



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**SISTEMATIZACIÓN DE MANTENIMIENTO DE
EQUIPOS DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN
PARA OPTIMIZAR SU RENDIMIENTO Y REDUCIR LA
EMISIÓN DE CONTAMINANTES.**

**Autores: Colarossi G, Dante D
Dávila L, Simón E**

San Diego, Enero de 2019



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**SISTEMATIZACIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE
MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN PARA OPTIMIZAR SU
RENDIMIENTO Y REDUCIR LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

Autores: Colarossi G, Dante D
C.I.:24.005.038
Dávila L, Simón E
C.I.: 25.359.526
Tutor: Ing. Fernando De Macedo

San Diego, Enero de 2019



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-SE-CV-013-2018-IICR

Valencia, 31 de Octubre de 2018.

Ciudadanos:
Dante Colarossi
C.I: 24.005.038
Simón Dávila
C.I:25.359.526
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2018 de fecha 31-10-2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **SISTEMATIZACIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN PARA OPTIMIZAR SU RENDIMIENTO Y REDUCIR LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES**. Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Fernando De Macedo, C.I: 7.114.125 y la Ing. Alicia Yánez, C.I.: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Zulay Salcedo
Decana de la Facultad de Ingeniería



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Fernando De Macedo portador de la cédula de identidad N° 7.114.125, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Dante Colarossi y Simón Dávila, portadores de la cédula de identidad N° 24.005.038 y N° 25.359.526 respectivamente, titulado **“SISTEMATIZACIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN PARA OPTIMIZAR SU RENDIMIENTO Y REDUCIR LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES.”** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 12 días del mes de Diciembre del año 2018.

Ing. Fernando De Macedo.
C.I.: 7.114.125

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	iii
ACEPTACIÓN DEL TUTOR	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.	5
1.3 Objetivos de la investigación	5
1.3.1 Objetivo General.	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación del Problema.	6
1.5 Alcances y delimitación.	8
II MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes de la Investigación.	9
2.2 Bases Teóricas.....	13
2.2.1 Mantenimiento	14
2.2.2 Tipos de mantenimiento	14
2.2.3 Objetivos del mantenimiento	16
2.2.4 Mantenimiento Centrado en el RCM	18
2.2.5 TPM (mantenimiento productivo total).....	18

2.2.6 Estrategias para el mantenimiento.....	20
2.2.7 Sustentabilidad ambiental en el mantenimiento.....	22
2.3 Glosario de términos.....	24
III MARCO METODOLÓGICO.....	27
3.1 Tipo de Investigación.....	27
3.2 Diseño de la Investigación.....	27
3.3 Nivel de Investigación.....	28
3.4 Población y Muestra.....	28
3.4.1 Población.....	28
3.4.2 Muestra.....	29
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	30
3.6 Fases Metodológicas.....	30
IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	33
4.1 FASE I: Describir los programas de mantenimiento de Equipos de Maquinaria de Construcción más utilizados a nivel mundial.....	36
4.2 FASE II: Analizar los fundamentos teóricos y conceptuales dentro de los cuales se enmarca un plan de mantenimiento para Equipos de Maquinaria de Construcción a fin de considerarlos en el diseño del plan de mantenimiento.....	37
4.3 FASE III: Proponer un Sistema de mantenimiento para Equipos de Maquinaria de Construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes.....	37
4.4 FASE IV: Sistematización de mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes.....	39
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
5.1 Conclusiones.....	40
5.2 Recomendaciones.....	41

VI LA PROPUESTA	42
6.1 Sistematización de mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes.....	42
6.1.1 Introducción	42
6.1.2 Flujograma de Sistematización de Plan de Mantenimiento	43
6.1.3 Lista de Chequeo Inicial.....	45
6.1.4 Flujograma de Mantenimiento Preventivo.....	46
6.1.5 Ficha de Mantenimiento Preventivo.....	48
6.1.6 Flujograma de Mantenimiento Rutinario	51
6.1.7 Ficha de Mantenimiento Rutinario.....	52
6.1.8 Flujograma de mantenimiento Correctivo.....	54
6.1.9 Formato de Orden de Trabajo	55
6.1.10 Ficha de Historial de la Maquinaria	56
6.1.11 Flujograma de Almacén de Repuestos y Almacén de Lubricantes .	57
6.1.12 Fichas de Almacén de Repuestos y Lubricantes	59
6.1.13 Ficha de Información Técnica de la Maquinaria para Mantenimiento	61
6.1.14 Recomendaciones para distribución de espacios Físicos de empresas con equipos de maquinaria de construcción.	62
6.1.15 Recomendaciones para realización de organigrama de empresas con equipos de maquinaria de construcción.....	63
6.1.16 Recomendaciones ambientales a tomar en cuenta al realizar mantenimiento.	64
6.1.17 Recomendaciones para realización de cronograma de mantenimiento programado de equipos de maquinaria de construcción....	65

6.2 Implementar plan de mantenimiento para Equipos de Maquinaria de Construcción de la empresa “Constructora Dancol C.A.” ubicada en San Felipe, Estado Yaracuy.	66
6.2.1 Diagnóstico de la empresa “Constructora Dancol. C.A”	66
6.2.2 Formatos.....	68
6.2.3 Espacio Físico	69
6.2.4 Organigrama de Constructora Dancol C.A.	70
6.2.5 Lista del personal y delegación de funciones.....	71
6.2.6 Lista de maquinaria	71
6.2.7 Conclusiones del diagnóstico.	76
6.3 Aplicación del sistema de mantenimiento a los equipos de maquinaria pesada empresa “Constructora Dancol C.A.”	76
6.3.1 Eje 1: Gestión de mantenimiento	77
6.3.2 Eje 2: Gestión de personal.....	86
6.3.3 Eje 3: Gestión de almacén.....	89
6.3.4 Eje 4: Gestión de Distribución de Espacios	91
REFERENCIAS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	pp.
Figura 1.1 Flujograma SPM. Sistematización de plan de mantenimiento.	44
Figura 1.2 Flujograma FMP. Mantenimiento Preventivo.	47
Figura 1.3 Flujograma FMR. Mantenimiento Rutinario.	51
Figura 1.4 Flujograma FMC. Mantenimiento Correctivo.	54
Figura 1.5 Flujograma FARL. Almacén de Repuestos y Almacén de Lubricantes.	58
Figura 2.1 Plano del Taller de la Constructora Dancol C.A.	69
Figura 2.2 Organigrama de Constructora Dancol C.A.	70
Figura 3.1 Organigrama propuesto para aplicar a Dancol C.A.	87
Figura 3.2 Ficha de ingreso de almacén propuesta a Dancol C.A.	91

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	pp.
Tabla 1.1.1 Lista de Chequeo. Formato LCI01	45
Tabla 1.1.2 Continuación. Lista de Chequeo. Formato LCI01	46
Tabla 1.2.1 Ficha Mantenimiento Preventivo. Formato FMP01	48
Tabla 1.2.2 Continuación. Ficha Mantenimiento Preventivo. Formato FMP01	49
Tabla 1.2.3 Continuación. Ficha Mantenimiento Preventivo. Formato FMP01	50
Tabla 1.3 Mantenimiento Rutinario. Formato FMR01	53
Tabla 1.4 Orden de Trabajo. Formato FOT01	55
Tabla 1.5 Ficha Historial de la Maquinaria. Formato FHM01	56
Tabla 1.6 Ficha Ingreso de Almacén. Formato FIA01	59
Tabla 1.7 Ficha Egreso de Almacén. Formato FEA01	60
Tabla 1.8 Información Técnica para Mantenimiento. Formato FITM01	61
Tabla 1.9 Recomendaciones para distribución de espacios físicos de la empresa. Formato RDEF	62
Tabla 1.10 Recomendaciones para realización de organigrama de empresas. Formato ROE	63
Tabla 1.11 Recomendaciones ambientales a tomar en cuenta al realizar mantenimiento. Formato RAM.....	64
Tabla 1.12 Recomendaciones para realización de cronograma de mantenimiento programado de equipos de maquinaria de construcción. Formato RCMP.	65
Tabla 2.1.1 Lista de chequeo Inicial aplicada a Dancol C.A.	67
Tabla 2.1.2 Lista de chequeo Inicial aplicada a Dancol C.A.	68
Tabla 2.2 Personal de Mantenimiento de la Constructora Dancol C.A.	71
Tabla 2.3.1 Maquinaria de la Constructora Dancol C.A.....	71
Tabla 2.3.2 Maquinaria de la Constructora Dancol C.A.....	72
Tabla 2.3.3 Maquinaria de la Constructora Dancol C.A.....	73

Tabla 2.3.4 Maquinaria de la Constructora Dancol C.A.....	74
Tabla 2.3.5 Maquinaria de la Constructora Dancol C.A.....	75
Tabla 3.1.1 Ficha Mantenimiento preventivo propuesta a Dancol C.A.....	78
Tabla 3.1.2 Continuación. Ficha Mantenimiento preventivo propuesta a Dancol C.A.	79
Tabla 3.1.3 Continuación. Ficha Mantenimiento preventivo propuesta a Dancol C.A.	80
Tabla 3.2 Ficha Mantenimiento Rutinario propuesta a Dancol C.A.....	81
Tabla 3.3 Ficha Orden de trabajo propuesta a Dancol C.A.....	82
Tabla 3.4 Ficha de información técnica para mantenimiento propuesta a Dancol C.A.	83
Tabla 3.5 Ficha Historial de la maquinaria propuesta a Dancol C.A.....	84
Tabla 3.6 Lista de Personal propuesta a Dancol C.A.....	88
Tabla 3.7 Ficha de ingreso de almacén propuesta a Dancol C.A.....	90
Tabla 3.8 Ficha de egreso de almacén propuesta a Dancol C.A.	90



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Sistematización de mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción
para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes**

Autores: Colarossi Dante.

Dávila Simón.

Tutor: Ing. Fernando De Macedo

Fecha: Diciembre, 2018

RESUMEN

El presente estudio tiene como propósito proponer un sistema de mantenimiento de equipos de maquinaria pesada de construcción, con la aplicación de controles mediante fichas técnicas. La investigación se desarrolló en cuatro (04) fases: 1) Describir los programas de mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción más utilizados a nivel mundial, 2) Analizar los fundamentos teóricos y conceptuales dentro de los cuales se enmarca un plan de mantenimiento para equipos de maquinaria de construcción a fin de considerarlos en el diseño del sistema de mantenimiento, 3) Proponer un sistema de mantenimiento para equipos de maquinaria de construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes y 4) Implementar un plan de mantenimiento para equipos de maquinaria de construcción de la empresa “Constructora Dancol C.A.”, ubicada en San Felipe, estado Yaracuy. Metodológicamente la investigación se basó en la modalidad de proyecto factible, apoyada en una investigación descriptiva de tipo documental. Como resultado de la investigación, al hacer el diagnóstico de la empresa “Constructora Dancol C.A.”, se encontró que ésta no posee una planificación escrita que permita llevar un verdadero control de las diferentes actividades de mantenimiento que se realizan a cada máquina y tampoco posee un historial de las reparaciones realizadas, lo que trae como consecuencia un incremento en los tiempos de parada de cualquier reparación no programada, con la incidencia en productividad que esto supone, por lo que se recomienda la implementación de la propuesta del sistema de mantenimiento aquí presentada.

Descriptor: Mantenimiento, Maquinaria pesada, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

Establecer un plan de mantenimiento preventivo que ayude a la minimización de los mantenimientos correctivos se ha convertido en una necesidad para las empresas desde hace ya varias décadas. Su importancia se debe, en primera instancia, al objetivo de maximizar la disponibilidad de los equipos productores, lo que a su vez va ligado directamente a la minimización de los costos en los que se incurre en estas ocasiones, como son: costos de oportunidad, costos de mano de obra ociosa, entre otros.

El presente proyecto es una propuesta sobre un plan de mantenimiento preventivo de las maquinarias pesadas asociadas a la construcción en general y, específicamente, se tomó como muestra la empresa “Constructora Dancol C.A”, para la aplicación del sistema de mantenimiento, el cual es planteado como un método estratégico que optimice el rendimiento de las maquinarias y a la vez que considera la reducción de emisiones contaminantes.

Hoy en día, es de destacar la importancia de aplicar mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, entre otros, a diferentes tipos de maquinaria, por ejemplo, los aplicados a sectores como el vehicular. Este tipo de mantenimiento puede resultar más costoso a corto plazo, sin embargo, probablemente resulten menos costosos a lo largo de la vida útil del elemento.

El desarrollo de la investigación está orientada hacia la elaboración de un plan de mantenimiento que ayude a optimizar el rendimiento, costos y reducir los niveles de contaminación de la maquinaria pesada para así evitar el retraso en obras de construcción civil.

El trabajo está conformado por seis (06) capítulos, los cuales a su vez están estructurados de la siguiente manera:

CAPITULO I, contiene el planteamiento del problema, formulación, los objetivos de la investigación, la justificación, alcances y limitaciones de la investigación.

El CAPÍTULO II, presenta el marco teórico de la investigación con los antecedentes, bases teóricas compuestas en los aspectos generales relacionados con el tema, así como la determinación de los términos básicos, todo lo cual sustenta la investigación para poder desarrollar el plan de mantenimiento.

En el CAPÍTULO III, se describe el marco metodológico, el tipo, diseño y propósito de la investigación, así como las técnicas e instrumentos utilizados en la metodología del mismo, describiendo las fases necesarias para llevar a cabo el plan de mantenimiento que se quiere proponer.

El CAPÍTULO IV, se refiere a los resultados obtenidos de la aplicación de las técnicas de observación.

El CAPÍTULO V, expone las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación desarrollado y finalmente el **CAPÍTULO VI**, presenta el desarrollo de la propuesta en cuanto a la Sistematización de mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes, aplicado en la empresa “Constructora Dancol C.A”.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

El mantenimiento preventivo, se ha convertido en una herramienta de mucha importancia para la preservación en buenas condiciones de las máquinas y equipos de una organización. A través de ella, se logra la reducción de fallas, que pudieran provocar retrasos en las actividades de la empresa, y además maximiza el aprovechamiento de la maquinaria, su disponibilidad y mantenibilidad, lo cual redundaría en aumentar su confiabilidad.

La necesidad del mantenimiento preventivo está basada en que las maquinarias o equipos sufren una serie de degradaciones a lo largo de su vida útil, por lo que se hace necesario diseñar mecanismos o estrategias que prevean esta situación, para evitar o disminuir estos daños. De no hacerse, el rendimiento de estos insumos disminuye y su vida útil se reduce, lo que a su vez conlleva a que se vea afectado el logro de los objetivos de una organización.

El mantenimiento está definido según Pastor (1997), citado por Maldonado y Siguenza (2012), como el: “Conjunto de acciones que llevan a conseguir prolongar el funcionamiento continuo de los equipos, reducir los costes de la producción, alargar la vida útil de los equipos, evitar pérdidas por paros inesperados de los equipos, producción con mayor calidad” y de acuerdo a la Federación Europea de Sociedades Nacionales de Mantenimiento (EFNMS), se entiende por mantenimiento la combinación de todas aquellas acciones (técnicas, administrativas y gerenciales) realizadas en la vida útil de un elemento para hacer posible que cumpla las funciones que se requieren. (Navarro, 2012)

Todo lo que nos rodea puede ser sometido a mantenimiento, y en el caso de maquinarias de construcción, el mantenimiento tiene gran importancia, ya que permite prolongar la vida de las máquinas y mejora las condiciones de construcción en general, en el aspecto de seguridad de los trabajadores, de la disminución de tiempos de paradas no programadas, entre otros aspectos.

El estudio del mantenimiento de maquinaria es importante para el campo de la ingeniería civil ya que nos aporta información, que siendo analizada y procesada pueda determinar las pérdidas a las empresas administradoras de maquinaria pesada, logrando así buscar un funcionamiento óptimo de sus equipos en las actividades en que se desenvuelven y evitando pérdidas de tiempo y económicas.

En la actualidad, existen diversos programas de mantenimiento para diferentes empresas a nivel mundial, pero estas distintas técnicas de mantenimiento han ido evolucionado a lo largo de la historia, de acuerdo a las necesidades que se generan a raíz del desarrollo de los distintos procesos industriales, de materiales de construcción, incluso de la visión que se tenga sobre los objetivos a lograr con los distintos tipos de edificación y su relación con el medio ambiente, de forma tal que, las características de los equipos presentes y los procesos que tienen lugar en estos sectores son los principales indicadores al momento de establecer el modelo de mantenimiento a utilizar. Es importante señalar que en los últimos años, las normas y regulaciones aplicadas a los sectores industriales han obligado a las empresas a realizar modificaciones en sus departamentos de mantenimiento y a establecer estrategias de mantenimiento.

Es por ello, que a través del desarrollo del presente trabajo de investigación, se plantea desarrollar estrategias de mantenimiento minuciosas para maquinaria pesada, donde se desarrollan una serie de propuestas para poder aplicarlo, y se logre programar las actividades de mantenimiento a través de fichas, alcanzando así el objetivo de llevar un control lo más exacto posible de lo que consume y consumirá la

maquinaria, pudiendo de este modo cuantificar los insumos necesarios, siendo esto importante para gestionar su administración, considerando como eventos anormales que deben ser evaluados, aquellos que se desvíen de la cuantificación de insumos, y con ello se logrará un mejor aprovechamiento de recursos y un obtención de rendimientos óptimos en la maquinaria, que afectara directamente al desarrollo y administración de obras, evitando así paradas no previstas.

Lo anterior implica recabar información técnica presente de la maquinaria pesada para desarrollar de forma aplicable propuestas de mantenimiento diseñadas en pro de la sustentabilidad ambiental, en la búsqueda de mayores rendimiento de los equipos, y en donde se comprenda y valore la importancia y afectación del mantenimiento para la ejecución de obras civiles, en función del aprovechamiento del tiempo disponible para el desarrollo de proyectos, sin dejar de lado la reducción de emisión de contaminantes, sentando así bases para que más adelante se prosiga con la creación de materiales que se adapten a la aplicabilidad de proyectos de ingeniería civil pensados en beneficio del ambiente.

1.2 Formulación del Problema.

¿Cómo se puede optimizar el rendimiento en los equipos de maquinaria de construcción y reducir los contaminantes?

¿Cuál sería el programa de mantenimiento de equipos de maquinarias pesadas idóneo para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General.

- Diseñar un sistema de mantenimiento preventivo de Equipos de Maquinaria de Construcción para optimizar su rendimiento durante el proceso constructivo y reducir la emisión de contaminantes.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Describir los programas de mantenimiento preventivo de Equipos de Maquinaria de Construcción más utilizados a nivel mundial.
- Analizar los fundamentos teóricos y conceptuales dentro de los cuales se enmarca un plan de mantenimiento preventivo para Equipos de Maquinaria de Construcción a fin de considerarlos en el diseño del sistema de mantenimiento.
- Proponer un sistema de mantenimiento preventivo para Equipos de Maquinaria de Construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes.

1.4 Justificación del Problema.

Dentro del proceso productivo y el ciclo de vida, el sistema de producción y sus componentes afrontan fallos propios de la actividad o también derivados de las malas prácticas, que van en detrimento de su funcionamiento y por ende de la producción, de tal manera que investigar y aportar estrategias para prevenir, disminuir y corregir afecciones negativas de los fallos dentro del sistema y los procesos es de gran importancia, pues esto redundaría en una mayor eficiencia de los equipos, más seguridad, evita retrasos por fallos en la maquinaria que a la postre pudieran resultar en un aumento en los presupuestos destinados para una determinada obra.

El desgaste en las mismas, produciendo reducción en su rendimiento, generación de emisión de contaminantes por el deterioro de los componentes de la maquinaria lo cual ocasiona un funcionamiento no adecuado de la maquinaria de construcción, en las diferentes actividades ligadas a los proyectos constructivos, además de gastos innecesarios de insumos para la realización del mantenimiento.

Es por ello que se plantea diseñar programas de mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción que incluya el mantenimiento preventivo a través de

diagnósticos, de tal modo que se logre realizar un control del mantenimiento para programarlo y poder inventariar aquellos recursos necesarios para tal fin, generando así curvas de consumo de mantenimiento en función de su obsolescencia.

Debido a que los insumos para hacer el mantenimiento preventivo a una maquinaria son altamente costosos, se debe llevar un control estricto para evitar pérdidas y adquisición innecesaria de los mismos. De allí que sea necesario el uso correcto de los insumos para el mantenimiento, que conlleve a un trato amigable con el ambiente, ya que la adquisición de recursos se hará tomando en cuenta justo los que sean necesarios.

Al llevar a cabo un mantenimiento estricto y constante, a través de la sistematización de los programas de mantenimiento de equipos de Maquinaria de Construcción, objeto de estudio de esta investigación, se logrará optimizar el rendimiento de la maquinaria para que su desempeño en las actividades sea más eficiente y eficaz, pudiéndose evitar paradas no programadas y contaminación excesiva al ambiente.

El inicio de la línea de investigación en la generación de programas de mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción, abre la posibilidad de motivar a realizar mantenimientos programados para optimizar el rendimiento de maquinarias, además de beneficiar las actividades de la ingeniería civil, por la utilización de equipos en mejores condiciones sin dejar atrás la aplicabilidad del mantenimiento en el marco de la sustentabilidad ambiental, beneficiando así el desarrollo de esta investigación, a todo aquel que se encuentre relacionado con el estudio del mantenimiento de maquinarias dentro de la ingeniería civil, logrando crear una conciencia de mantenimiento y de conservación de estos equipos de construcción involucrando la gestión ambiental.

1.5 Alcances y delimitación.

La investigación está enfocada en desarrollar un sistema de mantenimiento, con la finalidad de diseñar un plan de mantenimiento de equipos de maquinarias de construcción que contenga categorizaciones de mantenimientos, incluyendo el mantenimiento preventivo, planificación de mantenimiento programado, controles de consumos de insumos optimizando así su rendimiento y reduciendo la emisión de contaminantes sin tomar en cuenta cómo pueden afectar los costos de estos.

Para ello se tomó como muestra la empresa “Constructora Dancol C.A”, para la cual se hizo el diseño de todo el plan de mantenimiento requerido para sus maquinarias, en concordancia a sus necesidades, pero que sirve de modelo para cualquier empresa con características similares.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

Un aspecto importante en toda investigación es la fundamentación teórica, consistente en los trabajos previos realizados en relación al estudio a desarrollar, los cuales son muy útiles pues orientan al investigador en cuanto a cómo abordar el trabajo investigativo; y las bases teóricas que representan el andamiaje de conocimientos que sustentan los planteamientos desarrollados a lo largo de la investigación propuesta. A continuación, se plantean algunos trabajos relacionados con el estudio aquí presentado sobre Sistematización de los programas de mantenimiento de Equipos de Maquinaria de Construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes.

2.1 Antecedentes de la Investigación.

Bravo y Castro (2012) realizaron una investigación titulada **“Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada de la empresa Inser Sas”** la cual fue presentada ante la Universidad Tecnológica de Bolívar, para optar al título de Ingeniero Mecánico y Mecatrónico respectivamente.

En la investigación se planteó como objetivo general establecer un plan de mantenimiento preventivo que ayude a la minimización de los mantenimientos correctivos, ya que esto se ha convertido en una necesidad para las empresas desde hace ya varias décadas. Su importancia se debe, en primera instancia, al objetivo de maximizarla disponibilidad de los equipos productores, lo que a su vez va ligado directamente a la minimización de los costos en los que se incurre en estas ocasiones, como son: costos de oportunidad, costos de mano de obra ociosa, entre otros.

Por lo anterior, amerita el diseño de un plan de mantenimiento preventivo, que procure la continuidad de la productividad de la empresa, permitiendo una mejor rentabilidad del negocio, mayor disponibilidad de los equipos, alargamiento de la vida útil de la maquinaria, disminución del tiempo ocioso, disminución de los costos

de mantenimiento correctivo, mayor satisfacción del cliente, y de manera general una mejora continua.

Como conclusión los investigadores señalaron la importancia de identificar claramente los equipos que serán sometidos al plan de mantenimiento, tener presente el modelo de la maquinaria (año) y su nivel de utilización con el fin de tener un mayor control sobre su vida útil, asignando prioridad a aquellas que su funcionalidad se encuentra más comprometida por estas razones.

Los datos aportados en cuanto a contenido, desarrollo de la propuesta del plan de mantenimiento y sus resultados, contribuyeron a orientar el proceso seguido en esta investigación para definir los alcances de la misma y como emprender el estudio sobre el mantenimiento de maquinaria pesada.

Por su parte, Maldonado y Sigüenza (2012) presentaron el trabajo de grado **“Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa Minera Dynasty Mining del cantón Portovelo”** ante la Universidad Politécnica Salesiana, en Cuenca, Ecuador para optar al título de Ingeniero Mecánico Automotriz. El estudio toma como unidad de análisis a la compañía Dynasty Mining, empresa minera dedicada a la exploración, perforación, remoción y extracción de material mineral a gran escala, siendo considerada como una de las mejores empresas mineras de Ecuador.

En dicho estudio el autor llega a la conclusión que seguir un programa de mantenimiento es una herramienta clave que se la debe seguir estrictamente realizando todos los procedimientos y recomendaciones descritos para cada máquina, logrando así mantenerla operativa y aprovechar al máximo la vida útil de la misma. Y recomienda ejecutar el programa de mantenimiento que se hizo en su propuesta, para llevar un control adecuado de cada una de las máquinas, obteniendo el máximo rendimiento de las mismas.

La investigación representa un aporte importante para el desarrollo de este estudio pues no solo corrobora la importancia del mantenimiento para maquinaria pesada, sino que ofrece valiosa información teórica y de procedimientos a aplicar para elaborar el plan de mantenimiento a este tipo de maquinarias.

Buelvas y Martínez (2014) de la Universidad Autónoma del Caribe, en su trabajo de grado para optar al título de ingeniero mecánico, titulado **“Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria Pesada de la Empresa L&L”**, proponen un sistema de mantenimiento preventivo a la maquinaria pesada de la empresa L&L, como método estratégico para la optimización de esa flota de vehículos. Ellos expresan que el mantenimiento preventivo resulta más costoso a corto plazo pero resulta menos costoso a lo largo de la vida útil de la maquinaria, además a través de este tipo de mantenimiento se pueden detectar posibles defectos antes que aumenten o se agraven, reducir periodos de mantenimiento correctivos, aumentar la vida útil de los vehículos, disminuir costos de reparación, y detectar puntos débiles en los sistemas. En esta investigación se toman en cuenta teorías relacionadas con el mantenimiento, como auditorias, tipos de mantenimiento, conceptos de mantenimiento, entre otros.

De acuerdo con esta investigación, con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo se puede ganar en trabajo, alrededor de catorce (14) días, debido a que los repuestos se encuentran disponibles y los tiempos de operación se incrementan al no forzar los repuestos hasta el día que fallen, es decir que si se cambian los repuestos oportunamente se pueden trabajar más días, evitando así que se presenten daños que dejen por fuera de servicio a la máquina y solo cesarían actividades el día que se programe mantenimiento. En un periodo de prueba de algunas de las actividades del plan, se han tenido registros de mejora de la disponibilidad, de un nueve por ciento (9%) en un promedio de tres (03) meses, lo que evidencia la efectividad de la propuesta que se está trabajando.

Este estudio realizado por Buelvas y Martínez (2014) contribuye con esta investigación por resaltar la importancia del mantenimiento preventivo que se debe realizar a la maquinaria pesada para su buen desenvolvimiento, además de servir como referencia al momento de elaborar planes de mantenimiento.

También el trabajo desarrollado por Guerra, J (2014) **“Plan de lubricación para mejorar la disponibilidad de las maquinarias pesadas utilizada en el mantenimiento de carreteras en la empresa ICCGSA”**, presentado ante la Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica, para optar al título profesional de Ingeniero Mecánico, es un interesante antecedente pues trata sobre las deficiencias del plan de lubricación de la maquinaria pesada de la empresa ICCGSA. Esto debido a que no se le daba la importancia debida a los procedimientos de lubricación, a los análisis de aceite, engrase de los puntos, entre otros y no prestar suficiente atención a los equipos modernos electrónicos que facilitan la información mediante los análisis de aceite, los reportes de S.O.S, códigos de falla, los cuales se deben trabajar para poder predecir de manera oportuna las fallas mediante el monitoreo de condiciones.

Para este inconveniente, se diseñó el plan de lubricación, logrando aumentar la disponibilidad en un veinticuatro coma seis por ciento (24.6%) de los equipos, se implementó en Excel tablas para realizar los seguimientos de análisis de aceite y también se implementó cartillas para el engrase de la maquinaria pesada.

Desde el punto de vista metodológico la investigación se caracterizó por ser de tipo básico, con un nivel descriptivo y un diseño descriptivo simple.

La revisión de esta tesis fue de gran utilidad por la propuesta realizada en el plan preventivo diseñado en cuanto a lubricación de la maquinaria pesada y la descripción detallada de los procedimientos a realizar para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada.

Otra importante investigación fue la realizada por González y Pérez (2016) **“Diseño de una metodología para la valoración de maquinarias de construcción”**, Trabajo Especial de Grado presentado ante la Universidad de Carabobo, para optar al Título de Ingeniero Civil. Este trabajo de investigación, surge debido a la inexistencia de una metodología para valoración de maquinarias de construcción en Venezuela, en donde es importante el mantenimiento de las mismas para poder establecer el avalúo de dicha maquinaria.

Según las autoras, los métodos utilizados como el de Helio de Caires y el método Mexicano, los cuales al ser utilizados de forma individual producen valores sobrestimados o subestimados del bien; el Método Caterpillar, al utilizarlo de la misma manera, solo limita su aplicación a maquinas sin depreciación alguna. El objetivo general de la investigación fue diseñar una metodología para la valoración de maquinarias de construcción, para lo cual procedieron a identificar los factores que influyen en la valoración de maquinarias de construcción, entre ellos el mantenimiento, a través de la práctica de campo de entrevistas no estructuradas a especialistas en el área de avalúo de maquinarias para posteriormente analizar los métodos Helio de Caires, Mexicano y Caterpillar, a través de la realización de una descripción secuencial de cada método.

La investigación realizada por González y Pérez (2016) contribuyó en cuanto al aspecto teórico de factores de mantenimiento, así como el aspecto metodológico de abordaje de la investigación y el nivel de profundidad deseado en el estudio.

2.2 Bases Teóricas.

De acuerdo a Cerda (1997), “es imposible concebir una investigación científica sin la presencia de un marco teórico, porque a éste le corresponde la función de orientar y crear las bases teóricas de la investigación” (p. 170). En este caso se describe el entramado teórico y conceptual referido a los distintos aspectos a

ser considerados en un plan de mantenimiento, objetivo fundamental de esta investigación.

2.2.1 Mantenimiento

Según García (2009), el mantenimiento suele definirse “como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento”.

Conceptualmente el mantenimiento es definido por la norma COVENIN 3049-93, como “el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado”

Por otro lado, el mantenimiento puede ser definido como aquella actividad de trabajo realizado para conservar y/o restaurar los equipos a un nivel estándar de requerimiento de operación con la implementación de técnicas y métodos especializados con la finalidad de mantener los procesos productivos en continuidad, garantizando la rentabilidad operacional (Nava, 2008)

2.2.2 Tipos de mantenimiento

El mantenimiento normalmente es generalizado y no se hace distinción entre los diferentes tipos de mantenimiento que existen, popularmente se conocen: el de tipo correctivo y preventivo, sin embargo, existe el correctivo, preventivo, predictivo, ceros horas y mantenimiento en uso. La diferencia entre estos es el momento cuando deba hacerse la actividad de reparación, resaltando la diferencia entre el tener que hacerlo y el desear hacerlo, es por ello que García (2009) define los tipos de mantenimiento como:

- **Mantenimiento Correctivo:** Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son

comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

- **Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.
- **Mantenimiento Predictivo:** Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.
- **Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):** Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.
- **Mantenimiento en Uso:** es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de

datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

2.2.3 Objetivos del mantenimiento

El objetivo principal del mantenimiento es contribuir a la reducción de todos los medios disponibles, resumiéndose en el costo final de la operación de la planta, deduciéndose de este un objetivo técnico que consiste en mantener el funcionamiento seguro y eficiente de todo el equipo y maquinaria. (Alpizar, 2011.)

En la misma línea de idea, Alpizar (Idem) plantea que: “el personal de mantenimiento tiene dos puntos de vista para cumplir estos objetivos: el aspecto humano y el técnico. El evitar los accidentes previene pérdidas humanas y de grandes responsabilidades” (p. 194). También añade que “Por el lado técnico, la maquinaria, las instalaciones y los equipos bien mantenidos no provocarán pérdidas económicas y facilitarán la producción continua y eficiente de la planta” (p. 194).

Es importante añadir que el mantenimiento se centra en 4 objetivos básicos definidos por diferentes autores los cuales destacan la importancia de cada uno de ellos para el mantenimiento, estos son:

- **Disponibilidad:** es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes. (Pauro, 2007)
- **Fiabilidad:** Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para lo que fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas. El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo

que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina. El tiempo promedio entre falla mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio. (Idem).

- **Vida Útil: maquina.** El tercer gran objetivo de mantenimiento es asegurar una larga vida útil para la operación. Es decir, las maquinas deben presentar un estado de degradación acorde con lo planificado de manera que ni la disponibilidad ni la fiabilidad ni el coste de mantenimiento se vean fuera de sus objetivos fijados en un largo periodo de tiempo, normalmente acorde con el plazo de amortización de la máquina. La esperanza de vida útil para una maquina típica se sitúa habitualmente entre los 20 y los 30 años, en los cuales las prestaciones de la máquina y los objetivos de mantenimiento deben estar siempre dentro de unos valores prefijados. Un mantenimiento mal gestionado, con una baja proporción de horas dedicadas a tareas preventivas, con bajo presupuesto, con falta de medios y de personal y basado en reparaciones provisionales provoca la degrada rápidamente cualquier máquina. García (2009)
- **Presupuesto:** Los objetivos de disponibilidad, fiabilidad y vida útil no pueden conseguirse a cualquier precio. El departamento de mantenimiento debe conseguir los objetivos marcados ajustando sus costes a lo establecido en el presupuesto anual de la planta. Como se ha dicho en el apartado anterior, este presupuesto ha de ser calculado con sumo cuidado, ya que un presupuesto inferior a lo que la instalación requiere empeora irremediabilmente los resultados de producción y hace disminuir la vida útil de la instalación; por otro lado, un presupuesto superior a lo que la instalación requiere empeora los resultados de la cuenta de explotación.

2.2.4 Mantenimiento Centrado en el RCM

Según García (2009), el mantenimiento centrado en Confiabilidad (MCC) o Reliability Centred Maintenance (RCM) es “...el proceso que permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico” (p. 23)

Las preguntas claves en las que se basa esta estrategia para poder ser denominado un proceso RCM, están especificadas en la norma SAE JA101, y estas son las siguientes:

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento en cada sistema?
2. ¿Cómo falla cada equipo?
3. ¿Cuál es la causa de cada fallo?
4. ¿Qué parámetros monitorizan o alertan de un fallo?
5. ¿Qué consecuencias tiene cada fallo?
6. ¿Cómo puede evitarse cada fallo?
7. ¿Qué debe hacerse si no es posible evitar un fallo?”

2.2.5 TPM (mantenimiento productivo total)

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:

- Cero averías.
- Cero tiempos muertos.
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos.
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos a estos de los equipos.

Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, o

mantenimiento que aporta una productividad máxima o total.

- **La implantación de TPM en una empresa**

El Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) desarrolló un método en siete pasos cuyo objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para el éxito del programa. Los pasos para desarrollar es cambio de actitud son los siguientes:

Fase 1. Aseo inicial.

En esta fase se busca limpiar la máquina de polvo y suciedad, a fin de dejar todas sus partes perfectamente visibles. Se implementa además un programa de lubricación, se ajustan sus componentes y se realiza una puesta a punto del equipo (se reparan todos los defectos conocidos)

Fase 2. Medidas para descubrir las causas de la suciedad, el polvo y las fallas.

Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a ensuciarse y a caer en el mismo estado. Se deben evitar las causas de la suciedad, el polvo y el funcionamiento irregular (fugas de aceite, por ejemplo), se mejora el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar y se busca reducir el tiempo que se necesita para estas dos funciones básicas (limpiar y lubricar).

Fase 3. Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación.

En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción: Se preparan en esta fase procedimientos estándar con el objeto que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.

Fase 4. Inspecciones generales.

Conseguido que el personal se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda inspeccionar y chequear el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación, y por supuesto, solucionarlos.

Fase 5. Inspecciones autónomas.

En esta quinta fase se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo. Se preparan listas de chequeo (check list) de las máquinas realizadas por los propios operarios, y se ponen en práctica. Es en esta fase donde se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina.

Fase 6. Orden y Armonía en la distribución.

La estandarización y la procedimentación de actividades es una de las esencias de la Gestión de la Calidad Total (Total Quality Management, TQM), que es la filosofía que inspira tanto el TPM como el JIT. Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y del repuesto, etc.

Fase 7. Optimización y autonomía en la actividad.

La última fase tiene como objetivo desarrollar una cultura hacia la mejora continua en toda la empresa: se registra sistemáticamente el tiempo entre fallos, se analizan éstos y se proponen soluciones, todo ello, promovido y liderado por el propio equipo de producción.

2.2.6 Estrategias para el mantenimiento.

Existen diversas estrategias a seguir para diseñar un plan de mantenimiento y que deben ser tomadas en consideración para elaborar el sistema a aplicar en cualquier empresa. Entre esas estrategias se encuentran las siguientes:

- **Flujograma:** Según Gómez, G (1.997), se trata de un diagrama que expresa gráficamente las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre

el método de ejecución de las operaciones, el itinerario de las personas, las formas, la distancia recorrida el tiempo empleado, etc.

- **Diagrama de Gantt:** En el libro de Weiss y otros (1994) se describe muy bien en qué consiste. De acuerdo a estos autores, es una representación gráfica de las actividades que componen el proyecto. La dimensión vertical enlista las actividades (una por línea) en tanto que la dimensión horizontal es el tiempo. Una vez que se han determinado las fechas de inicio y conclusión programadas para cada actividad, se puede construir el diagrama de Gantt.
- **Ficha técnica:** Registro permanente de los datos físicos o especificaciones de la maquinaria o equipo y su instalación. Estas deben ser cuidadosamente archivadas pues forman la base del sistema.
- **Registros históricos:** Es de gran importancia que todas las reparaciones y ajustes más significativos sean registrados con el propósito de disponer de una información para propósito de análisis de mantenimiento efectuado, pues solamente conociendo lo que ha pasado se pueden tomar medidas correctivas para mejorar las operaciones y reducir los costos de mantenimiento en el futuro.
- **Ficha de mantenimiento preventivo:** Resume las actividades de lubricación, mantenimiento mecánico y eléctrico, con sus respectivas frecuencias.
- **Hojas de inspección:** Simultáneamente con la determinación de los equipos y las partes que deben inspeccionarse, hay necesidad de desarrollar una lista en la cual se anotan todos los puntos que se van a chequear en el equipo, para evitar que alguna tarea sea omitida por desconocimiento u olvido en la ejecución de las actividades de mantenimiento.
- **Ordenes de trabajo:** Es el formato que se utiliza para lograr la ejecución

el programa de mantenimiento. En ella se van anotando los trabajos que hay que efectuar en cada máquina y el tiempo estimado para ejecutarlo. Una vez cumplida la orden son devueltas al Departamento de Mantenimiento con el dato de quien hizo el trabajo, cuanto tiempo gasto y que materiales fueron utilizados.

2.2.7 Sustentabilidad ambiental en el mantenimiento

Sustentabilidad se puede definir como la cualidad de poderse mantener por sí mismo, sin ayuda externa y sin agotar los recursos disponibles. Sin embargo, la sustentabilidad puede tener diferentes significados dependiendo del contexto.

La gestión del mantenimiento con un marcado interés por mantenimiento con sello de sustentabilidad: “Green Maintenance” resulta ser fundamental para los propósitos de las empresas con alta responsabilidad ambiental. Para ello se requiere que la visión de gastos en gestión de mantenimiento debiese verse hoy en día más como inversiones que tendrán buenos beneficios en el mediano y largo plazo. Por ejemplo, a nivel mundial son conocidos casos de empresas como Kodak, Ford, Harley Davidson, entre otras, las cuales lograron obtener grandes saltos en sus ganancias, sin embargo, para ello tuvieron también que aumentar la inversión en prácticas como las anteriormente mencionadas.

Una gestión de mantenimiento con sello de sustentabilidad, se vincula directamente con aspectos tales como:

energética, disminución de residuos, reciclaje, entre otros, contribuye a disminución del impacto ambiental y, consecuentemente mayores ganancias y competitividad.

Gestión económica: a través de buenas prácticas de mantenimiento se logran disminuir costos de operación y mantenimiento, aumentando las ganancias.

Capacitación: una buena formación del recurso humano es clave para la implementación de programas de mantenimiento con visión de sustentabilidad. Es fundamental, por ejemplo, capacitar en aspectos tales como: identificación de focos de ineficiencia energética, manejo de buenas prácticas de mantenimiento y tecnologías predictivas, entre otras.

Competitividad: Empresas que innovan, que buscan disminuir su huella ambiental, que incorporan programas de gestión eficientes, indudablemente que podrán competir de mejor manera en un contexto global.

Por otra parte, y dentro del marco de empresa sustentable, más allá de los logros que se puedan obtener mediante el mantenimiento para la eficiente operación de los equipos, es necesario prestar atención a las consideraciones de diseño. Ejemplo de ello, es que cuando se piensa en disminuir por ejemplo la cantidad de residuos o desechos, desde la etapa de diseño se debe concebir el uso de materiales reciclables, componentes posibles de ser reutilizados o reacondicionados, así como también diseñar para vidas útiles de mayor extensión (LCC analysis ó análisis de ciclo de vida). En el caso de los automóviles, por ejemplo, más del 85% de sus partes deben ser reciclables, al menos dentro del mercado europeo, alcanzando algunos vehículos hasta un 95%.

El LCC considera dentro de su análisis cuatro aspectos principales: inversión, operación, mantenimiento y disposición final después de completar su vida útil; además de considerar los costos por posible impacto ambiental. Una estrategia de mantenimiento basada en el uso de tecnologías predictivas y acciones proactivas, se puede decir que es una estrategia planteada para el mejoramiento sustentable, lo que

dicho en otros términos es el “Mantenimiento de Clase Mundial”. En estos casos, todos los problemas son usualmente analizados buscando identificar la causa-raíz de los fallos presentados, proponiendo e implementando así de manera permanentemente una solución.

Por tanto, se podría decir que el sostenido interés en estrategias corporativas con sello ambiental no es hoy en día ya una sorpresa. De hecho, y particularmente en tiempos de “crisis”, el camino de la sustentabilidad resulta ser más bien una gran oportunidad, lo cual, visto desde el punto de vista de lograr disminución de consumos de energía, de generación reducción de residuos, mayor eficiencia en el uso de insumos, reducción de costos de operación y mantenimiento en un proceso productivo, resultan ser bastante atractivos.

2.3 Glosario de términos

- **Confiabilidad:** Se puede definir también como la probabilidad en que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.
- **Desgaste:** El agotamiento o el desprendimiento de la superficie de un material como resultado de la acción mecánica.
- **Disponibilidad:** Es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.
- **Especificaciones técnicas:** conjunto de exigencias y definiciones de carácter técnico que regulan los procesos de ejecución de obras de mantenimiento o servicios técnicos contratados a terceros.
- **Falla:** Daño, rotura o fallo que impide o perjudica el funcionamiento del mecanismo de una máquina, una red de distribución u otra cosa.

- **Herramientas:** son artefactos que se diseñan y fabrican específicamente para cumplir uno o más propósitos, teniendo una función técnica.
- **Inspección:** Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista
- **Insumos:** Es un concepto económico que permite nombrar a un bien que se emplea en la producción de otros bienes.
- **Lubricación:** Es el proceso o técnica empleada para reducir el rozamiento entre dos superficies que se encuentran muy próximas y en movimiento una respecto de la otra, interponiendo para ello una sustancia entre ambas denominada lubricante que soporta o ayuda a soportar la carga (presión generada) entre las superficies enfrentadas
- **Mantenibilidad:** Es la capacidad de un elemento, bajo determinadas condiciones de uso, para conservar, o ser restaurado a, un estado en el que pueda realizar la función requerida, cuando el mantenimiento se realiza bajo determinadas condiciones y usando procedimientos y recursos establecidos.
- **Maquinaria pesada:** Vehículo automotor destinado exclusivamente a obras industriales incluidas las de minería, construcción y conservación de obras, que sus características técnicas y físicas no pueden transitar por las vías de uso público o privadas abiertas al público.
- **Sistematización:** Es el proceso por el cual se pretende ordenar una serie de elementos, pasos, etapas, etc., con el fin de otorgar jerarquías a los diferentes elementos.
- **Plan de mantenimiento:** Es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las

frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.

- **Sustentabilidad ambiental:** Se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras.
- **Vida útil:** es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación.

El tipo de investigación, se refiere a la clase de estudio que se va a realizar, orienta sobre la finalidad general del mismo y sobre la manera de recopilar la información o datos necesarios. Arias (2006), señala que al definir el tipo de investigación se determina el nivel de profundidad con el cual se abordara el estudio. De acuerdo a esta premisa, el tipo de estudio de esta investigación es de proyecto factible, determinado como un conjunto de actividades que son vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos que previamente fueron definidos en atención a las necesidades que se puedan presentar.

Se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización (Idem, p. 134).

3.2 Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación es la forma en que el investigador se plantea responder a las interrogantes de su investigación, que de acuerdo a sus características puede ser documental, investigación de campo o investigación experimental (Arias, 2006); tal y como lo expresa Hurtado (2000) el diseño de investigación señala al investigador lo que tiene que hacer y cómo hacerlo, dónde obtener los datos, cuántas mediciones hacer, cuál variedad de datos recoger, entre otros.

Este último autor, describe el diseño aplicado a la investigación documental, el cual se ajusta al tipo de investigación que desarrolla el presente trabajo ya que para su realización fue necesaria la revisión exhaustiva de diferentes fuentes de información, tales como documentos, informes, estudios, ponencias, leyes, normas y bibliografía relacionada con el tema de estudio.

3.3 Nivel de Investigación.

Toda línea de indagación comienza con el descubrimiento de un problema y busca la solución al mismo a través de los diferentes niveles de investigación, los cuales están en concordancia con los objetivos planteados determinando así la profundidad con que se aborda el objeto o fenómeno. De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2010) un diseño de investigación es descriptivo, si miden variables de manera individual y se recogen los resultados de esas mediciones para indicar características. La presente investigación es de tipo descriptiva, pues a través de un análisis previo de los equipos de maquinaria se logra información sobre un evento o problemática, en este caso particular describir la estructura para la realización de un plan de mantenimiento de los equipos de maquinaria de construcción resultando así equipos que sean más amigables con el ambiente al reducir la emisión de contaminantes.

3.4 Población y Muestra.

3.4.1 Población.

Al realizar toda investigación es necesario delimitar la población o universo que estará inmerso directamente al problema o situación que se está planteando, por lo tanto, se considera a las mismas como aquellas unidades o elementos que poseen una característica común observable en un lugar y en un momento determinado, la cual darán origen a los datos de la investigación; cabe resaltar que la calidad, exactitud y confiabilidad del trabajo investigativo depende en gran parte de la delimitación clara en cuanto quienes son los sujetos de estudio tomando en cuenta los objetivos establecidos. Para Tamayo y Tamayo (2003), determina que “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”.

Mientras que Hurtado y Toro (2000), señala: “la población es el total de los individuos o elementos a quienes se refiere la investigación, es decir, todos los elementos que vamos a estudiar, por ello también se le llama universo”.

Por último, Barrera (2008), define a la población como el conjunto de individuos, elementos, que tienen la característica o evento a estudiar y que se enmarcan dentro de los criterios de inclusión. Para el presente estudio, la población de la investigación está constituida por las diferentes empresas con equipos de maquinaria de construcción utilizada generalmente.

3.4.2 Muestra.

Habitualmente, en una investigación no se trabaja con todos los elementos de la población que se estudia sino solo una parte o fracción de ella; a veces, porque es muy grande y no es fácil abarcarla en su totalidad. Según Balestrini, (2003), la muestra “es un subconjunto o una parte de la población, es decir, un número de individuos u objetos seleccionados de varias formas... cuando la población es pequeña y finita se toman como unidades de estudio indagación a todos los individuos que la integran” (p.125).

Dado que el universo de este estudio es muy grande porque abarca todos los equipos de maquinaria de construcción generalmente utilizadas, se seleccionó una unidad de análisis para desarrollar la sistematización de los equipos de maquinaria de construcción, esta unidad de análisis es la empresa “Constructora Dancol C.A.” ubicada en San Felipe, Estado Yaracuy, la cual posee una flota de maquinaria de construcción compuesta por: dos (2) Cargadores frontales de ruedas 966C Caterpillar, un (1) Cargador frontal de ruedas 932F Caterpillar, un (1) Bulldozer D7G Caterpillar, un (1) Bulldozer D7F Caterpillar, Jumbo 320 Caterpillar brazo largo, una (1) Vibrocompactadora Bufalo BW210 Motoniveladora, una (1) Motoniveladora Caterpillar 12F, una (1) Retroexcavadora Caterpillar 416C, dos (2) Retroexcavadora

Jhonn Deere 310C, una (1) Retroexcavadora New Holland B90B, cuatro (4) Chutos Mac RD400, dos (2) Chutos Kenworth T800 y un (1) Chuto Kodiak CH.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En la realización de una investigación es de suma importancia recoger los datos que avalan el desarrollo de la misma. Por ello la recolección de datos, el manejo y su interpretación requiere de instrumentos que son utilizados para la recolección de información. De acuerdo a Méndez, C. (2001), los instrumentos son hechos o documentos a los que acude el investigador y que le permite obtener información. Las técnicas son los medios empleados para recolectar la información”. (p.152)

En la presente investigación se utilizará la técnica de recolección de datos como lo es la observación directa a través de la aplicación de una lista de chequeo inicial, FORMATO LCI01, la cual consta de dieciséis (16) ítems, para respuestas dicotómicas (SI/NO) y una columna de observaciones, en donde se especifica la situación. Este instrumento fue dirigido al jefe de taller de la empresa, a fin de determinar el estado en que se encuentra la misma y determinar su estado inicial, para de allí planificar la propuesta de mantenimiento, de acuerdo a las características presentadas por la compañía, pequeña, con limitada maquinaria y pocos trabajadores.

3.6 Fases Metodológicas.

El trabajo investigativo se inicia siguiendo un orden lógico en el cual es imprescindible la búsqueda de información sobre la problemática planteada, realizar el diagnóstico del caso a evaluar y luego con el apoyo metodológico, determinar la vía más idónea para la resolución de la problemática. Para ello se siguieron las fases que a continuación se describen:

FASE I: Describir los programas de mantenimiento de Equipos de Maquinaria de Construcción más utilizados a nivel mundial.

Actividad:

- Buscar información documental, sobre el tema del mantenimiento tomando en consideración el desarrollo sustentable.
- Definir los conceptos básicos teóricos que fundamenten la investigación.
- Indagar los programas de mantenimiento para conocer su estructura.

FASE II: Analizar los fundamentos teóricos y conceptuales dentro de los cuales se enmarca un plan de mantenimiento para Equipos de Maquinaria de Construcción a fin de considerarlos en el diseño del sistema de mantenimiento.

Actividad:

- Analizar y evaluar los tipos de mantenimiento.
- Estudiar las teorías de mantenimiento de maquinaria pesada.
- Definir las estrategias para aplicar el mantenimiento en los equipos de maquinaria pesada.

FASE III: Proponer un Sistema de mantenimiento para Equipos de Maquinaria de Construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes.

Actividad:

- Categorizar el contenido del sistema de mantenimiento para maquinaria pesada.
- Destacar los tipos de mantenimiento a implementar plan de mantenimiento según el sistema propuesto.
- Establecer las diferentes estrategias a implementar en el plan de mantenimiento.
- Sistematizar el plan de mantenimiento para el uso en diferentes equipos de maquinaria de construcción.

FASE IV: Implementar plan de mantenimiento para Equipos de Maquinaria de Construcción de la empresa “Constructora Dancol C.A.” ubicada en San Felipe, Estado Yaracuy.

Actividad:

- Diagnosticar la aplicación del mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción de la empresa “Constructora Dancol C.A.”
- Describir e identificar los equipos de maquinaria de construcción de la empresa “Constructora Dancol C.A.”
- Aplicar el sistema de mantenimiento a los equipos de maquinaria pesada empresa “Constructora Dancol C.A.”

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El capítulo referido a análisis e interpretación de resultados es aquel en el cual el investigador, una vez aplicados los instrumentos escogidos para realizar su investigación y en consonancia con el tipo de investigación y diseño de la misma, recoge los resultados que pudieran o no corroborar la existencia de la problemática planteada, así como determinar aspectos claves en cuanto a las conclusiones del estudio en cuestión. En ese sentido y para realizar el diagnóstico de la empresa “Constructora Dancol. C.A” se aplicó una lista de chequeo inicial (Formato LCI01), en el cual se evalúan los procedimientos de dicha empresa en materia de mantenimiento de los equipos, y si el personal está preparado adecuadamente para llevar a cabo la programación de actividades que incida positivamente en un efectivo plan de mantenimiento.

El instrumento consta de dieciséis (16) ítems con posibilidad de respuestas dicotómicas (SI/NO) y una columna de observaciones, que describe la situación en particular a la que se refiere el aspecto indagado. A cada respuesta positiva se le asigna un (01) punto, mientras que las respuestas negativas no obtienen puntaje, es decir cero (0) puntos, siendo el máximo puntaje dieciséis (16) que correspondería a una empresa con un óptimo nivel de mantenimiento para sus maquinarias y desempeño del personal encargado del mismo. A continuación, se presenta el instrumento con las respuestas obtenidas del jefe de taller, mecánicos y almacenistas de la empresa, esto con la finalidad de determinar el estado en que se encuentra la empresa para de allí planificar la propuesta de mantenimiento:

Continuación de la lista de chequeo inicial.

	¿El manejo de los desechos (sólidos, líquidos) de la maquinaria es el correcto para el cuidado del medio ambiente?			La empresa no posee un lugar fijo para realizar la deposición de sus desechos.
	¿El espacio físico es apropiado para el almacenamiento de equipos, repuestos y herramientas?			El espacio con el que cuenta la empresa es lo suficientemente amplio para almacenar sus equipos y herramientas
	¿La empresa o el plan de mantenimiento cuentan con formatos para el registro y control de inventarios como materiales, repuestos, etc?			La empresa no utiliza formatos para llevar control de sus insumos
	¿El espacio físico de la empresa o el propuesto por el plan de mantenimiento esta bien distribuido para realizar todas las actividades necesarias?			El espacio esta bien distribuido, pero no se encuentra senalizado
	¿Llevan un inventario actualizado de los materiales que ingresan y salen de almacén?			No se lleva un inventario escrito de los respuestos que entran y salen del almacen
	¿Cree usted que los insumos que se encuentran en stock en almacén son suficientes para cumplir con el mantenimiento de la maquinaria?			La empresa posee amplios insumos para poder realizar su mantenimiento diario

De acuerdo a los resultados obtenidos la empresa solo presenta cinco (05) aspectos positivos, que equivalen a tan sólo el treinta y uno coma veinticinco por ciento (31,25%) de lo que sería un procedimiento óptimo de mantenimiento. Los elementos evaluados como positivos son los referidos al desempeño laboral de los operarios, a los cuales se les hace una evaluación, sin embargo no se lleva un registro por escrito de la misma. Así mismo la empresa cuenta con suficientes insumos para cumplir con el mantenimiento de la maquinaria, posee suficiente espacio físico para

el almacenamiento de equipos, repuestos y herramientas, bien distribuido pero no se encuentra señalizado, como también posee insumos para poder realizar el mantenimiento a diario de las maquinarias.

A pesar de tener estas ventajas, tiene once (11) aspectos negativos, es decir el sesenta y ocho coma setenta y cinco por ciento (68,75%) de incumplimiento de elementos básicos para llevar adecuadamente un programa que garantice un buen desempeño, dichos aspectos se refieren primordialmente a no contar con un plan sistemático de mantenimiento, no poseer formatos para hacer el seguimiento a los procedimientos de mantenimiento a la maquinaria y chequeo de personal y su desempeño, así como no disponer de un espacio para la deposición de los desechos, no contribuyendo así al cuidado del medio ambiente.

Por las características que se observaron en el diagnóstico, es necesario que en la empresa “Constructora Dancol. C.A” se aplique un sistema de mantenimiento de maquinaria como el aquí propuesto, que contribuya a un mejor desempeño y vida útil de las maquinarias, lo cual se revertirá en ganancias para la empresa y un mayor cuidado del medio ambiente, cumpliendo así con su responsabilidad social.

4.1 FASE I: Describir los programas de mantenimiento de Equipos de Maquinaria de Construcción más utilizados a nivel mundial.

Esta investigación se desarrolló con apoyo en las bases teóricas en las cuales se describe los procedimientos para el mantenimiento de maquinaria pesada, de acuerdo a las normativas internacionales y tomando en consideración la sustentabilidad. También se definieron conceptos básicos relacionados al mantenimiento los cuales sirven como base de la investigación y de la misma manera fundamenta esta. Se indagaron diversos programas de mantenimiento y así como la descripción de las estructuras para crear el sistema propuesto, y de allí proceder a la Fase II.

4.2 FASE II: Analizar los fundamentos teóricos y conceptuales dentro de los cuales se enmarca un plan de mantenimiento para Equipos de Maquinaria de Construcción a fin de considerarlos en el diseño del plan de mantenimiento.

La Fase II fue desarrollada a lo largo del Capítulo II, en cuanto al basamento teórico conceptual, definiendo tipos de mantenimientos, estrategias para el plan de mantenimiento, teorías que fundamentan la investigación por lo tanto procedemos a la fase III.

4.3 FASE III: Proponer un Sistema de mantenimiento para Equipos de Maquinaria de Construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes.

Para crear la sistematización del plan de mantenimiento la investigación se basa en cuatro ejes clave como lo son: Gestión de mantenimiento, en el cual se especificara los distintos tipos de mantenimiento que se aplicaran a las empresas ya sea correctivo, preventivo o rutinario y así dar unos pasos a seguir en cada caso, Gestión de personal, el cual consiste en aplicar un organigrama de la empresa recomendado y en tener un personal capacitado para realizar las actividades de mantenimientos que correspondan, Gestión de almacén, que trata de llevar un orden y control de los insumos y repuestos almacenados como también tener un control de la entrada y salida de productos del almacén a la hora de solicitar un repuesto o insumo para alguna maquinaria a través de formatos y distribución de espacios consiste en una serie de recomendaciones para el taller para así tener un orden y una armonía para trabajar de forma eficiente.

Entre los tipos de mantenimientos se decidió recalcar el mantenimiento preventivo, correctivo y rutinario por diversas razones.

Para el mantenimiento preventivo se ha tomado en cuenta y de suma importancia debido a las siguientes ventajas:

- Mayor confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Costo reducido con relación al mantenimiento correctivo.
- Se reducen significativamente los riesgos por fallas o fugas en los equipos.
- Prolonga la vida útil de los equipos.
- Hay menor tiempo de inactividad no planificado causado por falla de los equipos.
- Se generan menos errores en las operaciones cotidianas.
- Mejora sustancialmente la fiabilidad de los equipos.
- Se producen menos costos en reparaciones causadas por fallas inesperadas de los equipos, las cuales deben corregirse rápidamente.

El mantenimiento correctivo se tomará en la investigación ya que, aunque se busca reducir todo lo posible la presencia de fallas, siempre habrá casos excepcionales donde se tenga que recurrir a la reparación o sustitución de una pieza por lo tanto también estará presente en el sistema propuesto, pero este es el peor de todos los mantenimientos ya que quiere decir que la maquinaria ya falló.

El mantenimiento rutinario o también conocido como mantenimiento en uso se trata de una serie de actividades sencillas las cuales las puede aplicar el mismo operador, que son importantes ya que pueden evitar que alguna parte de la maquinaria falle o simplemente ajustar o completar algunos tornillos o completar el nivel de algún fluido o lubricante.

Entre las estrategias investigadas para crear la sistematización se ha decidido utilizar las siguientes estrategias según sus razones:

Flujogramas: Se utilizarán para determinar diferentes en diferentes casos y situaciones explicar paso a paso el procedimiento a seguir según las decisiones tomadas en el proceso.

Formatos técnicos: Fueron escogidos para recolectar información de las empresas y maquinarias en algunos casos en forma de diagnóstico y otros simplemente para registrar información.

4.4 FASE IV: Sistematización de mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes.

Esta fase se despliega en el capítulo VI de la investigación en donde se describe todo el proceso de sistematización que debe ser llevado a cabo para tener un programa óptimo de mantenimiento de equipos a fin de optimizar su rendimiento y aminorar la emisión de elementos contaminantes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Según los resultados obtenidos se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1. El programa de mantenimiento es una herramienta clave a seguir estrictamente por las empresas que posean maquinaria de construcción, donde realizando todos los procedimientos y recomendaciones descritos para los procesos y para cada máquina, se logra así mantenerlas operativas, aprovechando al máximo la vida útil de las mismas.
2. En el país las empresas que poseen maquinarias de construcción no siguen un plan para llevar a cabo el mantenimiento de sus maquinarias.
3. En la situación actual que enfrenta Venezuela, las empresas con maquinarias de construcción indagadas, solo llevan a cabo el cambio de lubricantes y el mantenimiento correctivo, cuando sea estrictamente necesario, pudiendo obtener paradas inesperadas de la maquinaria que podrían afectar la actividad que esta esté ejecutando.
4. Los programas de mantenimiento son la base fundamental para detectar fallas repetitivas, gastos excesivos e innecesarios de insumos, pudiendo así encontrar el origen de estos.
5. Los planes de mantenimiento optimizan la utilización de los recursos, además de garantizar una correcta disposición de estos, logrando así reducir las posibles emisiones de contaminantes.
6. A través de los planes de mantenimiento es posible convertir algunos de los desechos productos de las actividades del mantenimiento, en residuos. Estos pudieran ser reciclados o reutilizados para ser utilizados en las mismas actividades de la construcción.

7. Gracias a la sistematización, el profesional a cargo en llevar el programa de mantenimiento obtiene todas las premisas básicas para elaborar el plan de mantenimiento personalizado y ajustado a las necesidades de las empresas.

8. Los formatos utilizados en los programas de mantenimiento son el registro fundamental que permiten establecer un orden para poder controlar las diferentes actividades de mantenimiento.

5.2 Recomendaciones.

Los resultados obtenidos de este estudio permiten realizar algunas sugerencias tales como:

1. Incentivar la aplicación de los programas de mantenimiento a las empresas que posean equipos de maquinaria de construcción.

2. Considerar la creación de fichas profundizadas de mantenimiento preventivo donde sean evaluados el mantenimiento general que requiere la maquinaria.

3. Estimular el desarrollo de trabajos de investigación con mediciones de las emisiones de contaminantes que generan la maquinaria de construcción y como pueden ser reducidas al aplicar el plan de mantenimiento.

4. Promover el desarrollo de investigación acerca de planes de mantenimiento y su relación con los costos que se generan antes y después de su aplicación, además de cómo influye la aplicación del plan de mantenimiento en la cantidad de trabajo que puede realizar la maquinaria en un periodo de tiempo.

5. Se recomiendo a la empresa “Constructora Dancol C.A.” la aplicación del plan de mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción generado de la sistematización para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes, propuesto en esta investigación.

CAPITULO VI LA PROPUESTA

6.1 Sistematización de mantenimiento de equipos de maquinaria de construcción para optimizar su rendimiento y reducir la emisión de contaminantes.

6.1.1 Introducción

Para lograr la sistematización del plan de mantenimiento, el sistema se basará en cuatro ejes claves, que serán las bases principales para la propuesta, los cuales son: gestión de mantenimiento, gestión de personal, gestión de almacén y gestión de distribución de espacios.

En la gestión de mantenimiento se especifica los distintos tipos de mantenimiento que se deben aplicar a las empresas, ya sea correctivo, preventivo o rutinario, se proponen así una serie de flujogramas para cada caso en particular y fichas de recolección de datos.

En la gestión de personal se propone aplicar un organigrama para la empresa en el cual se van a determinar distintos cargos para que se delegar las diferentes actividades específicas asegurándose así de tener un personal capacitado para realizar las actividades de mantenimiento que correspondan.

La gestión de almacén consiste en llevar un orden y control de los insumos y repuestos almacenados, así como también de tener un control de la entrada y salida de insumos del almacén a la hora de solicitarlos para alguna maquinaria, este procedimiento se especifica a través de un flujograma en el cual se indicará orden de salida y orden de entrada para cada caso.

Para la Gestión de distribución de espacios se propone una serie de recomendaciones para que el taller de mantenimiento este compuesto por algunos espacios obligatorios, estableciendo así la distribución que se debe hacer

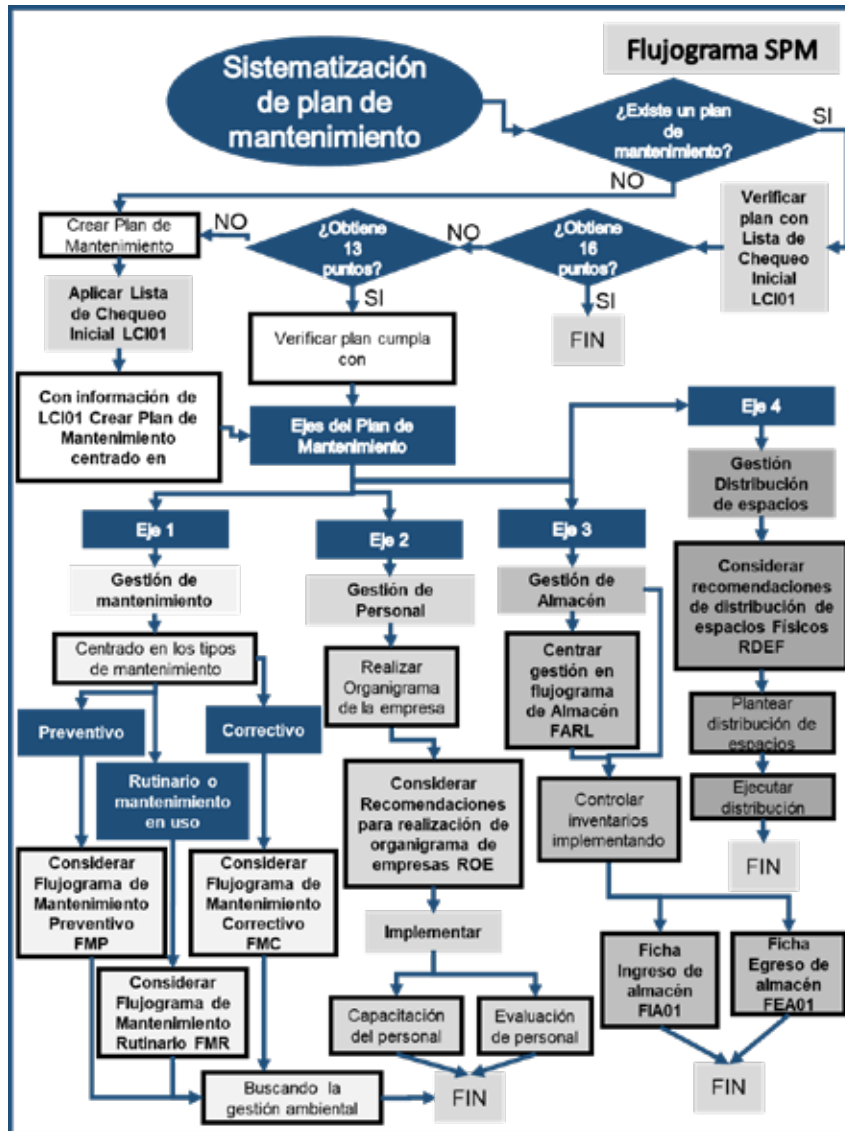
para diferentes actividades garantizando así que exista orden y armonía en el taller y las máquinas.

En este sistema se propone también una serie de recomendaciones ambientales, ya que en la actualidad la sustentabilidad ambiental ya no es una opción sino un compromiso con el ambiente, que están siendo consideradas en todas las actividades realizadas en el mundo, y en este sistema se busca reducir lo más posible la emisión de contaminantes en base a dichas medidas.

6.1.2 Flujograma de Sistematización de Plan de Mantenimiento

A través de este flujograma se puede explicar el proceso inicial para desarrollar un plan de mantenimiento, realizando un diagnóstico inicial y proponiendo los pasos a seguir por una empresa para establecer su plan de mantenimiento. En el cual se chequea si existe un plan de mantenimiento aceptable, sino se procede a aplicar la propuesta de varios formatos y recomendaciones para obtener un plan de mantenimiento que optimice el rendimiento de los equipos de maquinaria de construcción y que reduzca la emisión de contaminantes.

Figura 1.1 Flujograma SPM. Sistematización de plan de mantenimiento.



Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.3 Lista de Chequeo Inicial

Con esta ficha se plantea hacer un diagnóstico a una empresa con equipos de maquinaria de construcción, para conocer sus condiciones y poder proseguir con las medidas a tomar para modificar o crear su plan de mantenimiento.

Tabla 1.1.1 Lista de Chequeo. Formato LCI01

	¿Existe un plan de mantenimiento claramente definido para la empresa?			
	¿Dicho plan de mantenimiento o la empresa contemplan mantenimiento de tipo rutinario, preventivo y correctivo?			
	¿El plan de mantenimiento o la empresa posee una estructura organizacional bien definida?			
	¿La empresa o el plan de mantenimiento estipula un departamento que se encargue de la administración de los repuestos?			
	¿El plan de mantenimiento o la empresa contempla realizar evaluaciones del desempeño laboral de cada operario y/o mecánico?			
	¿Los recursos humanos que posee la empresa o los que estipula el plan de mantenimiento son suficientes?			
	¿La empresa o el plan de mantenimiento cuentan con un cronograma que les permita la paralización de la maquinaria para realizar su respectivo mantenimiento?			
	¿La empresa o el plan de mantenimiento estipula llevar un registro de los servicios y mantenimiento que se le da a la maquinaria?			
	¿La empresa dispone de la documentación técnica (manuales, fichas técnicas ,etc.) de cada máquina para la realización del mantenimiento?			
	¿La empresa cuenta con los recursos y herramientas necesarias para realizar el mantenimiento en todas sus máquinas?			

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 1.1.2 Continuación. Lista de Chequeo. Formato LCI01

¿El manejo de los desechos (sólidos, líquidos) de la maquinaria es el correcto para el cuidado del medio ambiente?			
¿El espacio físico es apropiado para el almacenamiento de equipos, repuestos y herramientas?			
¿La empresa o el plan de mantenimiento cuentan con formatos para el registro y control de inventarios como materiales, repuestos, etc?			
¿El espacio físico de la empresa o el propuesto por el plan de mantenimiento esta bien distribuido para realizar todas las actividades necesarias?			
¿Llevan un inventario actualizado de los materiales que ingresan y salen de almacén?			
¿Cree usted que los insumos que se encuentran en stock en almacén son suficientes para cumplir con el mantenimiento de la maquinaria?			
Realizado por:			

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

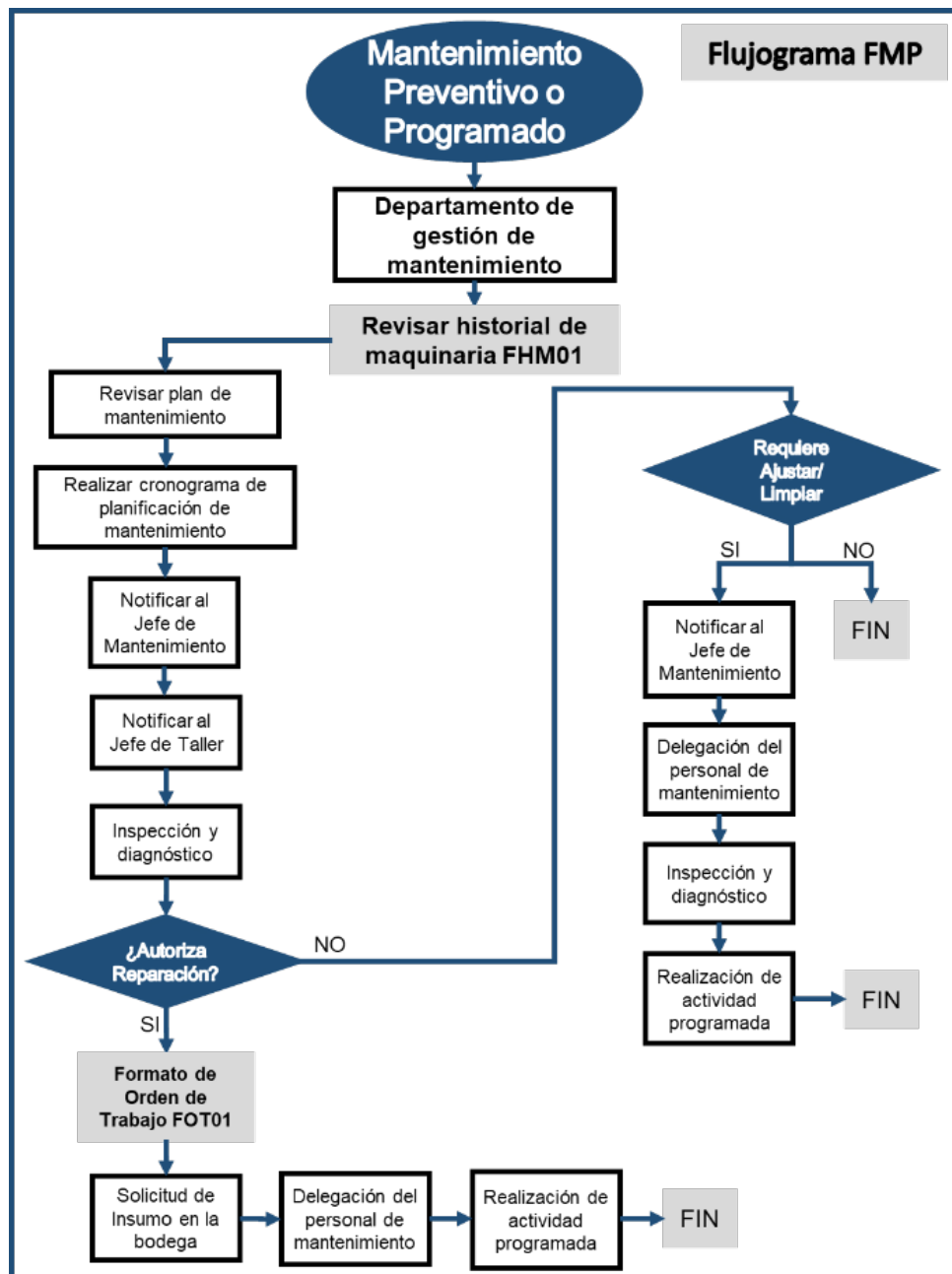
6.1.4 Flujograma de Mantenimiento Preventivo

En el siguiente flujograma se detalla el procedimiento a seguir para aplicar el mantenimiento preventivo o programado, en el cual primero se debe revisar el historial de la máquina para observar el horómetro, luego se procede a revisar el plan de mantenimiento para observar las actividades próximas a realizar y prosigue con la realización del cronograma de mantenimiento de la maquinaria, según las recomendaciones propuestas.

El jefe de mantenimiento le notifica al jefe de taller para que se realice un diagnóstico y tome la decisión si es posible o necesaria realizar dicha actividad. Si

decide proceder con la reparación será solicitado el insumo al almacén y realizar la actividad, sino se le hará un mantenimiento rutinario el cual trata de ajustar o limpiar.

Figura 1.2 Flujograma FMP. Mantenimiento Preventivo.



Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.5 Ficha de Mantenimiento Preventivo.

A Continuación, se presenta la ficha de mantenimiento preventivo que es utilizada para la elaboración del cronograma de mantenimiento, programando así el mantenimiento para cada una de las maquinas.

Esta ficha de mantenimiento preventivo nos indica las actividades programadas que se deben realizar al momento de llevar a cabo el mantenimiento.

En la siguiente tabla se detalla la nomenclatura asignada a la ficha de mantenimiento preventivo.

Tabla 1.2.1 Ficha Mantenimiento Preventivo. Formato FMP01

V	Verificar, revisar y ajustar
C	Cambiar
L	Lubricar
D	Drenar
P	Limpiar
R	Reparar
T	Tensar

Fuente: Maldonado y Sigüenza (2012) Adaptación de Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 1.2.2 Continuación. Ficha Mantenimiento Preventivo. Formato FMP01

		V	Verificar, revisar y ajustar
		C	Cambiar
		L	Lubricar
		D	Drenar
		P	Limpiar
		R	Reparar
		T	Tensar
Nivel del líquido refrigerante	V		
Nivel de aceite motor	V		
Nivel del aceite hidráulico	V		
Nivel del combustible	V		
Nivel de aceite de transmisión	V		
Ruidos anormales en el motor	V		
Fugas del motor (visualmente)	V		
Estado de los neumáticos	V		
Perno rotos en las llantas	V		
Bandas (condición y tensión)	V		
Conexiones de la batería	V		
Sistema de alumbrado (faros)	V		
Estado de los frenos	V		
Estado de frenos de parqueo	V		
Funcionamiento de indicadores del tablero	V		
Extintores manuales	V		
Estado del cucharón (si existe)	V		
Estructura de la máquina	V		
Partes móviles (Crucetas, rotulas, etc)	L		
Filtro de aire primario	C		
Estado del tensado de la cadena del tren de rodaje	V	T	
Pernos de las zapatas de la cadena	V		
Filtro de aire secundario	C		
Aceite de motor	C		
Filtro de aceite	C		
Filtros de combustible	C		
Tubería del filtro de aire	P		
Nivel de aceite hidráulico	V		
Nivel de aceite de los mandos finales	V		
Pernos del tren de rodaje	V		
Torno mesa	L		
Desgaste del freno de servicio y de parqueo	V		
Nivel de electrolito de las baterías	V		
Boca de llenado de los tanques de combustible y del hidráulico	V		

Fuente: Maldonado y Sigüenza (2012) Adaptación de Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 1.2.3 Continuación. Ficha Mantenimiento Preventivo. Formato FMP01

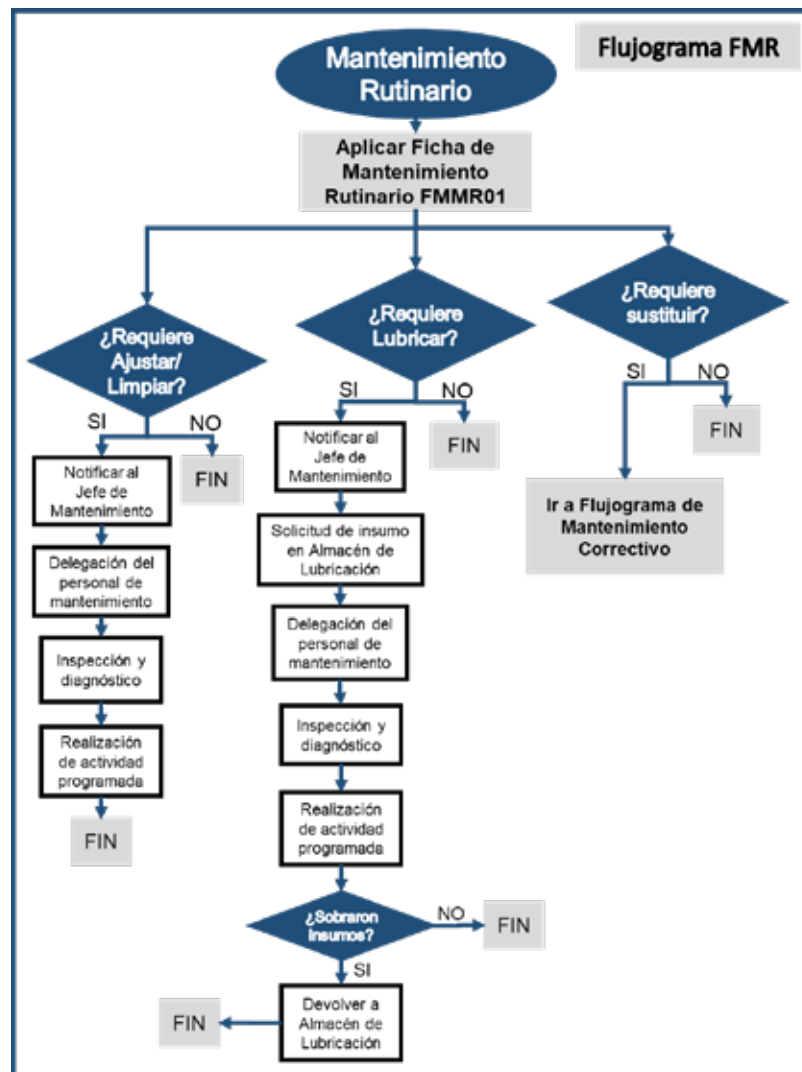
Aceite hidráulico	C		
Filtro del aceite hidráulico	C		
Líquido refrigerante	C		
Aceite de los mandos finales	C		
Estado de la pala y cuchillas	V	C	
Estado de bujías de precalentamiento (si existe)	V	C	
Pernos que soportan la bases del motor	V		
Pernos y abrazadera de sujeción del escape	V		
Soportes de los ejes y transmisión	V		
Estado de los pines y bocines	V	C	
Fugas, cortes o fricción que provoquen la rotura de las mangueras hidráulicas	V		
Cable de acelerador, ahogador de la maquina (si existe)	V		
Desgaste de los rodillos superiores e inferiores del tren de rodaje	V		
Desgaste de la rueda guía y segmentos de catalina	V		
Correcta lubricación de los bujes, ejes y rodamientos	V		
Estado de las cuchillas y estructura de la pala	V	R	
Estado de la tapa del radiador	V		
Bomba de agua	V	C	
Estado y comprobar el juego axial del rotor del turbo cargador	V	C	
Estado de los inyectores	V	C	
Compresion del motor de combustión	V		
Estado del motor de arranque	V	C	
Estado del alternador	V	C	
Estado de los enfriadores	V		
Estado del intercooler	V		
Estado de la batería	V		
Compresión del motor de combustión (Realizar Prueba Fuga)	V		
Banco el estado de los inyectores	V	C	
Sistema de refrigeración	D		
Estado del termostato del motor	V		
Estado del pin central y de los bujes	V		
Mandos finales	V	R	
Ejes y bujes de los brazos de levantamiento	V		
Presión de aceite de la bombas hidráulicas de levantamiento y giro	V		
Presión de la bomba de aceite del motor	V		
Motor de combustión	R		

Fuente: Maldonado y Sigüenza (2012) Adaptación de Colarossi y Dávila (2018)

6.1.6 Flujograma de Mantenimiento Rutinario

Este flujograma nos indica el proceso que se debe aplicar si la maquinaria presenta una anomalía en la revisión diaria de la máquina, donde el operador deberá notificar al jefe de mantenimiento, y este efectuará un diagnóstico para resolver el problema, sino deberá informar al jefe del taller en el caso de presentarse una anomalía que requiera sustituir algún componente.

Figura 1.3 Flujograma FMR. Mantenimiento Rutinario.



Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.7 Ficha de Mantenimiento Rutinario

Esta ficha de mantenimiento está a cargo del operador de la Maquinaria ya que él tiene el deber de notificar al jefe de mantenimiento cualquier anomalía de la misma para que esta sea atendida. Esta ficha se debe realizar para llevar un control diario de la máquina y para chequear su comportamiento de gastos de insumo mientras opera.

Este formato está a cargo del operador, debido a que ellos son los que conocen el comportamiento de dichas maquina mientras están en uso, siendo estos los que se benefician directamente mientras la maquina labora.

Una vez que se realice la inspección de la máquina se debe llenar esta ficha la cual es firmada por el jefe de mantenimiento, esta a su vez, es entregada a un personal que se encarga de guardarla para archivarla tanto digital, como en los archivos físicos en la carpeta asignada.

Tabla 1.3 Mantenimiento Rutinario. Formato FMR01

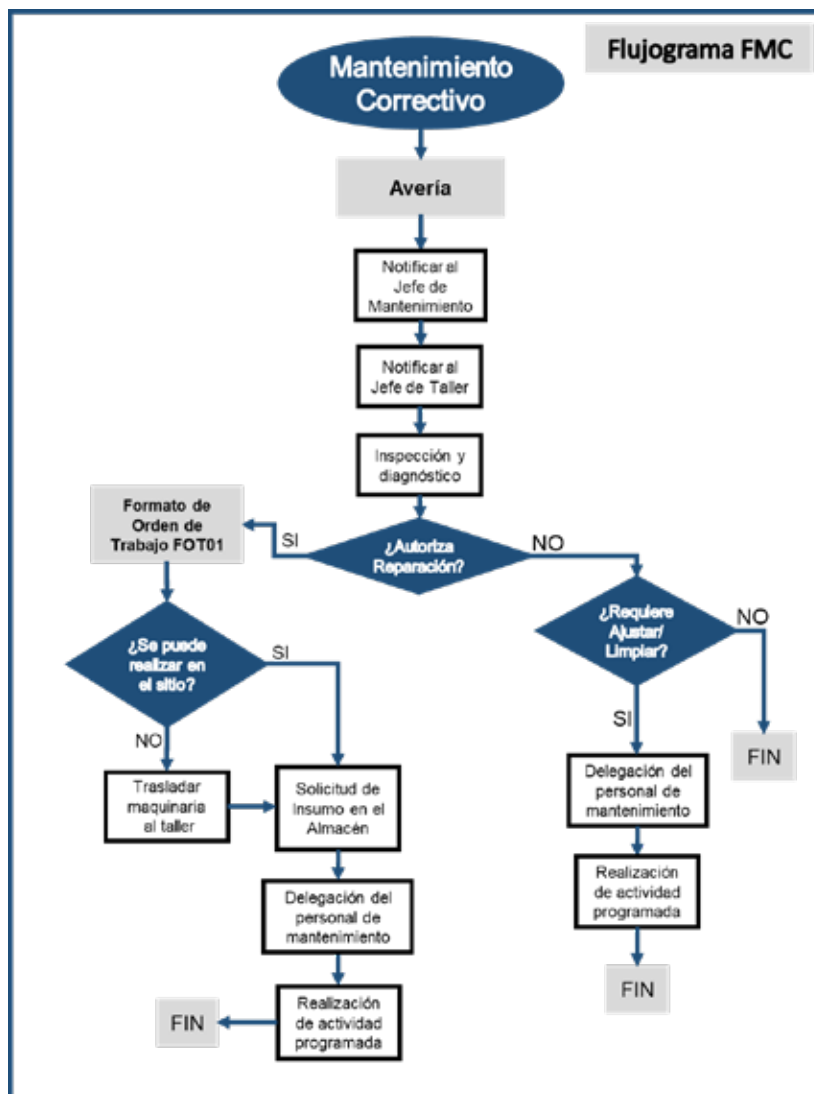
Membrete de la Empresa					
		Limpiar/ Ajustar	Lubricar	Sustituir	
Verificar nivel de aceite de motor.					
Verificar ruidos anormales en el motor.					
Verificar fugas del motor (aceite, agua, etc.).					
Verificar el filtro de aire.					
Verificar nivel de fluido hidráulico.					
Verificar nivel de combustible.					
Verificar fugas de aceite en todos los circuitos hidráulicos.					
Verificar estado de los neumáticos.					
Verificar espárragos y tuercas en las llantas.					
Verificar las conexiones de la batería.					
Verificar Correas (condición y tensión)					
Verificar los pines y articulaciones (lubricación).					
Verificar nivel del líquido refrigerante.					
Verificar el tubo de escape.					
Verificar estado de los frenos.					
Verificar extintores manuales.					
Verificar los indicadores del tablero.					

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.8 Flujograma de mantenimiento Correctivo

En este flujograma se detalla el procedimiento a seguir en el caso de que se presente una falla o avería de la maquinaria de forma imprevista, en la cual el jefe de mantenimiento le notificará al jefe de taller, este deberá realizar un diagnóstico para tomar la decisión si la falla requiere reparación o solo un ajuste sencillo.

Figura 1.4 Flujograma FMC. Mantenimiento Correctivo.



Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.9 Formato de Orden de Trabajo

Este formato indica entre otras cosas, cual es el problema o daño presentado por la maquinaria, además permite llevar un registro del día en que se solvento la reparación, indicando quienes son las personas responsables del trabajo de mantenimiento y quien es el responsable de los repuestos que se necesitan.

Tabla 1.4 Orden de Trabajo. Formato FOT01

Membrete de la Empresa				

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.10 Ficha de Historial de la Maquinaria

A través de esta ficha se puede asentar registro de todo trabajo de mantenimiento que sea realizado en la maquina a través del tiempo para poder proseguir con el plan de mantenimiento, realizando así mejores mantenimientos predictivos en un futuro para contribuir a mantener 100% operativa la maquinaria en todo momento.

Tabla 1.5 Ficha Historial de la Maquinaria. Formato FHM01

Membrete de la Empresa					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					

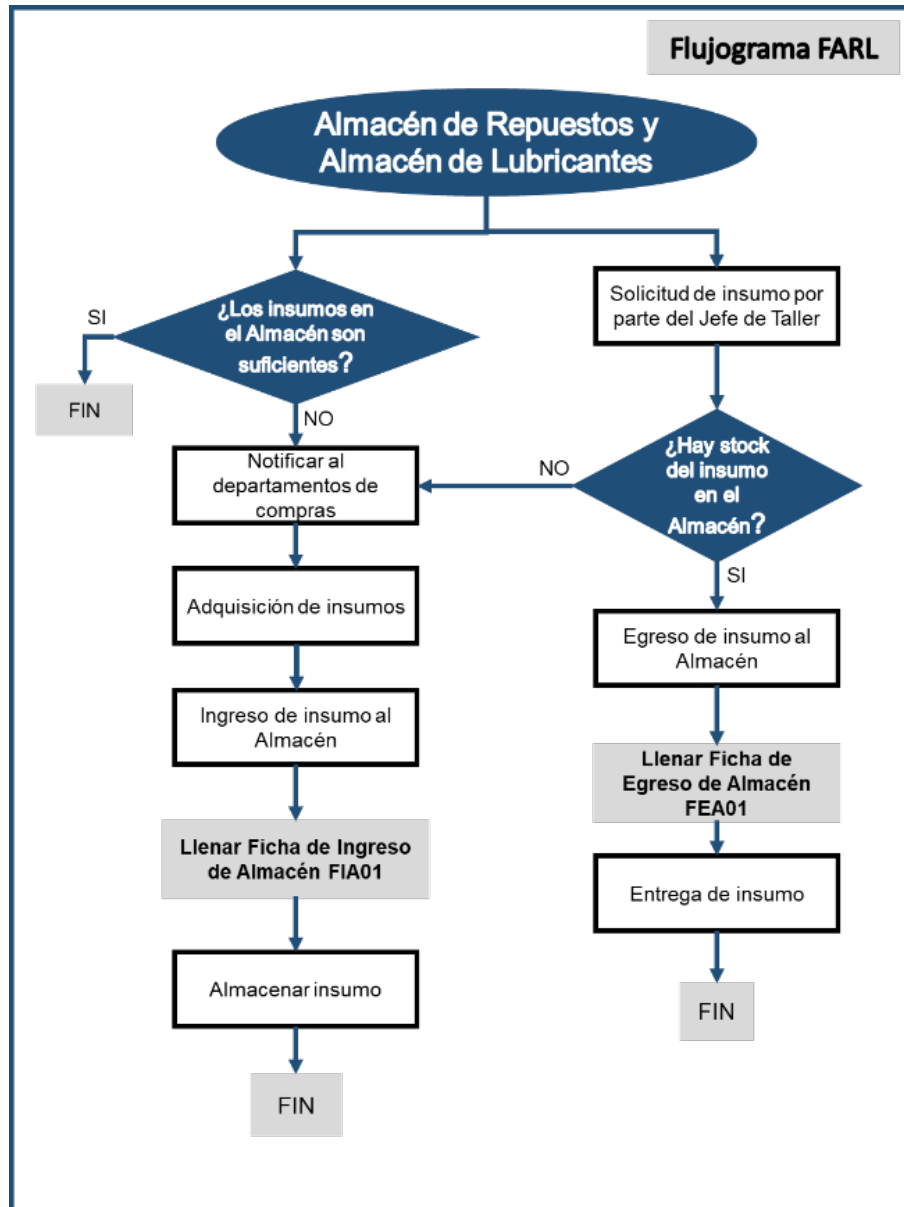
Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.11 Flujograma de Almacén de Repuestos y Almacén de Lubricantes

El flujograma a continuación indica el proceso que se debe aplicar si se necesita un repuesto o lubricante.

Cuando se realiza un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, se debe emitir una solicitud para pedir el insumo por parte del jefe del taller, encargándose así el almacenista de chequear si hay disponibilidad de este para ser entregado con una ficha de egreso del almacén, asignando responsable a un personal específico, si no hay disponibilidad del repuesto o del insumo a utilizar se debe notificar al departamento de compras para obtener los insumos , que esto serán recibidos primeros por el personal del almacén a través de una ficha de ingreso, para así llevar un control de estos mismos y poder ser entregado.

Figura 1.5 Flujograma FARL. Almacén de Repuestos y Almacén de Lubricantes.



Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.13 Ficha de Información Técnica de la Maquinaria para Mantenimiento

Esta ficha es de utilidad para recolectar información sobre especificaciones generales de la maquinaria. Este tipo de información es muy importante al momento de realizar su mantenimiento, saber a qué condiciones de trabajo puede ser sometida o información valiosa en caso de requerir ser transportada, entre otros.

Tabla 1.8 Información Técnica para Mantenimiento. Formato FITM01

Membrete de la Empresa	
Modelo:	
Marca:	
Código Maquinaria:	
Modelo de motor:	
Potencia:	
Cilindrada:	
Tanque de combustible:	
Sistema de enfriamiento:	
Carter del motor:	
Transmision:	
Diferencial:	
Cajas de engranajes:	
Sistema hidráulico:	
Altura:	
Ancho:	
Peso:	
Capacidad de carga:	
Medida de Neumaticos:	
Bateria:	

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.14 Recomendaciones para distribución de espacios Físicos de empresas con equipos de maquinaria de construcción.

Estas serán las pautas recomendadas para adecuar el espacio de mantenimiento, y así tener una buena armonía en el espacio de trabajo a la hora de realizar las actividades de mantenimiento.

Tabla 1.9 Recomendaciones para distribución de espacios físicos de la empresa.
Formato RDEF

Cada puesto de estacionamiento debe poseer unas dimensiones mínimas de 4.5m x 8m
Debe destinarse un espacio para el almacenamiento de herramientas
Debe destinarse un espacio dedicado para el almacenamiento de lubricantes
Debe destinarse un espacio para el almacenamiento de repuestos
Debe destinarse un espacio para el almacenamiento de neumáticos.
Debe destinarse un área para el lavado y lubricación
Debe destinarse un área para el mantenimiento mecánico
Debe destinarse un área para las oficinas administrativas del taller mecánico
Debe destinarse un área de vestidores para el uso de los empleados
Debe poseer un punto de control, para la entrada y salida al taller
Debe existir fácil circulación de la maquinaria dentro del taller

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.15 Recomendaciones para realización de organigrama de empresas con equipos de maquinaria de construcción.

Estas serán las pautas recomendadas para adecuar la estructura organizacional de las empresas, proponiendo así una distribución de los cargos que serán responsables de cada departamento y de su respectivo personal.

Tabla 1.10 Recomendaciones para realización de organigrama de empresas. Formato ROE

Debe existir un jefe de taller	
Debe existir un Departamento de mantenimiento	
Debe existir un Jefe de mantenimiento	
Debe existir un Grupo de mecánicos: Automotriz, Electricista y Soldadores.	
Debe existir un Grupo de ayudantes respectivo a cada grupo de mecánico	
Debe existir un encargado del almacén, puede ser el mismo del taller	
Debe existir un departamento de Gestión de mantenimiento, el cual posea un asistente del departamento	
Debe existir un departamento de administración, que controle: Alquileres, Pagos, Cobranza, Compra de repuestos e insumos	

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.16 Recomendaciones ambientales a tomar en cuenta al realizar mantenimiento.

En la siguiente tabla se recomendarán unas series de medidas ambientales a tomar en el taller de mantenimiento para reducir los contaminantes y que la empresa se ajuste a la sustentabilidad ambiental.

Tabla 1.11 Recomendaciones ambientales a tomar en cuenta al realizar mantenimiento. Formato RAM

Título de la tabla	
La empresa al aplicar un mantenimiento preventivo y rutinario estricto, obtiene muchos beneficios para el ambiente, tales como, reducción de contaminación sónica, aire y suelos ya que la tendría controlado o no existieran botes de aceite ni exceso de humo.	
Logra reducir impactos al ambiente, propios de la actividad de la maquinaria en estados operables pero que lo degradan, pero al mantener un plan de mantenimiento aplicado al funcionamiento de la empresa.	
En la limpieza de la maquinaria deben de recogerse todos los derrames de lodo con disolventes o combustible.	
En el caso de que se produzca un derrame de lubricantes, deberá de recogerse con materia absorbente como el aserrín, es importante que este material que absorbió el lubricante se le haga una correcta deposición para evitar contaminación de los suelos y afectaciones de las aguas subterráneas.	
Todos los desechos no solidos (aceites, grasas) deben ser almacenados en recipientes y estos ser trasladados a un lugar de deposición.	
El área de almacenamiento de los lubricantes debe tener una superficie impermeable para evitar que estos lubricantes percolen los suelos.	
Las baterías usadas para la maquinaria son residuos peligrosos, los gestores autorizado para su gestión pueden recuperar gran parte de las misma (plásticos y plomo) y dar el tratamiento adecuado a los ácidos.	
Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos deben ubicarse lejos del sistema de evacuación de agua de esta forma se evite que los derrames accidentales contaminen el agua.	
Mantener los tanques de solventes debidamente tapados, para evitar su evaporación.	
En los diagnósticos, se aconseja extraer los gases de escape y disponer de sistemas de filtrado para reducir la contaminación atmosférica.	

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.1.17 Recomendaciones para realización de cronograma de mantenimiento programado de equipos de maquinaria de construcción.

Estas recomendaciones están elaboradas para realizar un cronograma de una forma funcional, sencilla y visual para poder obtener así un orden de los mantenimientos preventivos que se va a realizar a dichas máquinas que estén trabajando.

Tabla 1.12 Recomendaciones para realización de cronograma de mantenimiento programado de equipos de maquinaria de construcción. Formato RCMP

RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE EQUIPOS DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN	
El cronograma de mantenimiento debe efectuarse en el momento en que la maquina es contratada tomando en cuenta la cantidad de horas que esta va a trabajar y las horas previas del uso de la misma para así generar la programación de mantenimientos correspondientes según la ficha de mantenimiento preventivo, esto es realizado por el departamento de gestión de mantenimientos.	
Para realizar el cronograma de mantenimiento debemos tener en cuenta las horas en las cuales los equipos de maquinaria de construcción se encuentran disponibles para realizar cualquier actividad de mantenimiento sin afectar las horas de trabajo de la misma.	
Para la obtención de este cronograma se debe coordinar con el departamento de gestión de mantenimiento quien es el encargado de llevar un control de la horas trabajadas y de trabajo de la maquina	

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.2 Implementar plan de mantenimiento para Equipos de Maquinaria de Construcción de la empresa “Constructora Dancol C.A.” ubicada en San Felipe, Estado Yaracuy.

6.2.1 Diagnóstico de la empresa “Constructora Dancol. C.A”

La “Constructora Dancol C.A.”, es una empresa constructora ubicada en la Carretera Panamericana de San Felipe, Estado Yaracuy, dedicada principalmente al alquiler de maquinaria pesada en todo el territorio nacional. Al ser una empresa que se dedica al alquiler de todo tipo de maquinaria pesada utiliza un gran número de máquinas y herramientas para realizar todas las actividades

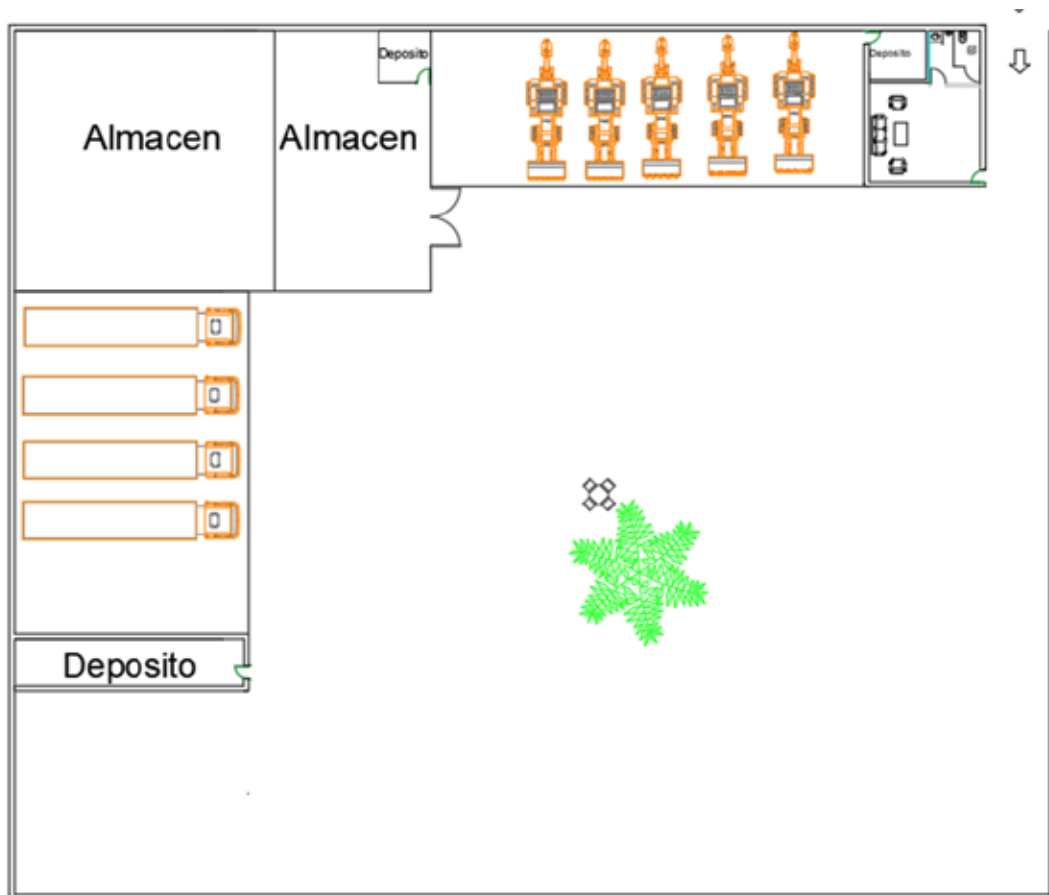
En esta fase se va a realizar un diagnóstico actual a la “Constructora Dancol C.A.”, con todo lo relacionado con mantenimiento, como lo son: talleres, personal de mantenimiento, almacenes y personal de los almacenes.

Para obtener esta información se utiliza la lista de chequeo inicial, FORMATO LCI01, la cual fue dirigida al jefe de taller, mecánicos y almacenistas de la empresa.

6.2.3 Espacio Físico

La empresa consta con los espacios requeridos para poder realizar dichos mantenimientos, pero estos no están adecuadamente bien identificados lo cual genera que el personal de mantenimiento no utilice los espacios destinados para su uso correctamente.

Figura 2.1 Plano del Taller de la Constructora Dancol C.A.



Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

En la actualidad este taller carece de la señalización de los respectivos puestos de trabajos lo cual podría causar accidentes en el personal que laboran en las actividades de mantenimiento.

Además, es importante mencionar que todos los trabajos (mecánica, soldadura, pintura) se realizan en el mismo espacio de trabajo, lo cual podría causar accidentes al personal y daños a los equipos, ya que los trabajos de soldadura no pueden realizarse cerca de líquidos inflamables (combustible, lubricantes, etc.).

No posee un área de pintura específica lo cual trae como consecuencia que otros trabajadores sean afectados por esta.

Existen varios depósitos los cuales no están identificados específicamente y no se lleva un control ni un orden de lo que se encuentra almacenado.

Los empleados no cuentan con un área de vestidores en el cual puedan almacenar su indumentaria de trabajo tales como cascos, guantes, etc. Y carecen de un área de comedor.

El taller posee un solo sanitario para todo el personal.

6.2.4 Organigrama de Constructora Dancol C.A.

Figura 2.2 Organigrama de Constructora Dancol C.A.



Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.2.5 Lista del personal y delegación de funciones

A continuación, se presenta la nómina del personal que labora en el departamento de mantenimiento de la empresa Constructora Dancol C.A.:

Tabla 2.2 Personal de Mantenimiento de la Constructora Dancol C.A.

Código	Cédula	Apellido	Nombre	Cargo
1	15.089.342	Ortega	Rubén	Jefe de mantenimiento
2	12.306.734	Camacaro	Gerardo	Operador
3	7.362.189	Perez	Juanote	Mecánico
4	15.389.056	Camacaro	Jesús	Operador
5	11.779.231	Rivero	Guillermo	Electricista
6	9.983.789	Mori	Tomás	Mecánico
7	16.652.342	Querecuto	Argenis	Ayudante
8	18.904.785	Siverio	Fernando	Ayudante
9	8.027.144	Infante	Carlos	Vigilantes

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)





6.2.6 Lista de maquinaria

Tabla 2.3.1 Maquinaria de la Constructora Dancol C.A.

Código	Marca	Modelo	Descripción	Observaciones
1	Caterpillar	Bulldozer	D7G	Funcionando
2	Caterpillar	Bulldozer	D7F	Funcionando
3	Caterpillar	Payloader	996C	Funcionando
4	Caterpillar	Payloader	966c	Funcionando
5	Caterpillar	Payloader	932F	Funcionando
6	Bufalo	Vibrocompactadora	BW210	Funcionando
7	Caterpillar	Retroexcavadora	416C	Funcionando
8	Jhonn deere	Retroexcavadora	310SG	Falta Mantenimiento
9	Jhonn deere	Retroexcavadora	310C	Funcionando
10	Newholland	Retroexcavadora	B90B	Falta de repuestos
11	Caterpillar	Motoniveladora	12F	Funcionando
12	Caterpillar	Excavadora	320BL	Funcionando
13	Mack	Chuto	Granite	Falta Repuestos
14	Mack	Chuto	Rd400	Funcionando
15	Mack	Chuto	Rd400	Funcionando
16	Mack	Chuto	Rd400	Falta Mantenimiento
17	Kodiak	Chuto	CH	Falta Mantenimiento
18	Kenworth	Chuto	T800	Falta Mantenimiento
19	Kenworth	Chuto	T800	Funcionando


Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 2.3.2 Maquinaria de la Constructora Dancol C.A.

		
Modelo	Bulldozer.	
Marca	Caterpillar	
Descripción	D7G.	
		
Modelo	Bulldozer.	
Marca	Caterpillar.	
Descripción	D7F.	
		
Modelo	Cargador Frontal.	
Marca	Caterpillar.	
Descripción	966C.	
		
Modelo	Cargador Frontal.	
Marca	Caterpillar.	
Descripción	966C.	





Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 2.3.3 Maquinaria de la Constructora Dancol C.A.

		
Modelo	Cargador Frontal.	
Marca	Caterpillar.	
Descripción	932F.	
		
Modelo	Retroexcavadora	
Marca	John Deere.	
Descripción	310SG.	
		
Modelo	Retroexcavadora.	
Marca	Newholland.	
Descripción	555B.	
		
Modelo	Retroexcavadora.	
Marca	Caterpillar.	
Descripción	416C.	





Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 2.3.4 Maquinaria de la Constructora Dancol C.A.

		
Modelo	Vibrocompactadora.	
Marca	Buffalo.	
Descripción	BW210.	
		
Modelo	Excavadora.	
Marca	Caterpillar.	
Descripción	320BL.	
		
Modelo	Motoniveladora.	
Marca	Caterpillar.	
Descripción	12F.	
		
Modelo	Chuto	
Marca	Kenworth.	
Descripción	T800.	

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 2.3.5 Maquinaria de la Constructora Dancol C.A.

Modelo	Chuto	
Marca	Mack.	
Descripción	Granite.	
Modelo	Chutos.	
Marca	Mack.	
Descripción	RD 400.	
Modelo	Chuto.	
Marca	Mack.	
Descripción	CH.	
Modelo	Chuto.	
Marca	Kodiak.	
Descripción		

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

6.2.7 Conclusiones del diagnóstico.

Al realizar el diagnóstico a la empresa “Constructora Dancol C.A.”, se obtuvo como resultado que los mantenimientos preventivos o programados que se efectúan a la maquinaria pesada es sencillo y básico, por lo tanto, estos equipos presentan averías con mayor frecuencia, esto trae como consecuencia un incremento en los tiempos de parada de cualquier reparación no programada

La empresa no posee una planificación escrita que permita llevar un verdadero control de las diferentes actividades de mantenimiento que se realizan a cada máquina y tampoco posee un historial de las reparaciones realizadas a estas.

La empresa consta con una buena distribución de espacios, pero estos no se encuentran identificados lo cual se presta para errores que pueden ser pérdidas de tiempo y de costos.

No existe una señalización por donde puedan circular las máquinas o el personal de trabajo, esto puede traer como consecuencia accidentes.

Además, la empresa no posee un formato de entrada y salida de los repuestos, lo cual puede producir pérdidas de inventario, pérdidas de tiempo en alguna reparación programada por un mal manejo de los recursos.

6.3 Aplicación del sistema de mantenimiento a los equipos de maquinaria pesada empresa “Constructora Dancol C.A.”

Para crear un plan de mantenimiento de los equipos de maquinaria de construcción de la constructora DANCOL se aplica la sistematización de plan de mantenimiento según flujograma SPM planteándose como primer interrogante si la empresa posee un plan de mantenimiento establecido obteniendo como respuesta un no , procediendo por lo tanto a la creación del plan de mantenimiento aplicando principalmente la lista de chequeo inicial LCI01 como diagnóstico, los resultados de

la siguiente lista obtuvo como resultado 6/16 puntos. Demostrando así estos resultados que la empresa no posee un plan de mantenimiento y que el mantenimiento es deficiente en varios aspectos que podrían influir en el rendimiento y la vida útil de la maquinaria.

Con la información obtenida y analizando estos se crea el plan de mantenimiento de la empresa “Constructora Dancol C.A” centrada en los 4 ejes principales del plan de mantenimiento propuestos en esta investigación y que a continuación se detalla:

6.3.1 Eje 1: Gestión de mantenimiento

En este eje se gestiona todo lo relacionado directamente al mantenimiento tomando en consideración los tipos de mantenimiento a implementar y los procesos que estos implican, siempre buscando que este mantenimiento apunte hacia la sustentabilidad ambiental a través de la reducción de emisión de contaminantes intentando mantener la maquinaria en un estado óptimo para reducir los mismos.

1.1 Tipos de mantenimiento del plan

1.1.1 Mantenimiento preventivo o programado

En aras de mantener los equipos de maquinaria de construcción en óptimas condiciones realizando su mantenimiento programado en un tiempo específico para evitar el mantenimiento correctivo que trae como consecuencias paradas no prevista, para esto se propone la aplicación de la ficha de mantenimiento preventivo FMP01, la cual indicará las actividades a realizar junto con su nomenclatura a intervalos de 10, 25, 50, 200, 600, 1000, 2000, 4000, 10000 horas.

En función de las maquinarias que posee la Constructora Dancol C.A se propone las siguientes fichas de mantenimiento preventivo, el departamento

encargado del mantenimiento preventivo, es el departamento de gestión de mantenimiento, el cual debe realizar una revisión frecuente del historial de la maquinaria FHM01, que en contraste con la ficha de mantenimiento preventivo FMP01, procederá a realizar el cronograma de planificación de mantenimiento, tomando en cuenta las recomendaciones para realización de cronogramas de mantenimiento programada de equipo de maquinaria de construcción.

Tabla 3.1.1 Ficha Mantenimiento preventivo propuesta a Dancol C.A.

V	Verificar, revisar y ajustar		
C	Cambiar		
L	Lubricar		
D	Drenar		
P	Limpiar		
R	Reparar		
T	Tensar		
Nivel del líquido refrigerante	V		
Nivel de aceite motor	V		
Nivel del aceite hidráulico	V		
Nivel del combustible	V		
Nivel de aceite de transmisión	V		
Ruidos anormales en el motor	V		
Fugas del motor (visualmente)	V		
Estado de los neumáticos	V		
Perno rotos en las llantas	V		
Bandas (condición y tensión)	V		
Conexiones de la batería	V		
Sistema de alumbrado (faros)	V		
Estado de los frenos	V		
Estado de frenos de parqueo	V		
Funcionamiento de indicadores del tablero	V		
Extintores manuales	V		
Estado del cucharón (si existe)	V		
Estructura de la maquina	V		

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 3.1.2 Continuación. Ficha Mantenimiento preventivo propuesta a Dancol C.A.

Partes móviles (Crucetas, rotulas, etc)	L		
Filtro de aire primario	C		
Estado del tensado de la cadena del tren de rodaje	V	T	
Pernos de las zapatas de la cadena	V		
Filtro de aire secundario	C		
Aceite de motor	C		
Filtro de aceite	C		
Filtros de combustible	C		
Tubería del filtro de aire	P		
Nivel de aceite hidráulico	V		
Nivel de aceite de los mandos finales	V		
Pernos del tren de rodaje	V		
Torno mesa	L		
Desgaste del freno de servicio y de parqueo	V		
Nivel de electrolito de las baterías	V		
Boca de llenado de los tanques de combustible y del hidráulico	V		
Aceite hidráulico	C		
Filtro del aceite hidráulico	C		
Líquido refrigerante	C		
Aceite de los mandos finales	C		
Estado de la pala y cuchillas	V	C	
Estado de bujías de precalentamiento (si existe)	V	C	
Pernos que soportan la bases del motor	V		
Pernos y abrazadera de sujeción del escape	V		
Soportes de los ejes y transmisión	V		
Estado de los pines y bocines	V	C	
Fugas, cortes o fricción que provoquen la rotura de las mangueras hidráulicas	V		
Cable de acelerador, ahogador de la maquina (si existe)	V		
Desgaste de los rodillos superiores e inferiores del tren de rodaje	V		
Desgaste de la rueda guía y segmentos de catalina	V		
Correcta lubricación de los bujes, ejes y rodamientos	V		
Estado de las cuchillas y estructura de la pala	V	R	
Estado de la tapa del radiador	V		
Bomba de agua	V	C	

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 3.1.3 Continuación. Ficha Mantenimiento preventivo propuesta a Dancol C.A.

Estado y comprobar el juego axial del rotor del turbo cargador	V	C	
Estado de los inyectores	V	C	
Compresión del motor de combustión	V		
Estado del motor de arranque	V	C	
Estado del alternador	V	C	
Estado de los enfriadores	V		
Estado del intercooler	V		
Estado de la batería	V		
Compresión del motor de combustión (Realizar Prueba Fuga)	V		
Banco el estado de los inyectores	V	C	
Sistema de refrigeración	D		
Estado del termostato del motor	V		
Estado del pin central y de los bujes	V		
Mandos finales	V	R	
Ejes y bujes de los brazos de levantamiento	V		
Presión de aceite de la bombas hidráulicas de levantamiento y giro	V		
Presión de la bomba de aceite del motor	V		
Motor de combustión	R		

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

1.1.2 Mantenimiento Rutinario o en Uso

Apuntando hacia las revisiones básicas diarias en búsqueda de la detección de averías o falta de insumos al momento del operador empezar a hacer uso de la maquinaria se plantea una revisión centrada en la inspección de: ¿se requiere ajustar o limpiar?, ¿se requiere lubricar? o ¿se requiere sustituir?


Realizando esto en la aplicación de ficha de mantenimiento rutinario FMR01 y aplicando el proceso descrito en el flujograma FMR el cual si se requiere sustituir se plantea ir al flujograma de mantenimiento correctivo FMC.

Para la realización de mantenimiento rutinario en la empresa constructora DANCOL C.A. se plantea la siguiente ficha de mantenimiento rutinario la

1.1.3 Mantenimiento correctivo


Cuando se detecte o presente una avería la maquinaria se plantea seguir el procedimiento descrito en el flujograma FMC el cual debe siempre cumplir con una estricta línea de mando a través de la notificación del jefe de mantenimiento al jefe del taller para este a través de una inspección y diagnóstico de la falla tome una decisión si autoriza la reparación con el formato de orden de trabajo FOT01 y tomando en consideración si se puede realizar en el sitio o no para tomar en consideración las acciones necesarias.

Tabla 3.3 Ficha Orden de trabajo propuesta a Dancol C.A.

	
Orden de Trabajo	
Código	Descripción


Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 3.4 Ficha de información técnica para mantenimiento propuesta a Dancol C.A.

	
Modelo:	
Marca:	
Código Maquinaria:	
Modelo de motor:	
Potencia:	
Cilindrada:	
Tanque de combustible:	
Sistema de enfriamiento:	
Carter del motor:	
Transmision:	
Diferencial:	
Cajas de engranajes:	
Sistema hidráulico:	
Altura:	
Ancho:	
Peso:	
Capacidad de carga:	
Medida de Neumaticos:	
Bateria:	

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

Tabla 3.5 Ficha Historial de la maquinaria propuesta a Dancol C.A.

					
Identificación de la Maquinaria			Historial de Mantenimiento		
Nº	Descripción	Marca	Fecha	Descripción	Realizado por
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					
Mantenimiento realizado por:					

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

1.2 Gestión ambiental aplicada en el mantenimiento

Los mantenimientos aplicados en este plan se centran en la sustentabilidad ambiental buscando la reducción de las alteraciones del ambiente a través de las diferentes actividades que se generan de las actividades de mantenimiento.

La gestión ambiental dentro del mantenimiento no solo busca tomar en consideración el ambiente dentro de las actividades directas del mantenimiento, sino que en una visión más amplia busca centrar la empresa en objetivos del desarrollo sustentable logrando que desde el mantenimiento hasta la organización de la empresa, incluyendo la distribución de espacios, apunten a ciertos objetivos, para esto se proponen unas ciertas recomendaciones a considerar para lograr apuntar hacia la reducción de emisiones:

- En la Fosa del lavado se debe construir unas tanquillas o alcantarillas que posean una especie de trampa de agua donde queden atrapados los desechos, de esta manera el agua que será dispuesta a las aguas negras estará menos contaminada.
- Se propone tener una reserva de aserrín por si ocurre algún derrame de aceites, de modo que este lo absorba y no se contamine directamente el suelo.
- La empresa debe designar un lugar específico con las condiciones recomendadas para el depósito del aceite usado o quemado, para luego ser trasladado a un lugar de deposición.
- Las baterías defectuosas deberán ser almacenadas en un lugar específico para luego ser despachadas a proveedores que puedan reutilizar los materiales de las mismas.
- Estar alerta con el estado del silenciador o resonador para que exista un buen filtrado de los gases y reduzca los contaminantes hacia la atmosfera.

6.3.2 Eje 2: Gestión de personal

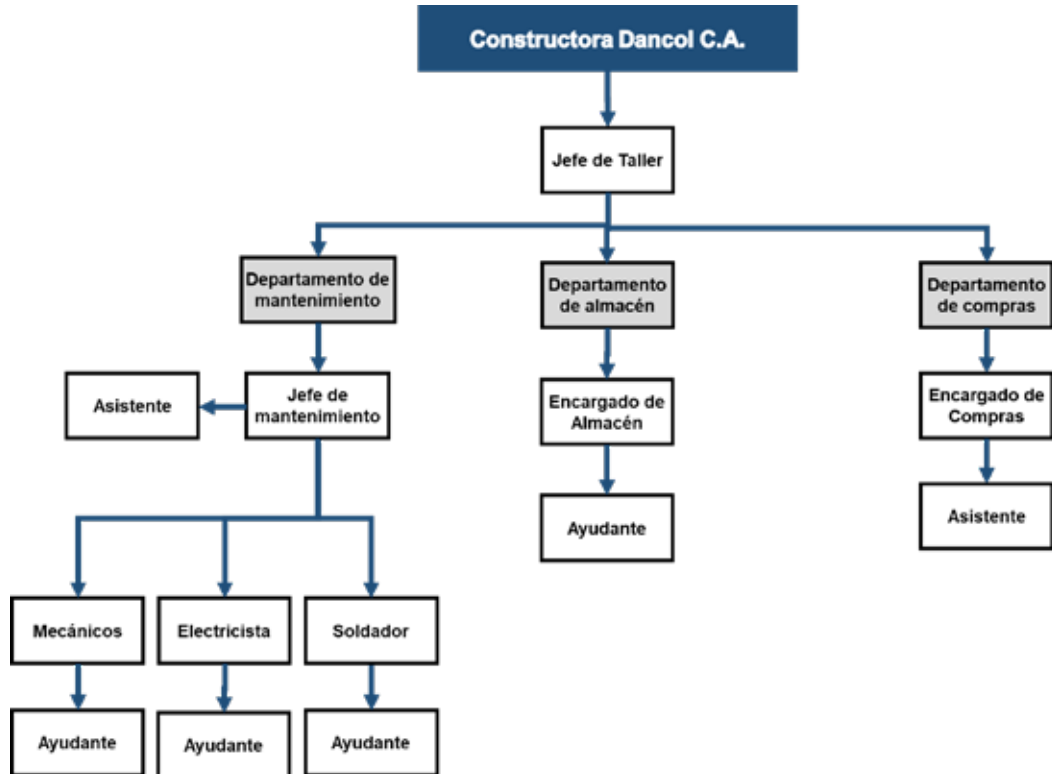
Este eje se centra en la administración de los recursos humanos para lograr que las actividades dentro de la empresa estén correctamente distribuidas a través de los diferentes cargos que se proponen para que la gestión de mantenimiento pueda ser lograda, para esto se propone principalmente realizar un organigrama en el cual se logra establecer los diferentes cargos necesarios para que las diferentes actividades sean distribuidas correctamente buscando un mantenimiento óptimo. Para esto se tomó en consideración las recomendaciones para realización de organigrama de empresas ROE.

Dentro del eje se plantea implementar la capacitación del personal buscando que el personal esté capacitado para realizar las diferentes actividades de mantenimiento logrando así que las actividades de mantenimiento se cumplan a cabalidad. En el transcurso de las jornadas de trabajo se plantea realizar una evaluación del personal para verificar que estos cumplan con el desempeño para el cual fue asignado.

1.1 Organigrama Dancol C.A.

A continuación, se presenta la propuesta de un Organigrama Estructural para la Empresa que va acorde a las necesidades:

Figura 3.1 Organigrama propuesto para aplicar a Dancol C.A.



Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

Con esta propuesta se busca organizar de una forma que permita que todos los trabajos sean realizados por el personal de una forma eficiente y rápida.

1.2 Lista de Personal de Dancol C.A

A continuación, se detalla la propuesta de distribución del personal de mantenimiento de acuerdo a las funciones atribuidas para el taller de Mantenimiento de la empresa constructora Dancol C.A.:

Tabla 3.6 Lista de Personal propuesta a Dancol C.A.

CARGO	CANTIDAD
JEFE DE TALLER	1
JEFE DE MANTENIMIENTO	1
MECANICOS	2
AYUDANTES DE MECANICA	2
ELECTRICISTA	1
SOLDADORES	2
ASISTENTE DE GESTION DE MANTENIMIENTO	1
DEPARTAMENTO DE ALMACEN	2
DEPARTAMENTO DE COMPRAS	2
TOTAL	14

Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

En la tabla descrita anteriormente se muestra la cantidad de personal que se necesita para conformar cada grupo de trabajo completo.

Además, es importante tener en cuenta que todo el personal debe estar capacitado de acuerdo a la rama que es asignado para que así puedan realizar a cabalidad los trabajos que son encomendados.

1.3 Capacitación del personal

Es importante que el personal se mantenga en constante capacitaciones para lograr aumentar su desempeño y desarrollar sus destrezas, por lo tanto, se sugiere que existan capacitaciones enfocadas principalmente en nuevas tecnologías que permitan realizar un diagnóstico y reparación más eficiente, y que estas

capacitaciones logren desarrollar una conciencia ambiental para que el mantenimiento sea más efectivo desde este punto de vista. Al momento de realizar las capacitaciones se deben tomar los siguientes aspectos:

- Actualización de conocimientos en lo correspondiente a avances del mantenimiento y sistemas actuales de las maquinarias y equipos.
- Capacitaciones ambientales.
- Capacitación en normas de seguridad industrial.
- Capacitación en primeros auxilios.

1.4 Evaluación del Personal

La evaluación del personal es importante ya que a través de este se mide como el trabajador se desenvuelve en su cargo, pudiéndose así detectar y corregir posibles inconvenientes (asistencia, puntualidad, eficiencia, entre otros).

6.3.3 Eje 3: Gestión de almacén

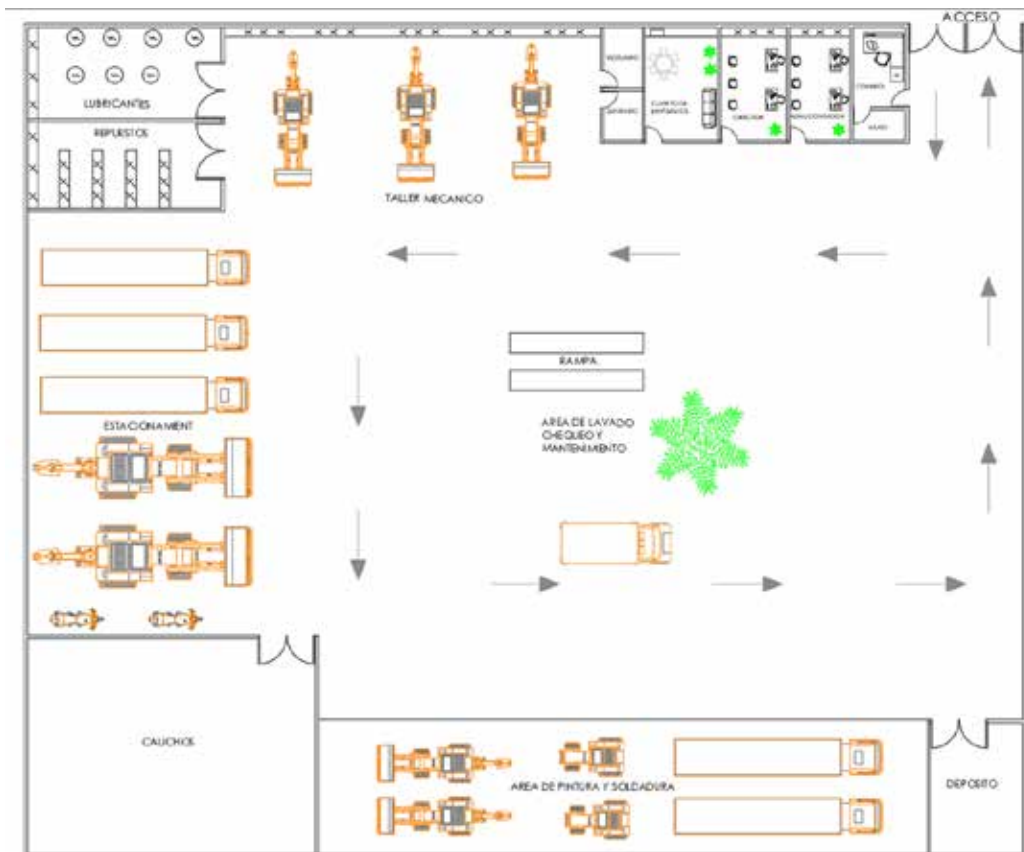
Este eje busca administrar los insumos del almacén de la forma correcta, verificando así el stock disponible y los productos que ingresan y egresan del almacén. Para ello, es pertinente centrar este eje en el flujograma de almacén FARL.

La gestión del almacén en busca de controlar los inventarios, plantea implementar un control para los ingresos y egresos del insumo del mismo, en el cual al momento de realizar una compra de un insumo debido a que no esté disponible en el stock del almacén, este debe registrarse mediante la ficha de ingreso de almacén FIA01, pero si éste se encuentra disponible y es solicitado debe registrarse su egreso a través de la ficha de egreso de almacén FEA01, el cual permitirá asignar un responsable, de los insumos entregados por la empresa.

6.3.4 Eje 4: Gestión de Distribución de Espacios

En este eje nos centraremos en aplicar un formato con una serie de pautas recomendadas para que en el taller de mantenimiento de la empresa exista una buena distribución de espacio entre los equipos de maquinarias y los mecánicos sean más eficientes a la hora de aplicar los respectivos mantenimientos de cada máquina.

Figura 3.2 Ficha de ingreso de almacén propuesta a Dancol C.A.



Fuente: Colarossi y Dávila (2018)

En cuanto a este eje se debe tener en cuenta que el taller presenta un espacio físico adecuado para realizar los trabajos, sin embargo, se deben hacer cambios y

reestructuraciones que permitan que las actividades de mantenimiento se desarrollen óptimamente, estos cambios son correspondientes a:

- Señalización de circulación peatonal y vehicular.
- Señalización del área de cada puesto de trabajo.
- Se asigna un área específica para los departamentos de pintura y soldadura.
- Se asigna un área para las oficinas administrativas y directivas de la empresa “Constructora Dancol C.A.”
- Se asigna un área en específico para almacenar los cauchos nuevos y usados.
- Se propone la construcción de una rampa de lavado y lubricación para realizar la limpieza y lubricación de la maquinaria.
- Se propone asignar un almacén para cada uno de los siguientes insumos: lubricantes, repuesto, herramientas, siendo así tres (3) almacenes diferentes y separados.

REFERENCIAS

- Alpizar, L. (2011) Operación y Mantenimiento, Capítulo 5: Mantenimiento. CAPRE/GTZ. 2011 Documento en línea. Disponible en: http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/manual4/ma4_cap5.pdf
- Arias, F (2006) Operación y Mantenimiento. Venezuela Editorial Caracas.
- Balestrini, M. (2003). Operación y Mantenimiento. Caracas: L. Consultores Asociados.
- Barrera, M. (2008) Operación y Mantenimiento. Quirón. Bogotá
- Bravo, H y Castro, L (2012) Operación y Mantenimiento presentado ante la Universidad Tecnológica de Bolívar, para optar al título de Ingeniero Mecánico y Mecatrónico respectivamente. Facultad de Ingeniería minor Mantenimiento Industrial Cartagena de Indias d.t y c. pdf.
- Buelvas C. y Martínez K (2014) Operación y Mantenimiento Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico ante la Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla. Colombia. Documento pdf.
- Cerda G., H. (1997). Operación y Mantenimiento. Santa Fe de Bogotá: Cooperativa editorial magisterio.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) (1993). Operación y Mantenimiento. Venezuela.
- García, S. (2009). Organización y gestión integral de mantenimiento. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.
- _____ (2009) Operación y Mantenimiento. Madrid. Editorial Renovetec. Documento pdf

- González, M y Pérez, O (2016) . Trabajo especial de Grado presentado ante la Universidad de Carabobo, para optar al título de Ingeniero Civil. Naguanagua, Venezuela. Documento pdf.
- Gómez, G (1997) . Editorial McGraw-Hill- México.
- Guerra, J (2014) Trabajo de Grado presentado para optar al título profesional de Ingeniero Mecánico ante la Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica, Huancayo, Perú. Documento pdf.
- Hernández, R y otros (2010). 5ta. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México
- Hurtado, I. y Toro, J. (2000) . 4ta ed. Clemente Editores Valencia.
- Hurtado, J. (2000) El Sypal. Caracas, Venezuela.
- Maldonado H. y Sigüenza L (2012) Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico Automotriz presentado ante la Universidad Politécnica Salesiana, en Cuenca, Ecuador. Documento pdf.
- Navarro, D (2012) . Informe de pasantía presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico. Universidad Simón Bolívar. Coordinación de Ingeniería Mecánica, Sartenejas, Miranda. Venezuela. Documento pdf.
- Nava, José. (2008). Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones. Venezuela
- Pauro, R. (2007) . Coldi. Buenos aires

Tamayo y Tamayo (2003).
Noriega Editores. 4ta ed. México.

Editorial:

Weiss,y otros (1994)
Weslwy Iberoamericana S.A. Wilginton, Delaware, USA.

. Addison-