



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA Y
AUTOMATIZACIÓN

Informe del proyecto técnico previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO, MENCIÓN EN AUTOMATIZACIÓN
INDUSTRIAL

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA MAPEAGRE CIA.
LTDA., LATACUNGA 2016

Autor:
JUAN SEBASTIÁN FERNÁNDEZ GARCÍA

Director:
ING. CARLOS CENTENO, MSc

Santo Domingo – Ecuador
Julio – 2017

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA MAPEAGRE CIA.
LTDA., LATACUNGA 2016”.**

Ing. Carlos Centeno, MsC.
DIRECTOR

APROBADO

Ing. Nilo Ortega, MsC.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Gabriel Obregón, MsC.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Alexis Cordovés , Phd.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo..... de..... 2017.

Autor: JUAN SEBASTIÁN FERNÁNDEZ GARCÍA

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.

Título: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA
LA EMPRESA MAPEAGRE CIA. LTDA., LATACUNGA
2016

El contenido del presente trabajo, está bajo la responsabilidad del autor, y no ha sido plagiado.



Juan Sebastián Fernández García
C.C.: 1718920992

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR

Santo Domingo, 22 de Junio del 2017

Ing. Nilo Olegario Ortega Solís, MsC.

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

Presente.

Estimado Ingeniero

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo técnico realizado por el estudiante: **JUAN SEBASTIÁN FERNÁNDEZ GARCÍA**, cuyo título es: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA MAPEAGRE CIA. LTDA., LATACUNGA 2016”**; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, el mismo que no ha sido plagiado por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente



Ing. Carlos Centeno, MsC.
DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios y a la Virgen del Cisne por su infinita misericordia y bondad, porque en los momentos difíciles encontré en ellos la paz, por darme la salud para poder culminar con esta meta tan esperada.

A mi padre por brindarme su amor infinito y su apoyo incondicional, a mi madre por haberme apoyado incansablemente durante mi vida y carrera estudiantil, guiándome por el camino del bien. Por ser la mujer más especial que he conocido durante toda mi vida y por lo mucho que la amo.

A mi hermana Sofía Fernández cuya dedicación y amor al estudio me ha enseñado que todo esfuerzo rinde frutos.

A mi hermosa sobrina María Emilia que con sus ocurrencias y travesuras me hicieron alegrar cuando más lo necesitaba.

A mi esposa Andrea Salcedo quien me ha sabido apoyar siempre para la culminación de mis metas y objetivos.

Juan Sebastián Fernández García

AGRADECIMIENTO

A Dios que ha sido un pilar fundamental, por haber puesto en mi camino las personas necesarias para llegar donde me encuentro ahora.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE), y a todos los distinguidos docentes que conforman la facultad de Ciencias de la Ingeniería por su formación académica y por permitirme ser un profesional.

A la empresa privada MAPEAGRE CIA. LTDA. por recibirme en sus instalaciones para que pueda desarrollar mi trabajo de titulación.

Al Ing. Carlos Centeno, director de tesis, por su valiosa guía, apoyo constante en la dirección de mi trabajo y por el asesoramiento necesario para poder desarrollar con éxito el trabajo propuesto.

Juan Sebastián Fernández García

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
TRABAJO DE TITULACIÓN

| DATOS DE CONTACTO | |
|----------------------|---------------------------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 171892099-2 |
| APELLIDO Y NOMBRES: | Fernández García Juan Sebastián |
| DIRECCIÓN: | Coop. Chiguilpe, Calle 1 |
| EMAIL: | Sebastianf_89@hotmail.com |
| TELÉFONO FIJO: | 022765-844 |
| TELÉFONO MOVIL: | 0997020463 |

| DATOS DE LA OBRA | | | | | |
|---|---|----------|---|----------|--|
| TÍTULO: | Diseño e implementación de un sistema de gestión de mantenimiento industrial para la empresa Mapeagre Cía. Ltda., Latacunga 2016 | | | | |
| AUTOR: | Fernández García Juan Sebastián | | | | |
| FECHA DE ENTREGA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: | Julio 2017 | | | | |
| DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: | Ing. Carlos Centeno Msc. | | | | |
| PROGRAMA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">PREGRADO</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">X</td> <td style="width: 30%;">POSGRADO</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table> | PREGRADO | X | POSGRADO | |
| PREGRADO | X | POSGRADO | | | |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniero Electromecánico, mención en Automatización Industrial | | | | |
| RESUMEN: | Mapeagre Cía. Ltda., es una empresa que tiene más de 15 años trabajando en actividades relacionadas con la explotación de canteras, transporte de materiales de construcción y alquiler de maquinaria pesada. A lo largo de su trayectoria ha presentado cambios en su infraestructura y maquinaria debido al | | | | |

incremento de la demanda.

El presente trabajado estuvo orientado en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos y maquinarias de la empresa, debido a que nunca han tenido un cronograma de mantenimientos que se debe realizar a cada equipo, es más, en la mayoría de los casos esperaban que ocurra un daño grave o fuera de lo normal para realizar algún chequeo o cambios a los equipos.

Por ello, se realizó un diagnóstico técnico de cada uno de los equipos y maquinarias involucradas en los diferentes procesos que lleva a cabo la empresa, para verificar el estado y condiciones actuales en las que se encontraban, y así determinar la estructura del plan de mantenimiento.

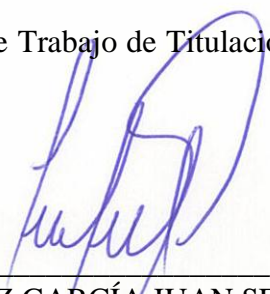
El plan de mantenimiento fue elaborado en formato Excel edición 2016, el cual contiene el detalle de los procesos que se va a realizar a cada equipo y maquinaria, tomando en cuenta las recomendaciones de los fabricantes. Está diseñado para realizarlo por semanas. Cada semana especifica las actividades de mantenimiento que se deben realizar a cada máquina y a su vez indica cada qué tiempo se debe repetir estas acciones.

Con la aplicación del plan de mantenimiento elaborado, se evidenció un adecuado funcionamiento de los equipos y máquinas, disminución de los costos de mantenimiento y a su vez se ha incrementado el tiempo efectivo de

| | |
|-------------------------|---|
| | operación del equipamiento. |
| PALABRAS CLAVES: | Plan de Mantenimiento Preventivo, Maquinaria Pesada, Equipos eléctricos. |
| ABSTRACT: | <p>Mapeagre Cía. Ltda., is a company that has more than 15 years working in activities related to quarrying, transportation of construction materials and rental of heavy machinery. Throughout its trajectory it has presented changes in its infrastructure and machinery due to the increase of the demand.</p> <p>The present work was oriented towards the elaboration of a preventive maintenance plan for each of the equipment and machinery of the company, because they have never had a schedule of maintenance that must be done to each machine, besides, in most cases they expect to have a serious or unusual damage to start performing any checks or changes to the equipment.</p> <p>Therefore, a technical diagnosis was made of each of the equipment and machinery involved in the different processes carried out by the company, to verify the current state and conditions in which they were, and thus determine the structure of the maintenance plan.</p> <p>The maintenance plan was prepared in Excel 2016 format, which contains the details of the processes that will be carried out to each equipment and machinery, taking into account the recommendations of the manufacturers. It is designed to be done for weeks. Each week specifies the maintenance activities that must be</p> |

| | |
|-----------------|---|
| | <p>performed on each machine and in turn indicates how often these actions should be repeated.</p> <p>With the implementation of the maintenance plan elaborated, an adequate functioning of the equipment and machines was evidenced, a reduction of the maintenance costs and, in turn, an increase in the effective time of equipment operation.</p> |
| KEYWORDS | Preventive maintenance plan, heavy machinery, electric equipment. |

Se autoriza la publicación de este Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____
FERNÁNDEZ GARCÍA JUAN SEBASTIÁN
 C.I. 171892099-2

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, FERNÁNDEZ GARCÍA JUAN SEBASTIÁN, C.I. 171892099-2 autor del Trabajo de Titulación titulado: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA MAPEAGRE CIA. LTDA., LATACUNGA 2016”, previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, mención en Automatización Industrial, en la Universidad Tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 6 de Julio de 2017

f:



FERNÁNDEZ GARCÍA JUAN SEBASTIÁN
C.I. 171892099-2

Latacunga 10 de mayo 2016

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Luis Wladimir Fernández Acosta, como representante legal de la compañía MAPEAGRE Cía. Ltda. cuyo RUC es:1791806883001 autorizo al señor Juan Sebastián Fernández García portador de la cédula de identidad 171892099-2 para realizar la elaboración de su proyecto de titulación con el "tema" Diseño e implementación de un sistema de gestión de mantenimiento industrial para la empresa MAPEAGRE Cía. Ltda. basada en la información proporcionada por la empresa.

Por la atención que se digna a la presente, mi agradecimiento sincero.

Atentamente;



Luis Wladimir Fernández Acosta

GERENTE GENERAL



Oficina: Calle Iglesias N° 51- 23 y González Suárez
Telefax: (02) 287 – 8451
e-mail: wladyfer@hotmail.es

Amaguaña - Ecuador

Cantera: Lasso, El Chasqui, Barrio Sta. Rita
(Ingreso al Parque Nacional Cotopaxi) Km 1 ½
Telf.: 099 970 8663 / 099 852 3535 / 099 832 3046
e-mail: ramifer@canterasanjaquin.com

Latacunga - Ecuador

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----------|
| Portada | I |
| Sustentación y aprobación de los miembros del tribunal | II |
| Responsabilidad del autor | III |
| Informe del director | IV |
| Dedicatoria | V |
| Agradecimiento | VI |
| Formulario de registro bibliográfico | VII |
| Declaración y autorización | XI |
| Carta de autorización | XII |
| Índice de contenidos | XIII |
| Índice de tablas | XVII |
| Índice de figuras | XVIII |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Justificación | 1 |
| 1.2. Antecedentes | 3 |
| 1.3. Objetivos | 3 |
| 1.3.1. Objetivo General | 3 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 3 |
| II. MARCO REFERENCIAL | 4 |
| 2.1. Mapeagre Cía. Ltda. | 4 |
| 2.1.1. Visión | 4 |
| 2.1.2. Misión | 4 |
| 2.1.3. Objetivos Planteados | 4 |
| 2.2. El Mantenimiento | 5 |
| 2.3. Tipos de mantenimiento | 5 |
| 2.3.1. Mantenimiento preventivo | 6 |
| 2.3.1.1. Ventajas | 6 |
| 2.3.1.2. Desventajas | 7 |
| 2.3.2. Mantenimiento sistemático | 7 |
| 2.3.2.1. Ventajas | 7 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 2.3.2.2. | Desventajas..... | 7 |
| 2.3.3. | Mantenimiento predictivo | 8 |
| 2.3.3.1. | Ventajas..... | 8 |
| 2.3.3.2. | Desventajas..... | 8 |
| 2.3.4. | Mantenimiento correctivo | 8 |
| 2.3.4.1. | Ventajas | 9 |
| 2.3.4.2. | Desventajas..... | 9 |
| 2.4. | Actividades de un departamento de mantenimiento | 9 |
| 2.5. | Funciones primarias: | 9 |
| 2.6. | Funciones secundarias:..... | 9 |
| 2.7. | Compromisos del departamento de mantenimiento | 10 |
| 2.8. | Mapeage y personal | 10 |
| 2.8.1. | Mantenimiento con personal propio..... | 10 |
| 2.8.2. | Servicios de mantenimiento externo | 10 |
| 2.8.3. | Contratos de Tipo General | 11 |
| 2.8.4. | Contratos específicos..... | 11 |
| 2.8.5. | Determinación de frecuencias de mantenimiento | 11 |
| 2.8.6. | Definición de equipos críticos..... | 12 |
| 2.8.7. | Factores para considerar un equipo crítico..... | 12 |
| 2.8.8. | Teorías de las fallas | 12 |
| 2.8.9. | Causas..... | 12 |
| III. | METODOLOGÍA | 13 |
| 3.1. | Métodos de la investigación..... | 13 |
| 3.1.1. | Método deductivo..... | 13 |
| 3.1.2. | Método inductivo | 13 |
| 3.2. | Fuentes y técnicas de recopilación de información y análisis de datos .. | 13 |
| 3.2.1. | Primarias..... | 13 |
| 3.2.2. | Secundarias..... | 14 |
| 3.3. | Técnicas de Investigación | 14 |
| 3.4. | Localización del área de estudio | 14 |
| 3.5. | Listado de máquinas y equipos de Mapeage Cía. Ltda..... | 14 |
| 3.5.1. | Equipos móviles | 15 |
| 3.5.2. | Retroexcavadora..... | 15 |
| 3.5.3. | Cargadora frontal..... | 15 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.5.4. | Volqueta..... | 16 |
| 3.5.5. | Motoniveladora..... | 16 |
| 3.5.6. | Bulldozer..... | 17 |
| 3.5.7. | Equipos fijos..... | 17 |
| 3.5.8. | Trituradora de mandíbulas..... | 17 |
| 3.5.9. | Zaranda vibradora..... | 18 |
| 3.5.10. | Tolva de alimentación..... | 19 |
| 3.5.11. | Bandas transportadoras..... | 19 |
| 3.5.12. | Generadores..... | 20 |
| 3.6. | Encuesta realizada al personal de Mapeagre Cía. Ltda., sobre el mantenimiento de equipos..... | 22 |
| 3.6.1. | Resultado de la primera pregunta..... | 23 |
| 3.6.2. | Resultado de la segunda pregunta..... | 24 |
| 3.6.3. | Resultado de la tercera pregunta..... | 25 |
| 3.6.4. | Resultado de la cuarta pregunta..... | 26 |
| IV. | ANÁLISIS DE RESULTADOS E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO | 28 |
| 4.1. | Situación actual de la empresa..... | 28 |
| 4.1.1. | Personal Técnico de Mantenimiento..... | 28 |
| 4.2. | Funciones del personal técnico de mantenimiento..... | 29 |
| 4.2.1. | Técnico bodeguero..... | 29 |
| 4.2.2. | Técnico mecánico..... | 30 |
| 4.2.3. | Técnico eléctrico..... | 30 |
| 4.2.4. | Técnico auxiliar..... | 31 |
| 4.2.5. | Técnico electromecánico..... | 31 |
| 4.3. | Formatos necesarios para la gestión de mantenimiento..... | 31 |
| 4.3.1. | Formulario para solicitud de mantenimiento..... | 31 |
| 4.4. | Formulario de Orden de trabajo..... | 32 |
| 4.5. | Fichas Técnicas de las máquinas y equipos..... | 33 |
| 4.6. | Equipos sujetos al plan de mantenimiento..... | 36 |
| 4.7. | Estado actual de la maquinaria y equipo..... | 37 |
| 4.8. | Efecto económico..... | 48 |
| 4.8.1. | Costos de mantenimiento..... | 48 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| V. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 51 |
| 5.1. | Conclusiones | 51 |
| 5.2. | Recomendaciones..... | 52 |
| 5.3. | Bibliografía..... | 53 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 1. | Plan de mantenimiento de maquinaria y equipos de la empresa..... | 23 |
| Tabla 2. | Importancia del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria . | 24 |
| Tabla 3. | Equipos o máquinas que necesitan mantenimiento preventivo..... | 26 |
| Tabla 4. | Equipos de la planta de clasificación | 36 |
| Tabla 5. | Listado de equipo caminero | 37 |
| Tabla 6. | Programa de mantenimiento..... | 39 |
| Tabla 7. | Listado de actividades de mantenimiento preventivo | 41 |
| Tabla 8. | Motores eléctricos | 48 |
| Tabla 9. | Combustibles y lubricantes | 48 |
| Tabla 10. | Cálculo con máquina Caterpillar 938G..... | 49 |
| Tabla 11. | Suma de gastos por mantenimiento..... | 49 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1. | Tipos de mantenimiento | 6 |
| Figura 2. | Equipos | 14 |
| Figura 3. | Retroexcavadora | 15 |
| Figura 4. | Cargadora frontal..... | 16 |
| Figura 5. | Volqueta | 16 |
| Figura 6. | Motoniveladora..... | 17 |
| Figura 7. | Bulldozer | 17 |
| Figura 8. | Trituradora de mandíbulas..... | 18 |
| Figura 9. | Zaranda vibradora..... | 19 |
| Figura 10. | Tolva de alimentación | 19 |
| Figura 11. | Banda transportadora..... | 20 |
| Figura 12. | Generador Eléctrico..... | 20 |
| Figura 13. | Formato utilizado para la encuesta: | 22 |
| Figura 14. | Plan de mantenimiento de maquinaria y equipos de la empresa | 23 |
| Figura 15. | Importancia del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria | 24 |
| Figura 16. | Principales problemas que causa a la empresa la falta de un plan de mantenimiento | 25 |
| Figura 17. | Equipos o máquinas que necesitan mantenimiento preventivo | 26 |
| Figura 18. | Organigrama de personal optimizado..... | 29 |
| Figura 19. | Solicitud de trabajo para mantenimiento | 32 |
| Figura 20. | Orden de trabajo para mantenimiento | 33 |
| Figura 21. | Ficha técnica | 34 |
| Figura 22. | Ficha técnica | 34 |
| Figura 23. | Ficha técnica | 35 |
| Figura 24. | Distribución de equipos y maquinaria por áreas | 36 |
| Figura 25. | Estado de la maquinaria..... | 38 |
| Figura 26. | Plan de mantenimiento | 46 |
| Figura 27. | Inicio y frecuencia | 46 |
| Figura 28. | Maquinaria y mantenimientos | 47 |
| Figura 29. | Programa de mantenimiento preventivo..... | 47 |
| Figura 30. | Comparaciones gastos anteriores y gastos actuales..... | 50 |

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se desarrolló en las instalaciones de la empresa Mapeagre Cía. Ltda., ubicada en el sector de Pastocalle cerca de la ciudad de Latacunga, lugar al que se acudió para conocer toda la maquinaria existente, su estado y las funciones que realiza en sus tres actividades básicas: trabajo en cantera, transporte de materiales y construcción de obras civiles. Una vez levantada la información sobre la maquinaria, se realizó la recopilación de información sobre el funcionamiento de cada tipo de máquina y las recomendaciones de uso para mantenerla operativa. Se investigaron también las implicaciones económicas y a nivel de talento humano que tienen los tiempos muertos de las maquinarias cuando están dañadas.

Una vez obtenida toda la información, se creó e implementó un plan de mantenimiento preventivo el cual fue monitoreado durante ocho meses, y cuyos resultados arrojan una reducción progresiva en los costos de mantenimiento mes a mes. Como beneficio adicional a la disminución de gastos reflejada en el rubro *mantenimiento*, se añadió la disminución de reclamos por parte de los clientes así como una mejora en el clima laboral, al reducirse los conflictos internos por horas muertas y choferes en desocupación.

1.1. Justificación

Como actividad principal que maneja Mapeagre Cía. Ltda., es la explotación de canteras, el transporte de materiales de construcción y el alquiler de maquinaria pesada, es imprescindible que los equipos se hallen operativos y en óptimo funcionamiento todo el tiempo, ya que de lo contrario significa una pérdida de ingresos y horas hombre para la empresa. De tal manera, un plan de mantenimiento posibilita que todos los equipos y maquinarias estén funcionando correctamente para que las operaciones no se detengan sino que se realicen de acuerdo a lo planificado. Esto permitirá cumplir con los presupuestos y con las obligaciones con los clientes, proveedores, empleados, fisco, etc.

El proyecto hace énfasis en suministrar a la organización una herramienta que permita cumplir con los procesos de mantenimiento de manera oportuna y eficaz, para así garantizar la buena utilización de los tiempos asignados para realizar las

tareas mecánicas necesarias por cada equipo. De esta manera, se busca minimizar los periodos de inactividad, aumentar el rendimiento de producción, utilizar efectivamente las horas de trabajo programadas y mantener la mayor regularidad posible en las actividades de la empresa, todo lo cual permitirá el normal desenvolvimiento de Mapeagre Cía. Ltda.

Dado que la explotación de material pétreo es la principal fuente de ingreso económico de la empresa estudiada, es indispensable que ésta, al igual que las demás empresas dedicadas a esta actividad, cuenten con un plan de mantenimiento el cual se ejecute durante todo el proceso de producción o transformación de dichos materiales, con el fin de prevenir posibles daños en la maquinaria, equipo e instalaciones y por ende disminuir las pérdidas de tiempo y dinero. (Guaman, 2015)

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función Mantenimiento ha pasado por diferentes etapas. En los inicios de la Revolución Industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas cada vez se modernizaban y las tareas de reparación incrementaban, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. (Barroso, 2009)

El mantenimiento industrial se ha modificado según han pasado los años, de un proceso de inspección hasta lo que hoy conocemos como ingeniería de mantenimiento. El mantenimiento en una empresa es un proceso obligatorio que se debe seguir con responsabilidad y disciplina. Este nos permite evitar el paro imprevisto de los equipos y del proceso de producción y una disminución de costos. (Iribarren, 2010)

Como profesionales es nuestro propósito contribuir al mejoramiento continuo de sistemas productivos de bienes y servicios. Una de las formas de contribuir a dicho mejoramiento es asegurando la disponibilidad y confiabilidad de las operaciones mediante un adecuado mantenimiento. El mantenimiento se define como “un conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño”. (Lopez, 2012)

1.2. Antecedentes.

La empresa Mapeagre Cía. Ltda., pese a llevar más de una década en el mercado, no cuenta con un plan de mantenimiento de su maquinaria y los arreglos se realizan sólo cuando se presentan averías o fallas, lo cual ocasiona graves problemas con los clientes así como tiempos de parada irre recuperables que pueden ir desde horas hasta días y semanas cuando por ejemplo no hay un determinado repuesto en el mercado para la maquinaria dañada. Por lo tanto, el plan propuesto se centrará en anticiparse a los daños por falta de mantenimiento y establecer una herramienta idónea para planificar y realizar mantenimientos preventivos y correctivos periódicos y oportunos.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo planificado para la empresa Mapeagre Cía. Ltda., Latacunga 2016.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Reconocer el equipamiento y maquinaria de la empresa Mapeagre Cía. Ltda. y las actividades a las que está destinado cada equipo/ máquina.
- Recopilar la información sobre las acciones de mantenimiento preventivo sugeridas por los fabricantes de los equipos.
- Investigar las implicaciones internas que tiene la falta de mantenimiento en la empresa.
- Crear un plan maestro de mantenimiento que de respuesta a las necesidades del equipamiento utilizado en la empresa.
- Determinar los resultados obtenidos al aplicar el plan de mantenimiento.

II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Mapeagre Cía. Ltda.

Mapeagre Cía. Ltda., es una empresa de servicios privada, cuyas instalaciones operativas se encuentran en el barrio San Joaquín de la parroquia Pastocalle, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Esta empresa inició sus actividades el 25 de Octubre de 2001, siendo una de las pioneras del sector en ofrecer al mercado local el servicio de material pétreo para la construcción en general. En la actualidad cuenta con maquinaria sofisticada y personal técnico calificado, lo que garantiza un servicio de calidad en tres líneas de negocios:

- Explotación de canteras de materiales pétreos
- Transporte de material de construcción.
- Servicio de alquiler de maquinaria pesada

2.1.1. Visión.

Ser una empresa líder en el sector, ofreciendo a sus clientes un servicio de óptima calidad, siendo la mejor opción en la venta de material pétreo, generando así confiabilidad y respaldo de los mismos.

2.1.2. Misión.

MAPEAGRE CÍA. LTDA., tiene como misión la venta de material para la construcción, ofreciendo un servicio con responsabilidad y excelente calidad, logrando la satisfacción de los clientes y el bienestar de empleados y proveedores.

2.1.3. Objetivos Planteados.

La empresa MAPEAGRE CÍA. LTDA., tiene como objetivos los siguientes:

- Mejorar el servicio implementando un buen programa de mantenimiento.
- Capacitación constante al talento humano.
- Lograr un continuo crecimiento a nivel técnico.

- Lograr una estructura organizativa y funcional tanto en el aspecto técnico como administrativo. (Benítez, 2015)

2.2. El Mantenimiento

En su sentido más básico, se considera mantenimiento como el “conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado de correcto funcionamiento”. (Diccionario ABC, 2017) Por lo señalado se puede deducir que el mantenimiento tiene que ver con todas las actividades que se realizan para que un objeto, equipo o máquina funcionen adecuadamente, según el fin para el que fueron creados y al máximo potencial esperado al momento de su fabricación o construcción.

Podemos definir el mantenimiento como el conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados. Como los equipos no pueden mantenerse en buen funcionamiento por sí solos, se debe contar con un grupo de personas que se encarguen de ello, conformando así el departamento de mantenimiento de nuestras empresas. (Cuartas, 2008, p.1)

A través del mantenimiento se puede conservar o restablecer un sistema, máquina u objeto a su estado óptimo inicial, por lo que el mantenimiento realmente empieza en el proyecto de creación de la máquina en el que se definen las especificaciones técnicas de funcionamiento, normas de uso, instalación, riesgos y cuidados, factores que se deben tener en cuenta a lo largo de la vida útil de la máquina o equipo.

2.3. Tipos de mantenimiento

Existen dos tipos de mantenimiento, lo cuales son:

- Preventivo
- Correctivo

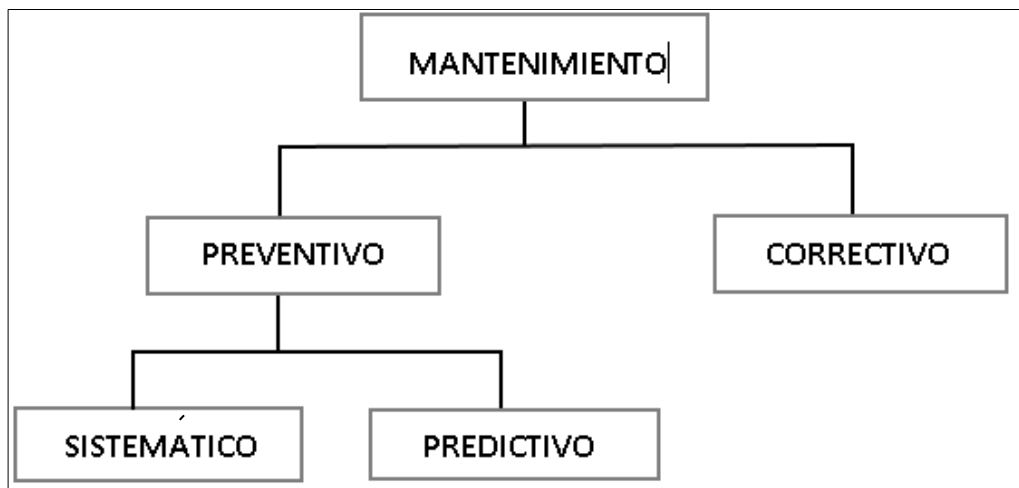


Figura 1. Tipos de mantenimiento

2.3.1. Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de tareas necesarias para evitar fallas en instalaciones, equipos y maquinaria en general. El objetivo de este tipo de mantenimiento es asegurar la disponibilidad permanente de equipos e instalaciones con la finalidad de evitar al máximo paradas forzadas e interferencias en los procesos.

Este además es un proceso bien diseñado con distintas tareas de mantenimiento a realizar dentro de fechas y parámetros ya establecidos, todas éstas ya son definidas por los fabricantes. Entre las actividades más relevantes del mantenimiento preventivo están:

- Limpieza y aseo
- Inspección visual
- Lubricación general
- Cambio de piezas menores y revisión general
- Ajuste y calibración (reparación pequeña, mediana y general)

2.3.1.1. Ventajas

- Reducción máxima de paradas imprevistas en equipos, máquinas e instalaciones.
- Alarga la vida útil de la máquina, equipos e instalaciones.
- Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre los equipos.

- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus parámetros de funcionamiento.

2.3.1.2. Desventajas

- No se aprovecha la vida útil completa del equipo.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.
- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra.
- Si no existe el correcto análisis del estado de la máquina, se sobrecarga el costo de mantenimiento afectando al tiempo de funcionamiento.

2.3.2. Mantenimiento sistemático

Este tipo de mantenimiento es un conjunto de tareas que se realiza sin importar el estado de la maquinaria, además se realiza mediciones y pruebas que sirven para identificar si es necesario realizar otras tareas de mayor importancia y al final arreglar las averías que se produzcan. Todos los equipos que estén sujetos a este tipo de mantenimiento, no tienen porque tener un tiempo de cambio estipulado.

2.3.2.1. Ventajas

- Se aplica a equipos que estén paralizados momentáneamente.
- Alarga la vida útil del equipo, ya que detecta problemas antes de que se produzcan daños mayores.
- Las tareas complementarias de pruebas y mediciones nos permite detectar otros posibles daños y prevenir una avería de mayor envergadura.

2.3.2.2. Desventajas

- Se necesita personal calificado ya que las averías pueden ser de mayor criticidad y haya que reparar lo antes posible.
- Los periodos de parada pueden ser muy cortos, lo que conduce a la realización de trabajos rápidos.

- Se necesita disponibilidad del personal de mantenimiento ya que se debe aprovechar al máximo el tiempo disponible.

2.3.3. Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento se basa en reemplazar o arreglar partes, piezas o componentes justo antes de que empiecen a fallar y termine en un daño. Para evitar daños innecesarios se analizan las condiciones del equipo mientras este se encuentra funcionando o en operación. También consiste en una mejor optimización para de esa manera obtener un máximo de eficiencia. Este tipo de mantenimiento es siempre más costoso y más fiable. La experiencia de los operadores de los equipos es generalmente un soporte a la hora de evitar daños mayores o que se produzcan por efecto de paradas forzadas.

2.3.3.1. Ventajas

- Se basa en el monitoreo de las condiciones.
- Aprovecha al máximo la vida útil del equipo.
- Disminuye costo de mantenimiento.
- Requiere de menos personal.

2.3.3.2. Desventajas

- Se requiere de instrumentos tecnológicos actualizados.
- No permite una buena planificación.
- En su mayoría depende de la confiabilidad del diagnóstico.
- Alto costo de implementación.

2.3.4. Mantenimiento correctivo

Es el desgaste total de la pieza o terminación de la vida útil de los componentes, partes, piezas y en general de elementos de la maquinaria.

Las causas que originan un paro imprevisto son desperfectos no detectados durante las inspecciones, errores operacionales y también el sobre uso o utilización de los equipos fuera de las condiciones normales operativas del diseño, y en otros casos a

defectos de fábrica de las piezas o partes de los equipos.

2.3.4.1. Ventajas

- Confiabilidad de los equipos.
- Mayor duración en instalaciones y equipos.
- Menor costo de operación.

2.3.4.2. Desventajas

- Vida útil de los equipos corta.
- Mayor costo en reparaciones.
- Reparaciones de largo tiempo.

2.4. Actividades de un departamento de mantenimiento

Las actividades que se realizan en cada una de las empresas, compañía o institución dependen de la actividad a la que se dediquen.

Dentro de las actividades del mantenimiento existen dos funciones:

- Función primaria
- Función secundaria

2.5. Funciones primarias:

1. Mantenimiento de las diferentes máquinas existentes.
2. Mantenimiento de las edificaciones existentes en la empresa.
3. Inspección y lubricación de maquinaria y equipos en general de acuerdo a las normas del fabricante.
4. Modificación de los equipos e infraestructura existente.
5. Nuevas instalaciones en los equipos y oficinas.

2.6. Funciones secundarias:

1. Almacenamiento, stock de materiales y repuestos.
2. Disposición de desperdicios.

3. Programa de recursos, insumos y materiales.
4. Eliminación de contaminantes.
5. Cualquier otro tipo de servicio que tenga que ver con el mantenimiento.

2.7. Compromisos del departamento de mantenimiento

- Asegurar la disponibilidad de máquinas, equipos, instalaciones y en general de tal manera que se evite paradas e interferencias en los procesos de producción.
- Inspecciones programadas y aleatorias de las edificaciones, maquinarias, equipos y demás sistemas en general.
- Revisar procesos de mantenimiento, adaptándolos siempre a los requerimientos de la producción.
- Reducir al mínimo el tiempo de paro de cada máquina.
- Investigar las causas y efectos de los paros de emergencia.
- Preparar anualmente un presupuesto que cubra el costo de mantenimiento.

2.8. Mapeagre y personal

2.8.1. Mantenimiento con personal propio

Actualmente la empresa Mapeagre Cía. Ltda., cuenta con personal capacitado y equipos para realizar las labores de mantenimiento primario, tanto en la parte eléctrica como mecánica.

Este mismo personal es el encargado de la parte logística de la empresa.

Cuando la capacidad de resolución del mantenimiento interno es rebasada por el alcance tecnológico o por asuntos de cualquier otra índole, se solicita el apoyo de personal externo.

2.8.2. Servicios de mantenimiento externo

La empresa privada también aporta servicios de mantenimiento en dos categorías:

- Contratos de tipo General
- Contratos Específicos

2.8.3. Contratos de Tipo General

Estos contratos son adjudicados y controlados a nivel central para dar mantenimiento preventivo y correctivo en líneas de equipos de mediana o alta complejidad, con cobertura para varios establecimientos.

Bajo esta modalidad, actualmente están operando contratos de mantenimiento Preventivo de Maquinaria Pesada y de Equipos Eléctricos. La supervisión de estos contratos es realizada por personal técnico de la propia empresa.

2.8.4. Contratos específicos

Son contratos mediante los cuales, se le encarga a personas naturales que brinden los, servicios de construcción de piezas menores además de la utilización de equipos electrónicos.

2.8.5. Determinación de frecuencias de mantenimiento

Todo lo relacionado al aseo, limpieza, instalaciones y equipos deben estar definidas y serán definidas según sean las necesidades, estándares de la empresa.

El periodo para la lubricación de los equipos debe estar establecido en función de un parámetro de control, ya sea por horas de trabajo, kilómetros recorridos, alertas por vibraciones o un control de desgaste de piezas.

El reemplazo de piezas y de adecuaciones también debe estar en el plan de mantenimiento.

Otros de los factores que incurren en la frecuencia del mantenimiento son:

- El tiempo de uso del equipo, el cual incluye el valor de la máquina así como también el costo de los repuestos y demás partes importantes.
- Sobrecargas eléctricas o el uso anormal.
- Distintas condiciones de trabajo, corrosión, rozamiento, etc.
- Condiciones de limpieza y aseo.

2.8.6. Definición de equipos críticos

Equipos críticos: son todos aquellos que producen paradas en las actividades, retraso y daños a otros equipos o instalaciones. Los que afectan de de manera directa a los procesos productivos y causan problemas de cumplimiento a los clientes.

Equipos críticos especiales: todo aquél equipo cuya pieza o componente no está disponible en el mercado nacional, y que además no permite adaptación por la sofisticación del equipo.

Una parada no programada de este tipo de equipos puede afectar con un alto costo para la empresa por el hecho que puede detener una parte parcial o total de la producción.

2.8.7. Factores para considerar un equipo crítico

Dentro de la empresa existen varios equipos que presentan una gran importancia al momento de producción. A continuación se mencionan los principales factores:

- Cumplió su tiempo de vida útil por lo tanto mayor control preventivo.
- Equipos que utilicen lubricantes o grasas.
- Por el costo del equipo que requiera más cuidado al momento del mantenimiento.
- Si la falla del equipo afecta a metas de producción.

2.8.8. Teorías de las fallas

- Cuando la pieza queda totalmente dañada.
- Cuando funciona pero debido a las fallas no es confiable.
- La máquina no trabaja a su máxima capacidad.

2.8.9. Causas

- Errores en el montaje.
- Mal diseño.
- El manejo o manipulación.
- Imperfecciones de fábrica.
- Errores en el mantenimiento o reparación.

III. METODOLOGÍA

3.1. Métodos de la investigación

Para desarrollar el presente proyecto se utilizaron dos métodos básicos: el deductivo y el inductivo.

3.1.1. Método deductivo

Se partió de la información general existente sobre el tema investigado y se aplicó al caso específico de Mapeagre Cía. Ltda.

El método deductivo es aquél que parte los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. (García, 2008)

3.1.2. Método inductivo

Este método se utilizó al observar hechos particulares y sacar conclusiones generales.

El método inductivo es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Este método permite la formación de hipótesis, investigación de leyes científicas, y las demostraciones. La inducción puede ser completa o incompleta. (Guzmán, 2006)

3.2. Fuentes y técnicas de recopilación de información y análisis de datos

Para realizar la investigación se utilizaron fuentes primarias y secundarias de información.

3.2.1. Primarias

Se obtuvo información por contacto directo con el objeto de estudio, a través de la observación, revisión de documentos y publicaciones sobre el tema, así como por medio de entrevistas al personal de Mapeagre Cía. Ltda.

3.2.2. Secundarias

Se acudió a documentos de otros autores y experiencias de terceros para poder conocer cómo se maneja el tema del mantenimiento en otras empresas.

3.3. Técnicas de Investigación

Para realizar este proyecto la principal técnica de investigación utilizada fue la observación, registro y análisis de la información.

3.4. Localización del área de estudio

Las instalaciones operativas (cantera pétreo, patio de máquinas y bodegas) de Mapegre Cía. Ltda. se encuentran en la parroquia Pastocalle, provincia del Cotopaxi a dos minutos de la Vía Panamericana y a quince minutos de Alóag. Esta ubicación es estratégica ya que desde ahí es muy fácil direccionar la maquinaria tanto a la sierra como a la costa y el oriente.

3.5. Listado de máquinas y equipos de Mapegre Cía. Ltda.

A través de la observación directa durante el proceso de producción en la empresa Mapegre Cía. Ltda. se determinó que existen dos categorías de equipos: equipos móviles y equipos fijos.

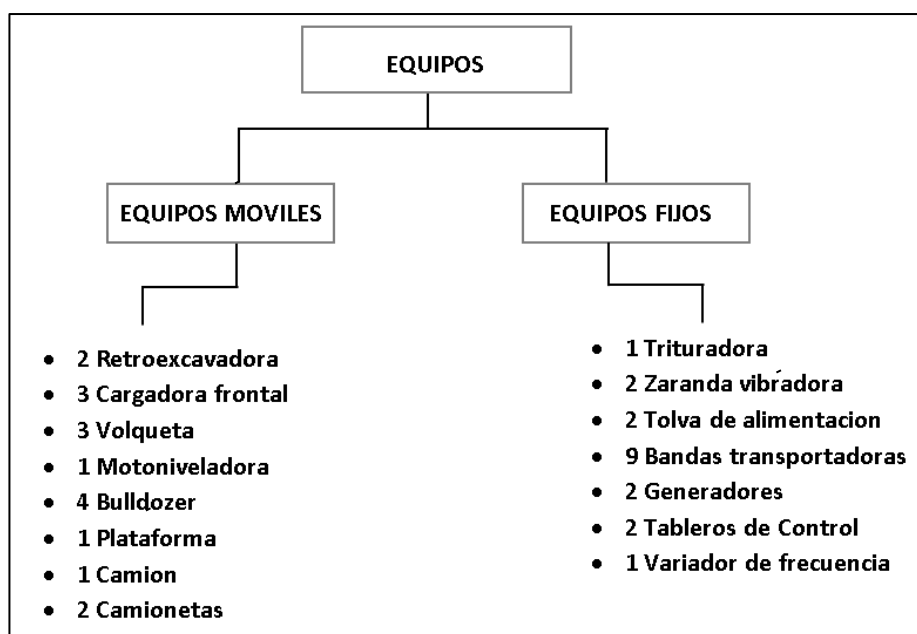


Figura 2. Equipos

3.5.1. Equipos móviles

Se movilizan a través de las instalaciones. Su principal función es la de extraer material, trasladarlo hacia la planta de trituración y clasificación para obtener el producto terminado. Entre estos equipos tenemos los siguientes.

3.5.2. Retroexcavadora

Sirve para realizar excavaciones en distintos tipos de terreno y su funcionamiento se basa en un brazo hidráulico articulado en la parte del cucharón que es utilizado para desprender los materiales. Posee un sistema de tracción de oruga que brinda una gran estabilidad, aunque para asfalto existen excavadoras con ruedas y brazos que se fijan al suelo.



Figura 3. Retroexcavadora

3.5.3. Cargadora frontal

Sirve para cargar material hacia otro transporte como volquetas o tolvas de alimentación. Consiste en un cucharón de gran tamaño, según el modelo de la máquina varía la capacidad que puede ir desde los 2m^3 hasta los 15m^3 . En el borde del cucharón tiene un sistema de cuchillas que lleva ancladas seis uñas las cuales permiten arrastrar el material sin dañar la estructura. Su empleo es en el despacho del material para la venta o almacenamiento como stock así como, el abastecimiento a las correas transportadoras del material en bruto que abastecerán a la planta de trituración y clasificación del material.



Figura 4. Cargadora frontal

3.5.4. Volqueta.

Son camiones utilizados para transportar todo tipo de material tales como arena, piedra, asfalto. Posee una tolva o cajón metálico donde se deposita el material transportado. Esta posee un cilindro hidráulico que por medio de una bomba se eleva y deposita el material en el lugar deseado. Las volquetas en Mapeagre se emplean básicamente para acarrear material y alimentar a la planta de clasificación.



Figura 5. Volqueta

3.5.5. Motoniveladora

Es un equipo utilizado para crear superficies planas en un terreno. Está conformado por tres ejes, uno frontal que contiene la dirección hidráulica y dos traseros que soportan el sistema de tracción. Entre los ejes tiene una cuchilla regulable que varía en altura con el fin de nivelar todo tipo de terreno.



Figura 6. Motoniveladora

3.5.6. Bulldozer

Son múltiples los usos que dan a estos tractores: tareas de limpieza y remoción de la capa vegetal, desbroce, composición de terrazas o bancos, apertura de caminos para el arrastre de material que se va a procesar, entre otros.



Figura 7. Bulldozer

3.5.7. Equipos fijos

Estos equipos son los encargados de procesar el material hasta obtener el producto final y permanecen en su sitio durante toda la operación. Estos equipos, que se detallan a continuación, también estarán incluidos dentro del plan de mantenimiento:

3.5.8. Trituradora de mandíbulas

Se utiliza principalmente en la minería y en el reciclaje, existiendo varios tipos según su uso específico.

Sus principales características son:

- Tasa alta de reducción.
- Apta para diversos materiales, incluso los más difíciles.
- Disminución de costos y facilidad de mantenimiento.
- Capacidad de producción la más inferior de 1-3 toneladas por hora.
- Producción alta con un mínimo desgaste.
- Bajo ruido y reducción de polvo.
- Posibilidad de adaptación sobre equipos móviles.

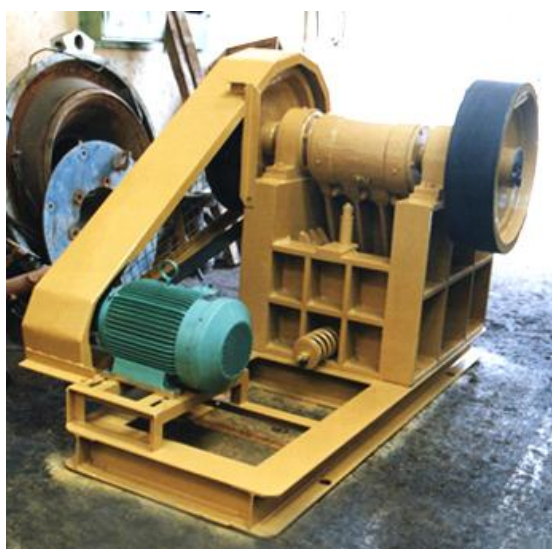


Figura 8. Trituradora de mandíbulas

3.5.9. Zaranda vibradora

Es una máquina para tamizar piedras en las plantas de minas de explotación. Tiene una estructura avanzada, dinámica fuerte de vibración, bajo ruido, mantenimiento conveniente, resistencia y durabilidad, utilización segura, etc.

La tamización de la zaranda vibradora tiene varias especificaciones, cada especificación es muy clara, con una tamización eficiente. Es utilizada ampliamente en los campos para clasificar los productos por diferentes niveles, como minerías, materiales de construcción, etc.



Figura 9. Zaranda vibradora

3.5.10. Tolva de alimentación

La serie de GZD del alimentador vibratorio es un nuevo diseño del alimentador vibratorio para clasificar piedra grande y el resto alimenta a la zaranda. En la circulación de la producción, la máquina puede transmitir los granos al equipo de manera uniforme, sincronizada y continuamente. Las tolvas son utilizadas ampliamente en los campos de metalurgia, mina de carbón, materiales de construcción, industria química, abrasivos, entre otros.



Figura 10. Tolva de alimentación

3.5.11. Bandas transportadoras

En la producción industrial, el transportador de banda sirve como un lazo entre las máquinas de producción y se usa para transportar más económica y eficientemente varios materiales. Ayuda a incrementar la productividad de las máquinas y atenúa la intensidad del trabajo, constituyéndose en un eslabón automático y continuo en la cadena de producción. El funcionamiento de la banda sigue el principio de transmisión por fricción. En uno de los extremos se encuentra el tambor motriz el cual va acoplado al motor eléctrico, este tambor motriz tiene un recubrimiento de caucho que impide que la banda se deslice sobre el mismo. Al otro extremo tiene el

tambor de cola el cual se encarga de mantener alineada a la banda durante su recorrido.

Según la necesidad de transmisión, se puede utilizar sólo una máquina de transporte o varias máquinas formando en un conjunto y también otros componentes de los equipos.



Figura 11. Banda transportadora

Las bandas transportadoras están compuestas por un panel, una cinta de transmisión, rodillo, instalación de tensión, instalación de transmisión, etc. El cuerpo de la transportadora de banda utiliza acero de alta calidad.

3.5.12. Generadores

Los generadores eléctricos son algunos de los dispositivos más útiles que podemos encontrar, ya que son aparatos especialmente diseñados para producir la energía eléctrica necesaria para activar cualquier equipo que funcione con dicha energía.



Figura 12. Generador Eléctrico

Un generador eléctrico es un aparato que es capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos conocidos como polos o terminales, lo que se traduce en un suministro de electricidad a cualquier circuito conectado a dichos terminales.

Los generadores eléctricos se clasifican en dos tipos, los cuales son:

- **Primarios:** Estos convierten cualquier tipo de energía que reciben en energía eléctrica.
- **Secundarios:** Estos generadores entregan a los terminales sólo una parte de la energía recibida en forma de energía eléctrica.

Podemos ver que existe una gran cantidad de generadores eléctricos diferentes, pero lo realmente importante es que todos funcionan de manera parecida, utilizando el principio de la conservación de la energía.

3.6. Encuesta realizada al personal de Mapeagre Cía. Ltda., sobre el mantenimiento de equipos

ENCUESTA DE EVALUACION DEL MANTENIMIENTO DE MAPEAGRE CIA LTDA

1.- Existe un plan de mantenimiento de maquinaria y equipos en la empresa?

SI

NO

2.- Considera usted que es importante contar con un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria? De ser SI explique por qué.

SI

NO

Podríamos evitar daños y ya no se pararía la producción

3.- Cuál cree que es el principal problema que causa a la empresa no tener un plan de mantenimiento.

Menos ventas y reclamos

4.- Qué equipos o máquinas considera usted que necesitan mantenimiento preventivo?

Enumere:

- Tolva
- Volquete
- Bandas
- Pala Frontal
- Trifuradora
-

ENCUESTA

Figura 13. Formato utilizado para la encuesta:

Universo: 12 personas

3.6.1. Resultado de la primera pregunta.

1) ¿Existe un plan de mantenimiento de maquinaria y equipos en la empresa?

Tabla 1. Plan de mantenimiento de maquinaria y equipos de la empresa

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|--------|----------|------------|
| Si | 0 | 0% |
| No | 12 | 100% |

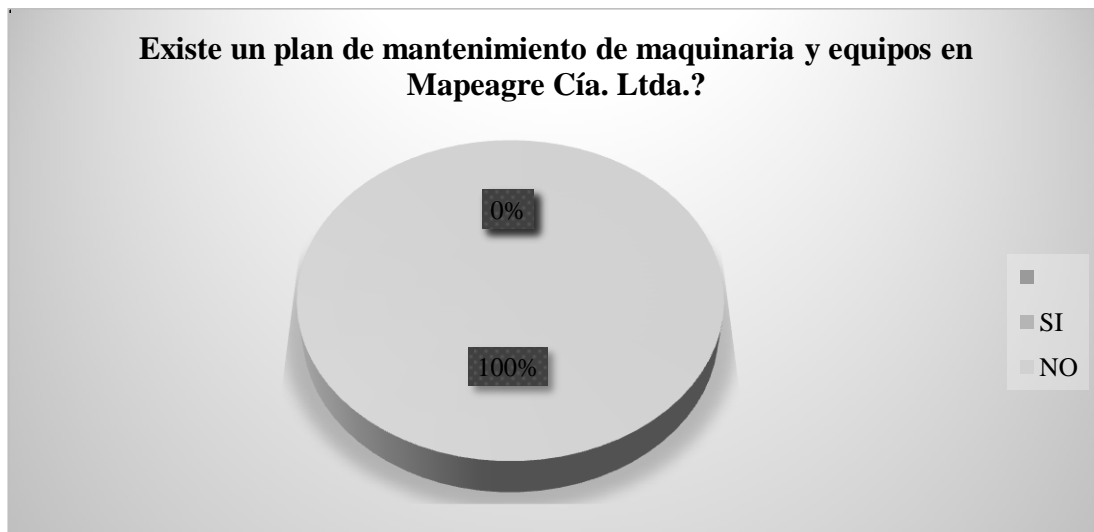


Figura 14. Plan de mantenimiento de maquinaria y equipos de la empresa

Análisis:

En base a la respuesta del personal de la empresa se puede observar fácilmente en el gráfico que no existe un plan de mantenimiento, razón por la cual se decidió realizar el proyecto.

3.6.2. Resultado de la segunda pregunta.

2) ¿Considera usted que es importante contar con un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria? Explique su respuesta.

Tabla 2. Importancia del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria

| Opción | Cantidad |
|--------|----------|
| Si | 12 |
| No | 0 |



Figura 15. Importancia del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria

- Porque así podríamos prevenir algunos daños.
- Porque no habría tantos equipos en reparación.
- Se evitaría reclamos de los clientes.
- A veces se daña la maquinaria y justo en ese momento no hay repuestos o no hay liquidez.
- Se evitaría pérdidas y reclamos de los choferes que no tienen nada que hacer cuando la maquinaria está dañada.
- Se podría disminuir riesgos de accidentes.
- Ayudaría a cumplir con los planes de trabajo y con los presupuestos.

3.6.3. Resultado de la tercera pregunta.

3) ¿Cuál cree que es el principal problema que causa a la empresa no tener un plan de mantenimiento?

- Pérdidas económicas
- Reclamos de los clientes
- Insatisfacción de los choferes

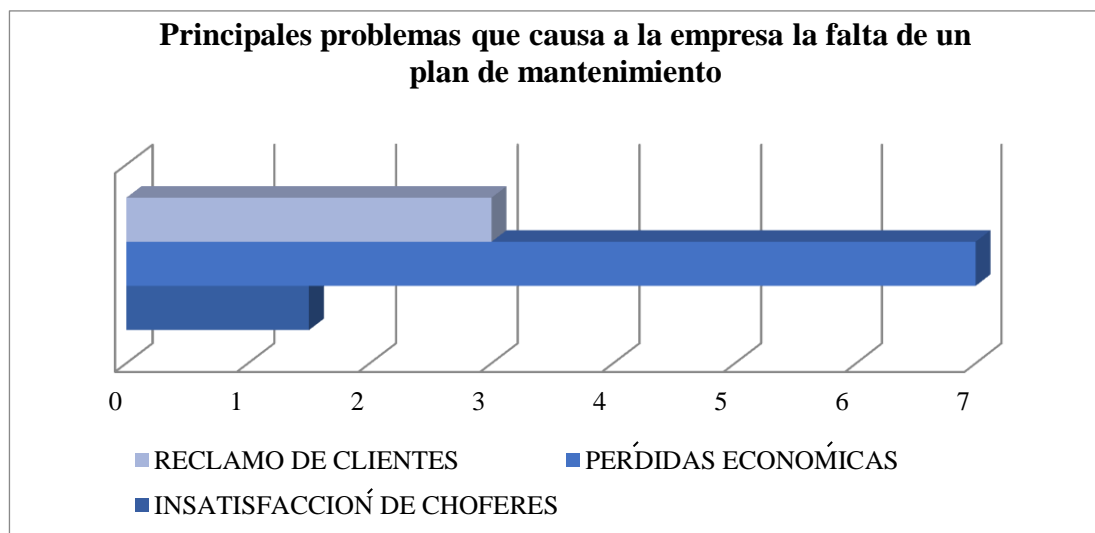


Figura 16. Principales problemas que causa a la empresa la falta de un plan de mantenimiento

Análisis:

Se pudo observar que la mayoría del personal coincide que por la falta de mantenimiento existe pérdidas económicas, lo cual no es favorecedor, por lo que la empresa dio carta abierta, proporcionando todos los datos necesarios para así obtener resultados más exactos y fiables a la hora de realizar el plan de mantenimiento.

3.6.4. Resultado de la cuarta pregunta.

4) ¿Qué equipos o máquinas considera usted que necesitan mantenimiento preventivo?

Tabla 3. Equipos o máquinas que necesitan mantenimiento preventivo

| Opción | Cantidad |
|------------------|----------|
| Todos | 5 |
| Bulldozers | 1 |
| Retroexcavadoras | 2 |
| Tolvas | 1 |
| Trituradoras | 1 |
| Volquetas | 2 |

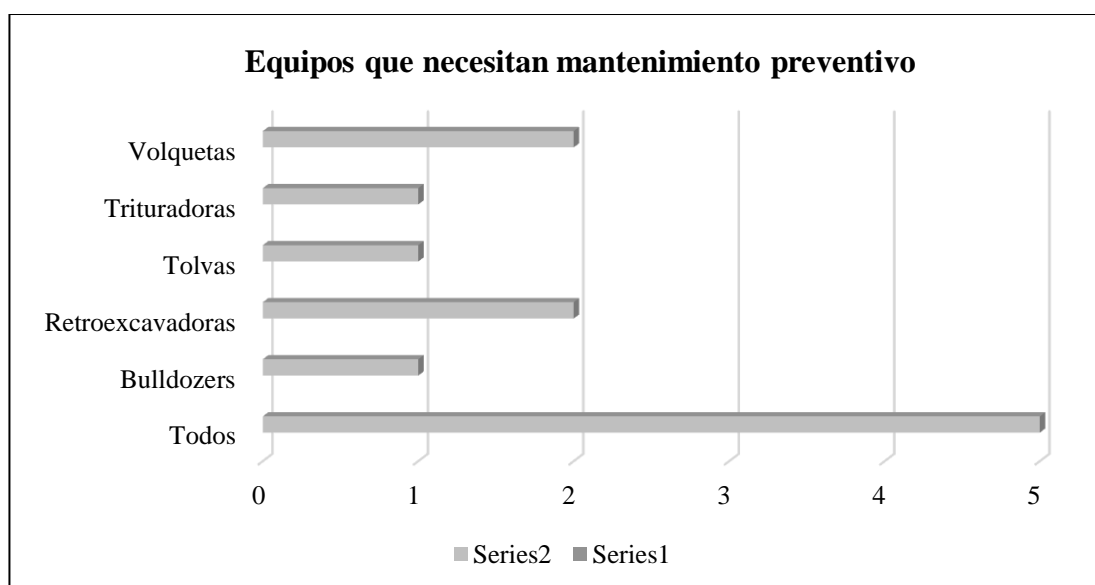


Figura 17. Equipos o máquinas que necesitan mantenimiento preventivo

Análisis:

Por medio del grafico se puede determinar que los encuestados manifiestan que la mayoría de la maquinaria y equipos necesitan de mantenimiento. Dentro del plan que se elaborará se incluirá a toda la maquinaria y equipos que la empresa posee.

Análisis General

Una vez realizada las encuestas y haber analizado cada una de las preguntas con sus respectivos gráficos, se observa que todo el personal de la empresa Mapeagre está de acuerdo y coincide en que no existe un plan de mantenimiento y por ende la empresa está obteniendo pérdidas por las paradas que se presentan en el día a día.

Sin embargo, con ello simplemente se pretende incorporar una herramienta que contribuirá a elevar la calidad del producto y rendimiento de las máquinas; esta herramienta será un plan de mantenimiento preventivo.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

El concepto de sistema de mantenimiento, exige estandarizar los pasos y procedimientos para llevar a cabo las tareas operativas y administrativas, relacionadas con la conservación y mantenimiento de las máquinas, equipos e instalaciones de la empresa Mapeagre Cía. Ltda., que es una necesidad imperiosa de la misma que todo el personal administrativo y operativo está consciente.

El propósito de estos procedimientos es facilitar a la organización, dirección, administración y el funcionamiento técnico del departamento de mantenimiento de la empresa.

Este procedimiento constituye la base para la planificación de las diferentes actividades de conservación y permiten ejercer una efectiva supervisión y control técnico.

El responsable de la implementación de estos procedimientos es el Jefe de Mantenimiento, con el apoyo directo del Gerente.

4.1. Situación actual de la empresa

4.1.1. Personal Técnico de Mantenimiento

El departamento de mantenimiento cuenta actualmente con 10 personas distribuidas de la siguiente forma:

10 personas con contrato y son:

- 1 Tecnólogo Mecánico (coordinador de mantenimiento)
- 2 Eléctricos (sistema eléctrico)
- 3 Bachiller en mantenimiento (Equipos electromecánicos)
- 2 Bachiller técnico (auxiliar de taller de mecánica)
- 2 Auxiliares con varias especialidades (pintor, plomero, albañil, etc.)

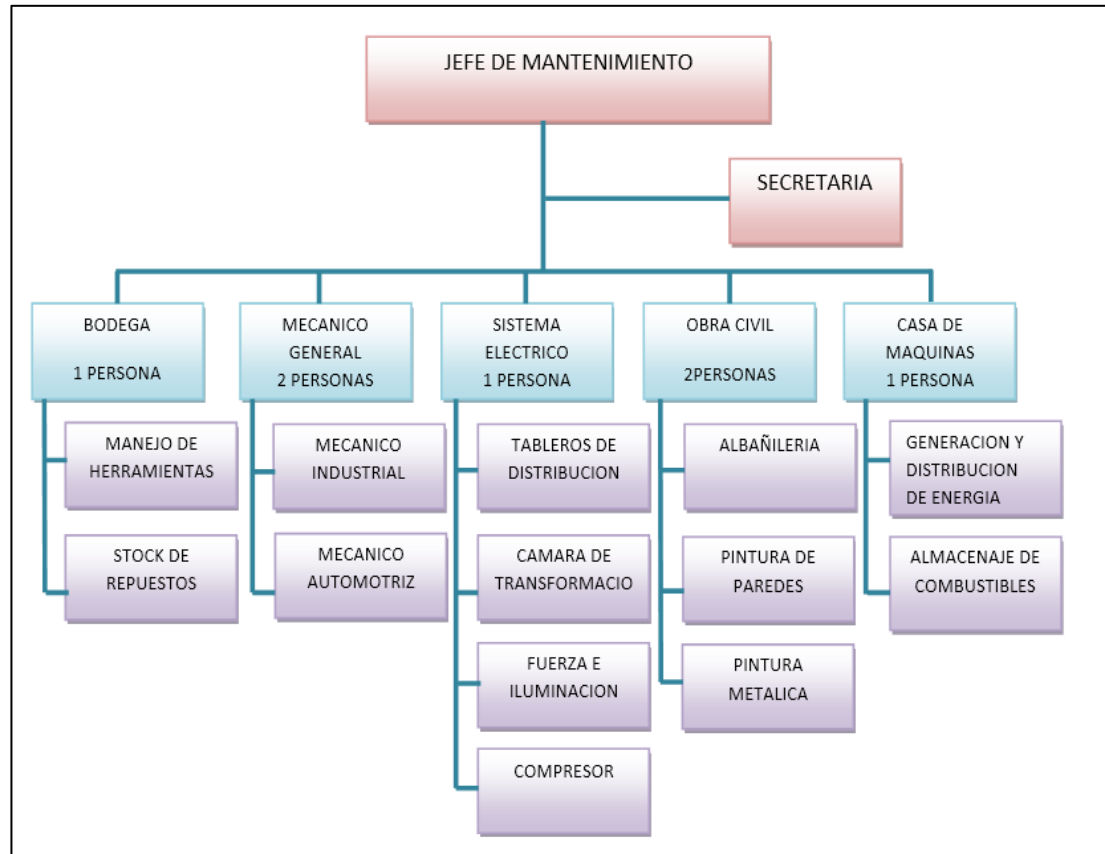


Figura 18. Organigrama de personal optimizado

4.2. Funciones del personal técnico de mantenimiento

4.2.1. Técnico bodeguero

- Archivar en orden los pedidos del día.
- Realizar las guías de salida de los insumos utilizados.
- Velar por el orden en la bodega, acondicionando los insumos o materiales que se encuentren en orden por género o código.
- Cuidar de la limpieza en sus áreas de trabajo.
- Cierre mensual y revisión del inventario.
- Control en el descargue de combustible (diesel).
- Control en la entrega y recepción de herramientas de trabajo al personal.

4.2.2. Técnico mecánico

- Ejecutar tareas de, desarmado, ajuste de piezas y componentes de equipos y máquinas mecánicas.
- Realizar tareas de limpieza, lubricación y acondicionamiento de piezas y máquinas ejecutar tareas de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.
- Interpretar planos técnicos.
- Inspeccionar periódicamente máquinas y equipos.
- Ejecutar tareas simples con las herramientas del taller de mantenimiento mecánico.
- Consultar manuales y especificaciones técnicas para determinar desperfectos en los equipos.
- Desempeñar tareas afines.

4.2.3. Técnico eléctrico

- Operar voltímetros, amperímetros y otros instrumentos de medición y verificación.
- Reparar o reemplazar componentes electrónicos de comando y señalización de tableros de paneles de comando y protección de los equipos de la empresa.
- Cuidar de la conservación de los instrumentos de trabajo.
- Ejecutar servicios de reparación e instalación de circuitos y componentes eléctricos.
- Instalar, reparar motores eléctricos.
- Reparar o reemplazar llaves, relés, fusibles, arranques, resistores, tomas, lámparas, terminales de cables, aisladores, instrumentos de medición.
- Instalar o reemplazar cables.
- Inspeccionar periódicamente tableros y paneles para detectar sobrecalentamiento, fugas de corriente, etc.
- Cuidar de la limpieza en sus áreas de trabajo.
- Desempeñar tareas afines.

4.2.4. Técnico auxiliar

- Inspeccionar estado de pintura.
- Realizar trabajos de albañilería.
- Inspeccionar estructuras metálicas.
- Cuidar la limpieza en el lugar de trabajo.
- Cuidar la conservación de sus instrumentos de trabajo.
- Desempeñar tareas afines.

4.2.5. Técnico electromecánico

- Inspeccionar cañerías y equipos para detectar pérdidas de aceite, agua y combustible.
- Inspeccionar y reparar válvulas, reguladores, controles, bombas, ventiladores, filtros, manómetros y otros elementos de la maquinaria.
- Ejecutar tareas de soldadura y otras necesarias para las distintas reparaciones.
- Ejecutar tareas de limpieza y lubricación de equipos y maquinaria.
- Consultar manuales y especificaciones técnicas para determinar desperfectos en los equipos.
- Interpretar planos técnicos.
- Desempeñar tareas afines.

4.3. Formatos necesarios para la gestión de mantenimiento

4.3.1. Formulario para solicitud de mantenimiento

Son documentos básicos diseñados para el control y programación de las actividades del Departamento de Mantenimiento, así como para su manejo técnico y administrativo. El jefe del área luego de conocer la avería llena el formulario. El jefe de mantenimiento revisa y decide que técnico debe intervenir.

| | |
|--|-----------------|
|  MAPEAGRE CIA LTDA SOLICITUD DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO | |
| NOMBRE DEL DPTO QUE SOLICITA: _____ | |
| FECHA: _____ | HORA: _____ |
| SOLICITO: | |
| PINTAR <input type="checkbox"/> REPARAR <input type="checkbox"/> CHEQUEAR <input type="checkbox"/> CONSTRUIR <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/> | |
| NOMBRE DEL BIEN: _____ | CANTIDAD: _____ |
| MARCA: _____ | MODELO: _____ |
| DESCRIPCION DEL DAÑO: _____ | |
| OBSERVACIONES: _____ | |
| | |
| ENTREGO: | RECIBO: |
| NOMBRE: _____ | NOMBRE: _____ |
| FIRMA: _____ | FIRMA: _____ |
| LUEGO DE HABER: | |
| PINTAR <input type="checkbox"/> REPARAR <input type="checkbox"/> CHEQUEAR <input type="checkbox"/> CONSTRUIR <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/> | |
| RECIBO EL BIEN: CONFORME <input type="checkbox"/> INCONFORME <input type="checkbox"/> IGUAL <input type="checkbox"/> | |
| FECHA: _____ | HORA: _____ |
| OBSERVACIONES: _____ | |
| | |
| NOMBRE: _____ | FIRMA: _____ |
| TECNICO REPOSABLE: _____ | |

Figura 19. Solicitud de trabajo para mantenimiento

Luego de haber concluido el trabajo, el técnico de mantenimiento entrega el bien a la persona que solicitó y según su conformidad firma el documento.

4.4. Formulario de Orden de trabajo

Es el documento a través del cual se lleva control del trabajo de mantenimiento y se contabiliza los costos ocasionados por el mismo. El coordinador de mantenimiento, elabora a partir de una solicitud de trabajo recibida, o de las planificaciones realizadas. El encargado de ejecutarla es el técnico designado, quien es responsable de registrar toda la información que sea requerida en dicha orden; además el coordinador de mantenimiento selecciona al personal técnico y mediante la orden de trabajo solicita su cumplimiento; la orden de trabajo contiene:


| | |
|---|---|
|  | MAPEAGRE CIA LTDA ORDEN DE TRABAJO |
| FECHA: _____ HORA: _____ SEÑOR: _____ REALIZAR EL SIGUIENTE TRABAJO: _____ _____ _____ UBICACIÓN: _____ | |
| DESCRIPCION DEL EQUIPO | |
| NOMBRE: _____ CANTIDAD: _____ MARCA: _____ MODELO: _____ FIRMA: _____ FIRMA: _____ OBSERVACIONES: _____ _____ JEFE DE MANTENIMIENTO: _____ TECNICO: _____ FIRMA: _____ FIRMA: _____ | |
| TRABAJO CONCLUIDO | |
| FECHA: _____ HORA: _____ MATERIALES UTILIZADOS: _____ _____ OBSERVACIONES: _____ _____ JEFE DE MANTENIMIENTO: _____ TECNICO RESPONSABLE: _____ FIRMA: _____ FIRMA: _____ | |

Figura 20. Orden de trabajo para mantenimiento

4.5. Fichas Técnicas de las máquinas y equipos

En la ficha técnica constan todos los datos que tiene la placa del equipo como: marca, modelo, serie etc. Además, contiene la fecha de ingreso a la planta, el lugar donde se encuentra el equipo, los tipos de mantenimiento que se ejecutaron.

| FICHA TÉCNICA | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------|---|-------------|------|
| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO | | | | | | | |
| EQUIPO: | VOLQUETA | | | | CÓDIGO : | | |
| SERVICIO: | PLANTA DE CLASIFICACION | | | | FUNCIONALIDAD: | OPERATIVO | |
| MARCA: | CHEVROLET | | | |  | | |
| MODELO: | FVR | | | | | | |
| SERIE: | | PROCEDENCIA: | ESTADOS UNIDOS | | | | |
| F.ADQUISICIÓN: | 2009 | GARANTIA: | ----- | | | | |
| FUNCIÓN: | MOVILAZION DE MATERIAL | | | | | | |
| MODELO MANTENIMIENTO: | PREVENTIVO | | | | | | |
| MANTENIMIENTO SUBCONTRATADO: | | Sí o no | NO | | | | |
| PROVEEDOR DE MANTENIMIENTO: | ----- | | | | | | |
| PROVEEDOR DE EQUIPO: | ----- | | | | | | |
| SISTEMA ELÉCTRICO (datos de placa) | | | | | | | |
| VOLTAJE: | ---- | FASES: | ---- | AMPERAJE: | ---- | FRECUENCIA: | ---- |
| POTENCIA: | ---- | CONEXIÓN: | ----- | CIRCUITO | ---- | | |
| EMPRESA DE MANTENIMIENTO | | | ESTADO | | OBSERVACIONES | | |
| ----- | | | BUENO | | | | |
| DATOS DE LA EMPRESA | | | | | | | |
| DIRECCIÓN: | ----- | | | | | | |
| TELÉFONO: | ----- | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | |

Figura 21. Ficha técnica


| FICHA TÉCNICA | | | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------|----------------|-----------|---|-------------|-------|
| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO | | | | | | | |
| EQUIPO: | GENERADOR | | | | CÓDIGO : | | |
| SERVICIO: | CASA DE MAQUINAS | | | | FUNCIONALIDAD: | OPERATIVO | |
| MARCA: | CATERPILLAR | | | |  | | |
| MODELO: | 3306 | | | | | | |
| SERIE: | | PROCEDENCIA: | ESTADOS UNIDOS | | | | |
| F.ADQUISICIÓN: | 2003 | GARANTIA: | ----- | | | | |
| FUNCIÓN: | GENERAR ENERGIA ELECTRICA PARA ALIMENTAR A TODA LA PLANTA | | | | | | |
| MODELO MANTENIMIENTO: | PREVENTIVO | | | | | | |
| MANTENIMIENTO SUBCONTRATADO: | | Sí o no | SI | | | | |
| PROVEEDOR DE MANTENIMIENTO: | CATERPILLAR | | | | | | |
| PROVEEDOR DE EQUIPO: | ----- | | | | | | |
| SISTEMA ELÉCTRICO (datos de placa) | | | | | | | |
| VOLTAJE: | 220 | FASES: | TRIFASICO | AMPERAJE: | 11,7 A | FRECUENCIA: | 60 HZ |
| POTENCIA: | ---- | CONEXIÓN: | ----- | CIRCUITO | ---- | | |
| EMPRESA DE MANTENIMIENTO | | | ESTADO | | OBSERVACIONES | | |
| CATERPILLAR | | | BUENO | | | | |
| DATOS DE LA EMPRESA | | | | | | | |
| DIRECCIÓN: | QUITO, MELCHOR DE BENAVIDES E14-86 Y ANGOSTURA | | | | | | |
| TELÉFONO: | 2506090 - 2563119 | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | |

Figura 22. Ficha técnica


| FICHA TÉCNICA | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------|--------------|----------------|-----------|---|-------------|------|
| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO | | | | | | | |
| EQUIPO: | CARGADORA FRONTAL | | | | CÓDIGO : | | |
| SERVICIO: | PLANTA DE CLASIFICACION | | | | FUNCIONALIDAD: | OPERATIVO | |
| MARCA: | CATERPILLAR | | | |  | | |
| MODELO: | 938 | | | | | | |
| SERIE: | G | PROCEDENCIA: | ESTADOS UNIDOS | | | | |
| AÑO DE FABRICACION: | 2002 | GARANTIA: | ----- | | | | |
| FUNCIÓN: | ALIMENTAR A LAS VOLQUETAS | | | | | | |
| MODELO MANTENIMIENTO: | PREVENTIVO | | | | | | |
| MANTENIMIENTO SUBCONTRATADO: | Si o no | | NO | | | | |
| PROVEEDOR DE MANTENIMIENTO: | ---- | | | | | | |
| PROVEEDOR DE EQUIPO: | CATERPILLAR | | | | | | |
| SISTEMA ELÉCTRICO (datos de placa) | | | | | | | |
| VOLTAJE: | ---- | FASES: | ---- | AMPERAJE: | ---- | FRECUENCIA: | ---- |
| POTENCIA: | 256HP | CONEXIÓN: | ----- | CIRCUITO | ---- | | |
| EMPRESA DE MANTENIMIENTO | | | ESTADO | | OBSERVACIONES | | |
| ---- | | | BUENO | | | | |
| DATOS DE LA EMPRESA | | | | | | | |
| DIRECCIÓN: | ---- | | | | | | |
| TELÉFONO: | ---- | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | |

Figura 23. Ficha técnica

Con esto se llevará un mejor control y orden en los distintos lineamientos con el fin de conservar la vida útil y mantener en buen estado de funcionamiento las máquinas, equipos e instalaciones de la empresa Mapeagre Cía. Ltda., los cuales deben funcionar en forma precisa y eficiente, para evitar gastos infructuosos y evitar complicaciones, hasta la parada total de la planta; por ello es indispensable contar con un programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo y llevarlo a la práctica.

Todos los equipos y maquinarias enlistadas en las **tablas 4 y 5** estarán dentro del plan de mantenimiento, adicional de los elementos eléctricos y demás elementos que forman parte importante en la planta.

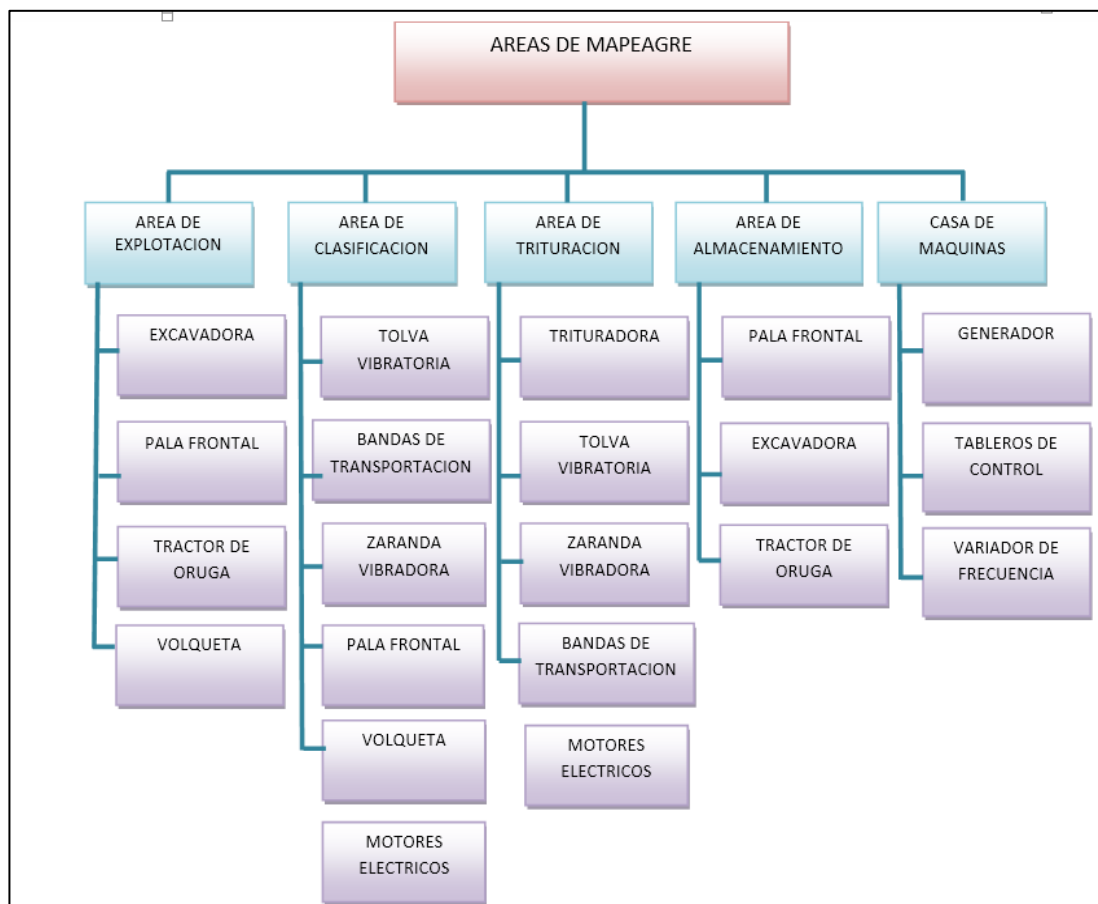


Figura 24. Distribución de equipos y maquinaria por áreas

4.6. Equipos sujetos al plan de mantenimiento

Tabla 4. Equipos de la planta de clasificación

| Ítem | Equipo | Cant. | Marca | Área |
|------|--------------------------|-------|-------------|------------------|
| 1 | Generador 3306 | 1 | Caterpillar | Casa de máquinas |
| 2 | Generador gep65 | 1 | Olympian | Casa de máquinas |
| 3 | Motor trifásicos 20 hp | 4 | WEG | Trituración |
| 4 | Motor monofásico | 3 | WEG | Trituración |
| 5 | Motor trifásicos | 2 | siemens | Clasificación |
| 6 | Bandas transportadoras | 3 | N.A | Clasificación |
| 7 | Bandas transportadoras | 6 | N.A | Trituración |
| 7 | Motoreductor | 2 | WEG | Clasificación |
| 8 | Trituradora de mandíbula | 2 | Metso | Trituración |
| 9 | Zaranda bibrador | 1 | N.A | Clasificación |
| 10 | Zaranda bibrador | 1 | N.A | Trituración |
| 11 | Tableros eléctricos | 2 | N.A | Casa de máquinas |
| 12 | Estructuras de bandas | 12 | N.A | General |
| 13 | Motoreductor | 3 | Siemens | Trituración |
| 14 | Poleas | 15 | N.A | General |
| 15 | Tolva bibradora 8 m3 | 1 | N.A | Trituración |
| 16 | Tolva bibradora 12m3 | 1 | N.A | Clasificación |

A continuación se detalla en el siguiente cuadro el inventario actualizado de la maquinaria pesada de la empresa Mapeagre Cía. Ltda.

Tabla 5. Listado de equipo caminero

| Ítem | Equipo | Cant. | Marca | Modelo | Área |
|------|----------------------|-------|-------------|-----------|----------------|
| 1 | Motoniveladora | 1 | Caterpillar | 140 g | General |
| 2 | Plataforma | 1 | Hino | Superduty | General |
| 3 | Mula | 1 | Mack | 1325 | Clasificación |
| 4 | Volqueta | 1 | Chevrolet | Kodiak | Explotación |
| 5 | Volqueta | 1 | Chevrolet | Fvr | Explotación |
| 6 | Camión | 1 | Chevrolet | Mnr | Diesel |
| 7 | Camionetas | 2 | Mazda | Bt-50 | General |
| 8 | Bulldozer | 1 | Caterpillar | D6-d | Explotación |
| 9 | Bulldozer | 1 | Caterpillar | D6-c | Explotación |
| 10 | Bulldozer | 1 | Caterpillar | D8-k | Almacenamiento |
| 11 | Bulldozer | 1 | Caterpillar | D7-c | Almacenamiento |
| 12 | Excavadora de orugas | 1 | Caterpillar | 320c-1 | Explotación |
| 13 | Excavadora de orugas | 1 | Caterpillar | 330m-e | Almacenamiento |
| 14 | Cargadora frontal | 1 | Caterpillar | 938 | Explotación |
| 15 | Cargadora frontal | 1 | Caterpillar | 966c | Clasificación |
| 16 | Cargadora frontal | 1 | Caterpillar | 950 | Almacenamiento |
| 17 | Tanquero | 1 | Hino | 1726 | General |

4.7. Estado actual de la maquinaria y equipo

Previo a la elaboración del plan de mantenimiento, se realizó un diagnóstico técnico de cada uno de los equipos y maquinarias involucradas en los diferentes procesos que lleva a cabo la empresa, donde se pudo verificar que todos mantenían un estado técnico elevado, es decir, toda la maquinaria estaba en buenas condiciones operables, por ello la empresa incurría en costos elevados en cuanto a mantenimiento, ya que al presentarse un daño menor en piezas o partes, la empresa prefería adquirir el repuesto completo en lugar de repararlo.

Una vez obtenidos los resultados técnicos de la maquinaria y equipos con los que cuenta Mapeagre Cía. Ltda., se pudo definir el tipo de mantenimiento que se llevará a cabo, el cual será mantenimiento preventivo.

En vista de que la maquinaria y equipos mantienen un estándar de funcionamiento y productividad elevado, el plan de mantenimiento será elaborado en base a inspecciones, revisiones y reparaciones pequeñas, medianas y generales.

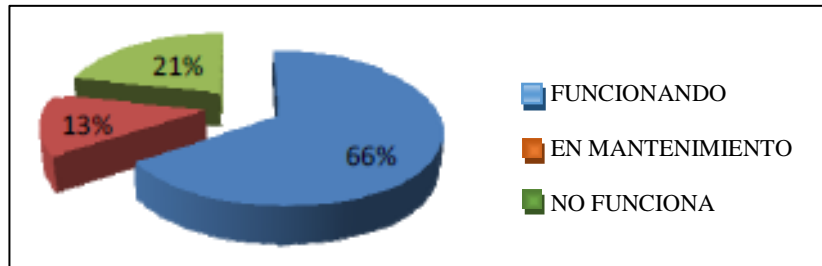


Figura 25. Estado de la maquinaria

Luego de haber identificado todas las maquinarias y equipos involucrados, se procedió a revisar los manuales de los fabricantes de cada uno, para conocer sus modos de operación, capacidad, además de las recomendaciones del fabricante acerca del uso y mantenimiento de los mismos.

Una vez obtenida toda la información disponible de los manuales, se procedió a elaborar el plan de mantenimiento preventivo para la empresa Mapeagre Cía. Ltda.

En caso de presentarse un imprevisto con algún equipo o maquinaria por caso de fuerza mayor, en la planificación se modificará alguna actividad que este pendiente de realizar y reemplazarla con este contratiempo; de tal manera que no afecte al funcionamiento normal de los equipos.

De presentarse el caso que una máquina tenga que ser reparada por algún desperfecto, se ocupará maquinaria de otra área de manera que no afecte a la producción continua.

En el caso de los equipos y maquinarias que intervienen directamente con la producción, los mantenimientos se realizarán en fines de semana o en días donde el equipo no esté funcionando.

Del listado de máquinas ya mencionado, se especifica cada una de las actividades que se van a realizar en cada intervención. (Anexo 8)

Tabla 7. Listado de actividades de mantenimiento preventivo

| Lista de actividades de mantenimiento preventivo | |
|---|--|
| Elaborado por: | Juan Sebastián Fernández |
| Nombre de la máquina principal o componente | Actividad a realizarse |
| Generador | Revisión de Fluidos Enfriamiento (refrigerante). Revisión del nivel de aceite de motor. Limpieza de filtro de aire. Revisión del sistema de alimentación de diésel. Cambio de filtro de combustible. |
| Bandas transportadoras | Revisión y engrasado de chumaceras. Revisión de ejes y piñones de banda transportadora. Inspección física y visual de banda transportadora. Reajuste de pernos. |
| Motorreductor 01 banda de clasificado | Revisión cable eléctrico, conector BX, caja de conexiones. Cambio de rodamientos y retenedores del motor. Medida de corrientes de trabajo, comparar con nominales y calibrar protección térmica. Revisión y limpieza del ventilador. Cambio de rodamientos y retenedores del reductor. Cambio de aceite. Revisión de piñones y ejes. Pelar, lijar y pintar. |

Tabla 7. (Cont.)

| | |
|---|---|
| Motorreductor 02 banda de arena | <p>Revisión cable eléctrico, conector BX, caja de conexiones.</p> <p>Cambio de rodamientos y retenedores del motor.</p> <p>Medida de corrientes de trabajo, comparar con nominales y calibrar protección térmica.</p> <p>Revisión y limpieza del ventilador.</p> <p>Cambio de rodamientos y retenedores del reductor.</p> <p>Cambio de aceite.</p> <p>Revisión de piñones y ejes.</p> <p>Pelar, lijar y pintar.</p> |
| Motorreductor 02 banda triturado | <p>Revisión cable eléctrico, conector BX, caja de conexiones.</p> <p>Cambio de rodamientos y retenedores del motor.</p> <p>Medida de corrientes de trabajo, comparar con nominales y calibrar protección térmica.</p> <p>Revisión y limpieza del ventilador.</p> <p>Cambio de rodamientos y retenedores del reductor.</p> <p>Cambio de aceite.</p> <p>Revisión de piñones y ejes.</p> <p>Pelar, lijar y pintar.</p> |
| Trituradora | <p>Revisión y engrasado de rodamientos de manzana.</p> <p>Revisión estado de poleas.</p> <p>Revisión de tensión y estado de bandas.</p> <p>Cambio de bandas.</p> <p>Remover óxido estructural.</p> <p>Reajuste de pernos.</p> |
| Motor trituradora 20hp | <p>Revisión cable eléctrico, conector BX, caja de conexiones.</p> <p>Cambio de rodamientos.</p> <p>Medida de corrientes de trabajo, comparar con nominales y calibrar protección térmica.</p> <p>Revisión y limpieza del ventilador.</p> <p>Pelar, lijar y pintar.</p> |
| Zaranda principal | <p>Revisión y engrasado de chumaceras.</p> <p>Revisión de acople mecánico.</p> <p>Revisión estado de zarandas.</p> <p>Remover óxido estructural.</p> <p>Reajuste de pernos.</p> |
| Motor zaranda principal | <p>Revisión cable eléctrico, conector BX, caja de conexiones.</p> <p>Cambio de rodamientos.</p> <p>Medida de corrientes de trabajo, comparar con nominales y calibrar protección térmica.</p> <p>Revisión y limpieza del ventilador.</p> |
| Zaranda secundaria | <p>Pelar, lijar y pintar.</p> <p>Revisión y engrasado de chumaceras.</p> <p>Revisión de acople mecánico.</p> |

Tabla 7. (Cont.)

| | | |
|--|------------------|---|
| | | <p>Revisión estado de zarandas. Remover óxido estructural. Reajuste de pernos.</p> |
| Motor secundaria | zaranda | <p>Revisión cable eléctrico, conector BX, caja de conexiones. Cambio de rodamientos. Medida de corrientes de trabajo, comparar con nominales y calibrar protección térmica. Revisión y limpieza del ventilador. Pelar, lijar y pintar.</p> |
| Tablero eléctrico módulo 1 | | <p>Realizar reajuste de terminales.</p> <p>Realizar la limpieza interna y externa de polvo. Sellar conexiones al tablero para evitar posibles ingresos de agua. Revisar correcta identificación de circuitos y elementos eléctricos. Corregir puntos de contactos vivos expuestos.</p> |
| Tablero eléctrico módulo 2 área de procesos | | <p>Realizar reajuste de terminales.</p> <p>Realizar la limpieza interna y externa de polvo. Sellar conexiones al tablero para evitar posibles ingresos de agua. Revisión de luces piloto. Pruebas de funcionamiento de luces piloto. Revisar correcta identificación de circuitos y elementos eléctricos.</p> |
| Variador de frecuencia | | <p>Limpieza de ventilador. Reajuste de terminales. Corregir puntos de contactos vivos expuestos.</p> |
| Vehículo 01 doble cabina | camioneta | <p>Revisión de Fluidos Hidráulicos (frenos, embrague).</p> <p>Revisión de Fluidos Enfriamiento (refrigerante). Cambio de aceite de motor. 500 km Limpieza de filtro de aire. Revisión de presión de llantas.</p> |
| Vehículo 02 cabina simple | camioneta | <p>Revisión de Fluidos Hidráulicos (frenos, embrague).</p> <p>Revisión de Fluidos Enfriamiento (refrigerante). Cambio de aceite de motor. 5000 km Limpieza de filtro de aire. Revisión de presión de llantas.</p> |

Tabla 7. (Cont.)

| | |
|-----------------------------|--|
| Cargadoras frontales | <p>Inspeccionar Cilindros hidráulicos principal. Inspeccionar Cilindros hidráulicos secundarios. Revisión de acoples hidráulicos. Lijar y Pintar Uñas de Carga. Engrasado de todo el sistema de levantamiento de cargas. Limpieza general del motor. Revisión del sistema eléctrico general. Revisión de nivel de aceite hidráulico. Revisión de nivel de aceite de motor. Revisión de nivel de Refrigerante. Revisión sistema de enfriamiento por agua del motor. Limpieza de filtro de aire. Cambio de aceite Hidráulico 1000 horas Cambio de aceite de motor 500 horas Revisión y limpieza del Carburador. Revisar sistema de Combustible.</p> |
| Excavadoras | <p>Inspeccionar Cilindros hidráulicos principales. Inspeccionar Cilindros hidráulicos secundarios. Revisión de acoples hidráulicos. Lijar y Pintar Uñas de Carga. Lijar y Pintar Mástil. Cambio de aceite Hidráulico 1000 horas Cambio de aceite de motor 500horas Engrasado de todo el sistema de levantamiento de cargas. Limpieza general del motor. Revisión del sistema eléctrico general. Revisión de nivel de aceite hidráulico. Revisión de nivel de aceite de motor. Revisión de nivel de Refrigerante. Revisión sistema de enfriamiento por agua del motor. Limpieza de filtro de aire. Revisar sistema de Combustible.</p> |
| Bulldozer | <p>Inspeccionar Cilindros hidráulicos principales. Inspeccionar Cilindros hidráulicos secundarios. Revisión de acoples hidráulicos. Lijar y Pintar Uñas de Carga. Lijar y Pintar Mástil. Cambio de aceite Hidráulico 1000 horas Cambio de aceite de motor 500 horas Engrasado de todo el sistema de levantamiento de cargas. Limpieza general del motor. Revisión del sistema eléctrico general.</p> |

Tabla 7. (Cont.)

| |
|--|
| Revisión de nivel de aceite hidráulico. Revisión de nivel de aceite de motor. Revisión de nivel de Refrigerante. Revisión sistema de enfriamiento por agua del motor. Limpieza de filtro de aire. Revisar sistema de Combustible. |
|--|

Nota: En caso de avería o daño mayor de la maquinaria o equipo, el mantenimiento correctivo lo realizará el distribuidor de la marca fabricante, a través de sus talleres autorizados.

Para estipular una frecuencia del cambio de aceite de la maquinaria pesada, se calculó en función a las horas de trabajo diario.

8 horas de trabajo x 5 días de la semana = 40 horas de trabajo semanal.

Por el manual del fabricante de la maquinaria Caterpillar los cambios de aceite del motor se realizan cada 500 horas. Por lo tanto, los cambios se los realiza cada 3 meses 15 días como lo estipula el programa que está diseñado por semanas.

El plan de mantenimiento contempla revisiones y reparaciones pequeñas, medianas y generales para cada equipo y maquinaria, las mismas que para dar respuesta a esta estructura se debe realizar evaluación y control permanente de los procesos.

El plan de mantenimiento fue elaborado en formato en Excel edición 2016, una versión moderna que nos brinda las herramientas necesarias para poder crear el programa de mantenimiento que a continuación se explica.

El plan de mantenimiento está diseñado para realizarlo por semanas, donde incluye el calendario y el listado de chequeos y cambios por cada equipo y maquinaria. Cada semana especifica las actividades de mantenimiento que se deben realizar a cada máquina y a su vez indica cada qué tiempo se debe repetir las mismas.

| MANTENIMIENTO | | 2017 | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AUG | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL | | |
|----------------------------------|-------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-------|----|----|
| IA LTDA | LUNES | 1 | 9 | 16 | 23 | 30 | 6 | 13 | 20 | 27 | 6 | 13 | 20 | 27 | 10 | | |
| | MARTES | 3 | 10 | 17 | 24 | 31 | 7 | 14 | 21 | 28 | 7 | 14 | 21 | 28 | 11 | | |
| | MIERCOLES | 4 | 11 | 18 | 25 | 1 | 8 | 15 | 22 | 1 | 8 | 15 | 22 | 29 | 12 | | |
| | JUEVES | 5 | 12 | 19 | 26 | 2 | 9 | 16 | 23 | 2 | 9 | 16 | 23 | 30 | 13 | | |
| | VIERNES | 6 | 13 | 20 | 27 | 3 | 10 | 17 | 24 | 3 | 10 | 17 | 24 | 31 | 14 | | |
| | SABADO | 7 | 14 | 21 | 28 | 4 | 11 | 18 | 25 | 4 | 11 | 18 | 25 | 1 | 15 | | |
| | DOMINGO | 8 | 15 | 22 | 29 | 5 | 12 | 19 | 26 | 5 | 12 | 19 | 26 | 2 | 16 | | |
| | TOTAL ACTIVIDADES PROGRAMADAS | | 74 | 105 | 87 | 82 | 68 | 86 | 91 | 88 | 61 | 93 | 103 | 126 | 56 | 66 | 89 |
| ACTIVIDADES | INICIO | FREC | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Limpieza general | 1 | 4 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Limpieza de celdas de carga | 1 | 13 | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Remover oido estructural | 1 | 13 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Ajuste de pernos | 1 | 13 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Calibración sistema pesificación | 1 | 50 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 26. Plan de mantenimiento

El Jefe de mantenimiento es el encargado de dar seguimiento a que se cumplan todas las actividades estipuladas en la semana. Dentro del plan de mantenimiento existe una columna de inicio y frecuencia.


| SEMANA 4 | | SABADO | 7 |
|-----------------------------|--------|-------------------------------|----|
| | | DOMINGO | 8 |
| | | TOTAL ACTIVIDADES PROGRAMADAS | 74 |
| ACTIVIDADES | INICIO | FREC | 1 |
| Limpieza general | 1 | 4 | 1 |
| Limpieza de celdas de carga | 1 | 13 | 1 |
| Remover oido estructural | 1 | 13 | 1 |

La frecuencia indica el número de semanas a las que se repetirá la actividad o rutina de mantenimiento.

El inicio indica el número de semana del año en el que se comienza a realizar ese mantenimiento.

Figura 27. Inicio y frecuencia

La frecuencia y el inicio se estipulan según las horas de uso y de la importancia que presenta cada máquina dentro de la planta de clasificación. En el diseño consta el listado de toda la maquinaria y los distintos mantenimientos que se va a realizar a cada parte de la máquina.

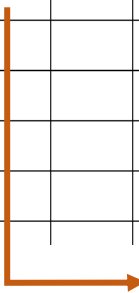


| | | | | |
|----|-------------------------|--|---|----|
| 70 | ZARANDA BRIVADORA 1 | Revisión estado de martillos. | 3 | 13 |
| 71 | ZARANDA BRIVADORA 1 | Remover oxido estructural | 3 | 13 |
| 72 | ZARANDA BRIVADORA 1 | Reajuste de pernos | 3 | 4 |
| 73 | ZARANDA BRIVADORA 1 | Verificar estado de la zaranda | 3 | 13 |
| 74 | MOTOR ZARANDA VRIBADORA | Revisión cable eléctrico, conector BX, caja de conexiones. | 3 | 13 |
| 75 | MOTOR ZARANDA VRIBADORA | Cambio de rodamientos. | 3 | 26 |
| 76 | MOTOR ZARANDA VRIBADORA | Medida de corrientes de trabajo, comparar con nominales y calibrar protección térmica. | 3 | 13 |
| 77 | MOTOR ZARANDA VRIBADORA | Revisión y limpieza del ventilador | 3 | 13 |

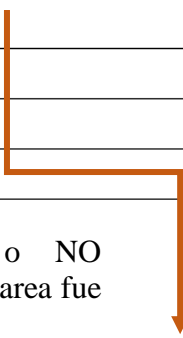
Figura 28. Maquinaria y mantenimientos

Adicional existe algunas casillas que llena la persona que esté realizando el mantenimiento.

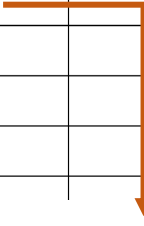
| PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------|--------------------|--|
| TAREA HECHA | FECHA DE REALIZADO | TRABAJO REALIZADO | HERRAMIENTAS COMPLETAS AL INICIO | HERRAMIENTAS COMPLETAS AL FINAL | RESPONSAB | GARANTIZO LIMPIEZA | |
| | | | | | | | |



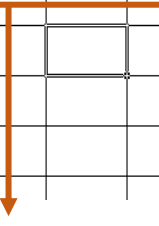
Se coloca SI o NO dependiendo si la tarea fue realizada.



Se detalla el trabajo que se realizó adicional al que ya viene estipulado, de ser el caso que no se realizó la actividad designada se coloca una breve explicación.



Una vez terminada la actividad se verifica si la herramienta estaba completa al iniciar y al terminar el mantenimiento.



Se coloca las iniciales del responsable que realizo la actividad, y si deja limpio el lugar de trabajo

Figura 29. Programa de mantenimiento preventivo

4.8. Efecto económico

4.8.1. Costos de mantenimiento

Para poder evidenciar el efecto económico una vez implementado el plan de mantenimiento, se estipuló darle seguimiento por ocho meses. El área de contabilidad de la empresa nos colaboró con información de algunos de los costos que manejan en el área de mantenimiento.

Tabla 8. Motores eléctricos

| Sin aplicación de un Plan de Mantenimiento | | Aplicando el Plan de Mantenimiento | | |
|--|---------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| Descripción | Gasto mensual | 2016 | 2017 | 2017 |
| | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero |
| Rodamientos | 240,00 | 288,00 | 239,04 | 203,18 |
| Retenedores | 144,00 | 172,80 | 143,42 | 121,91 |
| Bandas | 300,00 | 360,00 | 298,80 | 253,98 |
| Pintura Anticalórica | 38,00 | 45,60 | 37,85 | 32,17 |
| Barnizado de bobinas | 26,00 | 31,20 | 25,90 | 22,01 |
| TOTALES: | 748,00 | 897,60 | 745,01 | 633,26 |

Tabla 9. Combustibles y lubricantes

| Sin aplicación de un Plan de Mantenimiento | | Mantenimiento | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Descripción | Gasto mensual | 2016 | 2017 | 2017 |
| | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero |
| Filtros de aire | 270,00 | 324,00 | 268,92 | 228,58 |
| Filtros de aceite | 120,00 | 144,00 | 119,52 | 101,59 |
| Filtros de combustible | 90,00 | 108,00 | 89,64 | 76,19 |
| Aceite Hidráulico | 290,00 | 348,00 | 288,84 | 245,51 |
| Aceite SAE 90 | 165,00 | 198,00 | 164,34 | 139,69 |
| Aceite SAE 15-W40 | 2.100,00 | 2.520,00 | 2.091,60 | 1.777,86 |
| Aceite 40 | 75,00 | 90,00 | 74,70 | 63,50 |
| Refrigerante | 25,00 | 30,00 | 24,90 | 21,17 |
| TOTALES: | 3.135,00 | 3.762,00 | 3.122,46 | 2.654,09 |

Para una mejor explicación se realizará el cálculo tomando el ejemplo de una máquina Caterpillar 938G a la que se le realizó mantenimiento preventivo.

Tabla 10. Cálculo con máquina Caterpillar 938G

| Ítems | Cantidad | p. unitario | Total |
|-------------------------------------|-----------|-------------|---------|
| Aceite motor | 2.24 gal | 12.05 | 26.99 |
| Aceite hidráulico | 10.03 gal | 10.36 | 34.63 |
| (*) | | | |
| Aceite de transmisión (*) | 2.37 gal | 12.08 | 9.54 |
| Refrigerante (*) | 2.5 gal | 4 | 2 |
| Filtro de aceite | 1 | 16.63 | 16.63 |
| Filtro de combustible | 1 | 25 | 25 |
| g | 1 | 60.36 | 20.12 |
| Filtro de aire primario | 10 | 69.11 | 691.1 |
| Filtro de aire secundario | 5 | 33.18 | 165.9 |
| Neumáticos (los 4 neumáticos) (***) | 4 | 1600 | 800 |
| Subtotal de insumos | | | 2154.86 |
| Iva 14% | | | 301.68 |
| | | | 2456.54 |

Una vez sumados todos los gastos por mantenimiento de cada cuenta que maneja el área financiera de toda la maquinaria y equipos tenemos los resultados en el siguiente cuadro. (anexo10)

Tabla 11. Suma de gastos por mantenimiento

| | 2016 | 2016 | 2016 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 |
|-------------------------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo |
| Suma total de todos los Ítems | 9.128,95 | 10.971,26 | 10.432,16 | 9.758,96 | 9.511,54 | 8.758,69 | 8.824,2 | 8.659,7 |

Se comparó los gastos anteriores versus los gastos que se generaron aplicando el plan de mantenimiento por los ocho meses que duró el seguimiento, lo cual podemos visualizar de mejor manera en el diagrama de barras de acuerdo a lo gastado.

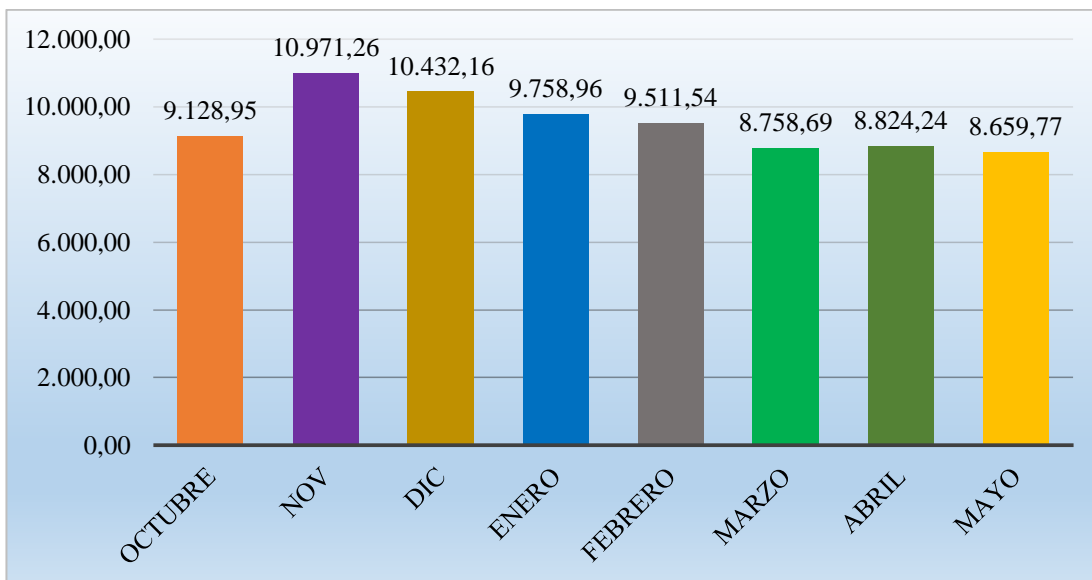


Figura 30. Comparaciones gastos anteriores y gastos actuales

En Noviembre que es la fecha donde se inicia aplicando el plan de mantenimiento, se puede observar un incremento considerable de gastos. Este gasto continúa hasta el mes de Febrero, ya que la empresa por tratar de mantener un buen estado operativo de la maquinaria, incurría en gastos que en su momento eran innecesarios pero que consideraban que con ello iban a evitar paradas de producción.

Una vez transcurridos estos ocho meses de seguimiento del plan, podemos darnos cuenta que la tendencia fue decreciente a partir de noviembre y se estabilizan a partir del mes de marzo hasta la actualidad.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Mapeagre Cía. Ltda., cuenta con todo el equipamiento y maquinaria necesarias para poder realizar cada una de las actividades relacionadas con la explotación de canteras, el transporte de materiales de construcción y el alquiler de maquinaria pesada.
2. Se recopiló los manuales de mantenimiento preventivo de las maquinarias y equipos, cuyos procedimientos se colocaron en un lugar visible junto a cada equipo para tener un control más efectivo.
3. Se evidenció que existía pérdida de tiempo y de recursos en la solución averías o desperfectos que pudieron haberse dado con un adecuado programa de mantenimiento, lo que se refleja un exceso de gastos, disminución de la productividad, incumplimiento de planes de producción, malestar en el personal de la planta y un mayor riesgo de accidentes.
4. Se creó el plan maestro de mantenimiento, el mismo que se implementó con la finalidad de garantizar la operatividad de la maquinaria y equipos de la empresa.
5. Con la aplicación del plan de mantenimiento elaborado, se ha evidenciado un adecuado funcionamiento de los equipos y máquinas, la disminución de los costos de mantenimiento y a su vez se ha incrementado el tiempo efectivo de operación del equipamiento.

5.2. Recomendaciones

1. Capacitar a todos los colaboradores de Mapeagre Cía. Ltda., acerca del uso y manejo de los equipos y maquinaria con las que cuenta la empresa.
2. Realizar acercamientos con los proveedores de las maquinarias para que brinden capacitación a los usuarios de manera periódica, con el fin de que se use de manera correcta cada equipo y se minimicen los problemas por mal uso.
3. Aplicar el plan de mantenimiento en las fechas programadas, para así no extender los periodos de realización, a fin de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y maquinarias de la empresa.
4. Supervisar, controlar y dar seguimiento continuo a lo establecido en el plan de mantenimiento de Mapeagre Cía. Ltda, para poder asegurar la disponibilidad y confiabilidad de las operaciones mediante un adecuado mantenimiento.
5. Incluir en el presupuesto de Mapeagre Cía. Ltda., un rubro específico para daños imprevistos que permitan solventar los mismos, aumentando así la productividad de la empresa.

5.3. Bibliografía

- Barroso, I. P. (21 de agosto de 2009). *Slideshare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/fernandobarroso1/introduccion-a-la-gestion-del-mantenimiento>
- Benítez, M. (julio de 2015). *espe.edu.ec*. Recuperado el 04 de 2017, de <file:///C:/Users/User/Downloads/T-ESPEL-CAI-0456.pdf>
- Calloni, J. C. (2011). *Mantenimiento Preventivo*. AISINA.
- Cervisimag. (2017). *Grup Cervisimag*. Recuperado el 19 de 05 de 2017, de <http://cervisimag.com/es/p/2-servicios/14-mantenimiento-preventivo>
- Cuartas, I. L. (2008). *Universidad Nacional de Colombia: Sede Medellín*. Recuperado el 2017, de http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf
- Diccionario ABC. (2017). *Diccionario ABC*. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/general/mantenimiento.php>
- Electrotécnica, G. (2017). *Grupo Electrotécnica*. Recuperado el 20 de 05 de 2017, de <http://www.grupoelectrotecnica.com/es/servicios/mantenimiento-preventivo-y-predictivo>
- García, C. (15 de 04 de 2008). *colbertgarcia.blogspot.com*. Obtenido de <http://colbertgarcia.blogspot.com/2008/04/metodo-deductivo-y-metodo-inductivo.html>
- Guaman, J. P. (2015). *Dspace*. Obtenido de <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/3853/1/33T0133%20GUA%20MAN%20JUAN%20PABLO.pdf>
- Guzmán, A. (2006). *guzmanci.blogspot.com*. Recuperado el 2017, de <http://guzmanci.blogspot.com/2006/10/metodo-inductivo.html>
- Iribarren, L. S. (15 de Septiembre de 2010). Obtenido de academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2049/577191.pdf?sequence=1
- Leandro. (s.f.).
- Lopez, B. S. (2016). *Ingeniería Industrial*. Recuperado el 15 de Abril de 2017, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>

- Lopez, i. B. (05 de Febrero de 2012). *ingenieria industrial*. Obtenido de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>
- Méndez, M. C. (13 de Septiembre de 2011). Obtenido de http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/index.php?option=com_content&view=article&id=685:conceptos-basicos-sobre-mantenimiento-industrial&catid=27:artlos&Itemid=288
- Montaña, C. A. (2016). *Fundamentos de mantenimiento industrial*. Colombia: UTP.
- Technology, C. I. (2017). *Calpe Institute of Technology*. Recuperado el 20 de 05 de 2017, de <http://www.caltech.es/index.php/investigacion-desarrollo-innovacion/publicaciones/82-tecnicas-mantenimiento-industrial-revisada#prettyPhoto>
- Torres, L. (2015). *Gestion Integral de activos físicos y mantenimiento*. España: Marcombo S.A.