Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad para equipos de pavimentación y movimiento de tierra pertenecientes a la empresa JMS Ingeniería SAS.

JOHAN SEBASTIAN LEON TORRES

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2018

Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad para equipos de pavimentación y movimiento de tierra pertenecientes a la empresa JMS Ingeniería SAS.

JOHAN SEBASTIAN LEON TORRES

Proyecto realizado para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico

Consejo Curricular Tecnología e Ingeniería Mecánica

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERIA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2018

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

CONTENIDO Pág.

1. Planteamiento del problema……..……4
2. Objetivos……...5
   2.1. Objetivo general…….5
   2.2. Objetivos específicos……..…….6
3. Delimitación Temática…….…7
4. Marco teórico……..……..….8
   4.1 Mantenimiento…….…8
   4.2 Mantenibilidad……..……...8
      4.2.1 Mantenimiento Predictivo……..…….8
      4.2.2 Mantenimiento Preventivo……..……. 9
      4.2.3 Mantenimiento Correctivo…….…….9
   4.3 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad…….……..…10
      4.3.1 Conceptos del RCM…….....10
      4.3.2 Contexto operacional……10
   4.4 Indicadores de Gestión Para Mantenimiento……..……10
      4.4.1 Concepto de Disponibilidad……..…….…… 11
      4.4.2 Concepto de Fiabilidad…….……..……11
      4.4.3 Concepto de Mantenibilidad…….....12
5. Plan de Trabajo ……..……..13
   5.1 Inventario……..……...…13
   5.2 Recolección de Datos……..……...13
   5.3 Prácticas de Mantenimiento……...…..13
   5.4 Implementación del plan de Mantenimiento……..……14
6 Diagnostico empresa JMS Ingeniería SAS…….……...…15
   6.1 Equipos……15
   6.2 Históricos……16
      Históricos……17
      Históricos……18
7 Diseño equipos JMS Ingeniería SAS……..……19

7.1 Maquinaria……..19
7.2 Repuestos……..19
7.3 Fichas técnicas maquinaria……19
7.3.1 Fresadora de pavimento en frio PM102……..20
7.3.2 Pavimentadora modelo AP355F marca CAT ……..21
7.3.3 Vibrocompactador marcaCAT modelo CS533……22
7.3.4 Compactador marca CAT modelo PS150……23
7.3.5 Excavadora marca VOLVO modelo ELC140BL……..24
7.3.6 Minicargador marca NEW HOLLAND modelo L218……...25
7.4 Produccion,disponibilidad y productividad…...……....26
Produccion,disponibilidad y productividad…...……....27
7.5 Mantenimiento y fallas……...28
Mantenimiento y fallas……...29
Mantenimiento y fallas……...30
Mantenimiento y fallas……...31
Mantenimiento y fallas……...32
Mantenimiento y fallas……...33
Mantenimiento y fallas……...34
8 Análisis de diagnóstico equipos……..……35
8.1 Productividad ..…… ……35
8.1.1 Promedios de productividad de 6 meses(m3/hora)…….…..35
8.1.2 Promedios de trabajo por hora (m^3/hora)……...……..35
Promedios de trabajo por hora (m3/hora)……..……..36
Promedios de trabajo por hora (m3/hora) ……...37
8.1.3 Promedios de productividad de 6 meses (horas)...……..37
8.1.4 Promedios de trabajo por hora ……...……37
Promedios de trabajo por hora……..38
8.1.5 Productividad de equipos……...38
Productividad de equipos……39
8.2 Mantenimiento……...40
8.2.1 Analisis de mantenimiento……..……..….40
8.2.2 Fallas……..41
Fallas……..42
8.2.3 Clasificacion de fallas……..43
9. Resultados……44
9.1 Disponiblidad…….……...……..44
9.2 Fiabilidad……45
9.3 Mantenibilidad……46
10. Plan de mantenimiento……47
10.1 Mantenimiento (10 horas)……..……..….48

10.2 Mantenimiento (50horas)……..……49

10.3 Mantenimiento (250 horas)……50
Mantenimiento (250 horas)……51

10.4 Mantenimiento (500 horas)……52
10.5 Mantenimiento (1000 horas)……..53
10.6 Actividades y reponsabilidades……..53

10.6.1 Mantenimiento (10 horas)……..……54
10.6.2 Mantenimiento (50horas)……54
10.6.3 Mantenimiento (250,500 y 1000 horas)……54
10.6.4 Reporte de fallos……...54
10.6.5 Reparaciones primer nivel……...54
10.6.6 Reparaciones segundo nivel……...54

11. Implementacion……..56

11.1 Preoperacional diario……57
11.2 Reporte de mantenimiento……..58
11.3 Orden de servicio……59

12. Concluciones……..60
Concluciones……..61

Bibliografia

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Inventario de maquinaria……15

Tabla 2: Productividad 1……27

Tabla 3: Productividad 2……28

Tabla 4: Historial de mantenimiento……..30
Historial de mantenimiento……..31
Historial de mantenimiento……..32
Historial de mantenimiento……..33
Historial de mantenimiento……..34

Tabla 5: Promedio de productividad 1……..36

Tabla 6: Análisis 1……36
Análisis 1……..37

Tabla 7: Promedio de productividad 2 ……37
Promedio de productividad 2 ……38

Tabla 8: Análisis 2……38

Tabla 9: Tabla financiera……39

Tabla 10: Análisis historial de mantenimiento……40
Análisis historial de mantenimiento……..41

Tabla 11: Historial de fallas……42

Tabla 12: Clasificación de fallas……...43

Tabla 13: Total promedio de fallas……45

Tabla 14: Disponibilidad de equipos……46

Tabla 15: Mantenimiento 10 horas……48

Tabla 16: Mantenimiento 50 horas……49

Tabla 17: Mantenimiento 250 horas……..50
Mantenimiento 250 horas……50

Tabla 18: Mantenimiento 500 horas……..52

Tabla 19: Mantenimiento 1000 horas……53

INTRODUCCIÓN

En la industria la ingeniería mecánica es fundamental porque se encarga del uso de los principios físicos para la fabricación, análisis, diseño, mantenimiento, construcción, montaje, instalación, etc, de elementos mecánicos, para maquinas simples y complejas definiéndose como maquinas simples las compuestas por una sola pieza, y las complejas por varias piezas al igual, la maquinaria con sus diferentes usos y aplicaciones como lo son máquinas térmicas, hidráulicas, neumáticas, de péndulo, de transporte, de manufactura y muchas más, también en los sistemas de ventilación, aire acondicionado, vehículos motorizados terrestres, aéreos y marítimos con sus diferentes variaciones y aplicaciones según el requerimiento de la industria o empresa.

Con esto se quiere indicar el amplio campo de acción el cual ha permitido la creación de dispositivos útiles en la actualidad como máquinas y herramientas las cuales usan principios como el calor, fuerza, conservación de masa, energía, etc. con estas propiedades se ha podido contribuir con el análisis de sistemas estáticos y dinámicos, ayudando al diseño y aprovechamiento de la energía transformándola para dar una utilidad que beneficie a la humanidad un ejemplo puede ser la combustión de un motor el cual por su reacción química en las cámaras de combustión se obtiene una salida mecánica, torque o giro del cigüeñal el cual se aprovecha en muchas formas distintas.

Con lo anterior nombrado la rama acción que se tratara en este trabajo es el mantenimiento el cual se define como todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen el departamento técnico y administrativo correspondiente. Como se indica en el titulo se creara un plan de mantenimiento y puesta en marcha para una empresa dedicada a la construcción y todo lo correspondiente a la ingeniería civil la cual posee equipos de pavimentación y movimiento de tierra en su portafolio de servicios.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ingeniería mecánica se ocupa no solo de diseñar, construir y poner en el mercado un producto o máquina, también de prolongar la vida útil del mismo, esto se logra por medio del área de mantenimiento en donde se espera dar la mayor productividad del equipo, recuperando la inversión y preservando el bien, siendo muy importante una buena gestión en las gerencias o departamentos de mantenimiento (equipos) dentro de la organización.

Con esto se debe garantizar la disponibilidad del activo en óptimas condiciones de funcionabilidad y seguridad, asegurando su mejor rendimiento en producción y control de costos de inversión en el activo durante su vida útil o periodo de uso.

Para lograr obtener estos resultados de disponibilidad requerida, minimizar costos de operación, la experiencia ha demostrado que se debe realizar mantenimientos preventivos ajustándose a la maquina en razón de prolongar su vida útil. Pretendiéndose disminuir las fallas o mitigar los daños prematuros, influye el entorno, el ambiente, condiciones de operación, capacitación de las personas que intervienen el equipo al igual que quien las opera.

1.1 *Definición del problema.*

La empresa JMS Ingeniería SAS se dedica a prestar servicios profesionales de Ingeniería en Interventoría, consultoría , ejecución de Obras Civiles dentro de sus servicios se encuentra la construcción, rehabilitación, y mantenimiento de vías en concreto y asfalto entre otros, para realizar estos trabajos poseen una flota de equipos a la cual se le realizan mantenimientos no periódicos ni regulares si no cada vez que presentan fallas se corrigen para dar solución a la premura convirtiéndose en solo mantenimiento correctivo por lo que está ocasionando un incremento en los costos, paradas repentinas en plena producción generando traslado de mecánicos a sitio, pago de horas extras para dar cumplimiento a los plazos de las obras, servicios de grúa, por este motivo se ha generado la necesidad, la cual se informó al autor de este proyecto dando como respuesta el re direccionamiento del área de maquinaria, creándose e implementándose un plan de mantenimiento el cual ayude a encontrar, corregir e identificar futuras fallas aumentando de esta manera la probabilidad de disponibilidad de las máquinas en obra, reducir costos y generar un inventario de repuestos que retoman con mayor frecuencia.

2. OBJETIVOS

3.1 *Objetivo general.*

Diseñar e implementar plan de mantenimiento para equipos de pavimentación y movimiento de tierra pertenecientes a la empresa JMS Ingeniería SAS.

3.2 *Objetivos específicos*

- Diagnóstico del estado actual del departamento de mantenimiento en la empresa JMS Ingeniería SAS.

- Análisis de resultados obtenidos en el diagnóstico, realizado a los equipos pavimentación y movimiento de tierra.

- Diseño del plan de mantenimiento para equipos de pavimentación y movimiento de tierra.

- Implementación del plan de mantenimiento y puesta en marcha.

3. DELIMITACIÓN TEMÁTICA

Dada la amplitud de este tema este trabajo de grado será realizado exclusivamente para la empresa JMS Ingeniería SAS. En donde se seleccionara solo equipos de pavimentación y movimiento de tierra haciendo referencia a maquinaria pesada excluyendo todo tipo de vehículos de movimiento de personal o de carga como lo son volquetas, camiones, tracto mulas al igual vehículos de pasajeros y camionetas de desplazamiento entre frentes de obra, por otra parte la ubicación geográfica del trabajo será en donde se encuentren ubicados los equipos dentro del territorio nacional teniendo como sede principal Bogotá en donde se encuentra la bodega y los talleres de reparación.

La información y datos que se utilizaron fueron tomados de los archivos existentes en el departamento de maquinaria.

4. MARCO TEORICO

Antes de realizar cualquier tipo de clasificación o descripción de los tipos de mantenimiento, es muy importante saber realmente lo que es mantenimiento y su diferencia con lo que se conoce como mantenibilidad o capacidad de mantenimiento, las cuales se prestan en muchas ocasiones a confusión por parte del personal de una empresa. Al igual se tomaran todos los conceptos utilizados para la realizacion de este proyecto:

4.1 *Mantenimiento*

Se define como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación, lo que incluye servicio, inspecciones, ajustes, remplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción. Principalmente se basa en desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento.

4.2 *Mantenibilidad*

Esta característica se refiere principalmente a las propiedades de diseño, análisis, predicción y demostración, que ayudan a determinar la efectividad con la que el equipo puede ser mantenido o restaurado para estar en condiciones de uso u operación. La mantenibilidad es conocida también como la capacidad para restaurar efectivamente un producto. Principalmente el mantenimiento puede ser aplicado de 3 formas:

- Mantenimiento predictivo.

- Mantenimiento preventivo.

- Mantenimiento correctivo.

De los diferentes tipos o variaciones del mantenimiento se nombraran y definirán las más importantes.

4.2.1 *Mantenimiento predictivo.*

El mantenimiento predictivo consiste en la búsqueda de indicios o síntomas que permitan identificar una falla antes de que ocurra. Por ejemplo, la inspección visual del grado de desgaste de un neumático es una tarea de mantenimiento predictivo, dado que permite identificar el proceso de falla antes de que la falla funcional ocurra. Estas tareas incluyen: inspecciones (ej. Inspección visual del grado de desgaste), monitoreo (ej. vibraciones, ultrasonido), chequeos (ej. nivel de aceite) 2 . Tienen en común que la decisión de realizar o no una acción correctiva depende de la condición medida. Por ejemplo, a partir de la medición de vibraciones de un equipo puede decidirse

cambiarlo o no. Para que pueda evaluarse la conveniencia de estas tareas, debe necesariamente existir una clara condición de falla potencial. Es decir, debe haber síntomas claros de que la falla está en el proceso de ocurrir.

4.2.2 *Mantenimiento preventivo.*

El mantenimiento preventivo se refiere a aquellas tareas de sustitución hechas a intervalos fijos independientemente del estado del elemento o componente. Estas tareas solo son válidas si existe un patrón de desgaste: es decir, si la probabilidad de falla aumenta rápidamente después de superada la vida útil del elemento. Debe tenerse mucho cuidado, al momento seleccionar una tarea preventiva (o cualquier otra tarea de mantenimiento, de hecho), en no confundir una tarea que se puede hacer, con una tarea que conviene hacer. Por ejemplo, al evaluar el plan de mantenimiento a realizar sobre el impulsor de una bomba, podríamos decidir realizar una tarea preventiva (sustitución cíclica del impulsor), tarea que en general se puede hacer dado que la falla generalmente responde a un patrón de desgaste (patrón B de los 6 patrones de falla del RCM). Sin embargo, en ciertos casos podría convenir realizar alguna tarea predictiva (tarea a condición), que en muchos casos son menos invasivas y menos costosas.

4.2.3 *Mantenimiento correctivo.*

Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo.

- Diferentes tipos de correctivo: programado y no programado

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

La distinción entre correctivo programado y correctivo no programado afecta en primer lugar a la producción. No tiene la misma afección el plan de producción si la parada es inmediata y sorpresiva que si se tiene cierto tiempo para reaccionar. Por tanto, mientras el correctivo no programado es claramente una situación indeseable desde el punto de vista de la producción, los compromisos con clientes y los ingresos, el correctivo programado es menos agresivo con todos ellos.

4.3 *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*

(RCM)? El mantenimiento centrado en Confiabilidad (MCC), o Reliability Centred Maintenance (RCM), ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil hace más de 30 años. El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo: desde grandes empresas petroquímicas hasta las principales fuerzas armadas del mundo utilizan RCM para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos, incluyendo la gran minería, generación eléctrica, petróleo y derivados, metal-mecánica,etc. La norma SAE JA1011 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.

4.3.1 *Conceptos del rcm.*

El RCM muestra que muchas de los conceptos del mantenimiento que se consideraban correctos son realmente equivocadas. En muchos casos, estos conceptos pueden ser hasta peligrosos. Por ejemplo, la idea de que la mayoría de las fallas se producen cuando el equipo envejece ha dem0ostrado ser falsa para la gran mayoría de los equipos industriales. A continuación se explican varios conceptos derivados del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, muchos de los cuales a ´un no son completamente entendidos por los profesionales del mantenimiento industrial.

4.3.2 *Contexto operacional*

Antes de comenzar a redactar las funciones deseadas para el activo que se está analizando (primera pregunta del RCM), se debe tener un claro entendimiento del contexto en el que funciona el equipo. Por ejemplo, dos activos idénticos operando en distintas plantas, pueden resultar en planes de mantenimiento totalmente distintos si sus contextos de operación son diferentes. Un caso típico es el de un sistema de reserva, que suele requerir tareas de mantenimiento muy distintas a las de un sistema principal aun cuando ambos sistemas sean físicamente idénticos. Entonces, antes de comenzar el análisis se debe redactar el contexto operacional, breve descripción (2 ´o 3 cartillas) donde se debe indicar: régimen de operación del equipo, disponibilidad de mano de obra y repuestos, consecuencias de indisponibilidad del equipo (producción perdida o reducida, recuperación de producción en horas extra, tercerización), objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente, etc.

4.4 *Indicadores de gestion para mantenimiento*

Considerando que el primer objetivo de trabajo, del área de mantenimiento, es el de propiciar el logro de altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción. Para poder establecer estos factores de efectividad de mantenimiento, deberá ir Acompañada de otros factores (índices secundarios), que permitan evaluar, analizar y pronosticar su comportamiento.

Los indicadores, nos permitirá medir de forma técnica, y mediante costos, la efectividad del mantenimiento.

4.4.1 *Concepto de disponibilidad*

La 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.

Ecuación de disponibilidad teórica

T= tiempo total de operación

$$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

T= tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de producción, dado a que estasno son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir, de forma más practica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación. Vemos que la disponibilidad depende de:

- La frecuencia de las fallas.
- El tiempo que nos demande en reanudar el servicio. Así, se tiene que:

Ecuación disponibilidad

TPEF = Tiempo promedio entre fallos.

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

TPPR = Tiempo promedio de reparación.

4.4.2 *Concepto 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

Ecuación Tiempo promedio entre fallas

HROP = Horas de operación.

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

NTFALLAS=Número de fallas detectadas

4.4.3 *Concepto de mantenibilidad*

Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinado Por tanto, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

Ecuación Tiempo promedio para reparar

TTF = Tiempo Total de Fallas.

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

NTFALLAS =Número de fallas detectadas.

El tiempo promedio para reparación se relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallas detectadas, en el periodo observado. La relación existente entre el Tiempo Promedio Entre Fallas debe estar asociada con el cálculo del Tiempo Promedio Para la Reparación.

5. PLAN DE TRABAJO

En este numeral se mostrara la metodologia que se utilizo para generar el plan de mantenimiento para equipos de pavimentacion y movimiento de tierra se especificara cada etapa o fase del proceso:

5.1 *Inventario:*

Se da como primer paso el ingreso a la empresa en donde se recibe la directriz por parte del profesional responsable de la forma en abordar cada maquina, realizando un inventario de los equipos que nos competen presentes en la empresa, para esto se llevo un control por medio de un formato de identificacion de equipos llamado fichas tecnicas este documento contiene la informacion necesaria para diferenciar cada maquina en este formato se especificara informacion generica como lo es marca, modelo,serie, año, capacidad, dimensiones, pesos y demas informacion necesaria en el.

Este inventario es importante porque nos da como resultado saber la cantidad de equipos presentes categorizarlos, saber la marca,modelo de cada uno, capacidad y demas requisitos necesarios para solicitar repuestos con mayor agilidad al representante de la marca en colombia, tambien el acceso a manuales de usuario partes,operación y servicio.

5.2 *Recoleccion de datos*

Los manuales de usuario son fundamentales para conocer parametros de operación, condiciones de uso, palancas de acceso, botones, funcion y caracteristica, mantenimiento recomendado, lubricantes para compartimiento del equipo, listado y codigos de parte para repuestos, diagramas electricos, hidraulicos, despiece, y toda la informacion necesaria tanto para operación como para servicio.

La informacion se encontro en manuales fisicos existentes en el area de archivo de la compañía estos manuales no se encuentran en medio digital.

5.3 *Practicas de mantenimiento*

Se realizo visita a cada equipo para verfificar el mantenimiento actualmente realizado: labores, repuestos, seguridad industrial, con estos datos registrados se complemento con lo estipulado por el manual del fabricante ajustando pasos omitidos en el proceso y verificando que se realice el cambio que se ajuste al horometro y tiempo de trabajo.

Con estos datos, la experiencia de la parte tecnica y la informacion del manual del fabricante se creo un plan de mantenimiento el cual se ajusta a lo estipulado por el fabricante de la maquina este plan se estipulan unas rutinas de mantenimiento correpondiente al respectivo horometro de la maquina o horas cumplidas de trabajo, generandose un paso a paso mas controlado en

donde se registra los repuestos que se deben cambiar según el intervalo de tiempo, al igual estadarizar las actividades que se deben realizar por el personal tecnico o de servicio.

5.4 *Implementacion del plan de mantenimiento*

Se aplico el plan de mantenimiento basado en confiabilidad, aplicando toda la informacion recaudada para obtener datos estadisticos y visibles que permitan observar resultados de efectividad en cuanto disminución de costos y una mayor disponibilidad de la maquinaria en obra generando confianza en los equipos para realizar trabajos en donde se cuente con la operatividad al 100% previniendose daños y futuros atrasos en obras por falta de diagnostico al igual se realizo la capacitacion al personal.

6.INFORMACION EQUIPOS JMS INGENIERIA SAS

La empresa JMS ingeniería SAS esta dedica a prestar servicios profesionales de Ingeniería en Interventoría, consultoría, ejecución de Obras Civiles dentro de sus servicios se encuentra la construcción, rehabilitación, y mantenimiento de vías en concreto y asfalto entre otros, se cuenta con equipos propios desde el año 2016 necesarios para realizar los trabajos nombrados.

6.1 *Equipos*

La empresa cuenta con diferentes equipos los cuales se utilizan para realizar trabajos requeridos en la actividad economica de la compañía la cual entre otras actividades es realizar contratos de arreglo de vias, adecuacion y construccion desde la excavacion nivelacion y colocacion de asfalto para esto se cuenta con las siguientes maquinas excavadora sobre orugas, minicargador sobre llantas, compactador doble rodillo, compactador sobre llantas, asfaltadora o pavimentadora, fresadora de pavimento en frio, volquetas, camionetas, etc. Se cuenta con varias maquinas de diferentes marcas capacidades y modelos. A continuacion se relacionan la cantidad de equipos y vehiculos con los que se cuenta en la empresa.

Tabla 1. Inventario de maquinaria

Inventario de Maquinaria Pesada, Equipo menor , Vehículos Utilitarios y de Transporte					
Volquetas					
Descripción	Ubicación	Cantidad	Marca	Año	Modelo
Volqueta doble troqué	Bogotá D.C	8	International	2015	workstar
Volqueta Sencilla	Facatativá	2	International	2016	Durastar
Volqueta Doble troqué	Bogotá D.C	2	kenworth	2017	T800
Cama bajas y planchones					
Tracto mulá con tráiler cama baja cuello desmontable de cuatro ejes	Bogotá D.C	1	kenworth	2014	T800
Grúa planchón doble troque	Bogotá D.C	1	International	2013	workstar
Vehículos					
Camioneta	Bogotá D.C	5	Chevrolet	2014	Dimax
Camión doble cabina	Bogotá D.C	3	Fotón	2011	Aumark
Equipo menor					
Compresor	Facatativá	3	Sullair	2012	Sullair 185
Iluminaria	Facatativá	1	Terex	2011	Terex 1000
Maquinaria pesada					
Excavadora	Bogotá D.C	3	Volvo	2016	El140BL
Retro cargador	Bogotá D.C	2	Caterpillar	2012	416e
Pavimentadora	Bogotá D.C	1	Caterpillar	2015	AP355F
Fresadora	Bogotá D.C	1	Caterpillar	2015	PM102
Vibro compactador Doble rodillo	Bogotá D.C	1	Caterpillar	2015	CB534D
Compactador sobre llantas	Bogotá D.C	1	Caterpillar	2015	PS150C
Minicargador	Bogotá D.C	1	New Holland	2016	L218

Fuente: Autor del proyecto

6.2 *Historicos*

Sin una debida programación de mantenimiento, JMS Ingenieria SAS suministra los repuestos de las máquinas una vez que estas fallan, esto es lo que más dificulta la elaboración de las hojas de vida por no tenerse un registro de mantenimientos y repuestos instalados a cada equipo.

Para la elaboración de las hojas de vida, es necesario investigar con el encargado de mantenimiento y buscar los documentos de compra de repuestos que se han instalado en la maquinaria.

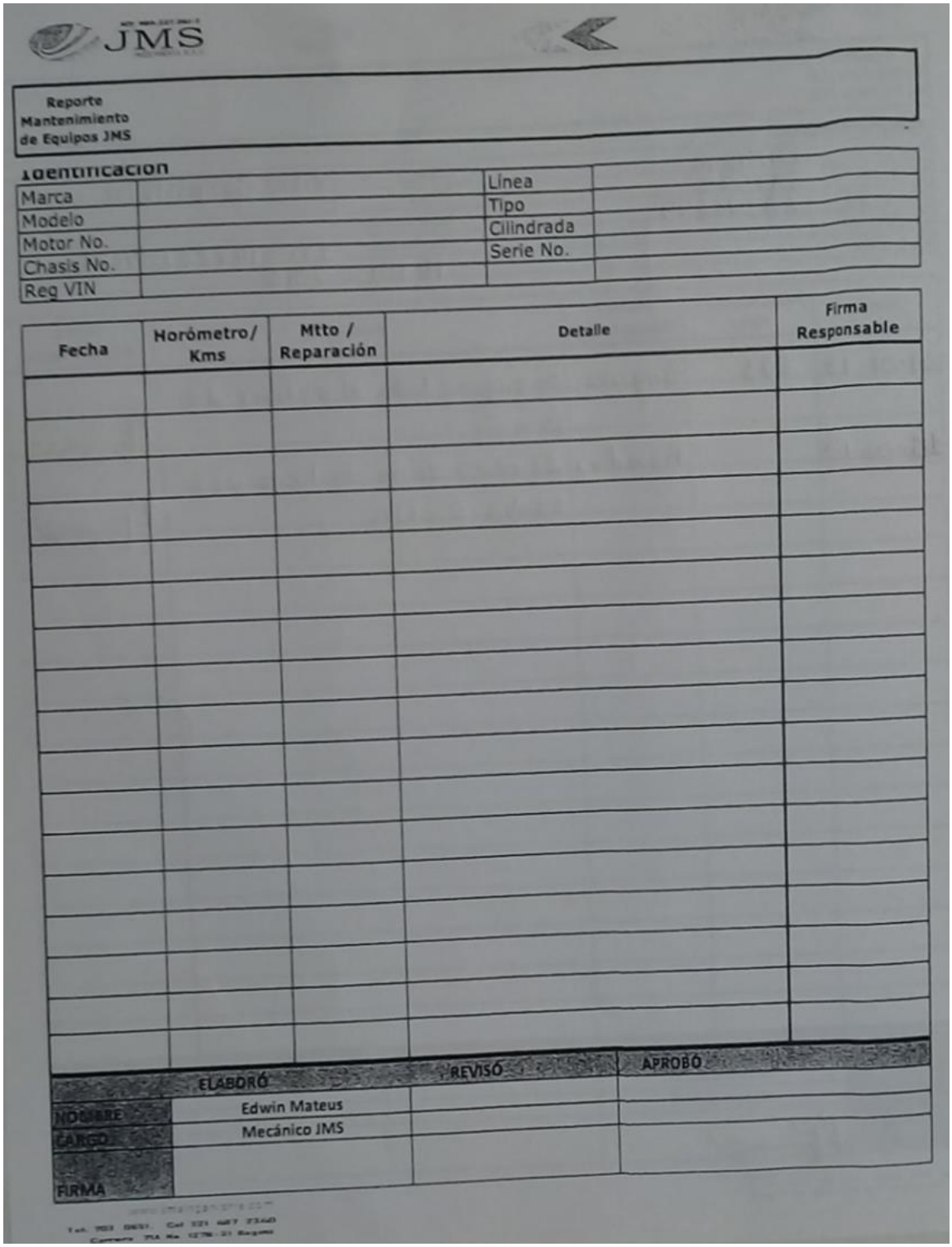
Informacion se cuenta con un formato el cual tiene solo seguimiento el mecanico de la empresa, los repuestos de mantenimiento se solicitan solo cuando el operador informa al mecanico de turno sobre la aproximacion de mantenimiento sin seguir lo establecido por el fabricante.

El pedido de repuestos se realiza con una empresa dedicada a la venta de lubricantes y filtros los cuales no son de la marca original de la maquina sino referencias homologadas de los mismos, este pedido se realiza con el requerimiento realizado por el operador al mecanico por medio escrito.

Los documentos de seguimiento de repuestos no se tienen presentes en archivo ni en fisico lo cual dificulta la recoleccion de datos generando perdida de informacion sobre mantenimieno de equipos pues no se lleva una trazabilidad ni de mantenimientos preventivos, correctivos, predictivos o fallas.al igual el area de maquinaria no sigue el manual de mantenimiento suministrado por el fabricante de la maquina en donde se muestra las tareas a seguir segun horometro y tiempo de trabajo.

A continuacion se monstraran los documentos con los que se lleva el seguimiento de equipos:

- Formato de reporte de mantenimiento en el cual se realiza un seguimiento por parte del mecanico y revision por parte del encargado de maquinaria.
  Este formato se encuentra en archivos con un antiguidad desde el año 2016 formato que aplica para toda la maquinaria que se encuentra en la empresa.



JMS

Reporte Mantenimiento de Equipos JMS

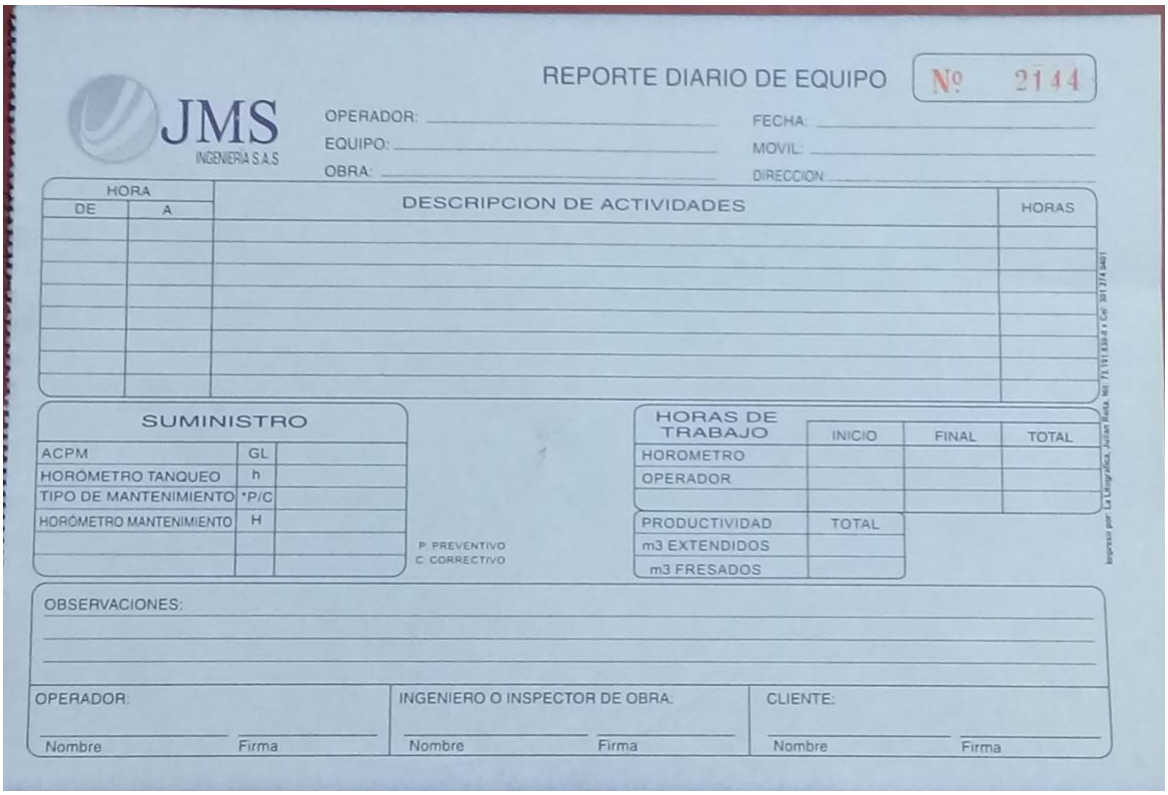
Identificación

Marca		Línea	
Modelo		Tipo	
Motor No.		Cilindrada	
Chasis No.		Serie No.	
Reg VIN			

Fecha	Horómetro/ Kms	Mtto / Reparación	Detalle	Firma Responsable

	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE	Edwin Mateus		
CARGO	Mecánico JMS		
FIRMA			

- Formato de reporte diario de equipo en el se plasma el trabajo realizado tanto del operaror como del equipo, se reporta daños de equipo, trabajos pendientes a realizar en la maquina, proximidad de mantenimientos, solicitud de repuestos por parte del operador, seguimiento de abastecimiento de combustible, etc.



JMS
INGENIERIA S.A.S

REPORTE DIARIO DE EQUIPO Nº 2144

OPERADOR: _____ FECHA: _____
EQUIPO: _____ MOVIL: _____
OBRA: _____ DIRECCION: _____

HORA DE	HORA A	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	HORAS

SUMINISTRO		
ACPM	GL	
HORÓMETRO TANQUEO	h	
TIPO DE MANTENIMIENTO	*P/C	
HORÓMETRO MANTENIMIENTO	H	

P: PREVENTIVO
C: CORRECTIVO

HORAS DE TRABAJO	INICIO	FINAL	TOTAL
HOROMETRO			
OPERADOR			

PRODUCTIVIDAD	TOTAL
m3 EXTENDIDOS	
m3 FRESADOS	

OBSERVACIONES: _____

OPERADOR:	INGENIERO O INSPECTOR DE OBRA:	CLIENTE:
Nombre _____ Firma _____	Nombre _____ Firma _____	Nombre _____ Firma _____

7.DIAGNOSTICO EQUIPOS JMS INGENIERIA SAS

7.1 *Maquinaria*

Se realizara el analisis en seis equipos piloto los cuales se han determinado como los mas criticos esta valoracion fue dada por el gerente general de la empresa puesto que son los equipos que se adquirieron recientemente en un periodo no mayor a tres años por eso se recaudo la informacion dada en los formatos encontrados con los cuales se creo la informacion de cada equipo como lo es las fichas tecnicas, analisis de produccion, consumos de combustible y por ultimo registros de mantenimiento para equipo.

7.2 *Repuestos*

La obtención de repuestos toma un tiempo superior a una semana debido a que sin una oportuna programación de mantenimiento no se pueden adquirir los repuestos necesarios para la reparación de las maquinas. Al igual no se tiene una identificacion plena del procedimiento de adquisicion de repuestos generandose en perdida de tiempo por falta de informacion consolidada de filtros de cada equipo, lubricantes dando como resultado perdida de produccion en obra o la no realizacion del mantenimiento preventivo correspondiente a cada periodo de mantenimiento.

Por todo lo anterior es necesario identificar los mantenimientos que se deben realizar y analizar los costos de estos en un tiempo prudente, en este caso se realizara el estudio del presupuesto identificando el costo de mantenimiento en un año para evitar contratiempos en lo que se refiere a la disponibilidad de los repuestos y así evitar que la maquina quede fuera de servicio. La situación actual lleva a la empresa a perder dinero debido al tiempo fuera de operación de la máquina, a continuación veremos a cuanto equivalen dichas pérdidas por día fuera de servicio de la misma incluyendo el salario del operador, con esto veremos qué tan importante y cuanto se gana aplicando un plan de mantenimiento preventivo para estos equipos.

7.3 *Fichas tecnicas maquinaria*

Documento en el que se resume el funcionamiento y características de los equipos de pavimentacion y movimiento de tierra este documento comienza con la descripcion y una imagen de la maquina luego sigue sus datos especificos.

Informacion basica de la maquinaria que se utiliza para el ingreso a un nuevo frente de trabajo tambien es muy util para conocer el tipo de camabaja y la capacidad de la misma al momento del transpote de equipos en esta ficha tambien se encuentra la identifiacion, peso, dimension y demas datos necesarios para agilizar el ingreso a obras propias o subcontratadas, esta ficha se encontrara en cada equipo y tendra pleno conocimiento por parte del operador y personal encargado de la maquinaria como lo son mecanicos, inspectores de obra y demas personal involucrado con la maquinaria.

7.3.1 *Fresadora de pavimento en frio PM102*

FRESADORA MARCA CATERPILLAR MODELO PM102

Fresadora de pavimento es una de las maquinaria del mantenimiento y construcción para carreteras de asfalto. Se dedica principalmente a la excavación y renovación del pavimento de concreto asfáltico de carreteras civiles, rurales, aeropuerto, patio de zona de carga, etc. Se caracteriza por la alta eficiencia, operación fácil, profundidad de fresar fácil de controlar, buen rendimiento y reciclaje y uso directo.



Modelo	PM-102
Motor No.	KHX35738
Serie No	CATPM102PZ2X00529
Cilindrada	168 - 225
Capacidad del tanque de combustible	400.0 L
Sistema de rociado de agua	1060.0 L
Ancho de corte	1000.0 mm
Profundidad máxima de corte	305.0 mm
Número de herramientas de corte	97
Longitud en orden de trabajo (con transportador arriba)	10.7 m
Ancho en orden de trabajo	2.0 m
Altura de operación máxima	3.4 m
Altura de operación mínima	2.38 m
Espacio libre máximo del camión	4.8 m
Longitud de embarque: máquina base	5.33 m
Altura máxima de embarque	3.1 m
Ancho de embarque	2.4 m
Longitud de embarque: con transportador plegado	8.5 m
Radio de giro interior	2.1 m
Velocidad máxima de desplazamiento	6.4 km/h
Velocidad de operación	27.0 m/min
Modelo del motor	C7 con tecnología ACERT
Potencia bruta	168.0 kW
Peso en orden de trabajo con tanque de agua lleno	17100.0 kg
Peso de embarque con tanque de agua vacío	16400.0 kg
Velocidad del transportador de recolección	252.0 m/min
Ancho del transportador de recolección	550.0 mm
Longitud del transportador de descarga	6.3 m
Ancho del transportador de descarga	600.0 mm
Velocidad máxima del transportador de descarga	252.0 m/min
Oscilación del transportador de descarga (desde el centro)	41.0 Grados

Fuente:autor del proyecto

7.3.2 *Pavimentadora modelo AP355F marca CAT*

PAVIMENTADORA MARCA CAT MODELO AP355F	
máquina pavimentadora asfáltica o una pavimentadora de asfalto es unamáquina que distribuye y le da forma al asfalto, la combinación de agregado y unagente aglutinante que se utiliza en la pavimentación de caminos. El asfalto es puestoen un área determinada como una carretera o un estacionamiento por las pavimentadoras de asfalto, que también terminan la tarea de compactarlo.	
Modelo	AP355F
1 - Longitud de trabajo con regla	5047 mm
2 - Anchura de trabajo	3180 mm
3 - Altura de trabajo	3415 mm
4 - Altura de plataforma de trabajo	1313 mm
5 - Longitud de transporte	4904 mm
6 - Anchura de transporte con compuertas laterales	1886 mm
7 - Altura de transporte: techo retraído	2645 mm
8 - Altura de entrada en dumper	547 mm
9 - Anchura de entrada en dumper	3150 mm
10 - Longitud de tolva con rodillo de empuje	1993 mm
11 – Longitud de contacto con el suelo	2055 mm
Anchura de pavimentación estándar	1.75 – 3.42 mts
Anchura de pavimentación máxima	4.0 mts
Accesorio de reducción	700 mm
Ajuste de la corona de la regla	+4.5% a -2.5%
Capacidad de la tolva con túneles	3.8 m3
Depósito de combustible	110 L
Aceite del motor	13.2 L
Sistema de refrigeración	9 L
Deposito hidráulico	80 L
Depósito de lavado	28
Motor	Cat C3.3B
Potencia	55Kw – 74.8 Hp
Numero de cilindros	4
Régimen del motor	2200 - 1000 rpm/min
Modo Eco	1900 rpm/min
Pavimentación	64 m/min
Pavimentación: con regla con barra de apisonado	25 m/min
Desplazamiento	11 Km / h
Radio exterior de giro	1.65 mts
Modo de maniobra	500

Fuente: autor del proyecto

7.3.3 *Vibro compactador doble rodillo marca CAT modelo CB534D.*

VIBROCOMPACTADOR DOBLE RODILLO CB534D	
Las aplanadoras se utilizan en construcción para compactar materiales. Son imprescindibles durante la construcción de carreteras, tanto en la sub-base como en las mezclas asfálticas, siendo utilizadas también para alisar superficies u otro tipo de tareas en obras diversas. Para la compactación de materiales cohesivos tales como arcilla se utilizan apisonadoras con elementos salientes en la superficie del cilindro, siendo usual denominarlas "pata de cabra".	
Modelo	CB-534D
Motor No.	CST02964
Serie No.	CATCB534PC8M00647
POT (HP)	130
Capacidad del tanque de combustible	219.0 L
Capacidad del tanque de agua (atomizador)	1100.0 L
Longitud total	4940.0 mm
Distancia entre ejes	3640.0 mm
Altura hasta el volante de dirección	2320.0 mm
Ancho total	1880.0 mm
Diámetro del tambor	1300.0 mm
Ancho del tambor	1700.0 mm
Altura máxima de la máquina	3050.0 mm
Ancho de compactación estándar	1700.0 mm
Espacio libre vertical	870.0 mm
Radio de giro dentro del borde del tambor	4150.0 mm
Espacio libre sobre el suelo	306.0 mm
Carga lineal estática	30.7 kg/cm
Velocidad de desplazamiento: máxima	13.0 km/h
Potencia bruta	97.0 kW
Modelo del motor	3054C
Peso en orden de trabajo	10450.0 kg
Fuerza centrífuga por tambor: máxima	112.6 kN
Fuerza centrífuga por tambor: mínima	35.0 kN
Frecuencia	63,3/42 Hz (3.800/2.520 vpm)
Amplitud nominal: alta	1.05 mm
Amplitud nominal: baja	0.33 mm

Fuente: Autor del proyecto

7.3.4 *Compactador sobre llantas marca CAT modelo PS150C*

COMPACTADOR DE LLANTAS MARCA CAT MODELO PS150	
Esta máquina es un compactador vibratorio autopropulsado, consta de neumáticos de goma que se utilizan para la compactación en materiales tales como rocas desmenuzadas, tierra, asfaltó o grava por medio del rodamiento (desplazamiento de la maquina sobre el terreno). .	
Modelo	PS-150C
Motor No.	G4D41216
Serie No.	CATPS150TFPS01353
Serie Cabina	T9765R00453
POT (HP)	100
Capacidad del tanque de combustible	173.0 L
Capacidad del tanque de agua (atomizador)	394.0 L
Longitud total	4290.0 mm
Ancho total	1740.0 mm
Altura hasta el volante de dirección	2320.0 mm
Altura máxima de la máquina	3000.0 mm
Ancho de compactación	1740.0 mm
Espacio libre sobre el suelo	267.0 mm
Cantidad de ruedas	9
Velocidad de desplazamiento: máxima	25.6 km/h
Radio de giro: interior	4.65 m
Potencia bruta	75.0 kW
Modelo del motor	3054C
Neumáticos	6 telas 8,50/90 x 15
Peso en orden de trabajo: lastre máximo	12940.0 kg
Peso promedio por rueda: lastre máximo	1440.0 kg
Peso promedio por rueda: sin lastre	545.0 kg
Peso en orden de trabajo: sin lastre	4885.0kg

Fuente: Autor del proyecto

7.3.5 *Excavadora marca VOLVO modelo EC140BL*

EXCAVADORA EC140BL PRIME

La máquina cuenta con un Motor VOLVO diésel turboalimentado, con inyección directa. Sistema avanzado de selección “Contronics” y sistema controlado electrónicamente. Dos bombas de pistón axial de desplazamiento variable. La modalidad “Automatic Sensing Work Mode”controla los movimientos independientes y simultáneos del equipo de excavación.



Modelo	EC140B
Motor No.	Volvo D4DECE2
Seie No.	VCEC140BC00016733
POT (HP)	92
Serie motor.	11238791
Ancho de la maquina (A)	2450 mm
Ancho total (B)	2590 mm
Altura piso a cabina (C)	2770mm
Radio de giro (D)	2200 mm
Altura piso a capo de motor (E)	2,080 mm
Altura piso - contrapesa (F)	900 mm
Ancho rueda tensora - motor hidráulico (G)	3000 mm
Ancho de pista (H)	3740 mm
Ancho de vía (I)	1990 mm
Ancho de zapata (J)	600 mm
Altura piso - estructura (K)	430 mm
Longitud total (L)	7700 mm
Longitud total (L")	7680 mm
Altura total de la pluma (M)	2710 mm
Altura total de la pluma (M")	2720 mm
Capacidad del tanque de combustible	260 L
Capacidad del sistema hidráulico total	205 L
Capacidad tanque hidráulico	100 L
Capacidad aceite de motor	16 L
Capacidad refrigerante de motor	21 L
Capacidad de motor de giro	4 L
Capacidad de motores de traslación	2x4 L

Fuente: Autor del proyecto

7.3.6 *Minicargador marca NEW HOLLAND modelo L218*

MINICARGADOR NEW HOLLAND MODELO L218	
Esta máquina se utiliza principalmente en obras con una superficie de trabajo reducida donde no es rentable o viable utilizar máquinas de mayor tamaño o capacidad, por lo cual es común verlas en ciudades. Su función principal es la carga, transporte y descarga de volúmenes reducidos de material.	
Identificación	MINCARGADOR
Marca	NEW HOLLAND
Modelo	L218
Motor No.	JAF0L21L8HGM414588
Chasis No.	NGM414588
POT (HP)	57 hp
A- Con cuchara para metales mm	3.820
G - Angulo de volteo grados	52
H - Altura de volteo con cuchara de bajo perfil mm	2.377
J - Alcance de volteo mm	783
M - Distancia entre ejes mm	1.128
P - Luz libre inferior mm	178
Q - Angulo de salida grados	23
V - Distancia entre ejes mm	1.371 con neumáticos de 10 x 16.5"
W - Anchura total mm	1.678
Marca y modelo	ISM / N844LT
Tipo	Diesel 4 tiempos, Turbo, I.D.J.
Potencia neta (SAE J1349)	57 hp
Torque máximo	171 Nm
Motor de arranque	2,2 kW
Alternador	95 A
Batería	12 V
Relación bomba/motor	1:01
Cilindrada	35 cm^3
Caudal	102 l/min
Cilindrada máxima	325 cm^3
Velocidad a rotación nominal del motor	1.974 mm
Torque a caudal máximo y presión de alivio	1.784 Nm
Tipo	Engranajes
Cilindrada estándar	24,9 cm^3
Caudal de la bomba	59 l/min
Tipo	3 carreteles / Centro abierto / En serie
Presión de alivió	3000 psi

Fuente: Autor del proyecto

7.4 *Producción, Disponibilidad y Productividad en Equipos*

La producción usualmente se expresa en términos de metros cúbicos por hora o toneladas por hora, pero cuatro son los factores que la afectan, que son la Eficiencia Horaria, el Factor de Cambio de volumen de los materiales, la Capacidad Colmada de la máquina y el Tiempo de Ciclos de la máquina.

Pocas máquinas trabajan 60 minutos completos por hora en producción máxima del 100 % todos los días. Esto se debe a las demoras inevitables de tiempo en el trabajo, como ajuste de las máquinas, lubricación y paradas del operador, estas pérdidas normales de tiempo y las variaciones de la carga, se aplica un elemento de Eficiencia Horaria en minutos por hora en los cálculos de la producción de la máquina.

La Disponibilidad es un indicador muy popular interpretado como el porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de la máquina, calculado sobre la base de un periodo largo. Otra interpretación la define como la probabilidad para que en un instante cualquiera, la máquina (reparable) este en funcionamiento. Se considera que la Disponibilidad Mecánica debe ser mayor al 90 %.

La Disponibilidad Total, que es el índice que evalúa el porcentaje de utilización real del equipo, es el producto de la Disponibilidad Mecánica por la utilización neta que evalúa la eficiencia con que se utilizan los equipos.

La Productividad de las máquinas esta en función de la Producción y la Disponibilidad de las mismas.

Según el TPM, la Productividad Efectiva Total de los equipos considera la utilización planificada de los equipos y la Efectividad Global de la máquina que excluye las paradas planificadas.

La Efectividad Neta, refleja claramente la calidad y la real efectividad del equipo mientras esta funcionando. Excluye no solo el tiempo muerto planificado, sino también el tiempo muerto necesario para reparaciones y ajustes.

Para los equipos de pavimentacion y movimiento de tierra pertenecientes a la compañia se realizo el analisis de reportes diarios que obra entrega al departamento de maquinaria en los cuales se especifica horas efectivas de la maquinaria por horometro y cantidad de metros cubicos basados en la topografia o cantidad de volquetas, de estos reportes se obtuvo la siguiente informacion:

- Horas diarias efectivas de trabajo por horometro del equipo.
- Metros cubicos trabajados en el dia.
- Galones de combustible que se tanquearon por dia de trabajo.

Con esta informacion se creo un cuadro comparativo en donde se analizo lo siguiente:

- **Horas trabajadas en el mes**= Horometro final del mes – horometro inicial del mes.
- **M^3 por mes =** Sumatoria de m3 diarios en periodo de un mes.
- **M3 por Hora =** (M3 por Mes / Horas de trabajo por mes)
- **Galones de ACPM por mes =** Sumatoria de galones diarios en periodo de un mes.
- **(Galones de ACPM/Hora)** = Galones de acpm por mes / Horas trabajadas en el mes.

Para los dos equipos relacionados a continuacion la productividad puede ser medida por metros cubicos hora o horas efectivas de trabajo estos datos mostrados a continuacion corresponden a los dos ultimos meses del año 2017 y los tres primeros del año 2018.

Tabla 2.= Productividad 1

PRODUCTIVIDAD 1							
Equipo	**Mes**	**Horometro**	**Horas Trabajadas en el mes**	**M3 por Mes**	**m3 por Hora**	**Galones de ACPM por Mes**	**Galones de ACPM por hora**
Fresadora	Octubre	1563					
	Noviembre	1646	83	855,64	10,31	402	4,84
	Diciembre	1690	44	540,73	12,29	205	4,66
	Enero	1729	166	306,8	1,85	150	0,9
	Febrero	1766	120	339,62	2,83	173	1,44
	Marzo	1804	114	434,81	3,81	103	0,9
Pavimentadora	Octubre	763					
	Noviembre	949	186	379	2,04	221,03	1,19
	Diciembre	1094	145	2102,64	14,5	208	1,43
	Enero	1212	118	1830,07	15,51	194	1,64
	Febrero	1286	74	912,9	12,34	126	1,7
	Marzo	1389	103	1362	13,22	124,5	1,21

Fuente: Autor del proyecto

Equipos para los que la productividad es medida por horas efectivas de trabajo en un periodo comprendido entre los dos ultimos meses del año 2017 y los tres primeros del año 2018.

Tabla 3 = Productividad 2

PRODUCTIVIDAD 2					
Equipo	**Mes**	**Horometro**	**Horas Trabajadas**	**Galones de ACPM / Mes**	**Galones de ACPM / Hora**
Vibrocompactador doblerodillo	Octubre	1739			
	Noviembre	1796	57	114	2
	Diciembre	1853	57	104	1,82
	Enero	1892	39	88	2,26
	Febrero	1986	94	168	1,79
	Marzo	2053	67	92	1,37
Compactador sobrellantas	Octubre	2294			
	Noviembre	2353	59	85	1,44
	Diciembre	2402	49	65	1,33
	Enero	2435	33	41	1,24
	Febreo	2493	58	82	1,41
	Marzo	2563	70	98	1,4
Excavadora Volvo	Octubre	3970			
	Noviembre	4089	119	273	2,29
	Diciembre	4206	117	240	2,05
	Enero	4268	62	160	2,58
	Febrero	4343	75	155	2,07
	Marzo	4351	8	0	0
Minicargador New Holland	Octubre	1479			
	Noviembre	1583	104	83,25	0,8
	Diciembre	1701	118	136,5	1,16
	Enero	1809	108	111	1,03
	Febrero	1910	101	117	1,16
	Marzo	1976	66	40,6	0,62

Fuente: Autor del proyecto

7.5 *Mantenimiento y fallas*

Se realiza analisis de reporte de mantenimiento equipos JMS Ingenieria SAS el cual es responsabilidad unica de los tecnicos, mecanicos, electricistas y especialistas que intervienen la maquinaria. En el reporte aparece un item llamado detalle en donde se escribe la tarea realizada de mantenimiento al equipo, basados en las actividades que aparecen en el plan de mantenimiento que aparece en el capitulo 9, al igual se lleva un registro del horometro, fecha y responsable de la tarea de mantenimiento, tambien aparece un item de calificacion por parte del tecnico si es mantenimiento o falla luego el reporte es aprobado por el departamento de mantenimiento y finalmente archivado como

hoja de vida de la maquinaria se cuenta con este archivo desde el año 2017 hasta marzo del 2018 tiempo.

Con base en los archivos de reportes de mantenimiento se asigno una categoria de mantenimiento o falla basado en la experiencia y conocimiento adquiridos esta categoria se le dio al item que aparece como detalle, las categorias son:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Falla.

Luego de categorizar cada tarea se realizo una encuesta al personal tecnico y operativo en donde se indago sobre la cantidad de tiempo (mano de obra) que demora la realizacion de cada actividad, tambien se hizo visitas a campo en donde se verifico que el plan de mantenimiento se cumpliera a cavalidad y a la vez se tomaron muestras de tiempo para diferentes actividades.

Tambien se establecio un tiempo de perdida en obra maquinas fuera de servicio por concepto de fallas y mantenimientos correctivos en este tiempo se incluyo la identificacion de la falla, compra de repuestos, mano de obra y puesta en marcha, a continuacion se muestran los resultados:

- **Horometro =** horas del equipo al momento de realizar la tarea de mantenimiento.
- **Mantenimiento preventivo =** Esta destinado a la conservacion de la maquina con actividades programadas.
- **Mantenimiento correctivo =** su objetivo es dar solucion a fallas y no tiene programacion o sea que es repentino.
- **Mantenimiento predictivo =** tiene como mision cambiar piezas antes de que falle la maquina.
- **Falla =** Evento no esperado que dejafuera de servicio el equipo.
- **Mano de obra =** medicion de tiempo por cada tarea de mantwenimiento (basados en encuestas y visitas a campo)
- **Equipo fuera de servicio =** Cantidad de horas inoperativo por el mantenimiento o falla.

Tabla 4 = Historial de mantenimiento

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO										
MAQUINA	HOROMETRO	FECHA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FALLA	MANO DE OBRA EN HORAS	EQUIPO FUERA DE SERVICIO EN OBRA (SI/NO) HORAS	NOTAS	MESES
FRESADORA PM102	1760	01/11/2017	N/A	N/A	Se realiza: cambio de mangueras de la dirección, ajuste de la banda transportadora y tornillería	N/A	3	NO	N/A	NOVIEMBRE 2017
	1776	27/11/2017	N/A	N/A	Cambio de las guayas compuerta del rotor	N/A	4	NO	N/A	
	1796	20/12/2017	Engrase general	N/A	N/A	N/A	2	NO	N/A	DICIEMBRE 2017
	1856	23/01/2018	Cambio de aceite de motor - filtros: aceite, combustible, aire	N/A	N/A	N/A	3	NO	Próximo mtto a los 2106 Se realizó 5 horas antes	ENERO 2018
	1864	24/01/2018	N/A	Revisión y limpieza de relés y electroválvulas del banco valvular	N/A	Banda transportadora se paró la que descarga el material a la volqueta	2	16	N/A	
	1896	01/02/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	2	NO	N/A	FEBRERO 2018
	1898	10/02/2018	N/A	Arreglo moto ventilador y prueba en banco hidráulico se mota y queda operativa	N/A	Alta temperatura de refrigerante, moto ventilador hidráulico averiado	3	24	N/A	
	1913	17/02/2018	N/A	N/A	Se desmonta silla operador y se manda a tapizar	N/A	2	NO	N/A	
	1938	09/03/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	2	NO	N/A	MARZO 2018

	2040	20/03/32018	N/A	Cambio de guaya	N/A	Guaya compuerta guía del rotor averiada (derecha)	2	2	N/A	
	2040	20/03/32018	N/A	Cambio de guaya	N/A	Guaya compuerta guía del rotor averiada (izquierda)	2	2	N/A	
PAVIMENTADORA AP355F	1259	17/11/2017	Engrase general	N/A	N/A	N/A	2	NO	N/A	NOVIEMBRE 2017
	1270	21/11/2017	N/A	N/A	Se corrige fuga de aceite hidráulico del banco valvular extensión izquierda	N/A	3	NO	N/A	
	1293	01/12/2017	Cambio de aceite de motor - filtros: aceite, combustible, aire	N/A	N/A	N/A	3	NO	Próximo mtto a las 1543 se realizó 98 horas después	DICIEMBRE 2017
	1400	11/01/2018	N/A	N/A	Cambio de sinfines o caracoles del tornillo extrusor	N/A	5	NO	N/A	ENERO 2018
	1412	15/01/2018	N/A	Cambio del regulador de voltaje	N/A	La plancha dejo de calentar daño en el regulador de voltaje del generador de corriente AC	3	16	N/A	
	1443	13/02/2018	N/A	Cambio control mando del tornillero de la maquina	N/A	Extensión izquierda no se desplaza lateralmente daño del mando eléctrico del tornillero	2	NO	N/A	FEBRERO 2018
	1452	13/02/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	2	NO	N/A	
	1453	13/02/2018	N/A	Se realiza soldadura del eje	N/A	Se partió el eje extrusor de la extensión derecha	3	5	N/A	
	1455	15/02/2018	N/A	Se alinea y monta	N/A	Enfocador de mezcla asfáltica lado derecho se torció	2	2	N/A	

	1521	02/03/2018	N/A	Se realiza soldadura del eje	N/A	Se partió el eje extrusor de la extensión derecha	3	3	N/A	MARZO AÑO 2018
	1536	08/03/2018	N/A	N/A	Se montan guardas de los motores hidráulicos que acoplan a las extensiones	N/A	2	NO	N/A	
VIBROCOMPACTADOR DOBLERODILLO	1963	17/11/2017	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1	NO	N/A	NOVIEMBRE 2017
	1972	21/11/2017	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1	NO	N/A	
	2081	11/01/2018	N/A	Cambio de bombillos y fusible	N/A	Luces delanteras no prenden	1	NO	N/A	ENERO 2018
	2113	05/02/2018	Cambio de aceite de motor - filtros: aceite, combustible, aire, hidráulico	N/A	N/A	N/A	3	NO	Próximo mtto 2363 se realizó 1 hora después	FEBRERO 2018
	2120	13/02/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1	NO	N/A	
	2180	02/03/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1	NO	N/A	MARZO 2018
	2209	27/03/2018	Cambio de refrigerante	N/A	N/A	N/A	1	NO	N/A	
COMPACTADOR SOBRE LLANTAS	1865	17/11/2017	Engrase general	N/A	N/A	NO APLICA	1	NO	N/A	NOVIEMBRE 2017
	2538	21/11/2017	Engrase general	N/A	N/A	NO APLICA	1	NO	N/A	
	2569	28/12/2017	Cambio filtro de combustible	N/A	N/A	NO APLICA	1	NO	N/A	DICIEMBRE 2017
	2631	05/02/2018	Cambio de aceite de motor - filtros: aceite, combustible, aire, hidráulico y se engraso	N/A	N/A	NO APLICA	3 1/2	NO	Próximo mtto 2881 se realizó 27 horas antes	FEBRERO 2018
	2638	13/02/2018	Engrase general	N/A	N/A	NO APLICA	1	NO	N/A	

	2730	08/03/2018	N/A	Se manda hacer el ring y se compra la llanta	N/A	Se daña ring y llanta del tren de tracción llanta interna lado.	2	24	N/A	MARZO 2018
EXCAVADORA VOLVO EL140BL	4320	16/11/2017	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1 1/2	NO		NOVIEMBRE 2017
	4343	30/11/2017	Cambio de aceite de motor - filtros: aceite	N/A	N/A	N/A	3	NO	Próximo mtto 4573	
	4349	22/12/2017	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1 1/2	NO		DICIEMBRE 2017
	4436	18/01/2018	N/A	N/A	Cambio de la H - leva del balde	N/A	2	NO		ENERO 2018
	4526	16/02/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1 1/2	NO		FEBRERO 2018
	4538	20/02/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1 1/2	NO		
	4548	24/02/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1 1/2	NO		
	4556	27/02/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1 1/2	NO		
	4572	02/03/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1 1/2	NO		MARZO 2018
	4576	05/03/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1 1/2	NO		
	4594	09/03/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1 1/2	NO		
	4617	14/03/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1 1/2	NO		
	4624	15/03/2018	Cambio de aceite de motor - filtros: aceite	N/A	N/A	N/A	3	NO	Próximo mtto 4874 se realizó 31 horas después	
	4657	22/03/2018	Cambio filtros de aire interno externo	N/A	N/A	N/A	1	NO		
DOR NEW	1814	01/11/2017	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1	NO	N/A	NOVIEMBRE 2017

	1883	16/11/2017	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1	NO	N/A	
	1927	30/11/2017	Cambio de aceite de motor - filtros: aceite, combustible, aire y se engraso	N/A	N/A	N/A	3	NO	Próximo mtto 2177 se realizó 24 horas antes	
	1963	26/12/2017	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1	NO	N/A	DICIEMBRE 2017
	2077	22/01/2018	Cambio filtro de aire	N/A	N/A	N/A	1	NO	N/A	ENERO 2018
	2209	16/02/2018	Engrase general	N/A	N/A	N/A	1	NO	N/A	FEBRERO AÑO 2018
	2212	18/02/2018	N/A	Limpieza del harness y conectores de los sensores de presión de aceite hidráulico	N/A	Presenta código de falla y no enciende - daño falla eléctrica de sensor de presión de aceite hidráulico	3	8		
	2332	15/03/2018	Cambio de aceite de motor - filtros: aceite, combustible, aire y se engraso	N/A	N/A	N/A	3	NO	Próximo mtto 2582 se realizó 155 horas después	MARZO AÑO 2018
	2370	22/03/2018	Cambio de aceite hidráulico y filtro	N/A	N/A	N/A	4	NO		

Fuente: Autor del proyecto

8. ANALISIS DE DIAGNOSTICO EQUIPOS JMS

Basados en el diagnostico se tomara en cuenta los datos encontrados y se realizara un analisis de:

- 8.1 Productividad de maquinaria
- 8.2 Analisis de mantenimiento.

8.1 *Productividad*

Con los resultados obtenidos en la tabla nomabrada productividad 1 en donde se analizo la fresadora y pavimentadora se logro obtener promedios de trabajo en un periodo comprendido en seis meses este periodo de analisis se tomo luego de presentarle al gerente los posibles periodos de analisis los cuales fueron mensual, bimestral, trimestral o semestral se tomo la decisión que fuera semestral por las altas y bajas de trabajo y variaciones de obra al igual se tomo en cuenta los pagos que se deben realizar por la compra de estos equipos los cuales se deben cancelar cada seis meses.

8.1.1 *Promedios por un periodo comprendido de 6 meses =*

- **Metros cubicos =** (Sumatoria de metros cúbicos por mes / Numero de meses)
- **Horas laboradas =** (Sumatoria de horas por mes / Numero de meses)
- **Cosumo de combustible =** (Sumatoria de combustible suministrado por mes / Numero de meses)

8.1.2 *Promedio de trabajo por hora en un periodo de 6 meses =*

- **Metros cubicos =** (Sumatoria de M3 hora / Numero de meses)

- **Consumo de combustible =** (Sumatoria de Galones hora / Numero de meses)

- **Horas de trabajo diario=** (Horas laborales mes/20dias)

Nota: se toman 20 dias laborales mensuales porque trabajamos de lunes a viernes.

Datos obtenidos en la tabla de *productividad 1* correspondientes a los ultimo 3 meses del año 2017 y los tres primeros del año 2018.

Tabla 5 = Promedio de productividad 1

PROMEDIO DE PRODUCTIVIDAD 1			
Equipos		**Fresadora PM102**	**Pavimentadora AP355F**
Promedios de trabajo en periodo de 6 meses	Metros cúbicos hora	6.3 (m3/hr).	11.6 (m3/hr).
	Consumo de combustible hora	2.6 galones por hora.	1.5 galones por hora.
	Horas de trabajo diario	5,3 horas diarias	6.3 horas diarias
	Horas laboradas mes	106 horas.	126 horas.
	Metros cúbicos mes	496 m3.	1318 m3.
	Consumo de combustible mes	206 galones.	175 galones.

Fuente: Autor del proyecto

Analisis de resultados productividad se verifico con el departamento de produccion de la empresa y se noto que habia un bajo promedio de trabajo, se buscaron las posibles causas de este resultado realizando encuestas, al operador e inspectores de obra dando como resultado lo siguiente:

Tabla 6 = Analisis 1

ANALISIS 1	
Fresadora PM102	**Pavimentadora AP355F**
Baja disponibilidad de volquetas en el sitio de trabajo impidiendo el cargue rapido del material cortado por el equipo.	Baja disponibilidad de volquetas en el sitio de trabajo impidiendo el abastecimiento hacia la tolva de la mezcla asfaltica.
No se tiene disponible el combustible en sitio impidiendo el funcionamiento normal de la maquina.	la mezcla asfaltica llega con muy baja temperatura en las volquetas que vienen de la planta de asfalto teniendose que recalentar con las planchas de la paviemntadora aumentando el consumo de combustible y tiempo perdido en obra hasta obtener la temperatura de aplicación.
No se tiene el carro tanque de abastecimiento de agua necesario para realizar la lubricacion y regulacion de temperatura al momento de realizar el corte de pavimento.	No se tiene disponible el combustible en sitio impidiendo el funcionamiento normal de la maquina.

Falta de programacion al momento de realizar los mantenimientos	Falta de herramienta adecuada y capacitacion al personal de mantenimiento en la instalacion de extensiones (accesorios) según se requiera para el ancho de la via, generando perdida de tiempo y agilidad en obra.
No se cuenta con una camabaja adecuada para el desplazamiento de la maquina entre obras dificultando el inicio a tiempo del trabajo del equipo.	Falta de programacion al momento de realizar los mantenimientos
Baja rotacion de trabajo.	No se cuenta con una camabaja adecuada para el desplazamiento de la maquina entre obras dificultando el inicio a tiempo del trabajo del equipo.

Fuente : autor del proyecto

Datos obtenidos en la tabla de *productividad 2* correspondientes a los ultimo 3 meses del año 2017 y los tres primeros del año 2018 para equipos que la productividad es medida por horas efectivas de trabajo .

8.1.3 *Promedios por un periodo comprendido de 6 meses =*

- **Horas laboradas =** (Sumatoria de horas por mes / Numero de meses)
- **Cosumo de combustible =** (Sumatoria de combustible suministrado por mes / Numero de meses)

8.1.4 *Promedio de trabajo por hora en un periodo de 6 meses =*

- **Consumo de combustible =** (Sumatoria de Galones hora / Numero de meses)

- **Horas de trabajo diario=** (Horas laborales mes/20dias)

Nota: se toman 20 dias laborales mensuales porque trabajamos de lunes a viernes.

Tabla 7 = Promedio de productividad 2

PROMEDIO DE PRODUCTIVIDAD 2					
Equipos		**Vibrocompactador doble rodillo**	**Compactador sobre llantas**	**Excavadora**	**Minicargador**
Promedios de trabajo en periodo de 6 meses	Consumo de combustible hora	1.9 galones por hora.	1.4 galones por hora.	2.3 galones por hora.	1 galones por hora
	Horas de trabajo diario	3,15 horas diarias	2.7 horas diarias	3,85 horas diarias	5 horas diarias

	Horas laboradas mes	63 horas.	54 horas	77 horas.	100 Horas
	Cosumo de combustible mes	113 galones	75 galones	207 galones	98 galones

Fuente: Autor del proyecto

Analisis de resultados productividad se verifico con el departamento de produccion de la empresa y se noto que habia un bajo promedio de trabajo, se buscaron las posibles causas de este resultado realizando encuestas, al operador e inspectores de obra dando como resultado lo siguiente:

Tabla 8 = Analisis 2

ANALISIS 2			
Vibrocompactador doble rodillo	**Compactador sobre llantas**	**Excavadora**	**Minicargador**
No se tiene disponible el combustible en sitio impidiendo el funcionamiento normal de la maquina.	No se tiene disponible el combustible en sitio impidiendo el funcionamiento normal de la maquina.	No se tiene disponible el combustible en sitio impidiendo el funcionamiento normal de la maquina.	No se tiene disponible el combustible en sitio impidiendo el funcionamiento normal de la maquina.
Falta de programacion al momento de realizar los mantenimientos	Falta de programacion al momento de realizar los mantenimientos	Falta de programacion al momento de realizar los mantenimientos	Falta de programacion al momento de realizar los mantenimientos
No se cuenta con una camabaja adecuada para el desplazamiento de la maquina entre obras dificultando el inicio a tiempo del trabajo del equipo.	No se cuenta con una camabaja adecuada para el desplazamiento de la maquina entre obras dificultando el inicio a tiempo del trabajo del equipo.	No se cuenta con una camabaja adecuada para el desplazamiento de la maquina entre obras dificultando el inicio a tiempo del trabajo del equipo.	No se cuenta con una camabaja adecuada para el desplazamiento de la maquina entre obras dificultando el inicio a tiempo del trabajo del equipo.
Baja rotacion de trabajo	Baja rotacion de trabajo	Baja rotacion de trabajo	Baja rotacion de trabajo

Fuente: Autor del proyecto

8.1.5 *Productividad de equipos*

Basado en los promedios de productividad se creo un centro de costos en donde se muestra la facturacion diaria de los equipos en el periodo de 6 meses este valor se obtiene de los siguientes items:

Valor por hora = (Alquiler interno de equipos Jms Ingenieria SAS)

Valor metro cubico= (Costo interno de metro cubico por maquina)

Metros cubicos= (Dato obtenido de tabla de promedio productividad 1)

Horas de trabajo maquinaria por dia= (Datos obtenidos de tabla de promedio productividad 1 y tabla de promedio productividad 2)

Total de metros cubicos diarios= (M3 hora x Horas de trabajo maquinaria por dia)

Tabla 9 = Tabla financiera

Maquina	Valor por hora	Valor metro cubico	Metros cubicos hora	Horas de trabajo maquinaria por dia	Total de metros cubicos diarios	Valor total
Fresadora	$192.000	$30.000	6,4	5,3	33,92	$1.017.600
Pavimentadora	$290.000	$25.000	11,6	6,3	73,08	$1.827.000
Vibrocompactador sobre rodillo	$50.000			3,5		$175.000
Compactador sobre llantas	$50.000			2,8		$140.000
Excavadora	$80.000			3,9		$312.000
Minicargador	$40.000			5		$200.000

Fuente: Autor del proyecto

8.2 MANTENIMIENTO

8.2.1 *Analisis de mantenimiento*

Con Los datos del historial de mantenimiento se Logro identificar cuantas horas se dedicaron a realizar cada tipo de mantenimiento visualizandose el tiempo real de mano de obra de tecnicos, mecanicos, electricistas basados en el diagnostico en el cual se realizaron encuestas y visitas a campo en donde se tomaron muestras de tiempo real de cada tarea de mantenimiento.

De la tabla de analisis de historial de mantenimiento se analizara cual equipo a tenido mayor cantidad de fallas en un periodo comprendido entre los 3 ultimos meses del año 2017 y los tres primeros del año 2018.

- **Tipos de mantenimiento =** clasificacion de los mantenimientos.
- **Tiempo en la labor =** sumatoria de las horas de mano de obra por cada mantenimiento.
- **Tiempo perdido =** horas perdidas en obra por equipo fuera de servicio.
- **Cantidad de tareas =** Sumatoria de tareas cor cada mantenimiento.

Tambien se llego a identificar que el tiempo de fallas y mantenimiento correctivo es el mismo para el tiempo perdido en obra por este motivo se tomara un solo valor sin ser sumados.

Tabla 10 = Analisis de historial de mantenimiento.

ANALISIS DE HISTORIAL DE MANTENIMIENTO				
Equipos	**Tipos de mantenimiento**	**Tiempo en la labor (mano de obra) total de los tipos de mantenimiento en horas**	**Tiempo perdido en obra por daño en horas**	**Cantidad de tareas realizadas por cada actividad de tipo de mantenimiento (cantidades)**
Fresadora pm102	Mtto preventivo	9	0	4
	Mtto correctivo	9	44	4
	Mtto predictivo	7	0	3
	Fallas	9	44	4
Pavimentadora	Mtto preventivo	7	0	3
	Mtto correctivo	13	42	5
	Mtto predictivo	10	0	3
	Fallas	13	42	5
vibrocompactador doble rodillo	Mtto preventivo	8	0	6
	Mtto correctivo	1	0	1
	Mtto predictivo	0	0	0

	Fallas	1	0	1
Compactador sobrellantas	Mtto preventivo	7 ½	0	5
	Mtto correctivo	2	24	1
	Mtto predictivo	0	0	0
	Fallas	2	24	1
Excavadora Volvo	Mtto preventivo	22	0	13
	Mtto correctivo	0	0	0
	Mtto predictivo	1	2	0
	Fallas	0	0	0
Minicargador New Holland	Mtto preventivo	15	0	8
	Mtto correctivo	3	8	1
	Mtto predictivo	0	0	0
	Fallas	3	8	1

Fuente: Autor del proyecto

Los equipos que presenta mayor tiempo perdido en obra son:

- Fresadora pm102 con un total de 44 horas.
- Pavimentadora AP355F un total de 42 horas.

8.2.2 *Fallas*

Del analisis del historial de mantenimiento se obtuvieron datos sobre la cantidad de tiempo medido en horas cuales fueron los equipos que presentaron mayor problemas esto quiere decir que luego de empezar la labor presentaron fallas que generaron que el equipo quedara fuera de servicio acontinuacion se relacionaran el mes, la falla y la cantidad de tiempo perdido por cada evento, esto se realizara para los tres equipos que presentaron mayores valores criticos:

Tabla 11 = Historial de fallas.

HISTORIAL DE FALLAS							
MAQUINA	HOROMETRO	FECHA	MANTENIMIENT CORRECTIVO	FALLA	MANO DE OBRA EN HORAS	EQUIPO FUERA DE SERVICIO EN OBRA (SI/NO) HORAS	MESES
FRESADORA PM102	1864	24/01/2018	Revisión y limpieza de relés y electroválvulas del banco valvular	Banda transportadora se paró la que descarga el material a la volqueta	2	16	ENERO
	1898	10/02/2018	Arreglo moto ventilador y prueba en banco hidráulico se mota y queda operativa	Alta temperatura de refrigerante, moto ventilador hidráulico averiado	3	24	FEBRERO
	2040	20/03/2018	Cambio de guaya	Guaya compuerta guía del rotor averiada (derecha)	2	2	MARZO
	2040	20/03/2018	Cambio de guaya	Guaya compuerta guía del rotor averiada (izquierda)	2	2	
	TOTAL DE HORAS				9	44	
PAVIMENTADORA AP355F	1412	15/01/2018	Cambio del regulador de voltaje	La plancha dejo de calentar daño en el regulador de voltaje del generador de corriente AC	3	16	ENERO
	1443	13/02/2018	Cambio control mando del tornillero de la maquina	Extensión izquierda no se desplaza lateralmente daño del mando eléctrico del tornillero	2	16	FEBRERO 2018
	1453	13/02/2018	Se realiza soldadura del eje	Se partió el eje extrusor de la extensión derecha	3	5	
	1455	15/02/2018	Se alinea y monta	Enfocador de mezcla asfáltica lado derecho se torció	2	2	
	1521	02/03/2018	Se realiza soldadura del eje	Se partió el eje extrusor de la extensión derecha	3	3	MARZO AÑO 2018
	TOTAL HORAS				13	42	

Fuente: Autor del proyecto

8.2.3 *Clasificacion de fallas*

Selección de fallas por maquina, según su magnitud, manifestacion y momento de aparicion, nos sirve para identificar cuales provocaron un daño en donde la maquina quedo fuera de servicio o sea es una funcion vital, tambien cuales solo llevaron a perder funciones pero no genero que quedara fuera de servicio.

Clasificacion muy importante para identificar y crear un plam de contingencia el cual nos sera muy util para atacar estas fallas si se vuelven a presentar y tener una mejor respuesta de parte del departamento de maquinaria.

Tabla 12 = Clasificacion de fallas

Clasificación de fallas											
Maquina	**Falla**	**Magnitud**		**Manifestación**				**Momento de aparición**			
		Parcial	**Total**	**Evidente**	**Progresivo**	**Súbito**	**Oculto**	**Infantil**	**Aleatorio**	**Desgaste**	**Envejecimiento**
FRESADORA	Banda transportadora se paró la que descarga el material a la volqueta		**X**			**x**			**x**		
	Alta temperatura de refrigerante, moto ventilador hidráulico averiado		**x**		**x**					**x**	**x**
	Guaya compuerta guía del rotor averiada (derecha)	**x**		**x**						**x**	**x**
	Guaya compuerta guía del rotor averiada (izquierda)	**x**		**x**						**x**	**x**
PAVIMENTADORA	La plancha dejo de calentar daño en el regulador de voltaje del generador de corriente AC	**x**				**x**			**x**		
	Extensión izquierda no se desplaza lateralmente daño del mando eléctrico del tornillero	**x**			**x**			**x**			
	Se partió el eje extrusor de la extensión derecha	**x**				**x**				**x**	**x**
	Enfocador de mezcla asfáltica lado derecho se torció	**x**		**x**						**x**	**x**
	Se partió el eje extrusor de la extensión derecha	**x**		**x**						**x**	**x**

Fuente : Autor del proyecto

9.RESULTADOS

Considerando que el primer objetivo del área de mantenimiento, es el de propiciar el logro de altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción.

Se realizo un analisis de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad para cada uno de los equipos que presentaron un mayor tiempo de inoperabilidad en obra estos equipos son la fresadora y la pavimentadora a los cuales se les realizara el calculo basados en los indicadores de gestion para mantenimiento.

Para poder establecer estos factores de efectividad de mantenimiento, deberá ir Acompañada de otros factores (índices secundarios), que permitan evaluar, analizar y pronosticar su comportamiento. Los indicadores, nos permitirá medir de forma técnica, y mediante costos, la efectividad del mantenimiento.

9.1 *Disponibilidad*

La disponiblidad se medira en un periodo de seis meses los cuales tomando en cuenta los anteriores analisis que va de los ultimos tres meses del año 2017 y los tres primeros del año 2018.

Ecuación de disponibilidad teórica $$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

To = horas teoricas x 5 meses.

- **Horas teoricas =** cantidad de horas disponibles operador maquina en obra.
- **Horas teoricas =** Total de dias por mes X horas de trabajo diario.
- **Horas de trabajo diario =** 9 horas diarias.
- **Total de dias por mes =** Horario de trabajo de lunes a viernes x semanas del mes.
- **Horario de trabajo de lunes a viernes =** 5 dias semanales.
- **Semanas del mes =** 4 semanas x mes.

Tr = Valor que resulta de la sumatoria de horas trabajadas de mes a mes infformacion ubicada en el capitulo de diagnostico tabla de produccion 1.

Tp = tiempo total de parada por fallas en seis meses

- Valor tomado de la tabla historial de fallas.

Total promedio de horas entre fallos = Valores tomados del capitulo de fallas tabla historial.

Tabla 13 = Total promedio entre fallas

Total promedio de horas entre fallas					
Maquina	**Fecha**	**Días entre fallos**	**Promedio de días**	**Horas de trabajo diario**	**Total promedio en horas entre fallos**
FRESADORA	24/01/2018				
	10/02/2018	14	40/2	9 horas	20 *9
	20/03/2018	26			
	20/03/2018				
	TOTAL	**40 días**	**20 días**		**180 horas**
PAVIMENTADORA	15/01/2018				
	13/02/2018	22	36/3	9 horas	12 *9
	13/02/2018	2			
	15/02/2018				
	02/03/2018	12			
	TOTAL	**36**	**12**		**108 horas**

Fuente: Autor del proyecto

Total promedio de horas de reparación de fallos = Valores tomados del capitulo de fallas tabla historial.

- **Total promedio de horas de reparación de fallos =** Total de horas mano de obra / cantidad de actividades de mano de obra.
- **Fresadora =** 9 / 4 = 2.3 horas
- **Pavimentadora =** 13 / 5 = 2.6 horas

Disponibilidad teorica = To/(To + Tp)

Disponibilidad Real = Tr / (Tr + Tp)

Ecuacion de la disponibilidad teniendo en cuenta la frecuencia de las fallas y el tiempo que nos demande en reanudar el servicio. Así, se tiene que:

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

- **TPEF =** total promedio en horas entre fallos.
- **TPPR =** Total promedio de horas de reparacion de fallos.

9.2 *Fiabilidad*

Ecuación Tiempo promedio entre fallas

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

- **Horas de operación = HROP = Tr =** Valor que resulta de la sumatoria de horas trabajadas de mes a mes infformacion ubicada en el capitulo de diagnostico tabla de produccion 1.
- **NTFALLAS = Número de fallas detectadas =** cantidad de actividades de mano de obra

- **Tiempo promedio entre fallas =** (Tr/ cantidad de actividades de mano de obra)

9.3 *Mantenibilidad*

Total promedio de horas de reparación de fallos = Valores tomados del capitulo de fallas tabla historial.

TTF = Tiempo Total de Fallas.

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

NTFALLAS =Número de fallas detectadas.

- **Total promedio de horas de reparación de fallos =** Total de horas mano de obra / cantidad de actividades de mano de obra.
- **Fresadora =** 9 / 4 = 2.3 horas
- **Pavimentadora =** 13 / 5 = 2.6 horas

Tabla 14 = Dispopnibilidad en un periodo de 6 meses

DISPONIBILIDAD EN UN PERIODO DE 6 MESES											
Maquina	**To**	**Tr**	**Tp**	**Total de horas tareas actividad mano de obra**	**Cantidad de tareas mano de obra**	**Total promedio de horas entre fallos**	**Total promedio de horas de reparación de fallos (mantenibilidad)**	**Disponibilidad teórica**	**Disponibilidad real**	**Disponibilidad teniendo en cuenta las fallas**	**Tiempo promedio entre fallas (fiabilidad)**
Fresadora	900	527	44	9	4	180	2,3	95,30%	92.3 %	98.7 %	131,75
Pavimentadora	900	626	42	13	5	108	2,6	95.5 %	93.7 %	97.6 %	125,2

Fuente: Autor del proyecto

10. PLAN DE MANTENIMIENTO

El objetivo del plan de mantenimiento que se muestra a continuacion es el de mejorar la efectividad, productividad y vida util de la maquinaria esto se realizo generando tareas necesarias y oportunas, definiendose las frecuencia en tiempo o horas de trabajo medidas por el horometro de la maquina al igual se definieron tareas y procedimientos para cada actividad, estos pasos se tiene por el manual fisico que se entrego por el fabricante.

La justificacion de realizar este plan de mantenimiento es:

- Mejor acceso a la informacion por parte del personal interesado, en el plan de mantenimiento.
- Relacion de equipos de pavimentacion y movimiento de tierra definiendose en la frecuencia de mantenimiento cuales tareas eran semejantes para los equioos.
- identificaciono de tareas, cuales eran prioritarias realizarlas no en el tiempo que envia el fabricante si no en un periodo mas corto de tiempo, ejemplo item : 26,28,29,30 se pedia realizar por el fabricante cada 500 horas y se paso a cada 250 horas. Basados en la experiencia, variables de obra y calidad de combustibles.
- Asiganacion de responsabilidades y encargados según la fecuencia de mantenimiento, genera seguimiento por parte del departamento de maquinaria.

10.1 *Mantenimiento (10 horas)*

Tabla 15 = Mantenimiento 10 horas

EQUIPOS	ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	TAREA
Fresadora, Pavimentadora, Vibrocompactador doblerodillo, Compactador sobre llantas, Excavadora, Minicargador.	1	Aceite de motor	Revisar Adicionar	Se extrae la bayoneta de nivel de aceite si se encuentra por debajo del nivel adicionar hasta el full y poner la bayoneta en su posicion.
	2	Refrigerante de motor	Revisar Adicionar	Inspeccion de mirilla de nivel de refrigerante . Nivel bajo de refrigerante adicionar por tanque de expansion hasta el full.
	3	Bocina delantera	Revisar	Accionar switch de pito desde cabina operador y verificar que se escuche
	4	Alarma retroceso	Revisar	palanca mando de traslacion atrás y verificar que la alarma suene.
	5	Tanque de combustible	Revisar	Inspeccion en la pantalla del operador. Nivel bajo adicionar combustible hasta el full o nivel de opracion (ACPM)
	6	Nivel de aceite hidráulico	Revisar Adicionar	Inspeccion de mirilla de nivel de hidraulico. Bajo nivel adicionar hasta el full.
	7	Mangueras hidráulicas	Revisar	Revision visual para identificar fisuras o golpes.
	8	Filtro trampa de combustible	Drenar	Abrir grifo hasta que el combustible se visualize limpio.
Excavadora	9	Radiador y condensador de aire acondicionado	Revisar limpiar	verificar que los paneles no se encuentren obstruidos si lo estan limpiar con agua y cepillo de serdas suaves.
	10	Nivel del depósito limpia vidrios	Revisar Adicionar	verificar si esta bajo el nivel adicionar agua con liquido desmanchador hasta el full.
	11	Equipo retroexcavador	Engrasar	lubricacion con engrasadora manual
Minicargador	12	Brazo elevador, cilindros ,pines depivote y cuñas	Engrasar	lubricacion con engrasadora manual

Fuente: Autor del proyecto

10.2 *Mantenimiento (50 horas)*

Tabla 16 = Mantenimiento 50 horas

EQUIPOS	ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	TAREA
Fresadora , Pavimentadora , Excavadora, Compactador sobre llantas	13	Aceite mandos finales	Revisar Adicionar	Colocar la maquina en posicion horizontal, luego soltar los dados de nivel en las tapas de los mandos finales si hay drenaje de aceite colocar nuevamente el dado de lo contrario adicionar y cuando se rebose montar el dado.
Fresadora, Vibrocompactador doblerodillo, Compactador sobre llantas, Excavadora	14	Barandales acceso operador	Revisar Ajustar	si se enceuntran sueltos ajustar con herramienta manual para evitar accidentes
Fresadora pm102	15	Banda transportadora	Revisar	Inspeccion visual de las bandas transportadoras o material suelte que dañe las guardas si se encuentra desmontar guardas y limpiar
Fresadora pm102	16	Puntos de lubricacion bandas transportadoras primaria - secundaria	lubricar	Engrasar con maquina manual todos los puntos de lubricacion
Fresadora pm102	17	Rotor	Revisar	Inspeccion visual del rotor de corte si se encuentra daños reportar al area de mantenimiento
Fresadora pm102	18	Puntas y portapuntas rotor	Revisar Cambiar	Verificar las herramientas de corte si se hace necesario por desgaste realizar el cambio reportar la cantidad de puntas o portapuntas.
Compactador doblerodillo , Compactador sobre llantas	19	Pines horizontal ,vertical	Engrasar	Engrasar con maquina manual todos los puntos de lubricacion
Compactador doblerodillo , Compactador sobre llantas	20	Área del sello	Engrasar	Engrasar con maquina manual todos los puntos de lubricacion
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora,	21	Tuercas de las ruedas	Revisar	Verificar ajuste de tuercas con herramienta manual
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	22	Batería	Revisar Adicionar	Verificar nivel de agua si se encuentra bajo completar con agua para bateria.
Nota: se debe realizar los pasos del mantenimiento de 10 horas sin omitir ninguna tarea.				

Fuente: Autor del proyecto

10.3 *Mantenimiento (250 horas)*

Tabla 17= Mantenimiento 250 horas

EQUIPOS	ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	TAREA
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	23	Aceite de motor	Drenar y llenar	Maquina posicion horizontal, soltar tapon ubicado en la parte inferior del carter del motor y realizar llenado por la parte superior y verificar nivel en la bayoneta.
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	24	Filtro de aceite de motor	Cambiar	Realizar cambio del filtro con llave para filtros de correa ajustable.
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	25	Filtro de combustible primario	Cambiar	Realizar cambio del filtro con llave para filtros de correa ajustable.
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	26	Filtro de aire secundario	Cambiar	Realizar cambio del filtro abrir compartimiento y extraer el primer filtro y instalar el nuevo
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	27	Filtro de aire primario	Cambiar	Realizar cambio del filtro abrir compartimiento y extraer el segundo filtro y instalar el nuevo
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	28	Filtro de combustible secundario	Cambiar	Realizar cambio del filtro con llave para filtros de correa ajustable.
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	29	Filtro malla tanque de combustible	Limpiar	Quitar tapa de llanado del tanque y desmontar malla para realizar limpieza con limpiador multiusos.

Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	30	Filtro trampa de combustible	Desmontar / limpiar	Desmontar con herramienta manual y realizar limpieza con combustible limpio llenar con combustible limpio y montar.
pavimentadora	31	Cadenas de traslacion	Verificar	Inspeccion visual cualquier anomalia informar al departamento de maquinaria
pavimentadora	32	Tension de la correa del generador	Verificar	Inspeccion de la correa de potencia del generador destensionada ajustar tensor.
pavimentadora	33	Tornillo extrusor de asfalto	Verificar	Inspeccion visual cualquier anomalia informar al departamento de maquinaria
pavimentadora	34	Banda transportadora de material	Verificar	Inspeccion visual cualquier anomalia informar al departamento de maquinaria
pavimentadora	35	Sistema de corriente alterna del generador	Verificar	Colocar el multimetro en corriente alterna verificar salida de voltaje a las planchas 220 v ok por fuera del rango informar al departamento de maquinaria.
pavimentadora, compactador sobrellantas, compactador sobre rodillo	36	Pines, rotulas, del cilindro de la dirección	Engrasar	Engrasar con maquina manual todos los puntos de lubricacion
Nota: se debe realizar los pasos del mantenimiento de 10 horas y 50 horas sin omitir ninguna tarea.				

Fuente: Autor del proyecto

10.4 *Mantenimiento (500 horas).*

Tabla 18 = Mantenimiento 500 horas

EQUIPOS	ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	TAREA
pavimentadora	37	Extensiones y controles	Limpieza ajuste	Realizar limpieza con hidrolavadora y petrolizadora.
Minicargador, Excavadora	38	Articulación de los pedales	Engrasar - limpiar	lubricacion con engrasadora manual y limpieza con agua y desengrasante.
minicargador, Excavadora, pavimentadora, fresadora, compactador de llantas, vibrocompactador doblerodillo	39	Respiradero tanque hidraulico	Cambiar	Desmontar con herramienta manual
minicargador, Excavadora, pavimentadora, fresadora, compactador de llantas, vibrocompactador doblerodillo	40	Alternador	Revisar	Posicion del multimetro en corriente directa y medir voltaje en los bornes de la bateria con la maquina encendida entre 17-18 v ok fuera del rango informar al departamento de maquinaria.
minicargador, Excavadora, pavimentadora, fresadora, compactador de llantas, vibrocompactador doblerodillo	41	Filtro de aceite hidraulico de linea	Cambiar	Desmontar con herramienta manual
Nota: se debe realizar los pasos del mantenimiento de 10 horas ,50 horas y 250 horas sin omitir ninguna tarea.				

Fuente: Autor del proyecto

10.5 *Mantenimiento (1000 horas)*

Tabla 19 = Mantenimiento 1000 horas

EQUIPOS	ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	TAREA
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	42	Refrigerante	Drenar y llenar	Maquina posicion horizontal, soltar tapon ubicado en la parte inferior del carter del motor y realizar llenado por la parte superior y verificar nivel en la bayoneta.
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	43	Aceite hidráulico	Drenar y llenar	Maquina posicion horizontal, soltar tapon ubicado en la parte inferior del tanque hidraulico y realizar llenado hasta la mirilla de inspeccion.
Excavadora, Compactador de llantas, Fresadora, Pavimentadora	44	Aceite mandos finales	Drenar y llenar	Colocar la maquina en posicion horizontal, luego soltar el dado de drenaje ubicado en las tapas de los mandos finales.
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	45	Filtro hidraulico de retorno	Cambiar	Filtro ubicado dentro del tanque, realizar desmontaje con herramienta manual.
Minicargador	46	Cadenas de traslacion	Cambiar	Maquina posicion horizontal, soltar tapon ubicado en la parte inferior de la maquina.
Minicargador, Compactador de llantas, Fresadora, pavimentadora, vibrocompactador doble rodillo, Excavadora	47	Colador del aceite hidráulico	Limpiar	Quitar tapa de llenado del tanque y realizar limpieza de la malla con limpiador multiusos.
Excavadora	48	Aceite motor de giro	Cambiar	Realizar drenaje de aceite por debajo de la maquina.
Nota: se debe realizar los pasos del mantenimiento de 10 horas ,50 horas, 250 horas y 500 horas sin omitir ninguna tarea.				

Fuente: Autor del proyecto

10.6 Actividades y responsabilidades

10.6.1 *Mantenimiento diario (10 horas)*

El operador, es responsable de realizar las revisiones propuestas en el chequeo diario o cada 10 horas en donde se debe llevar el registro de preo peracional diario basado en el plande mantenimiento cualquier anomalia que impida labor debe ser notificado al departamento de maquinaria

10.6.2 *Mantenimiento (50 horas).*

Las actividades relacionadas a los intervalos de mantenimiento de 50 horas, deben ser realizadas por el mecánico de JMS y el operador, quiénes deben realizar dichas actividades, si es de su competencia realizar algun arreglo se debe reportar al área de Mantenimiento. .

10.6.3 *Mantenimiento 250, 500, 1000 horas*

Las actividades relacionadas con los intervalos de mantenimiento de 250, 500 y 1000 horas, deben ser realizadas por el área de mantenimiento estas actividades no son responsabilidad del operador.

10.6.4 *Reporte de fallos o mal funcionamiento del equipo*

El operador dentro de sus actividades diarias, se da cuenta que el equipo no está funcionando adecuadamente, se activan las alarmas o encuentra algún problema durante la revisión del equipo, debe reportar inmediatamente al ingeniero de mantenimiento, para programar la revisión correspondiente y tomar las acciones del caso.

10.6.5 *Reparaciones de Primer Nivel*

Si se determina que el problema o fallo, es de la competencia del personal que se encuntra frente a la maquina se procedera a realizar elmantenimiento correctivo a la falla en cuestion estaba debe ser registrada en el reporte de mantenimiento.

10.6.6 *Reparaciones de Segundo Nivel*

Si después de la revisión, se, determina que el problema o fallo no se ha dado solucion con la reparacion de primer nivel se debe programar personal especializado en el fallo que corresponda para dar solucion pronta o agilizar la evaluacion de la maquinaria, esto falla es gestionada por el especialista y el ingeniero encargado de maquinaria.

.

11. IMPLEMENTACION PLAN DE MANTENIMIENTO

Se creó formato de inspección diaria en donde el operador basado en el plan de mantenimiento lleva un control diario y semanal de la maquina este formato es verificado en primera instancia por el mecánico el cual realiza la inspección semanal según se estipulo en el numeral 10.6 actividades y responsabilidades, formato vital para alimentar la tabla 4 historial de mantenimiento en donde se registra todo lo referente al equipo este viene apoyado por el formato de reporte de mantenimiento el cual es de uso exclusivo de los técnicos encargados de la maquinaria, dándonos un amplio conocimiento de los trabajos de mantenimiento realizados al equipo.

Estos dos formatos nos dan el sustento para realizar el análisis que se realizó en el numeral 8.2.

Al igual un formato llamado orden de pedido de repuestos el cual agiliza la solicitud de repuestos la trazabilidad de repuestos solicitados y por ende crear un hoja de vida a cada máquina en la que se referencia el centro de costos, los repuestos que se compraron por un periodo determinado.

11.1 *Formato per operacional diario*

JMS INGENIERIA S.A.S	**INSPECCION PREOPERACIONAL DIARIA**	**CODIGO:** 01 - JMS1 **FECHA:** 04/04/2018 **VERSION:** 1

DATOS DE LA MAQUINA	
Tipo de Maquina:	
Modelo:	
Placa:	
Horometro:	**INICIO DIA 1 =** **FINAL DIA 5 =**
Marca:	

DATOS DEL OPERADOR	
Nombre del operador:	
EPS	
ARL	
AFP	
Licencia de conducción vigente (categoría adecuada)	

TIPO DE MAQUINA PARA LA CUAL APLICA EL PREOPERACIONAL


FRESADORA


PAVIMENTADORA


MINICARGADOR


VIBRO DOBLERODILLO


EXCAVADORA


COMPACTADOR SOBRE LLANTAS

		PARTES A INSPECCIONAR	Inspeccionar /Revisar/ Visualizar	DIA 1			DIA 2			DIA 3			DIA 4			DIA 5		
				Fecha:			Fecha:			Fecha:			Fecha:			Fecha:		
				N/a	Bueno	Malo	N/a	Bueno	Malo	N/a	Bueno	Malo	N/a	Bueno	Malo	N/a	Bueno	Malo
MOTOR	1	Nivel de aceite motor	Verificar fluido															
	2	Nivel de refrigerante	Verificar fluido															
	3	Radiador	Obstruccion de aletas , fugas															
	4	Mangueras	Fisuras, marcas de desgaste, fugas															
	5	Filtros de combustible/separador de agua	Fugas, drenaje de agua si tiene															
	6	Filtros de aire	Indicador de saturacion															
CABINA	7	Cinturon de seguridad y montaje	Daño, desgaste, sucio															
	8	Asiento	Ajuste de altura, peso, mandos a la mano															
	9	Bocina, alarma de tretroceso, luces	Funcionamiento correcto															
	10	Espejos	Daño, ajustar para mejorar visibilidad															
	11	Filtros aire acondicionado	Limpieza de polvo - tierra															
	12	Parabrisas/ventanas	Vidrios rotos / limpieza															
	13	Puertas	Abren apropiadamente															
	14	Limpia / Lavaparabrisas	Nivel de liquido / limpieza															
	15	Medidores, monitores, interruptores, controles	Funcionamiento / daños															
EXTERIOR	13	Estructura, chasis, guardas	Fisuras/ golpes															
	14	Neumaticos,ruedas,tuercas de las ruedas, tapas de los vastagos	Inflado, fugas,daño, desgaste															
	15	Cilindros hidraulicos, mangueras, acoples	Fugas, marcas por desgastes o golpe															
	16	Luces traseras - delanteras	Cables pelados, daño de lentes															
	17	Orugas, ejes, rodamientos, rueda tensora	Tension, rodamiento															
	18	Peldaños y agarraderas	Ajuste, limpieza															

11.2 *Formato reporte de mantenimiento*

JMS INGENIERIA S.A.S	REPORTE DE MANTENIMIENTO	CODIGO: 02 - JMS 01
		FECHA: 04/04/2018
		VERSION: 1

DATOS DEL TECNICO						
Nombre del Tecnico:						
Especialidad marque con una X	Mecanico		Electricista		Hidraulico	
Fecha de realizacion:						
Nombre del operador						

MAQUINA	DATOS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO		TIEMPO REGISTRADO	
		MARQUE CON UNA X		Tiempo labor de la actividad	Tiempo total de parada
Tipo de Maquina:		10 HORAS			
Modelo:		50 HORAS			
Serie:		250 HORAS			
Horometro:		500 HORAS			
Marca:		1000 HORAS			

Orden de trabajo		Ubicación del equipo	Hora de llegada tecnico	Hora de salida tecnico
Numero:				

Descripcion del mantenimiento	Repuestos utilizados

Faltan repuestos para completar el mantenimiento cuales:

Equipo presenta fallas señale con una X				Mantenimiento correctivo	
Tipo de daño		Electrico		Descripcion:	
Mecanico		Hidraulico			
Sistemas		Sistema de lubricacion			
Motor de combsution interna		Sistema de refrigeracion			
Bomba hidraulica		Sistema de aire acondicionado			

11.3 *Formato de orden de pedido de repuestos*

ORDEN DE PEDIDO DE REPUESTOS

REQUISICION No _____ FECHA: _____ ORDEN DE SERVICIO No: _____

DATOS JMS INGENIERIA SAS

RAZON SOCIAL: _____ NIT: _____ DIRECCION: _____

CONTACTO: _____ CELULAR: _____ TELEFONO: 703 0651

DATOS PROVEEDOR

RAZON SOCIAL: _____ NIT: _____

DIRECCION: _____ TELEFONO: _____

CONTACTO: _____ CELULAR: _____

PAGOS - ENTREGA - TRANSPORTE

FORMA DE PAGO: Contado ☐ Anticipo ☐ Crédito ☐ OBSERVACIONES PAGO:

TERMINOS DE ENTREGA: Inmediato ☐ Plazo ☐

TRANSPORTE: Ida ☐ Regreso ☐ OBSERVACIONES ENTREGA:

PRODUCTO O TRABAJO SOLICITADO POR MES

REFERENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	VLR. UNITARIO	V. TOTAL
SUBTOTAL				**$ 0**
SERVICIO EMERGENCIA 3x3				
IVA 19%			**19%**	
TOTAL				**$ 0**

OBSERVACIONES:

12.CONCLUCIONES

- ✓ La realizacion de este trabajo contribuyo a que la empresa tuviera un mayor control sobre la maquinaria presente. Al igual se obtiene personal mas capacitado brindando confianza y rendimiento.
- ✓ La produccion mejora al tener mayor disponibilidad de maquinaria en los diferentes frentes de obra evitandose daños no previstos, o trabajos de mantenimiento no programados.
- ✓ Tambien se realizo analisis estadistico desde que llegaron los equipos como propiedad de la empresa generandose un conocimiento real de las fallas mas frecuentes, mantenimientos mas regulares o cuales se han dejado de desarrollar según el manual del fabricante al igual disponibilidad del equipo desde la parte de maquina como tal esto genera un mayor conocimiento de la maquinaria según sean las mas propensas a daños repentinos.
- ✓ Frente al cumplimiento de los objetivos propuestos en este proyecto de grado se cumplieron a cavalidad el principal que era diseñar e implementar plan de mantenimiento para la empresa JMS Ingenieria en donde se involucrara al personal tecnico-operativo y la difundacion de la informacion se cumplio por medio de charlas y capacitaciones, se creo los analisis de datos de productividad, consumos de combustible y mantenimiento generandose un conocimiento real del departamento de mantenimiento al resto de areas de la empresa.
- ✓ Personal operativo y tecnico mayor capacitado, charlas en donde se dio a conocer los nuevos formatos de inspeccion y mantenimiento, en campo frente a los equipos y teoria en donde se dicto electricidad basica, motor de combustion interna basico, hidraulica basico, puntos de lubricacion, seguridad en el equipo, conocimiento de los diferentes sistemas que componen las maquinas, al igual operación basico y conocimiento de los controles y mandos de la maquina.

- ✓ Analisis de datos en donde se toma la medida de productividad, consumos de combustible y perdidas de tiempo por mantenimientos no programados o fuera de la programcacion.
- ✓ Conocimiento de los equipos presentes en la empresa por el personal tecnico – operativo generandose un mejoramiento en las tecnicas de mantenimiento hasta el momento realizadas al igual se genero un sistema de calidad con procedimientos establecidos los cuales llevan a que cualquier persona se pueda relacionar con el sistema de gestion implementado en el departamento de mantenimiento.
- ✓ Mayor relacion como lo indica el mantenimiento basado en confiabilidad de todo el personal de la empresa desde la alta gerencia hasta el personal operativo quien obtuvo un mayor conocimiento del equipo con el que se relaciona a diario.
- ✓ Economicamente se obtuvo un mayor control de repuestos, necesarios para los mantenimientos evitando perdidas de tiempo en obra por falta de repuestos al tener maquinas con un plan de mantenimiento genera mayor confiabilidad y garantia de evitar imprevistos que genere el desplazamiento de tecnicos, pago de horas extras al personal involucrado con el equipo en falla, tambien se evita perder credibilidad por maquinas defectuosas.

BIBLIOGRAFIA

Espinoza. Optimizacion del mantenimiento. ESPOCH, 45. (2008). Fernandez, F. J.. Teoria y practica del mantenimiento industrial avanzado.

Madrid: Fundacion Confemetal (2005). Fernandez, J.. Preditecnico. Preditec, 10-12. (2013).

Garcia, N. M. Tractores Y Maquinaria Agrícola. Costa Rica: Universidad estatal.(2003)

Gonzales, F. j. Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestion. Madrid: fc. (2004).

Nichols, H. L. Manual de reparacion y mantenimiento de maquinaria pesada. Madrid: McGraww-Hill (1993)..

Oliva, A. P.-J. Mantenimiento mecanico preventivo del vehiculo. Madrid: Aran. (2010). Pascual, O. Operaciones de Mantenimiento Preventivo del Vehículo y Control de su dotacion de material. Mexico: Ideas propias.(2006).

Pauro, R. Indicadores de mantenimiento. Buenos aires: coldi.(2007). Sacristan, F. R. Mantenimiento total de la produccion (TPM) proceso de implantacion y desarrolo. Madrid: FC Editorial.(2001)