inyección de combustible	Inyectar a la cámara combustible en las condiciones propicias y en cantidades perfectamente dosificadas	Mala combustión y mal funcionamiento de motor	El motor no arranca y arroja humo negro	7	Inyectores defectuosos	3	4	84	Controlar y regular los inyectores
				7	Filtro de aire taponado	5	3	105	Sustituir el elemento filtrante
				7	Mal calado de la bomba	3	4	84	Controlar el calado de la bomba
Caja de cambios manual	Modificar el número de revoluciones en las ruedas, e invertir el sentido de giro	Ruido durante su funcionamiento normal	Ruidos o vibraciones en los engranajes	8	Desalineación de los ejes	4	3	96	Verificar el estado de fijación de las tapas a base de comprobar el apretado de todos los tornillos de sujeción
				8	Juego excesivo entre los engranajes	3	3	72	Desmontar la caja de cambios y corregir los juegos entre los engranajes
Motor	Transformar la energía térmica que le proporciona el combustible en energía mecánica que posteriormente utilizará para desplazarse	Golpeteo en los pistones	Sonido sordo de los cilindros, más perceptible a bajo regímenes	9	Pistones desgastados	4	5	180	Cambiar juego de pistones
				9	Juego excesivo entre pistones y cilindros	4	5	180	Rectificar cilindros y cambio de pistones
				9	Lubricación insuficiente	5	4	180	Reponer aceite lubricante
		El motor se calienta demasiado	Reducción del nivel del líquido de refrigeración.	6	Parte del líquido penetra en la cámara de combustión. Junta de culata en mal estado.	4	5	120	Cambiar junta de la culata
Sistema de lubricación	Reducir al mínimo el desgaste de las piezas móviles del motor	Presión excesiva	Filtro excesivamente sucio	6	Presencia excesiva de partículas solidas	5	5	150	Sustituir el filtro
			Aceite de viscosidad inapropiada	6	Perdida de propiedades del aceite lubricante	5	5	150	Sustituir el lubricante
Turbocompresor	Aumentar la presión a la necesaria para la sobrealimentación	Turbocompresor defectuoso	Ruidos o vibraciones en el turbocompresor	7	Rozamientos parásitos de la turbina de accionamiento o del compresor	3	6	126	Sustituir el turbocompresor completo
		Perdidas de aceite por el turbocompresor	Humo azul en el escape	7	Conducto de retorno de aceite del turbocompresor taponado o deformado	4	3	84	Limpiar el conducto de retorno de aceite o sustituirlo

Suspensión	Absorber las reacciones producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno	Suspensión ruidosa	Inestabilidad y vibración en la cabina del operador	6	Rodamientos de las ruedas desgastadas o con excesivo juego	5	3	90	Realizar el cambio de rodamientos en las ruedas
Sistema de refrigeración	Mantener la temperatura del motor dentro del rango de operación	Fuga de agua interna por las camisas o sus juntas	Perdidas de líquido del circuito	7	Junta de la culata desgastada	3	4	84	Cambiar junta de la culata
		Ventilador inactivo	El motor aumenta su temperatura fuera del rango normal de funcionamiento	7	El termostato ha perdido su capacidad de operación	3	4	84	Retirar y cambiar el termostato
Bomba hidráulica	Suministrar presión hidráulica a los cilindros de accionamiento del dispositivo	Bomba hidráulica averiada	No bombea aceite hidráulico	8	Paso de partículas sólidas que averían los componentes de la bomba	3	4	96	Cambiar filtro del sistema hidráulico
				8	Nivel bajo de aceite	5	3	120	Comprobar el nivel del depósito hidráulico
Cilindros hidráulicos	Desplazar los brazos y el balde del dispositivo de trabajo	Fugas de aceite hidráulico	No desplaza los elementos del dispositivo de trabajo	5	Corrosión y desgaste de mangueras y conexiones	5	3	75	Inspeccionar conexiones y mangueras de sistema hidráulico
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>									
<b>CARGO</b>									
<b>NOMBRE</b>									
<b>FIRMA</b>									

	<b>PROCESO:</b> "MANTENIMIENTO"						FECHA: 18-01-16		
							CODIGO: GMP-REG-MTO-004		
	<b>REGISTRO:</b> "METODOLOGIA DE ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS"						EDICION: 1		
							PAGINA: 1 de 1		
INFORMACION DEL EQUIPO									
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>		EXCAVADORA HIDRAULICA			<b>MARCA:</b>			KOMAT'SU	
<b>CODIGO INTERNO:</b>		MP-EH-04			<b>REFERENCIA:</b>			PC-400-LC-7L	
SISTEMA / COMPONENTE	FUNCION	MODO POTENCIAL DE FALLA	EFECTO POTENCIAL DE FALLA	(S)	CAUSA POTENCIAL DE FALLA	(O)	(D)	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS
Motor	Transformar la energía térmica que le proporciona el combustible en energía mecánica que posteriormente utilizará para desplazarse	Golpeteo en los pistones	Sonido sordo de los cilindros, más perceptible a bajo regímenes	9	Pistones desgastados	4	5	180	Cambiar juego de pistones
				9	Juego excesivo entre pistones y cilindros	4	5	180	Rectificar cilindros y cambio de pistones
				9	Lubricación insuficiente	5	4	180	Reponer aceite lubricante
		El motor se calienta demasiado	Reducción del nivel del líquido de refrigeración.	6	Parte del líquido penetra en la cámara de combustión. Junta de culata en mal estado.	4	5	120	Cambiar junta de la culata
Bomba hidráulica	Suministrar presión hidráulica a los cilindros de accionamiento del dispositivo	Bomba hidráulica averiada	No bombea aceite hidráulico	8	Paso de partículas sólidas que averían los componentes de la bomba	3	4	96	Cambiar filtro del sistema hidráulico
				8	Nivel bajo de aceite	5	3	120	Comprobar el nivel del depósito hidráulico
Cilindros hidráulicos	Desplazar los brazos y el balde del dispositivo de trabajo	Fugas de aceite hidráulico	No desplaza los elementos del dispositivo de trabajo	5	Corrosión y desgaste de mangueras y conexiones	5	3	75	Inspeccionar conexiones y mangueras de sistema hidráulico
Turbocompresor	Aumentar la presión a la necesaria para la sobrealimentación	Turbocompresor defectuoso	Ruidos o vibraciones en el turbocompresor	7	Rozamientos parásitos de la turbina de accionamiento o del compresor	3	6	126	Sustituir el turbocompresor completo
		Perdidas de aceite por el turbocompresor	Humo azul en el escape	7	Conducto de retorno de aceite del turbocompresor taponado o deformado	4	3	84	Limpiar el conducto de retorno de aceite o sustituirlo
Sistema de lubricación	Reducir al mínimo el desgaste de las piezas móviles del motor	Presión excesiva	Filtro excesivamente sucio	6	Presencia excesiva de partículas sólidas	5	5	150	Sustituir el filtro
			Aceite de viscosidad inapropiada	6	Perdida de propiedades del aceite lubricante	5	5	150	Sustituir el lubricante

Sistema de refrigeración	Mantener la temperatura del motor dentro del rango de operación	Fuga de agua interna por las camisas o sus juntas	Perdidas de líquido del circuito	7	Junta de la culata desgastada	3	4	84	Cambiar junta de la culata
		Ventilador inactivo	El motor aumenta su temperatura fuera del rango normal de funcionamiento	7	El termostato ha perdido su capacidad de operación	3	4	84	Retirar y cambiar el termostato
Sistema de inyección de combustible	Inyectar a la cámara combustible en las condiciones propicias y en cantidades perfectamente dosificadas	Mala combustión y mal funcionamiento de motor	El motor no arranca y arroja humo negro	7	Inyectores defectuosos	3	4	84	Controlar y regular los inyectores
				7	Filtro de aire taponado	5	3	105	Sustituir el elemento filtrante
				7	Mal calado de la bomba	3	4	84	Controlar el calado de la bomba
Caja de cambios manual	Modificar el número de revoluciones en las ruedas, e invertir el sentido de giro	Ruido durante su funcionamiento normal	Ruidos o vibraciones en los engranajes	8	Desalineación de los ejes	4	3	96	Verificar el estado de fijación de las tapas a base de comprobar el apretado de todos los tornillos de sujeción
				8	Juego excesivo entre los engranajes	3	3	72	Desmontar la caja de cambios y corregir los juegos entre los engranajes
Suspensión	Absorber las reacciones producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno	Suspensión ruidosa	Inestabilidad y vibración en la cabina del operador	6	Rodamientos de las ruedas desgastadas o con excesivo juego	5	3	90	Realizar el cambio de rodamientos en las ruedas
<b>Vo Bo GMP INGENIEROS S.A.S.</b>									
<b>CARGO</b>									
<b>NOMBRE</b>									
<b>FIRMA</b>									