

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.



# **Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT**

**Walter Humberto David Mesa**

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica



Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

# **Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT**

**Walter Humberto David Mesa**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Tecnología en mantenimiento electromecánico industrial**

Director:

Doctor Hernán David Salinas Jiménez

Línea de Investigación:

Estrategias basadas en el mantenimiento de maquinaria industrial

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Medellín, Colombia

2020



Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

*(Calero, 2012)«La Universidad debiera insistirnos en lo antiguo y en lo ajeno. Si insiste en lo propio y lo contemporáneo, la Universidad es inútil, porque está ampliando una función que ya cumple la prensa.»*

*-Jorge Luis Borges-*



## Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a mi familia, quien con su paciencia, consejos y apoyo incondicional permitieron que todo esto pasara a pesar de las dificultades que día a día se presentan en la desigualdad social que se vive actualmente.

Agradezco la empresa que me ha acogido por 7 años, y me ha permitido crecer personal y profesionalmente; a todos los que a lo largo de este tiempo me han acompañado en mi segunda casa, Gecolsa. A todos ellos quienes han influido en mi desarrollo como profesional y me han dado apoyo físico y moral en los momentos más complicados.

Agradezco a los profesores, quienes con su paciencia y comprensión hicieron que en cada conversación quedara una enseñanza reflejada en su experiencia. Agradezco a la universidad Antonio Nariño, por entender el día a día de una persona con familia, trabajo y responsabilidades, permitirme completar este ciclo de vida y poder contar con cada espacio que en todo momento se me brindó.



# Contenido

Resumen .....	VIII
Lista de Figuras .....	1
Lista de tablas.....	1
Lista de anexos.....	1
Introducción .....	2
<b>1 Requerimientos de la empresa.....</b>	<b>4</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	4
1.2 Justificación.....	5
1.3 Objetivos .....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Reseña histórica de la compañía .....	7
1.5 Servicios que presta la compañía.....	8
1.5.1 Misión .....	9
1.5.2 Visión.....	9
1.5.3 Política de calidad.....	9
1.6 Ubicación de la empresa .....	9
<b>2 Marco teórico .....</b>	<b>10</b>
2.1 Mantenimiento .....	11
2.2 Historia del Mantenimiento.....	11
2.3 Mantenimiento correctivo .....	14
2.4 Mantenimiento preventivo .....	15
2.4.1 Mantenimiento predictivo.....	16
2.4.2 Alistamiento o reparación .....	18
2.4.3 Mantenimiento programado.....	19
<b>3 Implementación de acciones para el mantenimiento dentro en la empresa</b>	
<b>Gecolsa.....</b>	<b>19</b>
3.1 Ubicación de las zonas dentro de la compañía Gecolsa .....	20
3.2 Inventario de los equipos .....	23
3.3 Implementación de códigos .....	25
3.4 Tarjeta maestra.....	27
3.5 Formato hoja de vida .....	28
<b>4 Lineamientos para el mantenimiento.....</b>	<b>29</b>
4.1 Engrase y lubricación de partes móviles .....	31
4.2 Intervención del sistema eléctrico .....	32
4.3 Actividades mecánicas.....	33
4.4 Rutinas de medidas e instrumentación .....	35
5 Inclusión de formatos de orden.....	36
5.1 Plantilla de instrucciones .....	36
5.1 Tableros de control .....	37
6 Conclusiones y recomendaciones.....	38
6.1 conclusiones .....	38
6.2 Recomendaciones.....	39
Referencias Bibliográficas.....	47

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

## Resumen

En este proyecto se desarrolla una propuesta para la realización de un protocolo de mantenimiento preventivo para los sistemas de reparación y control de calidad de la empresa Gecolsa CAT, pertenecientes a tres zonas que dentro de las instalaciones hacen parte del conjunto de herramientas que permiten llevar a cabo el proceso de reparación de equipos dentro de la compañía. En la primera fase del proyecto, se realiza una inspección detallada de los componentes electromecánicos que conforman cada espacio individualmente, separando cada conjunto de equipos que en los cuartos mencionados se encuentran. Luego de esto, se permitirá desarrollar la segunda fase, en la que se elaborarán hojas de vida, protocolos y cronogramas de mantenimiento de cada uno de los equipos considerados. Con este proyecto se espera desarrollar un programa que, de ser aplicado, generará un alargamiento de la vida útil de los componentes de cada equipo, reduciendo contratiempos durante los procesos de producción y reparación.

Este proyecto se desarrolla con el aval del todo el personal de mantenimiento de la compañía, desde el gerente de zona, jefe de mantenimiento y técnicos de mantenimiento. Además de la empresa, quien verá reflejado un mejor rendimiento en sus instalaciones y equipos, son ellos, el personal de mantenimiento quienes directamente se beneficiarán, ya que contarán con un orden protocolizado, que permitirá ver mejores resultados y distribución de los tiempos de mantenimiento, con el objetivo principal de mejorar tanto la calidad como la vida útil de los equipos.

Es claro mencionar que durante las rutinas de mantenimiento la seguridad es lo primero, y que hay que tomar todas las medidas que sean necesarias para llevar a buen fin cada una de las actividades que se lleven a cabo. Por lo tanto, se debe ver reflejado en cada actividad de mantenimiento las diferentes listas de chequeo de seguridad que anteceden cada acción que se vaya a tomar durante toda la rutina de mantenimiento, todo esto, teniendo en cuenta que, ante todo, en casa, alguien nos espera.

**Palabras clave: (mantenimiento preventivo, proceso, áreas de trabajo, seguridad, producción, equipos)**

## **Abstract**

In this project a proposal is developed for the realization of a preventive maintenance protocol for the repair and quality control systems of the company Gecolsa CAT, belonging to three areas that within the facilities are part of the set of tools that allow carrying out the equipment repair process within the company. In the first phase of the project, a detailed inspection of the electromechanical components that make up each space individually is carried out, separating each set of equipment found in the rooms mentioned. After this, it will be allowed to develop the second phase, in which CVs, protocols and maintenance schedules of each of the equipment considered will be prepared. With this project, it is expected to develop a program that, if applied, will generate an extension of the useful life of the components of each equipment, reducing setbacks during the production and repair processes.

This project is developed with the endorsement of all the company's maintenance personnel, from the area manager, maintenance manager and maintenance technicians. In addition to the company, who will see a better performance in its facilities and equipment, it is they, the maintenance personnel who will directly benefit, since they will have a protocolized order, which will allow us to see better results and distribution of maintenance times, with the main objective of improving both the quality and the useful life of the equipment.

It is clear to mention that during maintenance routines safety comes first, and that all necessary measures must be taken to successfully complete each of the activities carried out. Therefore, it should be reflected in each maintenance activity the different safety checklists that precede each action that is taken during the entire maintenance routine, all this, taking into account that, above all, at home, someone is waiting for us.

**Keywords: (preventive maintenance, process, work areas, security, production, equipment)**



## Lista de Figuras

Figura 1. <i>Ubicación de la compañía Gecolsa sabaneta</i> .....	10
Figura 2. <i>Ubicación de los equipos dentro de la compañía</i> .....	21
Figura 3. <i>Codificación de equipos para de la empresa Gecolsa</i> .....	25

## Lista de tablas

Tabla 1. Inventario de los Equipos a Intervenir.....	24
Tabla 2. Implementación de Códigos para los Equipos. ....	26
Tabla 3. Definición de Códigos para las Actividades de Lubricación .....	32
Tabla 4. Definición de códigos para las intervenciones eléctricas. ....	32
Tabla 5. Definición de Códigos para las Actividades Mecánicas. ....	33
Tabla 6. Definición de Códigos para Rutinas de Instrumentación.....	35

## Lista de anexos

Anexo A: Tarjeta Maestra.....	40
Anexo B: Hoja de vida.....	41
Anexo C: Formato de orden de trabajo .....	43
Anexo D: Plantilla de instrucciones .....	45
Anexo E: Tableros de control auxiliar y general.....	46

## **Introducción**

(Garrido, 2003)A partir de la revolución industrial, y a lo largo del desarrollo de la misma, la creación de máquinas para la producción en masa y mejora de productos se volvió un auge, dicho avance tecnológico fue el punto de partida para que las máquinas, al igual que los operarios fueran tenidas en cuenta dentro de un sistema que empezó a escucharse llamar Mantenimiento. Dichos sistemas de mantenimiento fueron empezando a tener en cuenta, ya que los equipos y máquinas que intervenían directa o indirectamente en los procesos de producción presentaban daños que afectaban la calidad del producto y la cantidad de producción.

Para ese entonces, la mayor cantidad de fallas que se presentaban era por el abuso al que se sometían los equipos, los cuales eran llevados al máximo de su capacidad, sin tener en cuenta la vida útil de los componentes que la conformaban. Debido a esto los equipos y máquinas eran finalmente reparados o simplemente cambiados por otros nuevos, lo que conllevaba a un mayor costo para sus dueños.

Debido a esto, los ingenieros empezaron a tener en cuenta el mantenimiento, donde se hacían recomendaciones para que los equipos duraran más y fueran más útiles durante su vida. A partir de allí se empezó a fomentar lo que hoy es llamado mantenimiento preventivo, y se empezó a tener en cuenta, desde los materiales de construcción de los componentes, calidad y cantidad de fluidos requeridos para que la vida útil de las máquinas fuera mayor y lapsos de tiempos requeridos para la realización del mantenimiento.

Con el desarrollo de actividades de mantenimiento y mejoras con el trato de las máquinas, se empezó observar que los ingresos para las compañías y la calidad de productos eran mejores, por lo que la palabra mantenimiento se convirtió en una prioridad en los sistemas de producción en los que intervenían tanto la mano del hombre como el trabajo de una máquina.

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, vemos que algo similar se vive en la compañía GECOLSA CAT, ya que actualmente no tiene un plan de mantenimiento preventivo estipulado, por lo que se volvió común realizar solo mantenimientos correctivos, los cuales resultan ser más costosos a largo plazo. Todo esto crea la necesidad de desarrollar un protocolo de mantenimiento para esta compañía, el cual es el objetivo principal de este trabajo, y con él mejorar los procedimientos de mantenimiento correctivo creando rutinas de mantenimiento preventivo, que permitan sacar mayor provecho a las instalaciones que hacen parte de los procesos de reparación dentro de la compañía.

# 1 Requerimientos de la empresa

## 1.1 Planteamiento del problema

La empresa Gecolsa CAT es el distribuidor autorizado de Caterpillar en Colombia, empresa que se dedica a la producción, venta y mantenimiento de maquinaria de construcción, generación de energía y agrícola. Esta compañía dentro de su línea de producción incluye una variedad de equipos como: excavadoras hidráulicas, retrocargadores, bulldozer, minicargadores, pavimentadoras, bombas de concreto, luminarias, elevadores hidráulicos entre otros. Todos estos equipos son inspeccionados en el taller de servicio para los procesos de reparación cuando presentan un problema. Allí se desarma cada sistema (sistema motor, hidráulico, eléctrico, sistema de tracción y demás) y se somete a un mantenimiento total, pretendiendo dejar el equipo reparado.

En estas reparaciones, se utilizan espacios físicos que hacen parte fundamental del proceso, y que determinan, tanto la calidad del producto como el cumplimiento de los tiempos especificados de reparación para el cliente. Estos cuartos son: cuarto dinamómetro, cuarto de inyección, cuarto de lubricación, zona de soldadura y zona de pinturas.

Actualmente, no se tiene un plan de mantenimiento estipulado para estas áreas de proceso de la compañía Gecolsa CAT, lo cual genera una serie de consecuencias negativas que se pueden definir en tres pérdidas.

La primera es una pérdida de activos fijos. Ya que al día de hoy a los equipos electromecánicos se les realiza solo mantenimientos correctivos, (reparaciones), generando deterioro prematuro de los componentes y de los mismos.

La segunda, es una pérdida de tiempo útil, dado que, al generarse daños en los cuartos, se detiene el proceso mientras se repara el equipo, lo que conlleva a demoras en la entrega del producto y, por ende, pérdida de credibilidad por parte del cliente.

La tercera, es una pérdida relacionada con la calidad del producto, en vista de que durante el proceso de reparación se realizan pruebas finales de las máquinas reparadas

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa

y se determina su rendimiento. En el caso de que uno de los cuartos esté parado por reparación, se genera la necesidad de despachar dichas máquinas sin probarse, lo que puede desencadenar una garantía por parte del cliente.

Dicho esto, se hace necesario desarrollar un protocolo de mantenimiento preventivo para cada uno de estos cuartos que hacen parte del proceso de reparación de equipos, interviniendo de manera oportuna los componentes electromecánicos que los conforman y caracterizando las fallas antes de que ocurran paradas de largo plazo que desperdicien la utilidad de estas zonas.

Para ello se quiere hacer este plan de mantenimiento preventivo, con el fin de mejorar y preservar tanto las instalaciones de la compañía como la calidad y el tiempo de las reparaciones, lo que a su vez generará credibilidad por parte de los clientes y se sostendrá la calidad que la marca representa.

### **1.2 Justificación**

Para la compañía Gecolsa CAT es indispensable disponer de un protocolo de mantenimiento preventivo que garantice el buen estado de las instalaciones que hacen parte del proceso de reparación de equipos, ya que actualmente se puede observar que con el paso del tiempo el deterioro de la locación de la cual hacen parte dichas zonas es evidente, sin embargo, no es solo la parte locativa y los cuartos internos de la compañía, sino también los equipos que hay al interior de las mismas. Estos equipos cuentan con sistemas electromecánicos los cuales requieren de mantenimiento constante, este mantenimiento, además de hacer que se tenga una vida útil rentable, permite que los componentes tanto internos como externos no presenten el deterioro que actualmente presentan.

Por lo tanto, se pretende desarrollar en este proyecto un protocolo de mantenimiento preventivo con el objetivo de mejorar tanto la calidad de los equipos, como la calidad productiva que las instalaciones deben presentar, dejando de lado las reparaciones y

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

cambios de repuestos costosos y fomentando buenas prácticas de mantenimiento preventivo que reduzcan costos y alargue la vida útil de los equipos.

Se espera que, con el protocolo de mantenimiento, se incremente la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos y maquinaria, garantizando un buen estado de funcionamiento y operatividad la mayor parte del tiempo sin que se generen paradas en los procesos, y pueda efectuarse el cumplimiento más eficiente a la hora de llevar a cabo una reparación.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Elaborar un protocolo de mantenimiento preventivo para los equipos electromecánicos que hacen parte de las diferentes áreas de procesos de la compañía Gecolsa CAT

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Mejorar el modelo con el cual se está llevando a cabo el mantenimiento en la compañía, de modo que cada equipo pueda contar con hoja de vida, plantilla de instrucciones, tarjeta maestra y formato de orden de trabajo.
- Realizar un inventario de los equipos que se encuentran dentro de las instalaciones de la compañía: Para ello se mostrará por medio de un esquema la distribución de las máquinas que hacen parte del proceso de reparación de la empresa Gecolsa CAT, distribuyéndose en zonas que diferencien su función dentro del proceso.

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa

-Garantizar un orden de actividades cronológicamente planeadas que me permitan tener un control para las intervenciones en los equipos. Para ello se diseñarán tableros de control que me establezcan un enlace entre las tarjetas formato creadas y las necesidades de cada equipo.

### **1.4 Reseña histórica de la compañía**

(GECOLSA GENERAL DE EQUIPOS S.A, 2020) La compañía GECOLSA CAT, llegó a Colombia inicialmente con el nombre de GENERAL ELECTRIC en 1927. Esta empresa se dedicaba a la fabricación y venta de una línea de productos en las que se incluían electrodomésticos y maquinaria para la construcción. Para el año de 1986 luego de la división de la compañía y a partir de varios negocios hechos por sus dueños, repartieron los objetivos de su razón social, creando lo que hasta hoy es conocida como GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A o GECOLSA. A partir de la fecha, esta es la empresa autorizada por Caterpillar para distribuir sus productos al interior del territorio nacional, convirtiéndose en el mayor distribuidor de maquinaria pesada en Colombia sumado a la venta y reparación de la marca propia y las marcas aliadas que respalda esta compañía.

La construcción de la sede de Gecolsa Sabaneta se completa para el año 2010, adquiriendo así un terreno de 5.000 mts<sup>2</sup> el cual cuenta con talleres, banco de prueba para motores de hasta 1200 caballos de potencia, cuarto de inyección y cuarto de pintura. Junto con estas instalaciones mencionadas, sumado a la demás infraestructura de primera calidad con que cuenta esta sede, se llevan a cabo reparaciones de equipos Caterpillar y marcas aliadas.

Debido a la calidad de las instalaciones y al cumplimiento de los estándares de clase mundial, en el año 2014 Gecolsa se hace merecedor del certificado 5 estrellas que otorga Caterpillar para los talleres de sus distribuidores a nivel mundial que se especializan en control de contaminación y zonas para el reacondicionamiento de piezas, siendo esto un estímulo más para continuar con el crecimiento de su infraestructura comercial y mejora de sus productos.

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

En el año 2015 Gecolsa logra obtener la certificación ISO 9001, otorgada por el SGS. Este certificado garantiza que la compañía cumple con los requisitos para un sistema de gestión de calidad, la cual puede usarse para su aplicación interna por las organizaciones, sin importar el producto o servicio que brinda.

## **1.5 Servicios que presta la compañía**

General de equipos de Colombia S.A (Gecolsa), es el distribuidor autorizado por Caterpillar internacional, para distribuir sus productos en Colombia. La línea de producto con que cuenta la compañía es variada, puesto que cubre gran terreno en cuanto a la maquinaria de construcción, minería, agro, generación de energía, petróleo y gas, en conjunto con las demás concesiones de equipos que con el respaldo de Gecolsa, la empresa distribuye. Sumado a la gran cantidad de productos que la compañía tiene dentro de su línea de producto, se considera de gran importancia la venta de repuestos para cada uno de ellos, pues a nivel nacional, como se había mencionado inicialmente, solo Gecolsa lo puede hacer, en cuanto a la venta y distribución de partes originales se habla.

Conjuntamente, con la red de talleres de servicio, técnicos de campo y laboratorios, se cumple a cabalidad con los requisitos que se deben tener para llevar a cabo reparaciones de maquinaria y equipos que así lo requieran, sumado a la gran infraestructura con la que Gecolsa cuenta, se obtiene tanto la mano de obra, como las herramientas necesarias para dar una correcta satisfacción al cliente, tanto en la distribución de equipos y partes, como en las reparaciones que se llevan a cabo.

Cabe mencionar que Gecolsa cuenta con cuatro sedes a nivel nacional, además de mini Branch de venta de repuestos y apoyo de proyectos de infraestructura nacional donde el personal de la compañía presta servicio de reparación y mantenimiento de la maquinaria.

### **1.5.1 Misión**

(GECOLSA GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A, 2020) “Somos constructores de valor para nuestros empleados, clientes y accionistas”.

### **1.5.2 Visión**

(GECOLSA GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A, 2020) “Ser el aliado estratégico para el desarrollo de los sectores construcción, energía e industrial, consolidándonos como el distribuidor industrial referente, eficiente y transformador”.

### **1.5.3 Política de calidad**

(GECOLSA GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A, 2020) Encargarnos de nuestros clientes y empleados de la forma y en el momento adecuado para alcanzar un crecimiento rentable y sostenible, mediante el uso de herramientas tecnológicas, el conocimiento y el compromiso de nuestro talento humano, orientados a la mejora continua y garantizando el cumplimiento de los requisitos legales y otros aplicables.

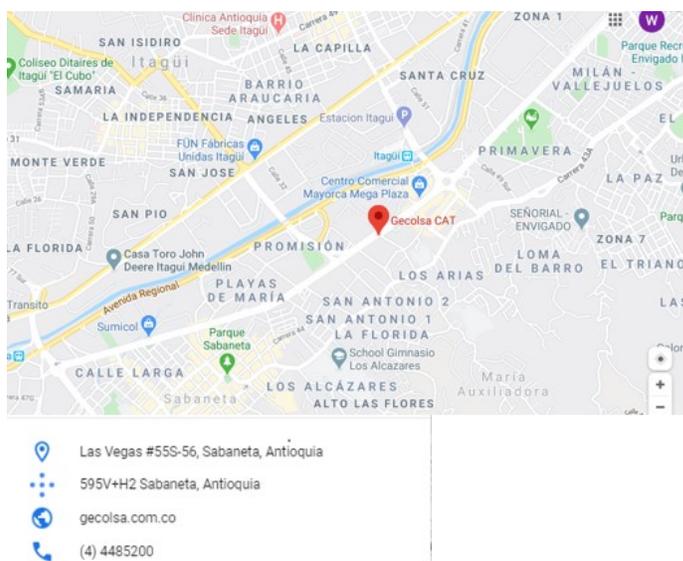
## **1.6 Ubicación de la empresa**

La sede de Gecolsa Antioquia (Zona occidente), se encuentra ubicada en el área metropolitana del Valle de Aburrá, en el municipio de Sabaneta, cuya dirección es: Av. Las vegas # 55 sur 56, diagonal al centro comercial mayorca. Esta sede encuentra distribuida en dos bloques de edificio, interceptadas por un puente que une ambas plantas. En el primer bloque cuenta con un auditorio, tres salas de capacitación, casino de comidas, mostrador, bloque de baños y parqueaderos. En la segunda sección cuenta con una amplia zona de oficinas y el taller de servicio, el cual cuenta con 30 bahías de

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

reparación de equipos, cuarto de pinturas, dinamómetro, cuarto de lubricación, cuarto de plantas eléctricas y zona de despacho. El taller de servicio se encuentra distribuido en tres zonas principales que son las que se tienen en cuenta para la reparación de equipos.

Figura 1. Ubicación de la compañía Gecolsa sabaneta. Fuente: (Google maps, 2020)



## 2 Marco teórico

(Gotoh, 2000) En muchas empresas e incluso en sectores industriales no se entiende con claridad lo que es mantenimiento, sus derivaciones y lo que implica cada una de ellas. Por lo tanto, antes de entender un protocolo es necesario entender los conceptos que lo caracterizan y lo que involucra cada uno de sus términos. Por lo tanto, a continuación, se mencionarán los conceptos más importantes que se deben tener en cuenta para comprender de manera correcta los protocolos y las actividades que se llevan a cabo dentro del mismo.

## 2.1 Mantenimiento

(Villanueva, 2009) Cuando se habla de mantenimiento podemos definirlo de muchas maneras, una de ellas puede ser la acción de conservar por medio de medidas de cuidado un objeto, y de este modo hacer que dure más. Sin embargo, se puede definir en tres simples términos. El primero es arreglar averías, que tiene que ver con lo que ya está descompuesto y que hay que repararlo. El segundo es evitar que se produzcan las averías, que es cuando se tiene conocimiento de los posibles riesgos que pueda tener un equipo en su operación y que a partir de este conocimiento de los riesgos se pueda tomar acciones antes de que se produzca la avería. La tercera definición es Saber en qué estado están los equipos, ya que con este dato tenemos el punto de partida para definir lo anteriormente mencionado y determinar el mantenimiento que se debe llevar a cabo.

Estos son los tres grupos de conceptos en los que se debe tener claridad y en los que se debe trabajar el mantenimiento, y muy importante, lo que el personal de mantenimiento debe tener siempre presente. Por lo tanto, no se trata solo de agarrar una herramienta y meterme dentro o debajo de una máquina e intentar repararla, si no el tener conscientemente claridad del arte del mantenimiento y todas las responsabilidades que este implica.

A partir de este término se pueden definir dos tipos de mantenimiento.

- El mantenimiento correctivo
- El mantenimiento preventivo.

Estos dos conceptos se definirán posteriormente, ya que antes de esto es necesario conocer la historia del mantenimiento y todos los hechos que han llevado a que este estudio sea tan importante para la industria.

## 2.2 Historia del Mantenimiento

Básicamente el mantenimiento existe desde que el hombre empezó a crear sus propias herramientas con los recursos que contaba a su alrededor y que la misma naturaleza le brindaba. Cuando creaban herramientas de corte con piedras afiladas, o sus propias armas como lanzas y flechas, era necesario para ellos mantener estos elementos en buen estado, ya que de esto dependía su supervivencia y su alimento. Por lo tanto, era

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

vital hacerles mantenimiento a estos elementos que como herramientas le permitían sobrevivir a las dificultades de ese entonces. Sabiendo esto, se da por entendido lo antiguo, pero a la vez desconocido que es el término del mantenimiento ya que ha influido en todas las etapas de evolución que ha traído el mundo hasta lo que es hoy.

Basado en los hechos ocurridos en el mundo a lo largo de su historia, y habiendo mencionado la necesidad del mantenimiento desde el inicio de la misma, se puede definir este concepto en cuatro etapas o generaciones.

La primera generación se inicia con la revolución industrial, y se extiende hasta llegar a la segunda guerra mundial. La creación de la máquina de vapor fue un boom de aquella época, las máquinas empezaron a reemplazar las actividades que el hombre realizaba y aparte de esto las llevaba a cabo en menor tiempo y con mejor precisión. Sin embargo, estas máquinas eran robustas y los equipos eran sobre dimensionados, por lo que generaba la necesidad de contar con instalaciones inmensas que demandaban grandes espacios y operarios que las hicieran funcionar correctamente. Para ese entonces las fallas que se presentaban eran básicamente por desgaste, ya que se exigían demasiado los equipos y los llevaban al máximo de su capacidad, abusando de la confiabilidad de su construcción, diseño y materiales. Debido a esto el mantenimiento que se realizaba era meramente correctivo y era llevado a cabo por los mismos operarios, los que no contaban con la experiencia técnica ni con las habilidades suficientes para llevar a cabo una correcta reparación.

Como se había mencionado antes, la segunda generación se lleva a cabo en la segunda guerra mundial, debido a que este acontecimiento redujo significativamente la mano de obra, hubo un gran aumento de la mecanización de los equipos, haciendo los sistemas más complejos, además se suma el hecho de que el tiempo de inproductividad de las máquinas era cada vez más frecuente debido a la dificultad de conseguir repuestos para la reparación de los equipos, ya que debido a la situación de la guerra que se estaba llevando a cabo, era prioridad tener disponibilidad de inventario para ser usados los repuestos para dicho fin. Para este entonces la industria para la producción de estilo de vida pasó a segundo plano, y la guerra pasó a ser la prioridad. Con esto, los productos que se requerían producir eran diferentes, más costosos y requerían de mayor precisión.

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa

Con estas condiciones era indispensable tener la mejor tecnología para poder ganar la guerra y a su vez personal más capacitado y tecnificado que ayudara a mejorar la producción de toda la indumentaria necesaria para poder derrotar al enemigo.

A fin de toda esta situación, se puede encontrar un avance tecnológico que ayudó a la industria a crecer de otra manera, mirar el mantenimiento con otros ojos y conociendo la necesidad de contar con equipos de producción en buen estado y con características que permitieran tener una mejor calidad del producto.

La tercera generación en la evolución del mantenimiento se lleva a cabo a mediados de los años 60, época en la que comenzaron a surgir los equipos electrónicos, los cuales son de menor tamaño, pero aun así de mayor complejidad.

Para esta época el aumento de las empresas fue significativo, con nuevos productos, mayor población y jóvenes emprendedores y entusiasmados, la competitividad en el mercado aumentó significativamente. Con estas condiciones las industrias estaban comprometidas a mejorar, pues era indispensable ser competitivo, estar a la vanguardia y tener en cuenta que la clave estaba basada en el aumento de la confiabilidad y la disponibilidad a los cambios que se produjeran.

Así fue como el estudio del mantenimiento se convirtió en una necesidad que era implícita en el crecimiento de una empresa. Se empezó a invertir en conocimiento, herramientas y personal capacitado. Las compañías comprometen a sus operarios a cuidar las máquinas y se complementan, conformando departamentos de mantenimiento que permitan adelantarse a las fallas y puedan ir un paso delante de cualquier situación que implique la parada de un equipo y por ende de la producción.

La cuarta generación en la historia del mantenimiento tiene sus inicios en la época de los años 90, donde a partir del crecimiento del mercado, aparece el concepto de mantenimiento basado en riesgo, donde se establece el valor monetario de las distintas actividades de mantenimiento, lo que significa un estudio de mercado para esas actividades que son vitales para el correcto funcionamiento de los equipos que hacen parte de una planta de producción.

Teniendo una observación más profunda de los costos de mantenimiento y viendo la relación costo beneficio que se observaba, se empezó a ver el mantenimiento como una fuente de beneficios que representaba rentabilidad en el negocio, lo que derivó al

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

concepto de mantenimiento preventivo, que significaba hacer una identificación de actividades previas, factibles y rentables que se llevaran a cabo antes de presentarse cualquier falla en los equipos. A partir de la experiencia obtenida, hace notar entonces la importancia de la mantenibilidad de los equipos, donde se emplea el estudio del mantenimiento para no solo garantizar el correcto funcionamiento de los equipos a lo largo de su vida útil, sino también para garantizar calidad de un producto y la prosperidad de una empresa.

### **2.3 Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento es conocido también como mantenimiento reactivo. Este mantenimiento es aplicado cuando existe algún error en el sistema de producción y en el caso más avanzado cuando ocurre una falla. Es importante que el departamento de mantenimiento conozca sus equipos, su capacidad, construcción y diseño, de este modo se evitará que la máquina se lleve a su máxima capacidad y se genere un abuso exagerado en sus horas de trabajo. Cuando se genera una falla es indispensable, aparte de aplicar el mantenimiento correctivo, identificar el motivo por el cual se presentó, ya que en este caso se puede estar solucionando una consecuencia, y no la causa raíz que pudo haber generado la falla, y que a consecuencia de no haberla a tacado inicialmente se pueda volver a presentar, e incluso generar problemas y daños mayores en el equipo.

Tener que tomar acciones correctivas es a lo que todos los departamentos de mantenimiento no quieren llegar, ya que cuando se genera una falla inesperada, normalmente existen paradas de los equipos, las cuales no estaban programadas dentro de los cronogramas de mantenimiento quizá existentes, lo que deriva a pérdidas de producción e instalación de repuestos que no se tienen en stock y que por lo tanto llevaría a un costo mayor al tener la necesidad prioritaria de adquirirlos. Es por esto que aparte de conocer los equipos, es igualmente importante tener a la mano repuestos que garanticen la operatividad constante de la máquina y una reparación efectiva cuando la avería se presente.

## **2.4 Mantenimiento preventivo**

Se le conoce también con el nombre de mantenimiento planificado, es efectuado a lo largo de la vida útil de la máquina y se puede programar con intervalos de tiempo planificados, de modo que la parada del equipo no conlleve a pérdidas económicas para la empresa y que de igual manera no intervenga en el proceso de producción.

Este tipo de mantenimiento es considerado como uno de los más adecuados ya que es realizado previamente a las fallas del sistema y suele ser aplicado cuando los equipos tienen menor carga de trabajo y temporadas bajas de producción, lo que lo hace fácil y rentable. En este tipo de mantenimiento se puede llevar un control de los tiempos y los costos debido que es sistemático y su aplicación resulta ser más ordenada. Las actividades que comúnmente se llevan en un mantenimiento preventivo incluyen en muchos casos tener que desarmar un alto porcentaje de los equipos, a los que se le aplica limpieza profunda, lubricación, cambio de fluidos, cambio de filtros y ajustes generales que permitan que, al momento de ser armados nuevamente, este trabajo de mejor manera y se conserve en mejor estado a lo largo de su vida útil, garantizando una correcta operación del equipo. La aplicación de actividades metrológicas es igualmente importante al momento de realizar un mantenimiento preventivo, aquí se toman medidas de análisis que facilitan tanto que el equipo trabaje con una calibración adecuada, como los análisis que faciliten la observación de deterioros que a simple vista no se pueden ver en el equipo y que puedan ser reparados antes de que una falla ocurra.

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

Aunque el mantenimiento preventivo es cronológicamente ordenado dentro de protocolos llevados por el departamento de mantenimiento y sus técnicos, suele ocurrir que al momento de hacer la rutina programada para un equipo, este se encuentre ocupado debido a las necesidades de producción y a la prioridad que para ese preciso momento tiene el equipo, por lo que no es posible detenerlo. Es precisamente allí donde se debe tener un control de las decisiones que se deban tomar, ya que el cronograma presentaría un desorden estructural y se perdería ese orden que se pretende conservar en el tiempo por el bien del equipo. Es por eso que para evitar conflictos con el área de producción, se tenga un plan B a la hora de hacer dicha programación, esto teniendo en cuenta las horas de trabajo del equipo y la posibilidad de deterioro prematuro del mismo, todo esto caracterizando tanto las prioridades del proceso como el estado de la máquina, ya que quizá se pierda producción si se para el equipo, pero económicamente se puede perder más, si el equipo presenta una falla mayor al no aplicarse el mantenimiento previamente planificado. El mantenimiento preventivo, dentro de su designación se complementa a partir de los siguientes términos.

- Mantenimiento predictivo
- Alistamiento o reparación
- Mantenimiento programado

### **2.4.1 Mantenimiento predictivo**

Este mantenimiento hace referencia a una serie de pruebas que se llevan a cabo en los equipos con el fin de evitar fallas o averías prematuras. Al igual que el mantenimiento preventivo, este permite que se encuentren problemas de manera temprana en los equipos y no se llegue a la necesidad de realizar una reparación mayor que pueda conllevar a gastos significativos o paradas inesperadas de los equipos y, por ende, de la

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa

producción. Hace referencia a actividades que se programan con el fin de observar en los equipos sintomatologías que puedan derivar a fallas destructivas, realizando pruebas que no se llevan a cabo al momento de aplicar mantenimientos preventivos, lo que implica una programación aparte de los demás mantenimientos, pero que no deja de ser tan importante al momento de aplicarlas. Dichas pruebas se pueden incluir en actividades metrológicas, las cuales utilizan instrumentos especializados que aplican pruebas no destructivas que permiten llegar a observar condiciones que superficialmente no se pueden observar y que ayudan a identificar estructuralmente cual es el estado de los equipos.

Estas pruebas o técnicas pueden ser:

- Vibraciones mecánicas (técnica utilizada para diagnosticar y supervisar maquinaria rotativa). Utilizada con frecuencia para diagnosticar problemas eléctricos por deterioro de material aislante en sistemas que presentan problemas intermitentes en los sistemas de los equipos.
- Termografía (medir temperaturas a distancia). Es necesario tener constantemente presente la temperatura promedio a la que un equipo llega en su operación, a partir de allí se obtiene un patrón que indica con medidas frecuentes si el equipo trabaja de manera correcta a una temperatura adecuada.
- Análisis físico químicos. El estado de los lubricantes en un equipo es uno de los factores más importantes que se deben tener a consideración durante el mantenimiento, por ello es imperativo hacer pruebas de laboratorio constantemente a los fluidos y lubricantes que hagan parte de los sistemas de los equipos, a partir de estas pruebas podemos identificar si el equipo trabaja a altas temperaturas, si existe contaminación o inclusive si hay problemas destructivos y deterioro mayor al interior de los sistemas.
- Ultrasonido (Hacer medición de espesores). El desgaste en los componentes que generan fricción con superficies, se genera de manera lenta pero progresiva. En muchas ocasiones, este desgaste no es evidente a simple vista, y se hace necesario la aplicación de pruebas que garanticen que los espesores y estado

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

interno de las piezas estén dentro de las medidas y/o tolerancias que especifican los fabricantes.

Como estas, hay muchas otras pruebas, que con ayuda de la tecnología nos permiten prever fallas en los equipos y que hacen que la importancia de un mantenimiento predictivo sea necesario y se incluyan dentro de los programas de mantenimiento que las empresas emplean.

### **2.4.2 Alistamiento o reparación**

Alistamiento o reparación se refiere al tiempo en que los recursos utilizados para el mantenimiento son incorporados a medida de su necesidad dentro del programa de mantenimiento utilizado. Debido a la calidad de conocimiento, la herramienta necesaria y demás recursos que son utilizados para el mantenimiento no siempre es posible realizar las tareas por el mismo personal operativo de la compañía, por lo tanto, se necesita de ayuda externa para que actividades específicas sean llevadas a cabo. Vista esta necesidad, se requiere de proveedores y contratistas que facilitan la obtención de recursos con que el departamento de mantenimiento no cuenta. Es por esto que el alistamiento hace referencia dentro del mantenimiento al contar con las siguientes variables.

- Repuestos: Contar con un stock de repuestos en los que se incluyan los que más se utilizan para las actividades de mantenimiento, como partes de desgaste, filtración y lubricantes.
- Equipos externos: Al tener necesidad de utilizar herramientas que tienen un alto costo, pero que su uso no es constante, hace necesariamente económico adquirirlas en alquiler solo para hacer las pruebas necesarias para el mantenimiento.

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa

- Mano de obra externa: Se simplifica adquirir servicios para los cuales el personal de mantenimiento no está técnicamente preparado, esto ocurre cuando las actividades a realizar son puntuales y se llevan a cabo en largos lapsos de tiempo.
- Reparaciones en taller: Son aquellas reparaciones en las que, debido a su intensidad, se tiene necesidad de disponer del equipo por un largo lapso de tiempo para su mantenimiento. Esta actividad se programa con el fin de no intervenir en la operación que el equipo lleve a cabo en el proceso productivo.

Es fundamental esta operación cuando se realiza un mantenimiento, debido a que cuando se hace un alistamiento adecuado, los tiempos de parada de los equipos disminuyen, ya que se tiene a la mano todo el material físico y humano necesario para llevar a cabo la tarea.

### **2.4.3 Mantenimiento programado**

Finalmente se menciona el mantenimiento programado, ya que en este se basan las actividades que se llevarán a cabo, en todas estas tareas se incluyen los diferentes tipos de mantenimiento que como departamento se seleccione para los equipos de la compañía.

En esta programación se menciona los intervalos de tiempo que deben tener los mantenimientos entre uno y otro, basados en las especificaciones del fabricante de la máquina y los requerimientos de operación dentro del proceso productivo. A partir de estos intervalos, se programarán de manera sistemática y basados en las necesidades de mantenibilidad todas las actividades, y se llevarán a cabo dependiendo del tipo de intervención que se requiera para el equipo, ya sea correctivo, preventivo o predictivo, y todas las actividades se basarán en un protocolo previamente programado.

Un mantenimiento programado de manera correcta determina la efectividad del departamento de mantenimiento, quienes en conjunto deben trabajar para hacer que la

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

estabilidad operativa de los equipos sea constante, de modo que la productividad se vuelva continua y se garantice un equilibrio sostenible dentro de la compañía.

### **3 Implementación de acciones para el mantenimiento dentro en la empresa Gecolsa.**

El contenido de este proyecto involucran las acciones para el mantenimiento dentro de la empresa Gecolsa CAT, con el fin de construir un protocolo de mantenimiento que cambie la forma de cómo se están llevando a cabo las labores de conservación de instalaciones y equipos, dejando de lado las reparaciones costosas que involucran los mantenimientos correctivos para trabajar de manera ordenada por medio de actividades programadas que garanticen una operación continua de los cuartos y zonas que se involucran en el proceso de reparación de equipos dentro de las instalaciones de la compañía. De este modo se garantizará que todos los equipos electromecánicos que se encuentran ubicados en estas zonas tengan una operación continua sin paradas inesperadas que interrumpan los procesos, para ello, toman las acciones para llevar a buen fin este proyecto, creando inventario, hojas de vida, tarjetas maestras y demás formatos que se tendrán en cuenta para los protocolos que se requieran.

Es necesario mencionar que la empresa Gecolsa es quien decide aplicar el protocolo de mantenimiento que se desarrolló dentro de este trabajo, cuyos resultados obtenidos solo serán apreciados en el momento que apliquen lo aquí descrito dentro de su programa de mantenimiento.

Los pasos que se siguieron para el desarrollo de este protocolo fueron:

- Inventario de equipos que se tendrán en cuenta para el protocolo.
- Diagnóstico del mantenimiento y situación actual de los equipos.

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

- Codificación.
- Creación de formatos que permitan la sistematización del programa de mantenimiento al igual que su administración y aplicación.
- Diseño de documentos, tales como hojas de vida, inventario de equipos, tarjetas maestras y demás.
- Diseño de tableros de control, auxiliares y generales, que permitan tener una guía de la línea de tiempo para las actividades.

### **3.1 Ubicación de las zonas dentro de la compañía Gecolsa**

La figura 2 muestra la manera en que distribuyen las diferentes zonas que hacen parte del proceso de reparación de los equipos al interior de la compañía y que van a tenerse en cuenta en el protocolo de mantenimiento preventivo. Estas zonas están separadas tal como se encuentran dentro de las instalaciones de la compañía y se numeran los equipos electromecánicos que se encuentran al interior de las mismas, esto con el fin de identificar su ubicación con el fin de caracterizar los equipos dentro de los formatos.

Como se puede observar, dentro de cada cuarto se encuentran varios equipos, dichos equipos son los que hacen parte del proceso de reparación de equipos que se lleva a cabo en la compañía. Todos estos son los que se inventariarán para tener claridad de cuántos y cuáles son los equipos que requieren intervención para tenerlos en cuenta dentro del protocolo.

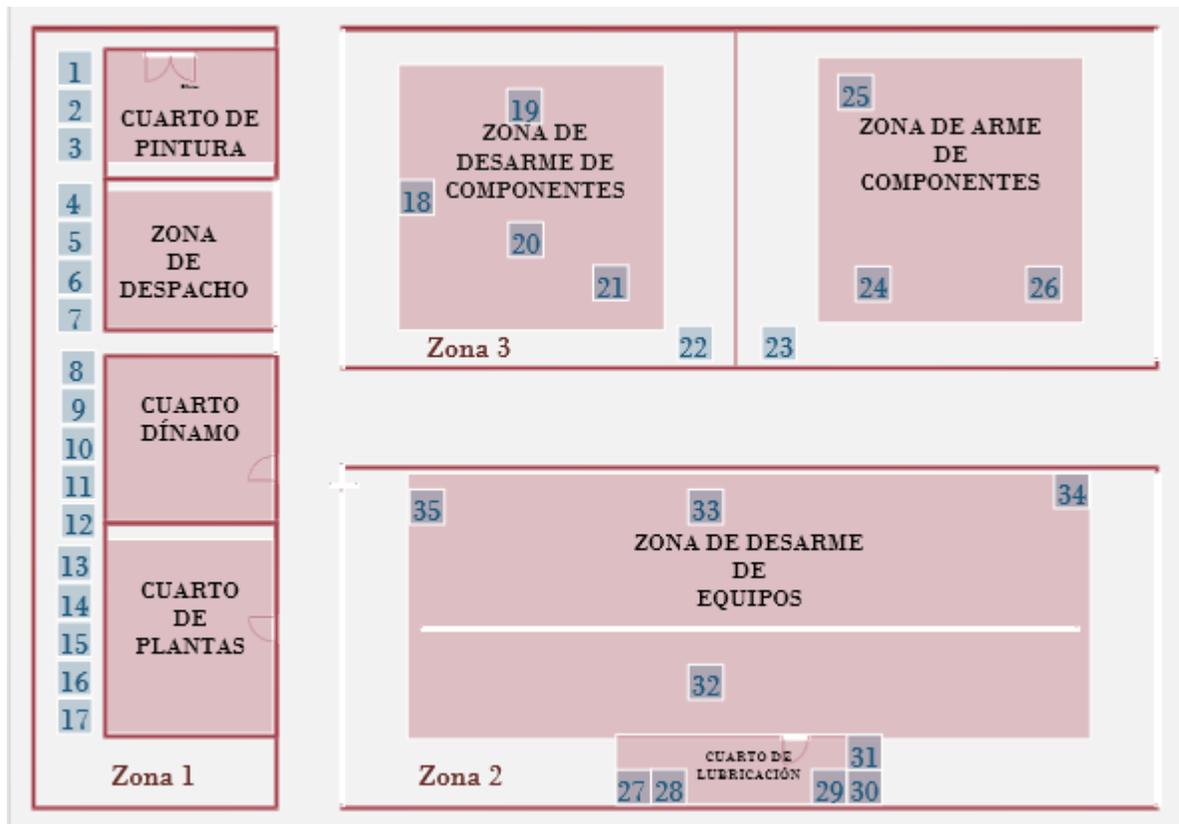
El taller de servicio de Gecolsa Sabaneta se encuentra distribuido en tres zonas.

**Zona 1:** En esta zona se encuentran los siguientes cuartos y subzonas

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

- cuartos de pintura.
- zona de despacho,
- cuarto de dinamómetro
- cuarto de plantas eléctricas

Figura 2. Ubicación de los equipos dentro de la compañía Fuente: Autor



**Cuarto de pintura:** En esta zona se les da el acabado final y embellecimiento a los equipos luego de ser reparados; es aquí donde se pulen los detalles finales de los equipos en cuanto a su presentación final antes de ser despachados a los clientes y/o proyectos.

**Zona de despacho:** Es la zona destinada para el recibo y despacho, ya sea de equipos o de componentes. Cuenta con una plataforma hidráulica para la

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

elevación de equipos pesados y dos montacargas, los cuales operan de manera continua al interior de las demás zonas del taller.

**Cuarto dinamómetro:** Es aquí, donde con los equipos específicos para la tarea, se ponen a prueba los motores que son reparados al interior del taller, tiene la capacidad de 1600 HP de prueba para los motores.

**Cuarto de plantas eléctricas:** Es la zona destinada y organizada locativamente para hacer de modo seguro las pruebas a las plantas eléctricas, ya sea de alistamiento o reparación general. Dichas pruebas se llevan a cabo haciendo conexión de los equipos generadores con un banco de cargas, que de manera controlada se lleva a su mayor capacidad de generación, y de este modo medir su calidad operativa.

**Zona 2:** Esta zona es llamada zona de equipos. Cuenta con 20 bahías de reparación y está destinada para el desarme de los diferentes sistemas desde las máquinas.

Está dividida en 2 secciones, cada una cuenta con un puente grúa superior, uno de 5 toneladas para equipos pequeños y otra de 10 toneladas para equipos grandes.

En esta zona se encuentra ubicado el cuarto de lubricación, que es donde se disponen los dispensadores de fluidos para los diferentes sistemas de máquinas, estos serán descritos posteriormente en el desarrollo del protocolo de mantenimiento.

**Zona 3:** Es la zona donde se disponen los componentes que son desmontados de los equipos en la zona 1.

La zona 3 está dividida en dos secciones. En la primera se encuentran 5 bahías en las cuales se desarman los componentes como motores, cajas de transmisión, mandos finales, bombas y motores hidráulicos, etc.

En la segunda sección de la zona 3 se encuentran 5 bahías, destinadas para el arme de los componentes que son previamente evaluados. Se hace separación

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

en esta zona para evitar la suciedad y contaminación entre los componentes que llegan a desarme y los que se van a armar.

### **3.2 Inventario de los equipos**

Para tener claridad de las necesidades prioritarias del cronograma, se hace un inventario de los equipos con el fin de identificar cuáles y cuantos son los que se involucrarán dentro del programa que se creará dentro de este proyecto. Con la colaboración del director de estructura de la compañía, se incluyeron las zonas que más intervienen en el proceso de cada reparación que se lleva a cabo en la empresa, además se numeran separadamente cada uno de los equipos que hacen parte de cada área y su distribución al interior de la misma. A parte de esto, se deja abierta la posibilidad de incluir y sacar equipos dentro del listado, con el fin de que no se altere el cronograma para los equipos que se puedan adquirir a futuro.

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

Tabla 1. *Inventario de los Equipos a Intervenir. Fuente: Autor*

<b>UBICACIÓN</b>	<b>ÁREA DE TRABAJO</b>	<b>EQUIPO</b>
1	1	Compresor de aire
2	1	Extractores de aire
3	1	Jack crane 1 tonelada
4	1	Montacarga de 1 tonelada
5	1	Montacarga de 2 toneladas
6	1	Dispensador de combustible
7	1	Tanque de combustible
8	1	Dinamómetro
9	1	Panel de control
10	1	Tablero de distribución
11	1	Extractor de Humos
12	1	Distribuidor de combustible
13	1	Planta eléctrica de respaldo
14	1	Banco de carga resistivo
15	1	Tanque de combustible
16	1	Tablero de control de planta eléctrica
17	1	Ductos de control y distribución de gases
18	2	Equipo de lavado basto
19	2	Jack crane fijo de dos toneladas 1
20	2	Jack crane fijo de dos toneladas 2
21	2	Puente grúa superior de 5 toneladas
22	2	Prensa hidráulica grande
23	2	Prensa hidráulica pequeña
24	2	Jack crane fijo de 2 toneladas 1
25	2	Jack crane fijo de 2 toneladas 2
26	2	Equipo de lavado fino
27	3	Equipo de diálisis para aceite SAE10
28	3	Equipo de diálisis para aceite SAE50
29	3	Equipo de diálisis para aceite SAE30
30	3	Equipo de diálisis para aceite 15W40
31	3	Dispensador de combustible portátil
33	3	Puente grúa superior de 5 toneladas
34	3	Puente grúa superior de 10 toneladas
35	3	Equipo de lavado zona 2

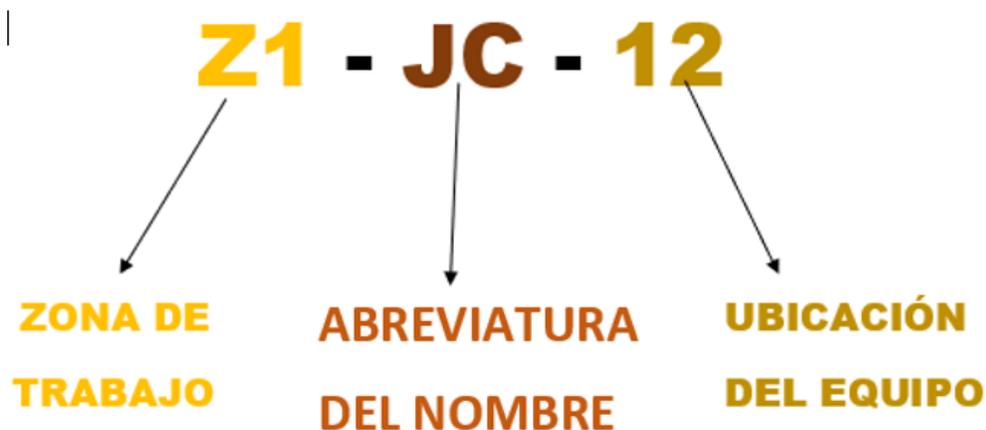
### 3.3 Implementación de códigos

Con el fin de identificar los equipos dentro de cada zona, se realiza la caracterización para cada equipo con un código alfa numérico, el cual lo diferenciará de los demás y lo identificará dentro de los formatos creados para el control de procesos de mantenimiento. En el momento de hacer esta identificación por códigos, se tuvo en cuenta la zona donde está ubicado, las iniciales de su nombre y el número con el cual fue ubicado en la distribución de los equipos. Para mejor comprensión, se elabora la tabla 2 en la que se identificará cada uno de los equipos previamente inventariado con su respectivo código sumado al siguiente ejemplo.

#### *Interpretación de los códigos empleados:*

- Z1: Zona de Trabajo 1
- Z2: Zona de Trabajo 2
- Z3: Zona de trabajo 3

Figura 3. Codificación de equipos para de la empresa Gecolsa. Fuente: Autor



Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

Tabla 2. Implementación de Códigos para los Equipos. Fuente: Autor

UBICACIÓN	CÓDIGO DE EQUIPO	EQUIPO
1	CA	Compresor de aire
2	EA	Extractores de aire
3	JC1T	Jack crane 1 tonelada
4	MC1T	Montacarga de 1 tonelada
5	MC2T	Montacarga de 2 toneladas
6	DC	Dispensador de combustible
7	TC1	Tanque de combustible 1
8	DM	Dinamómetro
9	PC	Panel de control
10	TD	Tablero de distribución
11	EH	Extractor de Humos
12	DC	Distribuidor de combustible
13	PE	Planta eléctrica de respaldo
14	BCR	Banco de carga resistivo
15	TC2	Tanque de combustible 2
16	TCPE	Tablero de control de planta eléctrica
17	DCDG	Ductos de control y distribución de gases
18	ELB	Equipo de lavado basto
19	JC2T1	Jack crane fijo de dos toneladas 1
20	JC2T2	Jack crane fijo de dos toneladas 2
21	PG5T1	Puente grúa superior de 5 toneladas 1
22	PHG	Prensa hidráulica grande
23	PGP	Prensa hidráulica pequeña
24	JC2T3	Jack crane fijo de 2 toneladas 3
25	JC2T4	Jack crane fijo de 2 toneladas 4
26	ELF	Equipo de lavado fino
27	ED1	Equipo de diálisis 1 para aceite SAE10
28	ED2	Equipo de diálisis 2 para aceite SAE50
29	ED3	Equipo de diálisis 3 para aceite SAE30
30	ED4	Equipo de diálisis 4 para aceite 15W40
31	DCP	Dispensador de combustible portátil
33	PG5T2	Puente grúa superior de 5 toneladas 2
34	PG10T	Puente grúa superior de 10 toneladas
35	ELZ2	Equipo de lavado zona 2

### **3.4 Tarjeta maestra**

Es necesario crear documentos y formatos que hagan que el acceso a la información sea fácil al momento de acceder a un equipo; con ese objetivo se diseñó un documento que almacena la información técnica, operativa de todos los equipos individualmente.

Dentro de las especificaciones técnicas de los equipos se puede encontrar las condiciones mínimas con que el equipo debe contar para su correcta operación y funcionamiento, tales como corriente, voltaje, velocidad de operación máximas y mínimas, todas estas características operativas de diseño del equipo.

Dentro de las especificaciones operativas se encuentran las variables que determinan que el equipo funciona dentro de condiciones correctas, tales como temperatura, presión, caudal y demás variables que sean necesarias. Entre las características generales se encuentra toda la información que se refiere al equipo, como los fabricantes, proveedores etc.

Es de aclarar que, aunque se usa un formato general para los equipos, los datos incluidos en cada uno de ellos van a variar según el equipo que se esté describiendo, esto debido a que las características técnicas de cada componente y/o máquina varía, debido a que se pueden encontrar dentro del catálogo equipos hidráulicos, neumáticos, eléctricos o electroneumáticos.

Por lo tanto, los valores y especificaciones técnicas serán tenidas en cuenta para el documento, pero en cada especificación individual variará.

Las tarjetas maestras y fichas técnicas se adicionarán a los anexos al final de este trabajo.

### **3.5 Formato hoja de vida**

La importancia y utilidad de este formato es que, con este será posible tener antecedentes referentes a las intervenciones que se le han hecho a las máquinas que hacen parte de la compañía, por lo tanto, cada uno de los equipos contará con su respectiva hoja de vida. Esta información servirá para tomar decisiones a futuro relacionada con los equipos, dando como consecuencia posibles cambios o sustitución de la misma.

Para facilitar el trabajo en las diferentes máquinas, el jefe y el operario tendrán disponibles el mismo diseño del formato de la hoja de vida, todo esto dará un orden coordinado a la información requerida en cuanto se refiere a la intervención de los equipos en las fechas programadas para el mantenimiento.

Nota: Es de aclarar que cada hoja de vida para los equipos, variará en algún sentido debido a la variedad de maquinaria a la que se le hará mantenimiento y a sus propias características.

El formato de hoja de vida será se podrá encontrar en los anexos al final de este trabajo.

## 4 Lineamientos para el mantenimiento

Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, con la finalidad de mejorar las condiciones en las que se está trabajando el mantenimiento dentro de la compañía, se determinará de forma direccionada los tipos de mantenimiento que se llevarán a cabo dentro del protocolo, por lo que se mencionarán de manera específica las actividades que se realizarán en cada labor. Teniendo en cuenta que las fallas siempre existirán y las reparaciones serán necesarias, los mantenimientos correctivos se tendrán en cuenta dentro del protocolo de mantenimiento sin hacer hincapié de este dentro de los formatos. De tal modo se describe a continuación las rutinas a llevar a cabo y las actividades que se tendrían en cuenta, estos so

**Mantenimiento preventivo y monitoreo:** Durante la operación de los equipos es necesario realizar un monitoreo constante de las condiciones en las que está trabajando, por lo que se hace necesario llevar a cabo actividades sencillas, pero de mucha importancia, como es la toma de muestras de aceite, lubricación de partes móviles y verificación de la temperatura de operación de los equipos. Cada una de estas labores se tiene en cuenta dependiendo de la ubicación del equipo y la zona que se está interviniendo, todo esto con el fin de no interrumpir ningún proceso que se esté llevando a cabo. Es claro mencionar que los monitoreos y mantenimientos se deben realizar teniendo en cuenta los daños más comunes y componentes de desgaste que requieren cambio constante en los equipos.

**Mantenimiento correctivo o de emergencia:** Es en muchas ocasiones imposible evitar fallas en los equipos, sin embargo, contar con el personal

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

técnico listo para corregir las fallas es la clave para que estas puedan ser superadas fácilmente. Los problemas presentes en los equipos se deben superar lo más rápido posible, por lo que se deben tener previstos alistamientos que faciliten la rápida solución al problema, además, estas fallas se deben superar teniendo en cuenta que las demás actividades de mantenimiento preventivo se deben continuar sin que esto interrumpa el protocolo estipulado.

Por sus características y aplicaciones efectivas durante el proceso, se seleccionan estos tipos de mantenimiento, teniendo en cuenta que se incluyen los demás de manera sistemática al momento de llevar a cabo las rutinas que se definan en los cronogramas. Por ello para la empresa Gecolsa resultaría viable que se sigan estas recomendaciones teniendo en cuenta las características y ciclos de operación de sus equipos con el fin de organizar y cumplir con el objetivo de conservarlos en buen estado a lo largo de su vida útil.

Para tal fin, se mencionan a continuación las actividades que se llevarán a cabo en las rutinas, especificando la frecuencia.

- Intervención del sistema eléctrico
- Actividades mecánicas
- Rutinas de medidas e instrumentación
- Engrase y lubricación de partes móviles

Para la aplicación de estas actividades se realiza una codificación de cada una de ellas, del mismo modo que se ha venido haciendo, se realiza la tablas 3, 4, 5 y 6, con el fin de que el técnico encargado de interpretarlas las comprenda lo más fácil posible y realice las actividades programadas en cada mantenimiento.

Al inicio de cada actividad y luego del alistamiento hecho, se indicará en

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

cada formato las rutinas que se llevarán a cabo, la frecuencia de aplicación y las partes que será intervenidas.

Para realizar cada rutina de mantenimiento se deben tener en cuenta las especificaciones que los manuales que cada equipo tienen. En estos manuales se pueden encontrar desde recomendaciones de grasas y fluidos hechos por los fabricantes, hasta el paso a paso de cómo se debe hacer cada actividad, por lo tanto, se puede acceder a fuentes como internet para adquirir dichos manuales en caso de no tenerlos de manera física, esto ayudará significativamente a solucionar averías y a realizar los trabajos más eficientemente.

## **4.1 Engrase y lubricación de partes móviles**

Esta actividad se realiza principalmente a las partes móviles, que comprenda movimientos articulados y circulares o que durante su operación haya contacto metal – metal y que genere alta temperatura. Para esto se debe disponer de los lubricantes indicados por el fabricante o de otro que iguale sus características técnicas, de igual manera, se debe contar con grasas que sean las correctas para su aplicación, ya sea de alta – baja carga, velocidad de rotación o alta temperatura.

Se recomienda que las actividades de lubricación se hagan a profundidad, incluyendo todas las piezas que lo requieran, sin hacer excepción de alguna de ellas, ya que la carencia de lubricante es una de las fallas más comunes que se presentan en la operación de un equipo y que se pueden evitar siguiendo éticamente los pasos de mantenimiento indicados.

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CÓDIGO</b>
Inspección de nivel de aceite y fugas de fluidos	L1
Lubricación de partes móviles y engrase de superficies	L2
Inspección y lubricación de rodamientos	L3
Cambio de aceite	L4
Cambio de refrigerante	L5

Tabla 3. *Definición de Códigos para las Actividades de Lubricación. Fuente: Autor*

## 4.2 Intervención del sistema eléctrico

Es fundamental que esta actividad se lleve a cabo sin importar que exteriormente se vea en buen estado los cables y conexiones de un sistema eléctrico, debido a que internamente, ya sea en los conectores o cables puede existir contaminación o sulfatamiento. Es necesario que se monitoree el estado del aislamiento del arnés eléctrico, garantizando un correcto enrutamiento del mismo y que no exista atrapamiento de cables que por vibración durante la operación del equipo genere desgaste de su material aislante. Cortos circuitos en los equipos y conatos de incendio repentinos en las máquinas, son derivados de una mala revisión y limpieza durante las rutinas de mantenimiento, por eso ninguna actividad es menos importante que la otra y se debe llevar a cabo con los cuidados y responsabilidad que requiere.

Tabla 4. *Definición de códigos para las intervenciones eléctricas. Fuente: Autor*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CÓDIGO</b>
Inspección de conectores y seguros	E1
Inspección de amperaje y voltaje	E2
Limpieza de conectores eléctricos	E3
Inspección de cableado y estado de aislamiento	E4
Cambio y ajuste de conexiones	E5

### 4.3 Actividades mecánicas

Son implícitas en las máquinas y comprende en su gran mayoría una cantidad significativa de tareas en comparación con las demás actividades realizadas en cada rutina, por ello se tienen en cuenta de manera generalizada las acciones a tomar, teniendo en cuenta que todos los equipos tienen un diseño diferente y su aplicación dentro del proceso es específica. Por lo tanto, se puede considerar dentro de la creación de los tiempos de mantenimiento como una de las actividades que más tiempo lleva en hacer, ya que se incluye, desde el desarme de los equipos, la aplicación de las demás actividades y el rearme de cada máquina.

En las actividades mecánicas normalmente se hace cambio de los componentes de desgaste que normalmente tienen los equipos, y en su proceso se hacen ajustes que deben ser precisos, lo que requiere de ayuda de herramienta metrológica que permita que estas medidas estén dentro de las especificaciones y hagan que el equipo trabaje de manera correcta.

Tabla 5. *Definición de Códigos para las Actividades Mecánicas. Fuente: Autor*

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Calibración de componentes primarios	M1
Inspección y ajuste de rodamientos	M2
Desmante de aditamentos de sistema de enfriamiento	M3
Tensión de correas y ajuste de engranajes	M4
Verificación de estado de alojamientos roscados	M5
Revisión del estado de palancas y varillajes de actuación	M6
Estado de racores y conexiones roscadas	M7

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

Cambio de rodamientos	M8
Inspección de sellos y empaquetadura	M9
Inspección bomba hidráulica	M10
Inspección de acoples de equipos móviles	M11
Limpieza de tubería y ductos de salida	M12
Rectificación de roscas y racores	M13
Drenar tanque de combustible	M14
Drenar líquido refrigerante	M15
Hacer cambio filtro de aceite	M16
Hacer cambio filtro de combustible	M17
Hacer cambio filtro de aire	M18
Realizar ajuste de frenos	M19
Realizar mantenimiento PM1	M20
Realizar mantenimiento PM2	M21
Lubricar rodamientos	M22
Verificar estado de líneas de aire	M23
Revisar presión de aire de las llantas	M24
Realizar calibración de motor Diesel	M25
Hacer limpieza de carburador intercambiador de gas	M26
Inspeccionar desgaste de superficies de contacto	M27
Monitorear nivel de refrigerante	M28
Monitorear estado de contenedor de gas	M29
Cargar acumuladores hidráulicos	M30
Realizar ajuste de inyectores	M31
Inspeccionar estado de montaje de guardas	M32
Drenar purificadores de combustible	M33
Apretar tornillos de bornes de baterías	M34
Hacer cambio de pipeta de gas	M35
Resetear indicadores de restricción de aire	M36
Cambiar respiraderos de tanques	M37
Realizar lavado general de equipo	M38
Realizar inspección de espesor de superficies	M39
Hacer cambio de bujes de partes móviles	M40

## 4.4 Rutinas de medidas e instrumentación

(Monchi, 2000) Como su nombre lo indica, estas actividades constan de mediciones frecuentes que permiten contar con un patrón de operación de los equipos, de este modo se puede evidenciar en cualquier momento si este se encuentra trabajando bajo condiciones anormales, creando la necesidad de intervenir a tiempo. Estas medidas son muy importantes, ya que se por medio de estas se pueden evidenciar problemas que a simple vista no se ven, por ejemplo, cuando un equipo trabaja a una temperatura superior a la normal, habiendo medidas previas se tiene claridad de que algo está pasando, situación diferente al caso en el que no se tengan patrones de variables operativas definidas previamente. Como se mencionó en las actividades mecánicas, estas dos rutinas van muy de la mano, ya que a partir de la utilidad que dan las herramientas metrológicas o de instrumentación se puede determinar que las actividades mecánicas que se hayan llevado a cabo puedan tener un buen resultado.

Es importante mencionar que las actividades que involucran herramientas de instrumentación sean llevadas a cabo por personal que provea dichas herramientas o bien, sean realizadas por personal contratista que cuente con ellas, esto se menciona porque en ocasiones algunas actividades de instrumentación demanda herramientas de un costo elevado, el cual resulta más rentable alquilarlas o que personas especializadas realicen dichas tareas.

Tabla 6. *Definición de Códigos para Rutinas de Instrumentación. Fuente: Autor*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CÓDIGO</b>
Medición de aislamiento de bobinados de generador	I1
Inspeccionar juego axial y radial de acople de partes móviles	I2
Hacer ajustes de revoluciones máximas y mínimas de motor	I3
Hacer medición de gases de salida	I4

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

Con Lo expuesto anteriormente se procede a realizar todos los instructivos para las máquinas enlistadas en la **tabla 1**.

## **5 Inclusión de formatos de orden**

incluyen formatos para mantener un orden cronológico a las actividades, de modo que pueda organizar la rutina de manera continua entre semanas almacenando datos que a futuro permita contar con información útil acerca de los equipos.

### **5.1 Plantilla de instrucciones**

Con este instructivo se pretende dar un orden a las acciones que se lleven a cabo para realizar los mantenimientos preventivos y también ayudará con recolección de datos que con la línea de tiempo permita que las labores se realicen cada vez con más facilidad y mejor conocimiento de los equipos. En este formato se encontrarán todas las instrucciones acerca de las actividades que se deban emplear a cada equipo cuando se realicen las rutinas de mantenimiento, lo que permitirá que el técnico encargado de su ejecución sepa tanto los pasos como los requerimientos necesarios para que se realice de manera correcta.

En este formato se tendrán en cuenta los tiempos que requiere cada labor, por lo que se anotará tanto la hora final como la inicial, así mismo se tendrá en cuenta los datos del equipo, especificando la actividad que se va a desarrollar.

Se incluirán para cuestiones de auditorías de calidad, los datos del jefe de mantenimiento, y en caso de que no sea el técnico de mantenimiento de la empresa quien realice la labor, se tendrá un espacio para que se registren los

## Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

datos del contratista, en caso de que sea necesario contratar personal externo.

Para cuestiones de orden, se destinará un espacio para que anoten datos referidos al alistamiento, donde se tendrá en cuenta los equipos y herramientas necesarias para la rutina a realizar.

La plantilla de instrucciones se podrá encontrar al final de este trabajo en la sección de anexos.

### **5.1 Tableros de control**

Con el fin de un orden que garantice que las actividades se hagan sin interrupciones y para tener un control acerca de las mismas, se implementarán tableros de control donde se tendrá un manejo de las actividades cronológicamente, llevando los datos diarios, semanales, mensuales, trimestrales y anuales. Esto hará que exista un orden para cada actividad, ya que se estipula la labor a realizar, demarcada con el código al cual hace referencia la labor y que se estipuló previamente en la codificación de los equipos.

Para esto se utilizarán dos tableros de control, uno auxiliar, que permitirá que semanalmente se tenga presente qué actividad se realizará para cada equipo determinado y el otro tablero de será un talero general, que me permitirá verificar las actividades que se realizan con un intervalo de tiempo mayor y que demandará más tiempo.

Como se puede observar, estas acciones facilitan que se tenga un control claro acerca de las actividades de mantenimiento que se emplean para cada equipo, de modo que se pueda garantizar que estos trabajarán de manera correcta, teniendo de igual manera la capacidad de superar los problemas que se puedan presentar repentinamente.

Los formatos de tablero de control podrán encontrarse al final de este trabajo en la sección de anexos.

Es de aclarar que los tableros de control que se anexan son hipotéticos y no hace referencia alguna a la implementación en alguno de los equipos

mencionados.

## 6 Conclusiones y recomendaciones

### 6.1 conclusiones

- ✓ Se realiza el diseño de un protocolo de mantenimiento para la empresa Gecolsa teniendo en cuenta todos los aspectos del proceso de producción para el cual están diseñadas las máquinas. Partiendo de esta premisa, se crean a partir de estos aspectos un cronograma que agiliza la forma de hacer el mantenimiento dentro de la empresa, dando una muestra de las acciones que se deben tomar para cambiar la manera en que se lleva actualmente los procesos de mantenimiento de la compañía.
- ✓ Para tener una noción de la cantidad de equipos con que cuenta la compañía, se realiza un mapa de ubicación de cada una de las zonas, donde se incluyen cada uno de los equipos que se tienen a consideración dentro del proceso de reparación de equipos de la empresa Gecolsa.
- ✓ Analizando las necesidades de departamento de mantenimiento se diseñan hojas de vida para caracterizar los equipos, partiendo del estado actual en el que se encuentran y las áreas de la cual hacen parte; esto permite tener acceso al análisis de las posibles fallas que puedan presentar los equipos a futuro.
- ✓ Partiendo de las condiciones en que la compañía realiza su gestión de mantenimiento actualmente, se diseñan formatos tales como tarjetas maestras, plantillas de instrucciones y tableros de control que facilitan el modo de realizar una gestión documental que se acomode a las normas para las cuales está certificada la compañía.

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

- ✓ Se concluye que la empresa Gecolsa CAT tendrá un mejor proceso de reparación de equipos siguiendo el protocolo descrito en este proyecto, ya que las instalaciones donde se encuentran las máquinas que permiten este proceso tendrán un mejor estado y garantizará una mejor operación.

## 6.2 Recomendaciones

- Ante todo, se recomienda que la empresa Gecolsa CAT tome en consideración la inclusión de este protocolo de mantenimiento dentro su departamento, con el fin de mejorar la manera como se están llevando a cabo las actividades y rutinas de manutención de los equipos, con lo que se disminuirá la cantidad de paradas inesperadas y, por ende, mejorar la calidad en el proceso.
- Se recomienda que los técnicos de mantenimiento tengan conocimiento acerca de los equipos que están interviniendo, de modo que conozcan cómo funcionan y cuál es su función dentro del proceso, así, se podrá garantizar que cuando se esté realizando la rutina de mantenimiento sepan para qué y porqué lo están realizando.
- Se recomienda que dentro de los listados creados y los formatos que se diseñaron, se tengan en cuenta los nuevos equipos que sean adquiridos con el tiempo en la compañía, de modo que sean tenidos en cuenta para los protocolos de mantenimiento estipulados.
- Se recomienda implementar este protocolo de una manera más versátil que se acomode a los modelos tecnológicos actuales, es decir, que se sistematice en un modelo de aplicación en la cual se almacenen datos de manera automática, recolectados en la nube, de tal modo que los resultados y aplicación de rutinas de mantenimiento sean simples.
- Se recomienda tener en cuenta que, a pesar de contar con un protocolo de mantenimiento preventivo, las fallas y daños prematuros e inesperados se pueden presentar, por lo que se debe tener a consideración herramienta y repuestos de

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

partes que presenten desgaste con mayor frecuencia para no tener que improvisar a la hora de poner en operación un equipo.

## Anexo A: Tarjeta Maestra

	<b>Tarjeta Maestra</b>	<b>Código:</b>
		Fecha:
		Versión 1

Generalidades del equipo		
Nombre:		Código:
Marca:	Modelo:	<b>Foto</b>
Tarjeta maestra No	Hoja de vida No	
Color:	Tiempo de uso:	
Fecha de compra:	Fecha de vencimiento de garantía:	

Características Técnicas.			
Voltaje:	GPM:	Potencia:	RPM:
Otros:			

Datos del distribuidor.	
Nombre:	Cuidad:
Teléfono:	Dirección:
Correo:	Otros:
Consumibles:	
Observaciones:	

Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.

Realizado por:	Aprobado por:
----------------	---------------

## Anexo B: Hoja de vida

	<b>HOJA DE VIDA</b>	Código:
		Fecha:
		Versión 1

Características generales			
Nombre:		Código:	
Marca:	Modelo:	Color:	
Hoja de vida N°:			

O.T#	Fecha	Descripción	Consumibles	Mano de obra

Realizado por:	Aprobado por:



## Anexo C: Formato de orden de trabajo

	Orden de trabajo	Código:
		Fecha:
		Versión 1

Nombre:		Código:				
Marca:		Modelo:			Color:	
Autorizado por:						
Tipo de mantenimiento	Lubricación	Eléctrica	Mecánica	Instrumentación	Metrología	Civil
Clase:						
Técnico:				Fecha:		

Código de actividad	Descripción	Herramientas	Repuestos	Observaciones

Realizado por:	Aprobado por:



## Anexo D: Plantilla de instrucciones

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA GECOLSA</b>			
<b>PLANTILLA DE INSTRUCCIONES</b>			
		<b>No.</b>	<b>PÁG:</b>
<b>FECHA EJECUCIÓN</b>	<b>HORA DE INICIO</b>	<b>HORA FINALIZACIÓN</b>	
<b>CÓDIGO DEL EQUIPO</b>	<b>CÓDIGO ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	
<b>PERSONAS ENCARGADAS DE LA RUTINA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>OPERADOR</b>	<b>NOMBRE</b>		
<b>JEFE MTTO:</b>			
<b>TÉCNICO:</b>			
<b>CONTRATISTA:</b>			
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS NECESARAS</b>			
<b>TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN:</b>			
<b>PROCEDIMIENTOS APLICABLES:</b>			
<b>RECOMENDACIONES:</b>			

## Anexo E: Tableros de control auxiliar y general

**Ejemplo de tablero auxiliar de control para  
Jack Crane fijo de 2 toneladas**

Actividades diarias	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
I1		X		X		X
E6	X	X	X	X	X	X
M18	X	X	X	X	X	X

**Ejemplo de Tablero General de  
control para Jack crane de 2  
toneladas**

ACTIVIDADES SEMANALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
M3																										X
L5													X													X
E2																										X
E1													X													X
M3								X								X								X		
M15				X				X				X				X				X				X		
M20																										

ACTIVIDADES SEMANALES	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
I4																										X
E6													X													X
E5																										X
M12													X													X
E2								X								X								X		
M19				X				X				X				X				X				X		
M36																										

## Referencias Bibliográficas

- Calero, A. (2012). Obsolescencia programada en la universidad y la ley de Moore. *1C11*.
- Dixon, D. R. (2006). *Sistemas de mantenimiento Planeación y control*. México, DF: Limusa Wiley.
- Garrido, S. G. (2003). *Organización y Gestión Integral del Mantenimiento*. Madrid, España: Ed. Diaz de Santos.
- GECOLSA GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A. (30 de 04 de 2020). *Gecolsa Corporativo*. Obtenido de <https://gecolsa.com/maquinaria/corporativo/>
- GECOLSA GENERAL DE EQUIPOS S.A. (30 de 04 de 2020). *Gecolsa Cat historia*. Obtenido de <https://gecolsa.com/maquinaria/historia/>
- GECOLSA GENERAL DE QUIPOS DE COLOMBIA S.A. (30 de 04 de 2020). *Valor agregado gecolsa*. Obtenido de <https://gecolsa.com/maquinaria/valor-agregado/>
- Google maps. (05 de Mayo de 2020). *Ubicación Gecolsa Cat Sabaneta*. Obtenido de <https://www.google.com.co/maps/place/Gecolsa+CAT/@6.1589775,-75.6074793,15z/data>
- Gotoh, G. (2000). *TPM Para Departamentos de Ingeniería*. Madrid, España: Productivity Express.
- Mantenimiento Petroquímica. (16 de Febrero de 2020). *TPM Mantenimiento Productivo total*. Obtenido de <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>
- Monchi, F. (2000). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. Barcelon, España: Masson, S.A.
- Moubray, J. (2000). *Reliability-Centred Maintenance II*. USA: SOPORTE & CIA LTDA.
- Renove Free Mobile. (12 de Marzo de 2020). *Software de Gestión de Mantenimiento*. Obtenido de Ingeniería del Mantenimiento: <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/17-plan-de-mantenimiento-basado-en-rcm>
- Renovetec. (16 de Febrero de 2020). *Guía 9 Mantenimiento Legal*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
- Villanueva, E. D. (2009). *La productividad en el mantenimiento industrial*. México D.F: Grupo Editorial Pátria.
- Wikipedia. (20 de 04 de 2020). *Mantenimiento preventivo*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_preventivo](https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_preventivo)

