



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingenierías

PROYECTO DE TITULACIÓN

ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE MANUAL DE MANTENIMIENTO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

PRESENTA:

OSCAR RICARDO FLORES RODRÍGUEZ

ASESOR:

DR. ENRQUE JAVIER MARTÍNEZ DELGADO

Junio



1. Agradecimientos.

De ante mano agradezco a Agropecuaria Martin S.P.R de R.L por brindarme la oportunidad de realizar mi Proyecto Final de Residencias Profesionales, estos seis meses fueron muy importantes para mí donde tuve la oportunidad de aprender y aplicar los conceptos y técnicas que aprendí a lo largo de mi carrera para realizar y aplicar un buen manual de mantenimiento, Así como también conocí y me relacione de buena manera con cada uno de los encargados de las diferentes área de trabajo y con el personal que realiza cada una de las actividades para su respectiva producción de la leche.

Brinde un buen servicio a la comunidad de la productora Agropecuaria Martin S.P.R de R.L contribuyendo a diferentes actividades como la investigación de antecedentes del mantenimiento, análisis del entorno laboral, Establecimientos de Presupuestos, Inventario de equipos, Análisis de manuales de los equipos en otras, basadas en la Realización y aplicación de manual de Mantenimiento.

De igual manera agradezco a Juan Carlos Marín Gómez que me brindó la oportunidad de realizar mi Proyecto Final de Residencias Profesionales, ahora que me encuentro en el último semestre de mi carrera, de igual manera a todos y a cada uno de los maestros que me impartieron las diferentes materias de mi programa.

Finalmente, a todas las personas que fueron participes apoyándome en esto este tiempo, a mi familia y compañeros de la universidad con los que he compartido muchas experiencias malas tanto como buenas a lo largo de esta etapa de mi carrera que está dentro de mi vida.

2. Resumen.

El presente trabajo describe la elaboración e implementación de un programa o manual de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos críticos que intervienen en el proceso para la transformación de la leche en la empresa Agropecuaria Martin de S.P.R de R.L.

La implementación del programa de mantenimiento preventivo en esta empresa productora de leche, tiene como objetivo garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de la máquina y equipos en esta empresa, de una manera eficiente y segura, con el fin de contribuir en el cumplimiento de las políticas de calidad establecida por la empresa. Así mismo este programa de mantenimiento nos minimizara los costos por cada mantenimiento a realizar en un determinado tiempo, como su planeación y ejecución en tiempo y forma.

En primer lugar, se realizó una investigación de los antecedentes del mantenimiento para determinar el tipo mantenimiento a aplicar, analizando el área de trabajo en las condiciones como se encuentra, además de establecer el presupuesto con el que la empresa tiene disponible para este tipo de mantenimiento. Posteriormente se elaboró el modelo para la administración de mantenimiento de esta empresa. Este modelo cuenta con un sistema de información que permite llevar el mantenimiento de manera organizada y controlada. Durante la implementación se realizó el inventario y codificación de la maquinaria y equipo, seguidamente se determinó la criticidad de fallas de cada uno de ellos aplicando varias técnicas y herramientas que se muestran dentro de este proyecto. A base de la maquinaria y equipos críticos se diseñó el programa de mantenimiento preventivo que está conformado por el mantenimiento autónomo, las inspecciones periódicas programadas, ajustes menores y las actividades de lubricación entre otras. Finalmente se presentan los indicadores de mantenimiento que permiten evaluar el desempeño del programa y realizar los ajustes y correcciones necesarias en este programa de mantenimiento preventivo.

Índice

1. Agradecimientos.....	I
2. Resumen.....	II
Índice.....	III
Lista de Tablas.....	IV
Lista de Ecuaciones.....	IV
3. Introducción.....	2
4. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.....	5
5. Problemas a resolver, priorizándolos.....	9
6. Objetivos (General y Específicos).....	10
7. Justificación.....	11
8. Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	11
9. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	37
Cronograma de actividades.....	41
10. Resultados.....	42
11. Conclusiones del Proyecto.....	74
12. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	75
13. Fuentes de información.....	76
14. Anexos.....	77

Lista de Tablas

Tabla 1. Costo de Mantenimiento del Tractor Deutz Fahr.	48
Tabla 2. Costo de mantenimiento del Tractor Massey Furguson.....	48
Tabla 3. Costo del Mantenimiento del Tractor Jhon Deere 4455.....	49
Tabla 4. Costo de Mantenimiento del Tractor Ford 6600.....	49
Tabla 5. Costo de Mantenimiento del Tractor Mccormick.....	50
Tabla 6. Costo de Mantenimiento del Tractor New Holand.....	50
Tabla 7. Costo de Mantenimiento del Cargador de Ruedas 621 F.	51
Tabla 8. Costo de Mantenimiento Minicargador Caterpillar Mod 246.	51
Tabla 9. Costo de Mantenimiento Minicargador Caterpillar Mod 246-B.....	52
Tabla 10. Costo del Mantenimiento Revolvedor De Laval Grande.	52
Tabla 11. Costo del Mantenimiento Carro Mezclador Horizontal 12 M3.	53
Tabla 12. Costo de Mantenimiento del Carro Mezclador 17 M3.....	53
Tabla 13. Costo de Mantenimiento del Aspersor Swissmex.....	54
Tabla 14. Costo de mantenimiento Pichon.....	54
Tabla 15. Fallas más frecuentes carro Mezclador	67
Tabla 16. Fallas más frecuentes de los tractores.	68

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1. TPM.....	25
----------------------	----

Lista de Figuras

Figura 1. Estructura organizacional de la empresa.....	6
Figura 2. Evolución histórica del mantenimiento.	12
Figura 3. Indebido direccionamiento de la función del mantenimiento.....	13
Figura 4. Escala de trabajo del mantenimiento en el TPM.....	13
Figura 5. Efectividad de los resultados en función del sistema o tecnología del mantenimiento empleado.	14
Figura 6. Ciclo del mantenimiento programado.	17
Figura 7. Ciclo básico del mantenimiento preventivo.....	18
Figura 8. Ciclo del mantenimiento predictivo.	24
Figura 9. Evolución de TPM.....	25
Figura 10. Maquina insegura a manera que no cuenta con ninguna medida de seguridad.	43
Figura 11. El Revolvedor no se encuentra en el área requerida de seguridad.....	44
Figura 12. Se cuenta con ocupaciones innecesarias en el área de trabajo.	44
Figura 13. Ruta o Camino	45
Figura 14. Costo de Mantenimiento.	56
Figura 15. Registro de Mantenimiento.	58
Figura 16. Notificación de Mantenimiento.	58
Figura 17. Sistema de Mantenimiento Preventivo	59
Figura 18. Orden de trabajo de mantenimiento	61

Figura 19. Solicitud de mantenimiento.	62
Figura 20. Bitácora de mantenimiento.....	63
Figura 21. Reporte de equipo.....	64
Figura 22. Reporte de falla.....	65
Figura 23. Lista de piezas.	66
Figura 24. CheckList.....	67
Figura 25. Diagrama de Pareto "mezclador".	68
Figura 26. Diagrama de Pareto "tractor".....	70
Figura 27. Ishikawa.....	72

3. Introducción

Las empresas mexicanas lácteas son una fuente importante en el mercado nacional e internacional, gracias a sus grandes estándares de calidad y producción los cuales ayudan a la buena alimentación y al desarrollo estable de las personas. El manejo de las empresas debe tener un índice de muy alto rango para asegurar la mejor calidad para el consumidor, por lo cual estas tendrán un manual estrictamente establecido para seguir acorde sus indicaciones establecidas en la administración de las empresas.

El desarrollo de un manual en las empresas que no tienen alguno, es importante para que nuestras perspectivas de calidad tengan una mejor visión hacia la mejora de esta y así garantizar un mejor desarrollo que el de la competencia, teniendo una clara ventaja sobre las empresas ya existentes en el mercado del momento que no cuentan con uno, u operar a un nivel óptimo para competir a grandes escalas.

Grandes empresas del sector lácteo han conseguido un gran prestigio y reconocimiento a niveles nacionales e internacionales, mientras que otros tienen un emprendimiento para tener una manera de sustento.

Algunas de las empresas que no cuentan con un manual de mantenimiento predefinido se han visto estancadas con la problemática de no contar con la calidad suficiente, por lo cual el cliente no requiere del servicio por la baja calidad del producto. Esto conlleva a que la economía se desprenda en el mercado, teniendo como consecuencia el quiebre de empresas y despido de empleados, bajando así la economía del país. Para ello el uso de herramientas para la mejora y el desarrollo es indispensable para la mejora del producto y la aprobación de este en las personas.

El manual de mantenimiento es de las mejores herramientas que se puede usar para que la empresa tenga una mejora de calidad tan eficiente y una entrega oportuna al cliente como para poder estar al nivel y aprobación de empresas con un mejor prestigio en el mercado.

El desarrollo de un manual en este tipo de empresas es prácticamente una de las mejores herramientas que se le pueden brindar para un desarrollo plenamente planificado y estructurado, teniendo en cuenta la calidad de este proceso ayudando así la mejora y la optimización de procesos llevados a cabo en las maquinas establecidas.

Así como objetivo tenemos que la aplicación de un manual dentro de la empresa Agropecuaria Martin S.P.R de R.L., el cual será dentro de esta la ayuda que necesitara para disminuir las averías de fallas en la maquinaria y reducción de gastos innecesarios. Al tener mejoras de calidad en la elaboración y en la producción tendremos un desarrollo notable dentro del sector para así tener una reputación a niveles grandes de lo que se allá estipulado en un futuro.

La mejora de la empresa Agropecuaria Martin S.P.R de R.L. no solo se dará a conocer por los manuales que estén dentro de ellas, sino que estos tendrán su verdadero impacto cuando se apliquen por el personal dentro de las instalaciones. Teniendo un régimen estricto para seguir estos manuales, tanto la producción como el índice de fallas bajarán notablemente y como consecuencia la producción se verá lo menos afectada teniendo un impacto positivo en la calidad del producto y reducción de costos.

Estos manuales son indispensables para cualquier tipo de industria o empresa sin importar el sector el cual estén dentro. Estos documentos tienen un registro de las actividades correspondientes de mantenimiento que se van llevan a cabo en el lapso del tiempo para un mejor control.

La incorporación de estos manuales en las maquinas nos llevara a una mejora de producción teniendo en cuenta una disminución de accidentes y un mejor manejo de la maquinaria. Traduciendo estos actos hacia las personas que las manejan habrá que tener un mejor procedimiento sobre estas personas, las cuales tendrán que estar siguiendo a personas sobre su rango, las cuales a su vez estarán previamente seleccionadas por su desempeño ejemplar siguiendo los manuales y reglas de seguridad asignados por la empresa en cuestión.

El enfoque de este proyecto ha sido seleccionado por el motivo de las observaciones dadas previamente a la empresa, la cual llama la atención ya que existen bastantes paros de producción, su seguimiento ante las reglas ya impuestas sobre la empresa no son sancionadas, teniendo así los errores mencionados anteriormente y otros los cuales solucionaremos por el medio de este manual de mantenimiento.

Las principales prioridades fundamentales sería asignar rangos e imponer que estos sean respetados, dándoles autoridad suficiente para proclamar sus derechos y autoridades correspondientes, dando sanciones a la gravedad de la problemática situada.

El desarrollo de este manual se realizara en la empresa (Agropecuaria Martin S.P.R de R.L.), en sus áreas de trabajo y su maquinaria serán la base a investigar, analizar y describir para que su uso sea aprovechado y ejecutado de la mejor manera posible.

4. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

Por medio de este proyecto Agropecuaria Martin S.P.R. de R.L desde 1978 es una empresa de la industria Láctea actualmente se dedica a la producción de Leche con una producción aproximada de 60 mil litros diarios, su principal cliente es la empresa Santa Clara 1924 que pertenece a la Industria Mexicana de Coca-Cola. Esta empresa se encuentra ubicada en Camino viejo al salitrillo Núm. KMZ, el Salitrillo, Rincón de Romos, Aguascalientes, México. Agropecuaria Martin S.P.R. de R.L está compuesta por una longitud aproximadamente de 10 hectáreas, además cuenta con un ganado de vacas de 1,800 animales de producción de leche y animales de parto y 1,200 animales de cría. Actualmente Agropecuaria Martin dispone con 3 salas de ordeña la primera es la Paralela, la segunda es una de Carrusel y la tercera Tandeen, la cual colaboran un de 5 trabajadores en cada sala de ordeña además de que cuenta con 2 turnos de trabajo como lo son de 7 a.m., y 7 p.m. el Vespertino y el Nocturno para que se lleve a cabo la ordeña. Además de las salas de ordeña tiene un total de 50 trabajadores. Esta empresa cuenta con un total de 3 áreas la cual se divide en la de Estercolero; donde se hace el proceso para la composta para las camas de las vacas, el de Alimentos; donde se encuentran los alimentos para la revoltura y comida de los animales y la Productiva donde se encuentran las vacas de leche y su extracción. El puesto del Residente Oscar Ricardo Flores Rodríguez donde la cual desarrollara su proyecto, será en el área de Mantenimiento donde realizara las actividades para el respectivo Manual de Mantenimiento.

Misión

Elaborar y comercializar productos lácteos de la más alta calidad que contribuyan al crecimiento y nutrición de una población saludable.

Visión

Para un Determinado colapso de tiempo Agropecuaria Martin aspira a ser empresa referente en el sector alimenticio, reconocida por su alta calidad, y presente no solo en el pequeño comercio sino en todas las grandes áreas comerciales de nuestra región.

Objetivo

Desarrollar y Comercializar una producción de Leche con los mejores estándares de calidad antes la Normatividad ISO 9001.

Organigrama

Le empresa Agropecuaria Martin S.P.R de R.L tiene la estructura organizacional tal como se muestra en la figura 1.

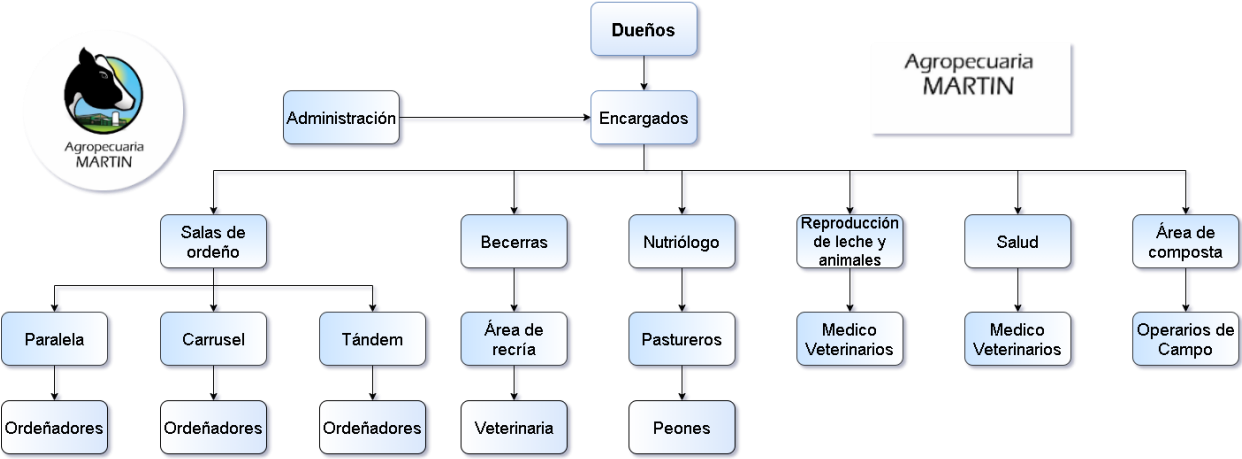


Figura 1. Estructura organizacional de la empresa.

Descripción del Organigrama

Tal como se muestra en la figura 1, a continuación se muestra una descripción de las diferentes áreas:

Dueños

Tienen como obligación de estar al pendiente de todas las actividades que realiza y otorgan al encargado para que se lleve a cabo la producción de la leche cumpliendo las normas y estándares del Cliente. Además son los que toman las decisiones de las acciones que se realizan tanto en como escoger al mejor cliente hasta en la compra de animales y ajustan las acciones buenas y malas.

Encargados

Estos son los responsables de gestionar grupos de personas en las diferentes áreas de trabajo para que se lleven a cabo las actividades establecidas por el mismo y así asegurar los planes establecidos por los dueños y presentarle resultados de todas las actividades realizadas en transcurso de los días.

Administrativo

Se encarga de planificar y organizar los recursos, con el fin de obtener mayor y máximo beneficio del rancho siempre y cuando los dueños del establo estén de acuerdo.

Salas de ordeño 1, 2 y 3.

El operador

Es el que determina su labor de trabajo y cuando sufre algún problema en su área de trabajo es el que le avisa al encardo para que realice la reparación si esta de manera factible para un correctivo o si no está en su manos de poder cambiar la pieza dañada avisa a la empresa de la sala de ordeño y ellos determinen el mantenimiento adecuado.

Nutriólogo

Tiene la responsabilidad de otorgar la dieta adecuada a cada uno de los corrales para que la vaca genere la leche adecuada y requerida. Además este veterinario es el encargado de analizar los alimentos y mandarlos a laboratorio para ver que no estén en mal estado y cumplan las normas de calidad que los proveedores les dan con finalidad que la leche tenga una buena calidad y así cumplir las normas y estándares que la empresa "Santa Clara" les otorga.

Además este nutriólogo inspecciona que los operadores que sirven el alimento (Pastúrreros) realicen bien su trabajo y cumplan que se esté llevando a cabo de manera correcta la revoltura de las vacas para que no haya conflictos en la producción de la

leche. Así mismo estos Pastúrerros asignan la tarea al peón de limpiar los pesebres de la comida diariamente para que no se generen virus y causen alguna enfermedad a la vaca a la hora de comer y afecte la calidad de la leche.

Médicos veterinarios

Están cargados de la producción de la leche y animales llevan un control de las vacas tanto como están enfermas, cuando están cargadas se lleva el control de qué tipo de toro se le asigno, cuanto tiempo tubo el ultimo parto, hasta la edad de la vaca y también el determina de cuando se le debe de limpiar los pesebres donde se le echa la comida. Además que este le asigna las diferentes tareas o actividades a los veterinarios auxiliares para que la vaca genere su leche adecuada que la empresa requiere.

Área becerras y de recría

La veterinaria es la que lleva el control de las becerritas de como es el estado en el que se encuentran y cuando están un su crecimiento establecido le reporta al encargado para el cambio de corral y empiece el otro proceso que a vaca llevara al colapso de su vida. También está veterinaria es la que les da su respectivo mantenimiento tanto como en donde comen hasta donde duermen para que estén un mejor confort el su desarrollo se más eficiente y mejor.

Área de composta

Su funcionalidad es reprocesar los desechos de las vacas para una segunda utilidad a manera que es donde se les echa de cama a las vacas para que tenga un buen confort y procese la leche con una mejor calidad y sea más productiva. Además estos operarios son los que llevan a cabo el mantenimiento de limpiar los corrales de las vacas.

Área de la salud

Finalmente se lleva el control de todas las vacas enfermas, muertas y las que están en excelente condición a base de cada corral en el que se encuentran las vacas.

Principal Cliente de la Empresa

Santa Clara 1924.

Santa Clara es una empresa de Coca-Cola especializada en la producción de lácteos de todo tipo y de la más alta calidad. También cuenta con numerosas tiendas de atención en las que vende helados, paletas y café.

Santa Clara fue fundada en México en el estado de Hidalgo en el año de 1924 a través de un establo de ganado de vacas. Además de producir leche, también produce helados, quesos frescos, semiduros, maduros, yogurts, dulces y café.

Ubicada en Calzada de Cuesco S/N, Col. Cuesco, Pachuca, Hidalgo.

Página Web: <http://www.santaclara.com.mx/>

Tel: (771) 717-7700

5. Problemas a resolver, priorizándolos.

La empresa Agropecuaria Martín S.P.R de R.L. presenta problemas en el fallo de la maquinaria que utiliza, debido a que no existe ningún tipo de mantenimiento por lo que se requiere un manual de mantenimiento dentro de la empresa para la maquinaria, salas de ordeña y aplicando la metodología de las 5's de orden y limpieza en el área de las vacas. Actualmente esta empresa está pagando por contrato a una empresa externa por el mantenimiento de las salas de ordeña por lo que falta documentarlo, quedando el puesto para otro proyecto de residencias profesionales, como segundo para la empresa Agropecuaria Martín S.P.R de R.L. es más importante el control del mantenimiento en la maquinaria y equipo por lo consiguiente este manual se enfocara en controlar el mantenimiento en la maquinaria y equipo. Por lo que queda pendiente para otro proyecto de residencia profesional la elaboración del plan de mantenimiento de orden y limpieza para las vacas. Esta empresa será beneficiada con la elaboración y aplicación de este manual de mantenimiento para la maquinaria puesto que la reparación de estos se basa en un mantenimiento correctivo lo cual incrementa los costos de mantenimiento, aumentando la durabilidad en cada equipo, incrementando la seguridad del personal, disminuyendo el impacto ambiental y tener una mejor eficiencia en su utilización, cabe destacar que el plan de mantenimiento para la resolución de estos será ejecutado en su debido y correspondiente tiempo, de tal manera que así tendremos una mejor calidad en

la línea de producción (leche). Los problemas más urgentes en la maquinaria son como el sobrecalentamiento en los tractores, cargador de alimentos, revolovedor entre otros. Además la falla más frecuente es en la revolovedora para la molienda de la comida de las vacas, porque estas no se la comen y generan desperdicio y con ello una disminución en la producción de leche y baja la calidad de la misma.

Priorización

1. Mantenimiento de la Maquinaria.
2. Aplicación de las 5's al mantenimiento de las vacas.
3. Documentar el mantenimiento de las salas de ordeña.

Debido al tiempo establecido de 500 horas o correspondiente a 4 meses mínimo se llegó a un acuerdo con mi asesor interno como externo a elaborar el plan de mantenimiento a la maquinaria. Por lo que no se alcanza de tiempo para las actividades a colaborar el punto 2 y 3 quedando pendiente para otros futuros proyectos de residencias profesionales.

6. Objetivos (General y Específicos)

Objetivo General

- Elaborar un manual de mantenimiento para la maquinaria.

Objetivos Específicos

- Mejorar los estándares de calidad del manejo de la comida de las vacas.
- Planear y ejecutar el plan de mantenimiento en tiempo y forma.
- Minimizar los costos por cada mantenimiento ejecutado.
- Mantener la maquinaria en buen estado de condición y disponibilidad.

7. Justificación

La empresa Agropecuaria Martin S.P.R de R.L. actualmente no cuenta con ningún manual de mantenimiento por lo cual se presentan fallas originando dar mantenimiento correctivo emergente, lo cual no cumple los estándares calidad en la molienda de la comida para las vacas ya que no se muele y revuelve bien por lo cual cuando sucede esto las vacas no se comen bien la comida y esto genera que produzcan menos leche del promedio establecido que deben generar, además ocasiona paros continuos en la producción por lo que se planea ejecutar en tiempo y forma el mantenimiento correspondido a la maquinaria y con ello tener una optimización de costos y objetivando se determinó con la empresa que era de primordial importancia tener un control en la maquinaria y equipo, como tal se dio la tarea de establecer y aplicar un sistema de gestión de mantenimiento de la empresa. Estas propuestas de mejora son importantes a manera que se mantendrá y mejorara los estándares de calidad en la producción de la leche. La aplicación de este programa de mantenimiento preventivo se realizó para que en cada maquinaria o equipo, el porcentaje de falla será menor.

8. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

Historia y Evolución del mantenimiento Industrial.

Todas las actividades que el hombre realiza han sufrido una evolución ligada a los diferentes momentos históricos, políticos y económicos. El Mantenimiento no escapa a dicha situación, tal como lo muestra la figura 2.

Las máquinas de la primera generación se caracterizaban por su elevada robustez física y en consecuencia su baja productividad; es decir, no se elaboraban diseños esbeltos debido a la baja resistencia específica de los materiales, entonces se entraba a compensar esta falencia con mayores espesores y tamaños. Esta situación de alguna manera generaba máquinas confiables, pero con costos de operación muy elevados (mayor consumo energético para poner en marcha elementos grandes y pesados) y por ende las velocidades de operación eran reducidas minimizando la productividad.

Lamentablemente y como ha ocurrido de manera recurrente en la historia de la humanidad, las guerras son las que jalonan las investigaciones y los desarrollos.... En la

década de 1940 hubo una necesidad sentida de aumentar la productividad de los procesos productivos de toda índole, en especial los de orden militar para poder suplir el apetito voraz de la Segunda Guerra Mundial, y fue allí donde se hizo necesario fabricar máquinas más productivas, por ende menos robustas, más esbeltas, más económicas y sin que hubiera avanzado sensiblemente la ciencia de los Materiales. Esta situación culminó en el advenimiento del Mantenimiento Preventivo, el cual reinó como el sistema de Mantenimiento por excelencia hasta la década de 1980, es decir en la segunda generación.

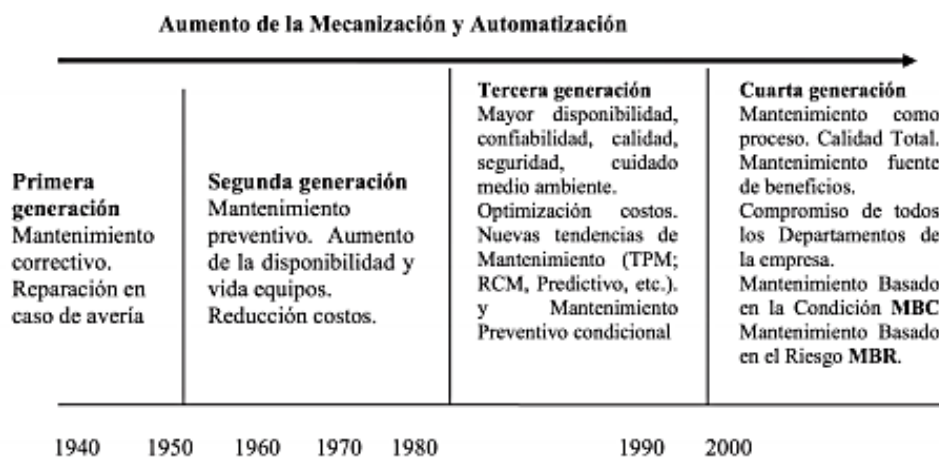


Figura 2. Evolución histórica del mantenimiento.

Desde la década de 1970, diversos estudiosos en los países más industrializados del mundo (especialmente en Japón) llegaron a un punto de encuentro en el que consensuaron que a pesar de las bondades del Preventivo, generaba excesos de trabajo y no siempre los resultados eran los mejores. La figura 3 ilustra dicha situación y un análisis rápido de ella, muestra la predisposición de un Departamento de Mantenimiento a concentrarse en “apagar incendios”, es decir a atender averías importantes y averías mayores. Fruto de estos análisis diversos expertos propusieron que quien estaba al frente de la máquina/equipo a diario, es decir el operario, era la persona más indicada para resolver de primera mano los 1000 problemas pequeños que se iban escalando hasta convertirse en una avería grave, fue así como surgió el TPM.

Por cada avería grave hay 1000 fuentes que avisan disfunciones



Figura 3. Indebido direccionamiento de la función del mantenimiento.

Con la aplicación del TPM, la pirámide de la figura 3 se escaló y se convirtió en el trapecio y la pirámide de la figura 4, en donde la labor de apagar incendios del Mantenimiento casi desaparece y el operario cumple una labor vital, atacando los problemas en la fuente, es decir en la minucia del día a día.

Averías con TPM

Los 1000 signos indicadores de disfunciones, nos ayudan a prevenir las averías

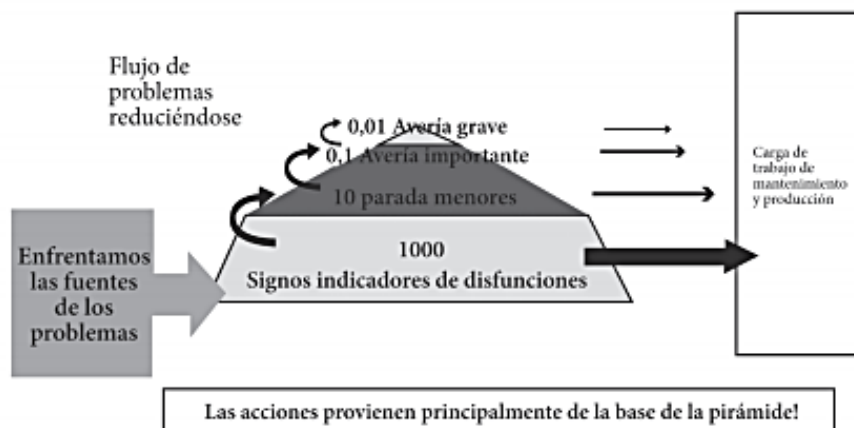


Figura 4. Escala de trabajo del mantenimiento en el TPM.

En la misma década de 1970 otros análisis bajo otras perspectivas dieron origen al RCM (Fuerza aérea de Estados Unidos), al PdM, al Mantenimiento Preventivo Condicional (MP

asistido por instrumentación y con alarmas para puntos de disparo de acciones), completando así la Tercera generación del mantenimiento.

Por último, y bajo miradas globales, holísticas, se llega a la cuarta generación del mantenimiento en la que se habla de Ingeniería y Gerencia de Mantenimiento, puesto que se trata de una fuente de beneficios para las empresas, diferente de lo que se pensaba 60 años atrás, cuando Mantenimiento era gastar.

La figura 5 ilustra cómo el sistema de Mantenimiento empleado conlleva al logro en mayor o menor medida de los resultados previstos. En este gráfico no aparece el Mantenimiento Correctivo, dada la alta aleatoriedad de sus resultados, y en el primer peldaño aparece el Mantenimiento Preventivo básico con una efectividad de resultados del 46%, y va ascendiendo hasta llegar al 90% ofrecido por el Mantenimiento Basado en el Riesgo.

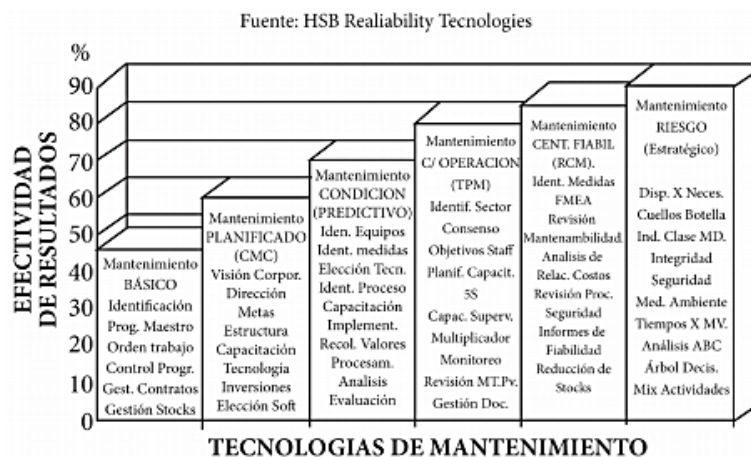


Figura 5. Efectividad de los resultados en función del sistema o tecnología del mantenimiento empleado.

Nota sobre Análisis ABC: Metodología de costeo de una empresa, que no solo atiende el análisis numérico por rubros como en la contabilidad tradicional, sino que pone en marcha una metodología de búsqueda de costos encubiertos, para identificar puntos críticos y tomar los planes de acción correspondientes. Lamentablemente para la industria local Pereira Dosquebradas en la que el grueso de las industrias grandes aplica Preventivo, el panorama es sombrío y desalentador al observar que la efectividad de resultados con dicho sistema de Mantenimiento es muy baja, del orden del 46%. Este resultado puede hacerse extensivo a casi la totalidad del país, en donde diferentes

estudios, han informado que el sistema de Mantenimiento que mayoritariamente se aplica es también Preventivo y eso explica en gran parte porque regularmente estamos lejos de los resultados exitosos de otras latitudes. (Montilla Montaña, C., 2016, p.42)

Desde el principio de la humanidad y hasta fines del siglo xvii, la conservación y el mantenimiento que hacía el hombre a las máquinas que utilizaba en la elaboración del producto o servicio que vendía a sus clientes, no tuvieron un gran desarrollo debido a la poca importancia que se le tenía a la máquina con respecto a la mano de obra que se empleaba; hasta antes de 1880, se consideraba que el trabajo humano intervenía en 90% para hacer un producto y el 10% restante era el trabajo que realizaba la máquina. A partir de entonces, el cuidado que se le da a las máquinas para que éstas funcionen adecuadamente se le llama mantenimiento, concepto que a partir de aquí se escribirá entre comillas cuando nos refiramos a la acepción antigua y sin comillas cuando se hable del mantenimiento moderno. Con este orden de ideas, el “mantenimiento” que se proporcionaba a cualquier tipo de máquina, ya fuera como proveedores o como compradores, sólo consistía en arreglos para que éstas siguieran funcionando lo mejor posible, lo cual se realizaba en caso de paro o falla importante; es decir sólo se efectuaban acciones correctivas, y no preventivas, teniendo como objetivo sólo el arreglo de la máquina y no se pensaba en el servicio que ésta suministraba.

Conforme la industria fue evolucionando, las exigencias del mercado de mayores volúmenes, diversidad y calidad de productos aumentaron, razón por la cual las máquinas fueron cada vez más numerosas y complejas; este hecho suscitó que su importancia aumentara respecto a la relevancia que hasta entonces había tenido la mano de obra.

Con el inicio de la Primera Guerra Mundial, en 1914, las máquinas trabajaron a toda su capacidad y sin interrupciones, no solamente las ocupadas en la industria común de los países beligerantes, sino también las que hacían armas, vehículos y artefactos bélicos, pues su funcionamiento era cuestión de vida o muerte para el usuario; por este motivo, la máquina tuvo cada vez mayor importancia y aumentaron en cuanto a número y funciones cada vez más complejas y exigiendo mejores operadores y cuidados.

De esta forma nació el concepto de “mantenimiento” preventivo, el cual en la década de 1920 se aceptó prácticamente como una labor que, aunque onerosa, era necesaria. Sin

embargo, este procedimiento seguía guardando un enfoque máquina y las reparaciones que se le hacían eran con el criterio de que si la máquina funcionaba bien, ésta daría el producto o servicio adecuado. (Daunce Villanueva, E., 2014, p.2)

Que es el mantenimiento.

Conjunto de recursos físicos (tierra, capital, equipos), recursos humanos, tecnología e información, que acoplados buscan mejorar la eficiencia del sistema de producción disminuyendo los paros, aumentando la confiabilidad del equipo y garantizando la seguridad y un nivel de costos rentable; todo ello dentro del marco del desarrollo propio de la empresa y del país. (Montilla Montaña, C., 2016, p.20)

El mantenimiento es toda la actividad encaminada a conservar las propiedades físicas de una institución o empresa a fin de que esté en condiciones para operar en forma satisfactoria y aun costo razonable. (Medrano Márquez, J., 2017, p.7)

Tipos y clasificación del mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo o a la falla o de emergencia CM.

Servicios de inspección, control, preservación y restauración de un ítem que opere como sistema abierto, con la finalidad de prevenir, detectar o corregir errores o defectos, tratando de evitar fallas. (Daunce Villanueva, E., 2014, p.5)

Sistema de Mantenimiento en el que se interviene un equipo una vez que ha ocurrido una falla funcional o que se hace evidente que va a ocurrir una avería mayor (falla potencial). Atendiendo a las definiciones de Falla funcional y Falla potencial descritas el Mantenimiento Correctivo se subdivide en:

- Correctivo de emergencia.
- Correctivo programado.

Correctivo de emergencia.

Tiene lugar cuando ocurre una falla funcional de manera inesperada dentro de la jornada de producción de la empresa, y generalmente detiene o trastorna la producción. Puede generar pérdidas de producción, accidentes laborales, incumplimientos a los clientes,

problemas de calidad, daños ambientales. El Correctivo programado tiene lugar cuando se hace evidente una falla potencial, pero su efecto no es dramático y permite culminar la jornada o el ciclo de producción, para proceder a realizar las correcciones necesarias. (Montilla Montaña, C., 2016, p.30)

Mantenimiento Programado

Es aquel que se ejecuta deteniendo el equipo cada que se cumpla un lapso predeterminado, procediendo luego a llevar unas actividades de limpieza, lubricación, desarme, cambio de partes de recambio y posterior rearme; generalmente el lapso es el recomendado por el fabricante del equipo, desconociendo la cantidad e intensidad real de trabajo que haya efectuado el equipo. La figura 6 presenta un gráfico de Nivel de rendimiento versus tiempo, correspondiente al ciclo de Mantenimiento Programado.

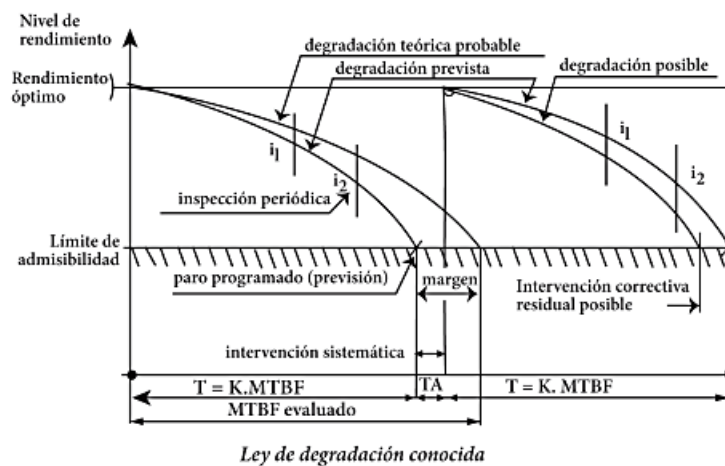


Figura 6. Ciclo del mantenimiento programado.

Del gráfico anterior, se pueden hacer varias precisiones, respecto de lo predicho por el fabricante: - El equipo se inspecciona periódicamente (puntos i de la gráfica) con base al tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failure MTBF).

Una vez definido el MTBF, se calcula un límite de admisibilidad del nivel de rendimiento ($K \times \text{MTBF}$), punto en el cual el equipo se detiene de manera programada, se interviene y se recupera su nivel de rendimiento óptimo, antes de “echarlo a andar” de nuevo.

Premisa: Se puede disponer de dos máquinas/equipos idénticos físicamente, pero no se pueden hacer predicciones generalizadas frente a su comportamiento, estado y

deterioro, debido a que en la realidad entran a formar parte de una trilogía máquina/equipo – operador – medio ambiente, que en muchas ocasiones hace que máquinas idénticas de fábrica, presenten en la realidad rendimientos, estados y vida útil muy diferentes. A la luz de lo anterior, el Mantenimiento programado presupone falsamente que las partes se desgastan y deterioran de la misma manera y a la misma velocidad. (Montilla Montaña, C., 2016, p.32)

Mantenimiento Preventivo PM.

Es un sistema de Mantenimiento cuyo objetivo esencial es prevenir la ocurrencia de fallas en un sistema productivo, con base en la ejecución de unas tareas básicas (Observar, Inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular. La ejecución de las tareas básicas puede indicar la necesidad de realizar tareas programadas adicionales (mantenimiento correctivo programado, modificaciones, overhaul, etc.). La figura 7 presenta un gráfico básico de Nivel de rendimiento versus tiempo, correspondiente al ciclo de Mantenimiento Preventivo. (Montilla Montaña, C., 2016, p.33)

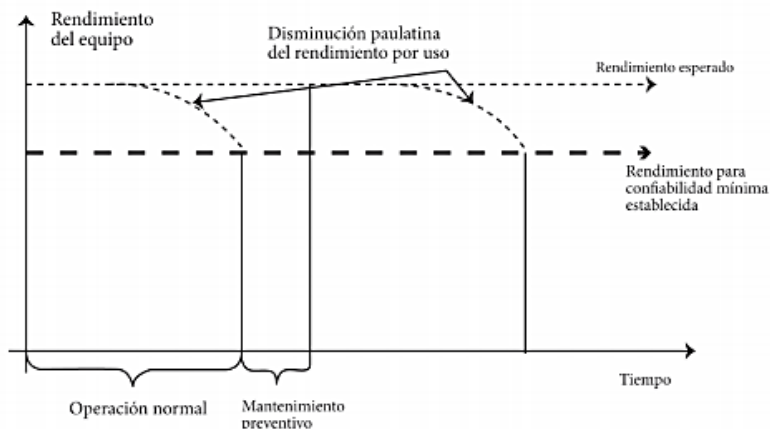


Figura 7. Ciclo básico del mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es la supervisión planificada, constante regular y proyectada, así como la distribución de labores previstas como ineludibles, que se realizan en todas las instalaciones maquinas o equipos, con la finalidad de reducir los casos de emergencia y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua.

Al implementar el plan de mantenimiento en cada uno de los equipos, éste deberá

inspeccionarse por el personal capacitado, mientras que la limpieza y calibración de los mismos corre a cargo de los operadores.

El mantenimiento preventivo pretende reducir en lo posible las interrupciones y la depresión excesiva de las propiedades de la empresa, al conservar el equipo en óptima condiciones de operación. (Medrano Márquez, J., 2017, p.66)

Es el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente (no entra en falla). (Daunce Villanueva, E., 2014, p.5)

Diseño de un programa de mantenimiento preventivo.

Para implementar un buen programa de mantenimiento preventivo lo más recomendable es empezar por reducir o eliminar las actividades innecesarias de mantenimiento.

Antes de diseñar un programa de mantenimiento preventivo es necesario plantear una serie de preguntas o establecer situaciones relacionadas con los siguientes aspectos:

1. Estandarización
2. Fiabilidad y mantenibilidad
3. Partes que requieren de algún tipo de servicio
4. Capacitación.
5. Documentación.
6. Herramientas especiales y equipo de prueba.
7. Seguridad.

Recomendaciones para determinar un plan de mantenimiento preventivo.

Recomendaciones del fabricante.

Los manuales de los equipos proporcionados por el fabricante ofrecen recomendaciones en relación con el mantenimiento del equipo, así como información acerca de algunas de las fallas más comunes y la manera de corregirlas. Esta información es aplicable a condiciones de operación normal, lo que a veces resulta ser un término bastante impreciso, a menos que los fabricantes especifiquen cuáles son las condiciones de operación normal de los equipos.

Toda información que el fabricante o constructor del equipo proporcione, y esté en poder del personal con experiencia en mantenimiento, resulta de gran utilidad. Si no se cuenta

con los manuales, es recomendable solicitarlos al fabricante o, en su defecto, recabar toda información relevante al interior de la empresa. Además, se deben elaborar planos o dibujos de cada elemento, así como sus especificaciones que permitan simplificar su localización y reemplazo cuando se requiera. (Medrano Márquez, J., 2017, p.72)

Recomendaciones de los operadores.

La experiencia del personal que opera los equipos resulta ser de gran utilidad debido a que conocen cómo se comporta el equipo en condiciones normales de operación. Ellos pueden detectar ruidos, vibraciones o incremento de temperatura en los equipos, por lo que sus recomendaciones serán muy útiles ante la posibilidad de que se produzca un desperfecto o falla en dichos equipos. (Medrano Márquez, J., 2017, p.73)

Experiencia propia.

Es muy útil aprovechar la experiencia que se tiene con la operación de la maquinaria o de equipos similares, así como los conocimientos de cada integrante del equipo de mantenimiento que pueda contribuir a intervenciones de calidad, pues se conocen las características y posibles fallas del equipo. (Medrano Márquez, J., 2017, p.73)

Análisis de ingeniería.

Cuando no se cuenta con información o ésta es insuficiente, se debe hacer un estudio detallado de:

- El equipo. Sus características de construcción y operación.
- Las condiciones en que operará el equipo, de lo cual se deducen los puntos que deben inspeccionarse y que deben recibir servicio periódicamente.
- Establecer la vida útil del equipo o maquinaria.
- Especificaciones de sus principales componentes.
- Vida útil de sus refacciones o componentes, según los fabricantes.
- Tipo de aceites o grasa que requieren para su lubricación.

(Medrano Márquez, J., 2017, p.7)

Periodicidad o frecuencia.

Para determinar la periodicidad o la frecuencia con que se debe hacer el mantenimiento es necesario medir el tiempo de operación, ya que la mayoría de los componentes de los equipos sufre deterioro por el uso. Se puede iniciar teniendo en cuenta la información del fabricante, o hacer uso del historial de la máquina a partir de las fechas en las cuales se realizaron los cambios de piezas por desgaste o falla. Esta información es de gran utilidad, ya que si no se cuenta con ella, la toma de decisiones quedará a criterio del personal más experimentado del departamento de mantenimiento. En algunos equipos el desgaste o deterioro no depende del tiempo de operación del equipo, sino de un determinado número de operaciones especiales, como pudieran ser máquinas troqueladoras, cizallas, máquinas de inyección, roladoras y centros de maquinado, entre otras. (Medrano Márquez, J., 2017, p.74)

Tiempo de operación.

Éste se contabiliza a partir de que el equipo o instalación empieza a operar y termina cuando se acumula una determinada cantidad de horas; después se le da mantenimiento y queda listo para un nuevo ciclo de operación. El tiempo acumulado comprende únicamente aquel en el que el equipo ha estado operando. (Medrano Márquez, J., 2017, p.74)

Operaciones especiales.

En instalaciones o equipos complejos existen algunos componentes cuyo desgaste depende, sobre todo, de ciertas operaciones especiales; tal es el caso de:

- Las llantas de un avión, donde el desgaste está determinado por el número de despegues y aterrizajes y no por el número de horas que el avión vuela.
- Los motores de arranque, donde el deterioro se determina por el número de arranques y no por el tiempo de operación del equipo.

Tiempo de calendario.

A la mayoría de los equipos se les puede controlar por días calendario a partir del momento en que son instalados. Los programas de mantenimiento se programan para las 52 semanas del año, ya sea en forma semanal, quincenal, mensual, semestral o

anual, o de acuerdo con el periodo de inspección que se asigne. (Medrano Márquez, J., 2017, p.74)

Inspección.

La determinación de lo que debe inspeccionarse y con qué frecuencia debe hacerse es un punto crítico, pues de eso depende el éxito o fracaso de un programa de mantenimiento preventivo. A continuación se da una guía de lo que debe inspeccionarse:

- Todo lo que sea susceptible de sufrir una falla mecánica progresiva (por ejemplo, desgaste, corrosión o vibración).
- Todo lo que esté expuesto a una falla por acumulación de materias extrañas, como los ventiladores, filtros y separadores de agua, así como resumideros de tanques y de depósitos.
- Todo lo que sea susceptible de tener fugas, como los sistemas de combustible, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos y tuberías de distribución de fluidos.
- Lo que con alguna variación quede fuera de ciertos límites y pueda ocasionar fallas, como niveles de depósitos de abastecimiento, y niveles y concentración de electrolitos.
- Los elementos reguladores de todo lo que funcione con características controladas de fuerza, presión, tensión mecánica, holgura mecánica, temperatura, voltaje, amperaje o resistencia.

Servicio.

Este rubro se define como los trabajos de mantenimiento sin los cuales es imposible mantener la buena apariencia o el buen funcionamiento de los equipos. Se considera como servicio lo siguiente:

- Limpieza
- Pintura
- Tratamiento anticorrosivo
- Lubricación
- Revisión o carga de fluidos

Reparaciones.

- Éstas comprenden todos los trabajos necesarios para corregir las fallas, sin hacer algún cambio de unidades. Estos trabajos se agrupan en las siguientes actividades:
- Enderezado de una pieza
- Ajuste
- Soldadura

Cambio de unidades

Es necesario determinar las unidades o componentes de un equipo e instalación que deben cambiarse después de haber operado durante cierto tiempo. El periodo de operación también debe determinarse. Al tiempo de operación se le llama vida útil del equipo y se mide en:

- Horas de operación
- Número de operaciones especiales
- Tiempo calendario (días, semanas o meses)

Recomendaciones generales.

Para asignar vida útil a los equipos se toma en consideración lo siguiente:

- Las unidades o componentes de un equipo vital que por la complejidad de su construcción lo requiera (por ejemplo, turbinas, compresores, motores, generadores o alternadores).
- Las unidades en las cuales la ocurrencia de una falla brusca pudiera poner en peligro a personas o al mismo equipo. También en equipos muy costosos o difíciles de adquirir.
- En unidades que al fallar en forma parcial o total originen fallas mayores en forma inmediata.
- En unidades de muy difícil acceso y cuyo funcionamiento sea muy importante.
- En unidades de bajo costo, pero que desempeñen una función importante. (Medrano Márquez, J., 2017, p.75)

Mantenimiento Predictivo.

Se basa en estudiar los síntomas de falla y predecir la ocurrencia de la falla de una máquina, midiendo y analizando los cambios en las variables de operación de la misma. El Mantenimiento Predictivo es una fase avanzada del Preventivo, y se efectúan por un lado ensayos o pruebas sobre partes de las máquinas, y complementariamente se hacen mediciones de variables de operación.

La figura 8 presenta un gráfico de nivel de rendimiento versus tiempo, correspondiente al ciclo de mantenimiento Predictivo. Para la variable en estudio debe definirse el valor del límite de admisibilidad y el valor de la señal de alarma. Periódicamente se harán mediciones de la variable, y en el momento que su valor alcance el valor de la señal de alarma, deberá programarse una intervención al equipo, para restituir su nivel de rendimiento. Si la señal de alarma es ignorada por el personal de mantenimiento se correrá el riesgo de sobrepasar el límite de admisibilidad, exponiéndose a la ocurrencia una avería mayor.

El Mantenimiento predictivo se apoya en tecnologías y técnicas específicas tales como: Análisis de vibraciones, Termografías, Análisis de aceites en uso, ensayo de tintas penetrantes, ultrasonidos, rayos X, ensayos con partículas magnéticas, etc. (Montilla Montaña, C., 2016, p.34)

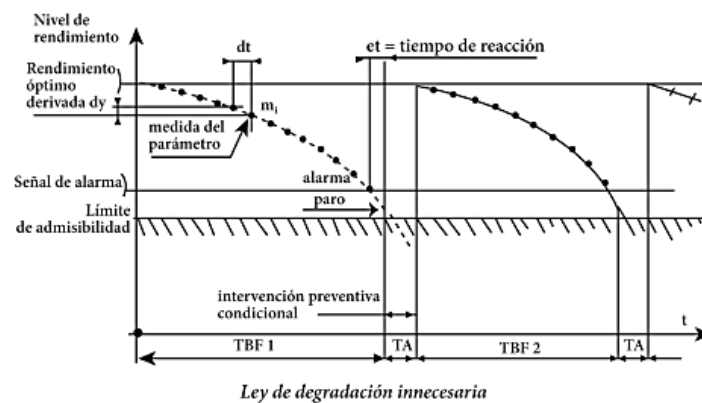


Figura 8. Ciclo del mantenimiento predictivo.

Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos (sistema) prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación

estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio. (Daunce Villanueva, E., 2014, p.5)

Mantenimiento Productivo Total TPM.

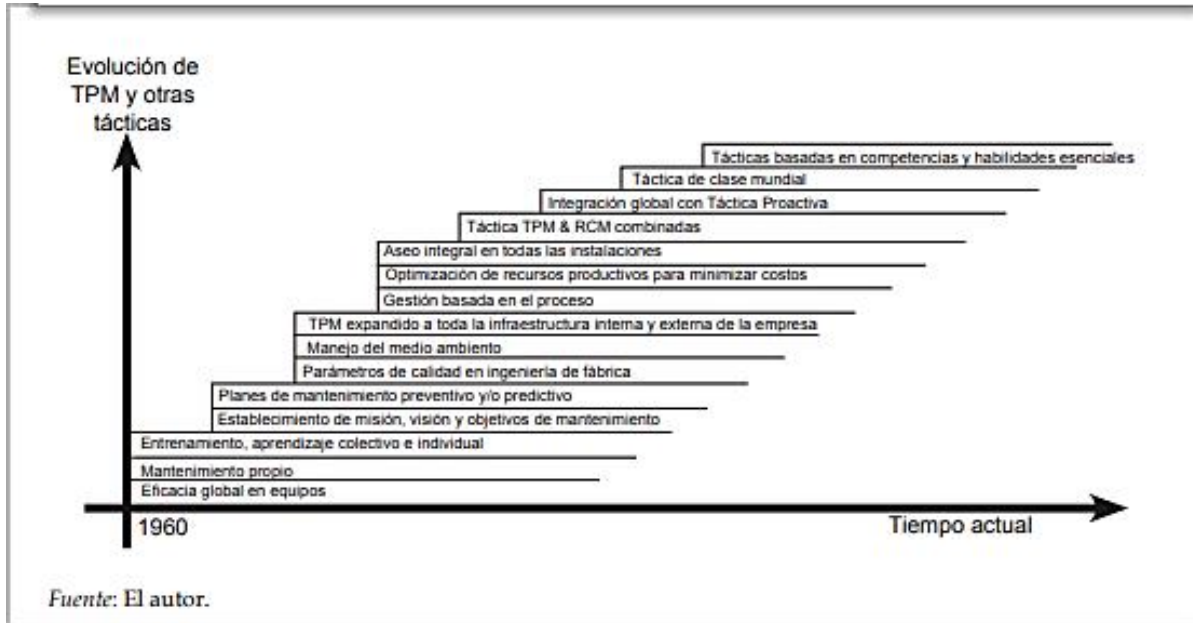


Figura 9. Evolución de TPM

Más que un sistema de Mantenimiento, es la aplicación de toda una filosofía empresarial y personal, que busca maximizar la productividad en los procesos productivos. La Productividad, es la maximización de la relación entre los resultados obtenidos versus los recursos empleados. Productividad no es producir más, sino producir bien lo máximo con lo mínimo como lo muestra la ecuación 1.

Ecuación 1. TPM.

$$Pr = \frac{i}{r}$$

Donde:

Pr: Es la productividad o maximización de la producción.

i: Son los productos obtenidos.

r: Son los recursos empleados.

El TPM busca alcanzar sistemas altamente productivos analizados en la figura 9, además eliminando las seis grandes pérdidas que los aquejan (daños de las máquinas, tiempos de alistamiento largos, productos de mala calidad, máquinas funcionando en vacío o a baja velocidad, accidentes en la planta y plantas contaminantes) y pretende alcanzar plantas con:

- Cero averías
- Cero setup o tiempo de alistamiento
- Cero defectos
- Cero despilfarros
- Cero accidentes
- Cero. Contaminación

En el TPM el operario del equipo toma un papel protagónico en el Mantenimiento Preventivo de su unidad productiva y se compromete en el incremento de la productividad a la totalidad del personal de una empresa, incluyendo la alta gerencia; para tomar ese papel protagónico el operador debe ser sensibilizado y capacitado, para ejecutar tareas básicas contempladas en el Mantenimiento Autónomo, tales como:

- Limpieza
- Lubricación
- Ajustes menores
- Reportes

Una fase inicial del TPM es la implementación del sistema de las 5S, o sistema de mejoramiento continuo, el cual puede ser implementado en cualquier empresa, independiente de su tamaño y tecnología. Las 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) están asociadas con orden, aseo y mejoramiento continuado. (Montilla Montaña, C., 2016, p.36)

Lubricación

La fricción ocasiona el desgaste en las piezas de la maquinaria debido al consumo de energía y al calor producido. El profesional encargado de la revisión de niveles, de

rellenar o re engrasar, suele detectar condiciones anormales en la temperatura, color, olor y características del lubricante que indican un problema que podría ocasionar la falla del equipo, por lo que toma la decisión de cambiar el lubricante o programar una suspensión del funcionamiento de las máquinas antes de que se presente una falla mayor. En la actualidad, todos los programas de mantenimiento contemplan la actividad de lubricación para lograr la conservación de la maquinaria, ya que además de proteger el equipo permite obtener información sobre las condiciones de operación y detectar la presencia de funcionamiento anormal o fallas de la maquinaria. (Medrano Márquez, J., 2017, p.130)

Principios básicos de la lubricación

La lubricación consiste en aplicar un producto que permita reducir el coeficiente de fricción entre dos superficies de rozamiento. La lubricación de los equipos mecánicos representa una actividad fundamental en el mantenimiento industrial. Dependiendo de la importancia que se le dé, tendrá un impacto directo sobre la eficiencia de los equipos y los costos de producción, pues se logra reducir los gastos por reparaciones, los paros innecesarios y, por tanto, incrementar la producción. Una buena lubricación permite asegurar un periodo largo de operación o de vida útil del equipo o maquinaria; sin embargo, aunque la lubricación es capaz de retardar el desgaste, no puede evitarlo en su totalidad. El desgaste sobreviene cuando el lubricante se contamina con partículas, ha envejecido o existen fallas en el sistema de lubricación.

Existe una lubricación conecta en las siguientes circunstancias:

- Cuando se utiliza el lubricante apropiado.
- Cuando se emplea la cantidad adecuada.
- Cuando es aplicado en el momento preciso.

Para garantizar la efectividad de los equipos que tienen componentes en movimiento, se requiere una inspección de los niveles apropiados de lubricante para cada equipo, lo cuál puede ser a través de varillas. (Medrano Márquez, J., 2017, p.130)

Clasificación de los lubricantes

En el mercado hay varios productos que se utilizan como lubricantes para uso industrial.

A continuación se muestra la clasificación de éstos.

Líquidos (aceites).

Los aceites son lubricantes líquidos naturales (de origen animal o vegetal) o sintéticos (aceites minerales derivados del petróleo). Los aceites naturales se degradan con mayor rapidez, son biodegradables y menos nocivos al medio ambiente; los aceites sintéticos son fabricados mediante procesos químicos y tienden a ser costosos. A temperaturas normales de operación fluyen libremente a fin de introducirse hacia las partes móviles de la máquina para proporcionar una lubricación adecuada, así como extraer calor y partículas contaminantes.

Grasas

Lubricantes semifluidos elaborados con aceites minerales y agentes espesantes (jabón o arcilla), los cuales permiten mantenerlo en los sitios donde se aplica para que actúe como una capa de protección de la contaminación externa. Debido a la falta de fluencia, disipan menos el calor que los lubricantes líquidos.

Sólidos

Entre los lubricantes grasos destacan el grafito, el bisulfuro de molibdeno y el politetrafluoroetileno (PTFE o teflón). Se utilizan en aplicaciones especiales en donde los aceites y grasas no pueden emplearse.

Gaseosos

El aire se emplea como lubricante en cojinetes para operar a altas velocidades pero bajas cargas (por ejemplo, las fresas de los dentistas).

Aceites lubricantes

Los aceites lubricantes son los más utilizados. Un aceite lubricante está compuesto por una base lubricante y aditivos. La base lubricante es la que determina la mayoría de las características del aceite, tales como viscosidad, índice de viscosidad, resistencia a la oxidación, lubricidad, untuosidad y punto de fluidez.

Base lubricante

Por su origen, las bases lubricantes pueden ser:

- **Minerales.** Obtenidos de derivados del petróleo, de piedra y lubricantes sólidos como el tungsteno, el talco, el grafito y otros.
- **Sintéticos.** Obtenidos de manera química con un antioxidante de mayor poder que un lubricante mineral, lo que evita que envejezcan o pierdan sus características químicas más lentamente que un aceite mineral.
- **Animales.** Extraídos de la lana, los huesos y el tejido adiposo de animales terrestres y marinos.
- **Vegetales.** Extraídos de plantas y frutos.

Aditivos

Los aditivos son sustancias químicas que se añaden a los aceites para proporcionarles o incrementar sus propiedades, entre las que pueden mencionarse:

- Aditivos para elevar el índice de viscosidad
- Aumentar la resistencia a la oxidación
- Dar propiedades detergentes
- Incrementar la resistencia de la película lubricante
- Obtener productos de extrema presión
- Cambiar el color
- Bajar el punto de congelación

La mayoría de los fabricantes de aditivos recomiendan que cuando se agregue un aditivo a un aceite para mejorar las características antes mencionadas, sea de la misma marca para garantizar las propiedades que brindan los fabricantes de cada producto y no ocasionar un efecto contrario al esperado. (Medrano Márquez, J., 2017, p.136)

Clases de aditivos

Según los efectos que producen, se clasifican en dos grandes grupos

- **Aditivos inhibidores.** Retardan la degradación del aceite al actuar como detergentes, dispersantes, antioxidantes y anticorrosivos.
- **Aditivos mejoradores.**

Utilizados para incrementar las cualidades básicas físicas del lubricante, con efecto sobre el índice de viscosidad, el punto mínimo de fluidez, el poder antiespumante, la untuosidad, la extrema presión, la rigidez dieléctrica, el aumento del punto de inflamación y la reducción del punto de congelación. (Medrano Márquez, J., 2017, p.137)

Aceites derivados del petróleo o de origen mineral

Los aceites derivados del petróleo crudo o los derivados de fracciones de petróleo refinado son los más empleados debido a su gran adaptabilidad como lubricantes.

Aceites sintéticos

Los lubricantes sintéticos se producen a partir de la combinación de componentes de bajo peso molecular y, por medio de reacción química, forman moléculas grandes con propiedades de comportamiento y viscosidad que son utilizadas como lubricantes. Incluyen todos los aceites fabricados de manera artificial. En esta clasificación se consideran:

- Hidrocarburos sintetizados
- Ésteres
- Silicones
- Poli glicoles
- Ésteres de fosfato

La característica principal de los lubricantes sintéticos es la superioridad en uno o más aspectos sobre los aceites de origen natural. Las ventajas de los lubricantes sintéticos más usados son:

- Fluidez a baja temperatura.
- Estabilidad a alta temperatura frente a la oxidación y resistencia al incendio.
- Baja volatilidad en relación con la viscosidad.
- Alto índice de viscosidad.

(Medrano Márquez, J., 2017, p.138)

Aceites de origen animal o vegetal

Se trata de aceites elaborados con grasa de origen animal o vegetal. Se utilizan

principalmente en equipos don-de se procesan alimentos y puede haber contacto con éstos. Su principal desventaja es que la mayoría tiende a deteriorarse muy rápido a consecuencia de las temperaturas generadas durante el proceso.

Lubricantes semisólidos (grasas)

Las grasas lubricantes se fabrican al mezclar:

- Una base lubricante (suele ser un aceite). De 65 a 95% en peso de aceite lubricante
- Un espesador. De 5 a 35%, disperso para darle una consistencia semisólida
- Aditivos: De 0 a 10%

La cantidad de aceite lubricante presente en una grasa es la que desarrolla la función de lubricación; los espesadores actúan solo para evitar fugas y bloquear la entrada de los contaminantes, al mantener el lubricante en su lugar. (Medrano Márquez, J., 2017, p.139)

Lubricantes sólidos

Los lubricantes sólidos se obtienen a partir de materiales sólidos con propiedades de baja resistencia al corte y reductores de la fricción. Son muy pulverizados. Algunos de estos materiales son:

- Grafito
- Bisulfuro de molibdeno
- Politetrafluoroetileno (PTFE)
- Mica

Los lubricantes de película sólida inducen numerosas variedades y diversos tipos de materiales, diferentes propiedades y rangos de funcionamiento. (Medrano Márquez, J., 2017, p.140)

Propiedades de los aceites

Viscosidad

Se considera la propiedad más importante de los aceites; consiste en la resistencia que el fluido ofrece al fluir (movimiento cortante); es decir, su rozamiento interno. Esta resistencia obedece a dos fenómenos:

- La cohesión molecular.
- La transferencia molecular de una capa a otra con la cual se establece una fuerza tangencial o esfuerzo cortante.

En los líquidos, la cohesión es la que predomina, ya que disminuye al aumentar la temperatura y, por tanto, también su viscosidad. Un incremento o decremento de la temperatura hace variar su viscosidad.

La viscosidad de los lubricantes líquidos se suele expresar en segundos Saybolt universal (SUS o SSU) a 100 y 210 °F (37.8 y 98.9 °C) en centistokes (cSt) a 40 y 100 °C (104 y 212 °F). A la viscosidad expresada en centistokes se le denomina viscosidad cinemática.

Índice de viscosidad

Medida empleada para determinar la variación de la viscosidad con los cambios de temperatura. Las reglas fundamentales son:

- La viscosidad varía de manera inversa con la temperatura.
- La variación no es igual en todos los aceites.

Resistencia a la oxidación

Los aceites son una mezcla de componentes de hidrógeno y carbono. Al estar expuestos al aire, la intemperie y las altas temperaturas, se combinan poco a poco con el oxígeno del ambiente, lo que produce cambios en su composición química. La combinación lenta del aceite con el oxígeno se llama oxidación, y los compuestos que se forman en esta reacción incluyen depósitos de carbón, lodos, barnices, resinas y ácidos (corrosivos y no corrosivos). La oxidación suele estar acompañada por un aumento en la viscosidad del aceite.

La rapidez con que ocurre la oxidación depende de factores tales como la composición química del aceite, la temperatura ambiente, el tamaño del área de la superficie expuesta al aire, el tiempo que el lubricante ha estado en servicio y la presencia de contaminantes que actúen como catalizadores en la reacción de oxidación.

Lubricidad

La lubricidad se emplea para describir la deslizabilidad. Por ejemplo, si dos aceites de igual viscosidad se utilizan en la misma aplicación y uno de ellos reduce más la fricción que el otro, se dice que uno tiene mejor lubricidad que el otro. (Medrano Márquez, J., 2017, p.142)

Desemulsibilidad

Cuando el agua y el aceite se mezclan y agitan de manera simultánea se forma una emulsión. A la capacidad que tiene un fluido de separarse del agua se le llama desemulsibilidad. Cuanto mejor sea la desemulsibilidad de un aceite lubricante, más rápido se separará el aceite del agua después de haberse mezclado.

Punto de fluidez

Temperatura más baja a la cual un lubricante fluye, bajo ciertas condiciones específicas de presión y temperatura. En general, no es aconsejable emplear un aceite a una temperatura inferior a 8 °C (15 °F) por arriba de su punto de fluidez.

Propiedades de las grasas

Consistencia o penetración

Ésta es una característica medible de las grasas que debe ser considerada en la selección del lubricante para una aplicación determinada. La penetración indica si una grasa posee consistencia blanda o compacta. El Instituto Nacional de Grasa Lubricante (NLGI) ha desarrollado un sistema numérico que varía desde 000 a 6 para identificar diversas consistencias de grasas. La mayoría de las grasas que se utilizan para propósitos múltiples son de consistencia grado 1 o 2.

Punto de goteo o escurrimiento

El punto de goteo es la temperatura a la cual se licua la grasa y fluye o se separa el aceite de la base. No es aconsejable utilizar una grasa a temperaturas mayores de 28 °C (50 °F) por debajo de su punto de goteo.

Capacidad de bombeo

Esta característica se refiere a la facilidad con que puede ser bombeada una grasa; por ejemplo, en un sistema centralizado de grasa, la bomba debe desarrollar la presión suficiente para introducir la grasa. (Medrano Márquez, J., 2017, p.143)

Resistencia al agua

Algunas grasas tienen que hacer la función de lubricar a pesar de estar en contacto con el agua. Cuando se presenta esta situación, debe seleccionarse una grasa con base de jabón de litio o sodio, pues estos elementos son insolubles en agua.

Adhesividad o tenacidad

Propiedad que tienen las grasas de pegarse o adherirse a una superficie.

Fibrosidad

Es la propiedad de formar hebra o filamento.

Miscibilidad

Esta particularidad consiste en la mezcla de diversos tipos de grasas, así como de distintos aceites base y espesantes. Suele producir un efecto negativo sobre la temperatura de servicio y la estabilidad al batido. Si al tener que aplicar un nuevo tipo de grasa no es posible eliminar en su totalidad la grasa anterior, es necesario volver a lubricar de tres a cinco veces en intervalos cortos para eliminar la grasa existente.

Organizaciones que regulan los lubricantes Los fabricantes de maquinaria recomiendan que los lubricantes utilizados en las máquinas cumplan ciertas especificaciones y exigencias de acuerdo con las condiciones de severidad en el servicio que han de realizar. Al respecto se han emitido especificaciones que deben tener los lubricantes y la vigilancia de su comportamiento en servicio. Con el fin de unificar ciertos criterios, las organizaciones que regulan los lubricantes han desarrollado procedimientos de pruebas normalizadas con el fin de medir las propiedades del lubricante en lo relativo a su calidad. (Medrano Márquez, J., 2017, p.144)

Las principales organizaciones son:

- AFNOR (Association Française de Normalization)
- AGMA (American Gear Manufacturers Association)
- AISI (the American Iron and Steel Institute)
- API (American Petroleum Institute)
- ASM (American Society for Metals)
- ASTM (American Society of Testing Materials)
- BSI (British Standards Institution)
- CMA (Chemical Manufacturers Association)
- CCMC (Comité de Constructores del Mercado Común)
- CENELEC (Comité Europeo para la Estandarización Electrotécnica)
- CEC (Coordinating European Council)
- CEI (Comisión Electrotécnica Internacional)
- CRC (Coordinating Research Council)
- DIN (Deutsches Institut für Normung, o Das Ist Norm)
- IEC (Comisión Electrotécnica Internacional)
- IHA (Instituto del Hierro y del Acero)
- INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial)
- IP (Institute of Petroleum)
- ISA (Instrument Society of America)
- ISO (International Standard Organization)
- JOAP (Joint Oil Analysis Program)
- NLGI (National Lubricating Grease Institute)
- NPA (National Petroleum Association)
- SAE (Society of Automotive Engineers)
- UNE (Una Norma Española)
- UNI (Ente Nazionale per l'Unificazione nell "Industria)
- VDI (Verein Deutscher Ingenieure)

Lubricantes industriales (Sistema ISO)

Estos aceites son clasificados según la norma internacional para la estandarización ISO, vigente desde 1975 pero puesta en práctica a partir de 1979. Antes de implementar esta norma, los fabricantes de aceites especificaban sus productos con un nombre y un número. El sistema 150 clasifica los aceites industriales en centistokes (cSt) a +40 °C, de tal forma que el número que aparece al final del nombre del aceite es su grado de viscosidad en ISO. (Medrano Márquez, J., 2017, p.145)

9. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Investigación de los manuales de la maquinaria.

En esta actividad se recolecto información debido a que esta empresa Agropecuaria Martin no consta con los manuales del plan de mantenimiento y hubo la necesidad de recurrir a aplicar una encuesta para detectar y obtener la información de los manuales de cada uno de los equipos cuando se realizan sus respectivos mantenimientos.

A través de investigaciones teóricas y a través de los manuales existentes de cada una de la maquinaria se analizó los diferentes tipos de componentes que conforman la maquinaria o equipo para así determinar las acciones correspondientes sobre el plan de mantenimiento. Para la recolección de información se elaboró una encuesta que se aplicara a los operarios para verificar y tomar acciones sobre la información que dice los manuales, además de otras técnicas para llegar a las fallas más comunes en la maquinaria.

Área de Trabajo.

En este apartado se realizó un análisis para conocer los factores que afectan el área de trabajo y el operador no tenga problemas al momento de realizar el mantenimiento correspondiente a la maquinaria, además ver la seguridad con la que cuenta y que no esté expuesto a algún accidente y así quitándolo del peligro que se pueda generar. Además para ver el grado de satisfacción en el que se encuentran los operadores y estos realicen bien a cabo su trabajo de cualquier tipo de mantenimiento. La finalidad de esta investigación será recomendado a aplicar las 5's y señalamientos de seguridad industrial para tener un mejor ambiente de trabajo y prevenciones y limitaciones de riesgos para el trabajador.

Establecimiento del presupuesto.

Para la realización de este apartado fue necesario sacar el costo de cada mantenimiento en cada una de la maquina o equipo por el motivo que no se tenía establecido cuanto era el costo del mantenimiento básico. Para el establecimiento del presupuesto también fue necesario realizar el costo de paro por qué se debe tener en cuenta cuanto es la perdida monetaria si no se cuenta con un equipo disponible para una emergencia ya que

para esto se realizó un inventario de los equipos existentes disponible en la empresa como se muestra en el siguiente apartado. El presupuesto establecido está representado en el apartado de resultados.

Inventariar equipo.

Es necesario conocer la existencia de maquinaria y equipo con la contamos disponible para un supuesto caso de emergencia y así ver la disponibilidad de cada maquinaria para un uso inmediato. Además para identificar a base del manual de la maquinaria los repuestos más factibles que se pueden aplicar en un mantenimiento correctivo clasificándolos en sus respectivos departamentos de herramientas y repuestos. El inventariar el equipo va de la mano con el costo de paro ya que si no se cuenta con un equipo disponible se verá reflejado el porcentaje de pérdida monetaria y así con esta aplicación se verá que equipo está disponible para su funcionamiento.

Consulta de manuales de la maquinaria.

En este apartado se realizó una investigación teórica a manera de que las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes sea analizadas para ver el colapso de vida útil que tienen para así prevenir una posible falla en la maquinaria, así como también ver el tipo de repuestos que llevan la marca, cantidades y por supuesto más medidas de seguridad que hay que tener al momento de realizar esta respectiva actividad. La consulta de los manuales nos ayudó a determinar en el sistema de mantenimiento en el apartado de mantenimiento correctivo y preventivo en el documento de Excel para sus respectivas refacciones de piezas ante los mantenimientos correspondidos, además así como la cantidad requerida por los fabricantes de cada maquinaria o equipo.

Encuestas

La elaboración de estas encuestas cuya finalidad es de evaluar periódicamente los resultados de la ejecución del antes y después del manual de mantenimiento, de manera concreta saber la opinión de los trabajadores acerca sobre que antecedentes o información existe sobre el mantenimiento, previamente saber las características que

existen y así analizar la información recabada para mejorar lo ya establecido. Además ver la importancia que tiene la empresa en el área de mantenimiento a la maquinaria, la administración que llevan a cada uno de los equipos con los que se cuentan y el registro de todos los mantenimientos que se le han realizado.

Además para ver donde existe más problemáticas a base de los operadores representándolos con graficas entre otras herramientas y así determinar los respectivos resultados obtenidos para la creación del plan de mantenimiento.

Diagrama de Pareto

La aplicación de estas técnicas establecidas se realizó para ver el porcentaje acumulado en cada una de las fallas que se detectaron en el grafico 1 en el apartado de resultados, observando que sobre la línea de tendencia sobrepaso por la cual llamo la atención a manera que sus costos de mantenimiento es muy elevado. Por lo que atreves de encuestas realizadas identificamos las causas de forma sistemática así clasificando las ocurrencias que se generan en un determinado tiempo. La principal aportación de esta técnica es de tener oportunidades de mejora para eliminar las averías más importantes del equipo o maquinaria.

Diagrama de Ishikawa

A base de la aplicación de esta herramienta del diagrama de pescado o Ishikawa nos ordena de forma muy concreta, todas la causas que supuestamente pueden contribuir a el efecto de descomponernos la maquinaria. Esta nos permite lograr un conocimiento complejo organizando los factores causales que podemos tener de acuerdo a la variabilidad que existe de las múltiples causas. Esta herramienta nos ayudara a desarrollar un plan de recolección de los datos teniendo en cuenta los factores que componen a este diagrama.

Plan y Sistema de Mantenimiento

Registro de Mantenimiento

La creación de este plan de mantenimiento está orientado a coordinar las actividades que conlleva el mantenimiento de la maquinaria existente dentro de la empresa

Agropecuaria Martin a manera que nos garantiza la prevención de averías, la reducción de tiempo las reparaciones y sobre todo contar con el equipo en óptimas condiciones para cualquier tipo de emergencia que puede surgir. Además que extiende más la vida útil de la maquinaria y los equipos y nos da mejor seguridad teniendo en cuenta que nos reducirá significativamente los costos del mantenimiento en un determinado tiempo. Este registro de mantenimiento nos ayudara a tener un mejor control en la administración del mantenimiento de acuerdo que nos alterna el sistema realizado si ya requiere mantenimiento o ya paso la fecha de su mantenimiento o aún le falta, como también nos determina las piezas o cantidades requeridas como así mismo la marca requerida del cual se debe poner para que cumpla lo requerido.

Mantenimiento Preventivo

La realización de este documento nos ayudara a tener un mejor control y administración del mantenimiento preventivo ya que en este apartado nos determina las fechas establecidas y la fecha en que se realizó de acuerdo a sus ciertas horas de mantenimiento de la maquinaria donde nos determina el plan de mantenimiento. Además también nos determina las piezas cambiadas y donde no fue necesario o requerido cambiar algunas de las piezas de acuerdo a su vida útil y su último mantenimiento. Los siguientes documentos nos determinaran a tener una buena administración del plan de mantenimiento por lo que cada uno tiene su función en sistema:

Bitácora de Mantenimiento

Reporte de Equipo

Reporte de Falla

Lista de Piezas

CheckList

Orden de Mantenimiento

Solicitud de Mantenimiento

Cronograma de actividades

A medida que los proyectos se hacen más complejos y extensos, los cronogramas toman la ejecución resumida de las actividades realizadas en su fecha establecida. Toda investigación debe tener este tipo de cronogramas con las actividades y fechas de estudio para tener una idea general del proyecto a elaborar en término de tiempo, días, meses, años. Cada actividad a realizar necesita su tiempo específico para que así este nos ayudara al éxito o fracaso del mismo proyecto donde las etapas establecidas se afianzan para lograr los objetivos y metas establecidos en las fechas correspondientes como se muestra en el siguiente cronograma de actividades.

Actividades por Quincena	Jul-2ª	Ago-1ª	Ago-2ª	Sep-1ª	Sep-2ª	Oct-1ª	Oct-2ª	Nov-1ª	Nov-2ª	Dic-1ª
Investigación de Antecedentes del Mantenimiento.										
Análisis de Área de Trabajo.										
Establecer Presupuesto.										
Inventariar Equipo.										
Consultar los Manuales de la Maquinaria.										
Desarrollar el Manual.										
Aplicar el Manual										
Designar los Responsables.										
Revisión del Plan de Mantenimiento.										
Revisión de los Resultados.										

10. Resultados

Análisis de área de trabajo.

Derivado al análisis que se realizó se detectó que existe el espacio necesario pero existe de que hay cosas innecesarias como se muestra en la figura 11 y 13 por lo que estorban y al momento de realizar un mantenimiento no hay espacio suficiente y esto le da incomodidad al operador que realizara el mantenimiento y además de la seguridad del trabajador no es la suficiente como se muestra en la figura 10 en la maquina cargadora y en figura 12 en el carro mezclador de pastura, por lo que no realizan su trabajo como debe ser y como está establecido en por el manual de mantenimiento. Se recomienda que se realice o aplique la herramienta de las 5's para clasificar, organizar, limpiar, estandarizar y mejorar lo que ya se tiene. Además de señalar las áreas peligrosas y la seguridad con la que se debe colaborar dentro de estas actividades de mantenimiento para evitar cualquier accidente.

La seguridad es algo importante en el entorno laboral por lo que cabe destacar que evitar que el operador en el ambiente en el que está laborando le cause daño a su salud y ante la normatividad cumplir con los requisitos en la materia de prevención de riesgos y cumpla con la seguridad que está establecida en el su entorno de trabajo.

Además con el análisis establecido se realiza una encuesta de preguntas como la del anexo 1 para ver la problemática que se puede estar generando a base del operador o a la aplicación de un mantenimiento emergente y para el repuesto de las piezas dañadas en su caso de aplicarse un mantenimiento correctivo.

Por otro lado el campo por donde transita todo este tipo de maquinaria como en la figura 14 puede ser un factor que haga que se desgasten las piezas o componentes más rápido de lo habitual.

Se prolonga a poner uso de las medidas de seguridad para el cuidado del personal.

En las siguientes imágenes se muestra un análisis de entorno laboral:



Figura 10. Maquina insegura a manera que no cuenta con ninguna medida de seguridad.



Figura 11. El área de Mantenimiento cuenta con ocupaciones innecesarias.



Figura 11. El Revolvedor no se encuentra en el área requerida de seguridad.



Figura 12. Se cuenta con ocupaciones innecesarias en el área de trabajo.



Figura 13. Ruta o Camino

Encuesta

De acuerdo a la encuesta del anexo 1 que se realizó se aplicaron, para ver la administración e importancia que se le da al mantenimiento de la maquinaria. Por lo que podemos concluir de acuerdo a los resultados de las encuestas aplicadas que no existe una buena administración ni documentación de las actividades elaboradas de la maquinaria, por lo que fue necesario elaborar algunos documentos para tener un buen control. También expresan el conocimiento de los trabajadores que tienen sobre el funcionamiento de la maquinaria y su respectivo mantenimiento correspondiente y las actividades que tienen que realizar.

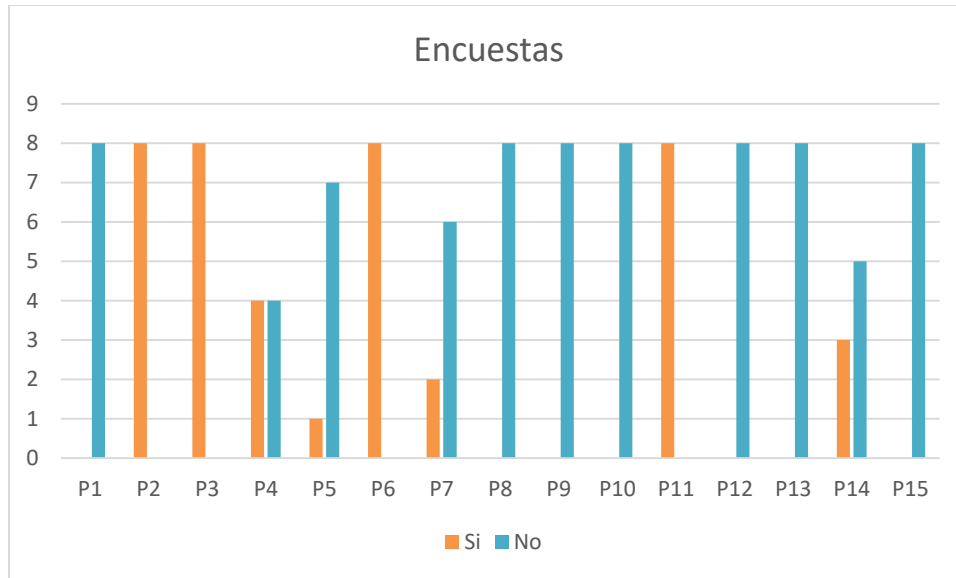


Figura 15. Resultados de las encuestas.

De acuerdo a la aplicación de la encuestas se muestra la figura 15 que obtuvimos los resultados que en la mayoría de las preguntas la respuesta fue NO a lo que cabemos destacar que no existe una buena administración o un buen control del mantenimiento de la maquinaria.

Inventario de equipos

La realización de esta actividad fue desarrollada para ver y conocer la maquinaria y equipo que se tiene en existencia como se muestra en la tabla 1, para tener en cuenta conque maquinaria tenemos para una supuesta emergencia para su uso inmediato. Esta tabla 1 nos determina la existencia de la maquinaria y equipos que tiene la empresa Agropecuaria Martin, así como el precio de costo de cada uno de los equipos que nos ayuda a ver la pérdida en una supuesta descomposición y ya no funcione para nada el equipo o maquinaria.

Tabla 1. Existencia de maquinaria y equipo.

Cantidad	Tipo	Costo
1	TRACTOR J.D. MOD 5715 NO. DE SERIE P05715KOO4436	\$ 250,000.00
1	TRACTOR FORD 6600 NO. DE SERIE ZX351326	\$ 350,000.00
1	TRACTOR JHON DEERE 4455 NO. SERIE PO6466TOO4810 (VERDE)	\$ 350,000.00

1	TRACTOR MCCORMICK NO SERIE TLUCN36106 (ROJO)	\$ 400,000.00
1	TRACTOR NEW HOLAND (AZUL)	\$ 458,367.00
1	TRACTOR FARMALL 105U ROPSCASE (AZUL)	\$ 600,000.00
1	TRACTOR AGROTRAC 130 DT-E2 NO SERIE 24R-03-2025 MOTOR 1000-6MT1E (VERDE)	\$ 630,000.00
1	CARGADOR FRONTAL 621F CASE NO. SERIE NEF221475 CODIGO INCS722621F	\$1,400,000.00
1	MINICARGADOR CATERPILLAR MOD 246 NO. SERIE 5SZ00918	\$ 300,000.00
1	MINICARGADOR CATERPILLAR MOD 246-B NO. SERIE CAT0246BLPAT02894	\$ 300,000.00
1	CARRO MEZCLADOR	\$ 800,000.00
1	CARRO MEZCLADOR HORIZONTAL 12 M3 NO. SERIE 3952	\$ 633,744.00
1	CARRO MEZCLADOR 17 M3 NO. SERIE 1ZZ7222VA/14 COD-999-0520 DE LAVAL	\$ 750,000.00
1	ASPERSORA SWISSMEX MOD 920030 500LTS 21 BOQUILLAS BOMBA CAP 43	\$ 25,000.00

Esta tabla 1 nos determina la existencia de los equipos o maquinaria con la que se cuenta dentro de la empresa, así como su costo establecido, lo que estos nos determinan cuanto es valor perdido en un caso de descomposición total de alguna maquinaria.

Análisis de costos de mantenimiento

Como se muestra en la tabla de la 2 a la 15 nos presenta el presupuesto de la diferente maquinaria con de su respectivo mantenimiento básico. Tomando como base se presupuestó a manera que este tipo de mantenimiento es lo aplicable anteriormente. La finalidad de este presupuestario es de mantener el costo total de mantenimiento como se muestra en color amarillo de color amarillo, para así darles una mejor fiabilidad y disponibilidad a cada maquinaria para en cualquier momento de su uso.

Como se muestra en la tabla 2 nos determina el costo de mantenimiento básico de tractor Deutz Fahr mensualmente dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 2. Costo de mantenimiento del tractor Deutz Fahr.

Costo de mantenimiento mensual Deutz Fahr		
Aceite	18 litros	\$1,200.00
Filtro de Aire	1 unidad	\$1,500.00
Filtros de Aceite	1 unidad	\$850.00
Filtros de Diésel	2 unidades	\$400.00
Anticongelante	10 litros	\$350.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Mano de Obra	~	\$500.00
Filtro de Aceite Hidráulico	1 unidad	\$1,200.00
Aceite Hidráulico	60 litros	\$2,700.00
Total		\$ 8,820.00

Como se muestra en la tabla 3 nos determina el costo de mantenimiento básico de tractor Massey Ferguson mensualmente dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 3. Costo de mantenimiento del tractor Massey Ferguson

Costo de mantenimiento mensual Massey Ferguson		
Aceite	18 litros	\$1,200.00
Filtro de Aire	1 unidad	\$1,500.00
Filtros de Aceite	1 unidad	\$850.00
Filtros de Diésel	2 unidades	\$400.00
Anticongelante	10 litros	\$350.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Mano de Obra	~	\$500.00
Filtro de Aceite Hidráulico	1 unidad	\$1,200.00
Aceite Hidráulico	60 litros	\$2,700.00
Total		\$ 8,820.00

Como se muestra en la tabla 4 nos determina el costo de mantenimiento básico de tractor John Deere 4455 mensualmente dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 4. Costo del mantenimiento del tractor John Deere 4455.

Costo de mantenimiento tractor John Deere 4455		
Aceite	18 litros	\$1,200.00
Filtro de Aire	1 unidad	\$1,500.00
Filtros de Aceite	1 unidad	\$850.00
Filtros de Diésel	2 unidades	\$400.00
Anticongelante	10 litros	\$350.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Mano de Obra	~	\$500.00
Filtro de Aceite Hidráulico	1 unidad	\$1,200.00
Aceite Hidráulico	60 litros	\$2,700.00
Total		\$ 8,820.00

Como se muestra en la tabla 5 nos determina el costo de mantenimiento básico de tractor Ford 6600 mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 5. Costo de mantenimiento del tractor Ford 6600.

Costo de mantenimiento tractor Ford 6600		
Aceite	18 litros	\$1,200.00
Filtro de Aire	1 unidad	\$1,500.00
Filtros de Aceite	1 unidad	\$850.00
Filtros de Diésel	2 unidades	\$400.00
Anticongelante	10 litros	\$350.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Mano de Obra	~	\$500.00
Filtro de Aceite Hidráulico	1 unidad	\$1,200.00
Aceite Hidráulico	60 litros	\$2,700.00
Total		\$ 8,820.00

Como se muestra en la tabla 6 nos determina el costo de mantenimiento básico de tractor McCormick mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 6. Costo de mantenimiento del tractor Mccormick.

Costo de mantenimiento tractor Mccormick		
Aceite	18 litros	\$1,200.00
Filtro de Aire	1 unidad	\$1,500.00
Filtros de Aceite	1 unidad	\$850.00
Filtros de Diésel	2 unidades	\$400.00
Anticongelante	10 litros	\$350.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Mano de Obra	~	\$500.00
Filtro de Aceite Hidráulico	1 unidad	\$1,200.00
Aceite Hidráulico	60 litros	\$2,700.00
Total		\$ 8,820.00

Como se muestra en la tabla 7 nos determina el costo de mantenimiento básico de tractor New Holand mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 7. Costo de mantenimiento del tractor New Holand.

Costo de mantenimiento tractor New Holand.		
Aceite	18 litros	\$1,200.00
Filtro de Aire	1 unidad	\$1,500.00
Filtros de Aceite	1 unidad	\$850.00
Filtros de Diésel	2 unidades	\$400.00
Anticongelante	10 litros	\$350.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Mano de Obra	~	\$500.00
Filtro de Aceite Hidráulico	1 unidad	\$1,200.00
Aceite Hidráulico	60 litros	\$2,700.00
Total		\$ 8,820.00

Como se muestra en la tabla 8 nos determina el costo de mantenimiento básico del cargador de ruedas 621f mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 8. Costo de mantenimiento del cargador de ruedas 621 f.

Costo de Mantenimiento mensual Cargador de Ruedas 621 F		
Aceite de motor	18 litros	\$1,200.00
Graseras	20 unidades	\$200.00
Aceite de Hidráulico	40 litros	\$900.00
Anticongelante	10 litros	\$350.00
Filtro de aceite	1 unidad	\$820.00
Filtro de aceite de hidráulico	1 unidad	\$1,200.00
Filtro de Diésel	2 unidades	\$400.00
Filtro de Aire	1 unidad	\$1,500.00
Mano de Obra	~	\$650.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Total		\$ 7,340.00

Como se muestra en la tabla 9 nos determina el costo de mantenimiento básico de mini cargador Caterpillar 246 mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 9. Costo de mantenimiento mini cargador Caterpillar modelo 246.

Costo de mantenimiento mini cargador Caterpillar modelo 246		
Aceite de motor	18 litros	\$1,200.00
Graseras	20 unidades	\$200.00
Aceite de Hidráulico	40 litros	\$900.00
Anticongelante	10 litros	\$350.00
Filtro de aceite	1 unidad	\$820.00
Filtro de aceite de hidráulico	1 unidad	\$1,200.00
Filtro de diésel	2 unidades	\$400.00
Filtro de Aire	1 unidad	\$1,500.00
Mano de Obra	~	\$650.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Total		\$ 7,340.00

Como se muestra en la tabla 10 nos determina el costo de mantenimiento básico de mini cargador Caterpillar 246-B mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 10. Costo de mantenimiento mini cargador Caterpillar modelo 246-B.

Costo de mantenimiento mini cargador Caterpillar modelo 246-B		
Aceite de motor	18 litros	\$1,200.00
Graseras	20 unidades	\$200.00
Aceite de Hidráulico	40 litros	\$900.00
Anticongelante	10 litros	\$350.00
Filtro de aceite	1 unidad	\$820.00
Filtro de aceite de hidráulico	1 unidad	\$1,200.00
Filtro de diésel	2 unidades	\$400.00
Filtro de Aire	1 unidad	\$1,500.00
Mano de Obra	~	\$650.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Total		\$ 7,340.00

Como se muestra en la tabla 11 nos determina el costo de mantenimiento básico de revolvedor de Laval grande mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 11. Costo del mantenimiento revolvedor de Laval grande.

Costo de Mantenimiento revolvedor de Laval grande		
Graseras	10 unidades	\$100.00
Cadenas	1 unidad	\$1,100.00
Navaja Chica	95 unidades	\$4,800.00
Navaja Grande de Gusano	36 unidades	\$3,600.00
Gato Hidráulico	1 unidad	\$4,000.00
Manguera de Aceite	1 unidad	\$500.00
Engranés	2 unidades	\$4,500.00
Mano de Obra	~	\$850.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Total		\$19,570.00

Como se muestra en la tabla 12 nos determina el costo de mantenimiento básico de carro mezclador horizontal 12 m³ mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 12. Costo del mantenimiento carro mezclador horizontal 12 m3.

Costo de mantenimiento carro mezclador horizontal 12 m3		
Graseras	10 unidades	\$100.00
Cadenas	1 unidad	\$1,100.00
Navaja Chica	65 unidades	\$6,500.00
Navaja Grande de Gusano	26 unidades	\$2,600.00
Gato Hidráulico	1 unidad	\$4,000.00
Manguera de Aceite	1 unidad	\$500.00
Engranajes	1 unidad	\$3,000.00
Mano de Obra	~	\$850.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Total		\$18,770.00

Como se muestra en la tabla 13 nos determina el costo de mantenimiento básico de carro mezclador 17 m3 mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 13. Costo de mantenimiento del carro mezclador 17 m3.

Costo de mantenimiento carro mezclador 17 m3		
Graseras	10 unidades	\$100.00
Cadenas	1 unidad	\$1,100.00
Navaja Chica	65 unidades	\$6,500.00
Navaja Grande de Gusano	26 unidades	\$2,600.00
Gato Hidráulico	1 unidad	\$4,000.00
Manguera de Aceite	1 unidad	\$500.00
Engranajes	1 unidad	\$3,000.00
Mano de Obra	~	\$850.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Total		\$18,770.00

Como se muestra en la tabla 14 nos determina el costo de mantenimiento básico del aspersor Swissmex mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 14. Costo de mantenimiento del aspersor Swissmex.

Costo de mantenimiento aspersor Swissmex		
Graseras	4 unidades	\$40.00
Cadenas	2 unidades	\$1,100.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Gato Hidráulico	1 unidad	\$2,000.00
Manguera de Aceite	2 unidades	\$1,500.00
Engranés	4 unidades	\$2,000.00
Mano de Obra	~	\$150.00
Total		\$6,910.00

Como se muestra en la tabla 15 nos determina el costo de mantenimiento básico del Pichon mensualmente, dándonos la cantidad requerida por los operadores de lo que se le cambia en cada mantenimiento.

Tabla 15. Costo de mantenimiento Pichon.

Costo de mantenimiento Pichon		
Graseras	5	\$50.00
Aceite	2 litros	\$1,100.00
Válvulas	3 unidades	\$3,000.00
Manguera de Aceite	1 unidad	\$1,000.00
Mano de Obra	~	\$200.00
Grasa	1 unidad	\$120.00
Total		\$5,470.00

La realización de costo de mantenimiento nos determina el porcentaje que tiene el costo de paro en caso de no contar con ningún equipo o maquinaria disponible para la realización de las actividades correspondidas para la transformación de la leche, por lo que sería perdida monetaria, como se muestra en lo siguiente.

Costo de Paro
60,000 litros de Leche a \$7=420,000

$$N. C \text{ de Mtto de Tractor Deutz Fahr} = \frac{5920}{420,000} * 100 = 0.0140 = 1.40\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Tractor Massey Ferguson} = \frac{5920}{420,000} * 100 = 0.0140 = 1.40\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Tractor Jhon Deere 4455} = \frac{5920}{420,000} * 100 = 0.0140 = 1.40\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Tractor Ford 6600} = \frac{5920}{420,000} * 100 = 0.0140 = 1.40\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Tractor McCormick} = \frac{5920}{420,000} * 100 = 0.0140 = 1.40\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Tractor New Holland} = \frac{5920}{420,000} * 100 = 0.0140 = 1.40\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Cargadora de Ruedas} = \frac{6640}{420,000} * 100 = 0.0158 = 1.58\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Minicargador CAT 246} = \frac{6150}{420,000} * 100 = 0.0146 = 1.46\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Minicargador CAT 246B} = \frac{6150}{420,000} * 100 = 0.0146 = 1.46\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Revolvedor Grande} = \frac{17,130}{420,000} * 100 = 0.0407 = 4.07\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Carro Mezclador Horizontal 12M3} = \frac{13,670}{420,000} * 100 = 0.0325 = 3.25\%$$

$$N. C \text{ de Mtto de Carro Mezclador 17M3} = \frac{13,670}{420,000} * 100 = 0.0325 = 3.25\%$$

$$N. C \text{ de Mtto del Aspersor} = \frac{5990}{420,000} * 100 = 0.0142 = 1.42\%$$

$$N. C \text{ de Mtto del Pichon} = \frac{5470}{420,000} * 100 = 0.0130 = 1.30\%$$

Finalmente se hace una sumatoria en el porcentaje de paro en estos factores diferentes

sería del 26.19% por lo que equivale a \$109,002 de pesos diarios de pérdida en paro de la producción de la leche. En su caso de no contar con ninguna disponibilidad de equipo, maquinaria o repuesto para un mantenimiento correctivo en una posible falla en el transcurso del tiempo antes del mantenimiento correspondido.

El costo total del mantenimiento que se le aplica a estos es de \$144,430 mensualmente de toda la maquinaria por lo que se mantendrá este costo aumentando la fiabilidad de la maquinaria, con la aplicación de este plan de mantenimiento en un determinado tiempo se determinara el costo más concreto y detallado eliminando los costos o piezas innecesarias del mantenimiento correspondido que se le tiene que aplicar.

Como se muestra en la figura 15. Observamos que nuestro punto crítico está en el costo de mantenimiento de los carros revolvedores a manera que sobrepasa la línea de tendencia.

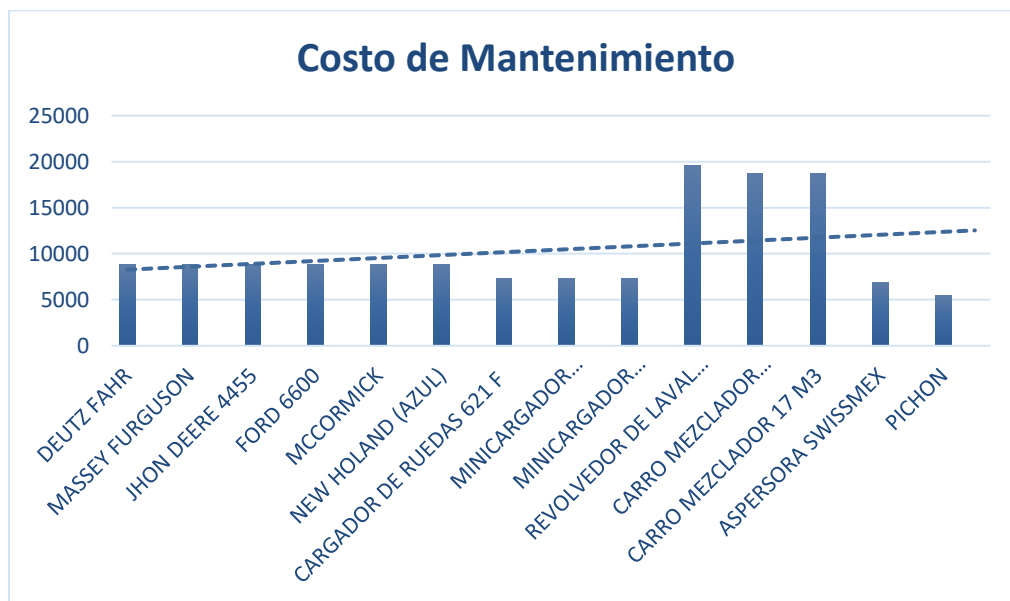


Figura 14. Costo de Mantenimiento.

El presupuesto establecido por la empresa Agropecuaria Martin se estableció por el encargado a que será dará el mismo presupuesto establecido existente actualmente de \$144,430 mensualmente con ello cabe destacar que las fallas a un colapso de medio plazo el costo disminuirá por el motivo que las actividades de mantenimiento ya están más detalladas por lo que ya no se realizaran actividades innecesarias o se cambiaran

piezas o refacciones que no estén correspondidas en el tiempo predestinado del mantenimiento preventivo.

Consulta de manuales

La consulta de los manuales fue factible para predestinar el tiempo de servicio que se le debe otorgar a cada maquinaria así también como tal la marca requerida de las piezas que se dañen y así evitar errores que se pueden cometer y dañen la maquinaria y generen más costos innecesarios. Además este nos ayudó a clasificar como es el procedimiento que se debe generar para uso correcto de la maquinaria y para el cambio de las piezas en su mantenimiento preventivo o en su caso mantenimiento emergente correctivo, además del manual de operaciones rutinarias está más complejo a un menor costo de lo registrado en los últimos tiempos de mantenimiento realizado.

Registro de Mantenimiento.

La elaboración de este sistema tiene la finalidad de llevar a cabo todos los registros de mantenimiento que se le van realizando a la diferente maquinaria existente para así llevar un control más oportuno. Además así ver las fechas en que le toca a manera que el sistema realizado automáticamente como se muestra en la figura 16 notificara la prevención de cuantos días tienen faltantes o si ya venció el mantenimiento de acuerdo a las fechas o horas que se le da a cada maquinaria como se muestra en la figura 15, por lo que esto nos previene a tener alguna falla en la maquinaria y así no tener algún paro para la transformación de la leche. Además de que en este mismo apartado nos determina la cantidad requerida de piezas que conlleva toda la maquinaria y mismo la marca requerida por el fabricante.

En la siguiente figura se muestra el sistema de registro del plan de mantenimiento.


REGISTRO DE MANTENIMIENTO									
		NOMBRE DEL OPERADOR:							
		PUESTO:							
		HORA:							
		FECHA DE SERVICIO:							
		DÍAS DE ALERTA:						-7	
SERVICIO:	Tiempo Requerido	DÍAS	Cantidad (L)/Piezas (P)	Marca	FECHA REALIZADA	FECHA DE VENCIMIENTO	ALERTA	DÍAS VENCIDOS	TRM
Cambio de aceite de Motor	400 horas/1 mes	31	18 L	Quaker State	25/10/2020	06/11/2020	PROXIMO A VENCER	-1	
Cambio de graseras dañadas	400 horas/1 mes	31	Requerido	Goliath	10/10/2020	10/11/2020	PROXIMO A VENCER	-5	
Cambio de filtro de aceite	400 horas/1 mes	31	2 P	Donaldson	15/10/2020	15/11/2020		-10	
Cambio de filtro de aire	4380 horas/6 meses	182	1 P	Donaldson	08/09/2020	09/03/2021		-124	
Cambiar el Aceite de Transmisión	8760 horas/1 año	365	60 L	Quaker State	04/04/2020	04/04/2021		-150	
Agregar anticongelante	400 horas/1 mes	31	10 L	Quaker State	03/08/2020	03/09/2020	VENCIDO	63	
Rotar los neumáticos	4380 horas/6 meses	182	4 P	Pirelli	03/06/2020	02/12/2020		-27	
Reemplazar los neumáticos	26280 horas/3 años	1095	4 P	Pirelli	05/11/2020	05/11/2023		-1095	
Ajustar los frenos	400 horas/1 mes	31	2 P	-	10/07/2020	10/08/2020	VENCIDO	87	
Filtro de Diésel	400 horas/1 mes	31	2 P	Donaldson	03/11/2020	04/12/2020		-29	

Figura 15. Registro de Mantenimiento.

NOMBRE DEL OPERADOR:									
PUESTO:									
HORA:									
FECHA DE SERVICIO:						05/11/2020			
DÍAS DE ALERTA:								-7	
Cantidad (L)/Piezas (P)	Marca	FECHA REALIZADA	FECHA DE VENCIMIENTO	ALERTA	DÍAS VENCIDOS	TRACTOR DEUTZ FAHR	FECHA REALIZADA	FECHA DE VENCIMIENTO	ALERTA
18 L	Quaker State	25/10/2020	06/11/2020	PROXIMO A VENCER	-1	A TIEMPO	15/11/2020	16/12/2020	
Requerido	Goliath	10/10/2020	10/11/2020	PROXIMO A VENCER	-5	A TIEMPO	03/03/2020	03/04/2020	VENCIDO
2 P	Donaldson	15/10/2020	15/11/2020		-10	A TIEMPO	15/07/2020	15/08/2020	VENCIDO
1 P	Donaldson	08/09/2020	09/03/2021		-124	A TIEMPO	25/10/2020	25/04/2021	
60 L	Quaker State	04/04/2020	04/04/2021		-150	A TIEMPO	03/02/2020	02/02/2021	
10 L	Quaker State	03/08/2020	03/09/2020	VENCIDO	63	VENCIDO	10/10/2020	10/11/2020	PROXIMO A VENCER
4 P	Pirelli	03/06/2020	02/12/2020		-27	A TIEMPO	03/10/2020	03/04/2021	
4 P	Pirelli	05/11/2020	05/11/2023		-1095	A TIEMPO	10/07/2020	10/07/2023	
2 P	-	10/07/2020	10/08/2020	VENCIDO	87	VENCIDO	30/08/2020	30/09/2020	VENCIDO
2 P	Donaldson	03/11/2020	04/12/2020		-29	A TIEMPO	05/11/2020	06/12/2020	
Requerido	Brady	30/10/2020	30/11/2020		-25	A TIEMPO	25/10/2020	25/11/2020	
Todo	Aire	01/09/2020	08/09/2020	VENCIDO	58	VENCIDO	30/10/2020	06/11/2020	PROXIMO A VENCER

Figura 16. Notificación de Mantenimiento.

En la siguiente dirección o código QR se muestra el sistema de mantenimiento preventivo realizado para la aplicación y control del sistema de la maquinaria o equipo.

<https://drive.google.com/file/d/1h9GcoRI29V0GD61X7xJpYH9N2I5Jm274/view?usp=sharing>



Mantenimiento Preventivo.

En este apartado se realizó para el control y administración de las piezas que se le van a cambiar o a reparar marcando la casilla en la cual él se le va a realizar el mantenimiento por el motivo en que en muchas de las ocasiones nomas se aplicara un CheckList mas no se aplicara un mantenimiento correctivo a las piezas con las que aún no cumplan en colapso del tiempo establecido en el primer registro como en la figura 17 se muestra el sistema, la cual esto se aplicara para cada una las respectivas piezas a su maquinaria establecida. En la misma dirección anterior del mismo sistema de mantenimiento preventivo realizado viene este apartado con el nombre de mantenimiento correctivo y preventivo es el sistema realiado a aplicar en este apartado.

En la siguiente figura 16 muestra el sistema del plan de mantenimiento preventivo donde nos determinara si se cambian las piezas o no, como así mismo su fecha programada y la fecha en que se realizó el mantenimiento correspondiente.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
COSTO TOTAL DEL SERVICIO:	\$0.00						
INICIO DEL PERÍODO	14/10/2020						
FINAL DEL PERÍODO	13/11/2020						
FECHA:	14/10/2020	14/10/2020	14/10/2020	14/10/2020	14/10/2020	14/10/2020	14/10/2020
KILOMETRAJE:	~	~					
TOTALES DE PIEZAS CAMBIADAS:							
SERVICIO:	Fecha Programada	Fecha Realizada	Cambio de aceite de Motor	Cambio de graseras dañadas	Cambio de filtro de aceite	Cambio de filtro de aire	Cambiar el Aceite de Transmisión
TRACTOR DEUTZ FAHR							
TRACTOR MASSEY FURGUSON							
TRACTOR JOHN DEERE 4455							
TRACTOR FORD 6600							
TRACTOR MC. CORMICK							
TRACTOR NEW HOLLAND							
Cargador de Ruedas 621 F							
MINICARGADOR CATERPILLAR MOD							

Figura 17. Sistema de Mantenimiento Preventivo

Costo de Mantenimiento

El costo de cada mantenimiento es un factor muy importante a manera que se detalla cuanto es el costo que se está generando en cada servicio y las piezas repuestas con la cantidad exacta de estas, así como la marca requerida por la el fabricante o la empresa. En la figura 18 se muestra el sistema costos para el para el plan de mantenimiento ya que aquí nos determina el precio o lo gastado según las piezas reparadas o sustitutas, la cual nos lleva un control automáticamente del precio gastado en cada maquinaria o equipo. Este sistema tiene como finalidad precisar de manera objetiva y realista lo que

cuesta la función del mantenimiento para en un determinado tiempo reducir o mantener los costos globales o totales, para un buen funcionamiento de la maquinaria o equipo.

COSTO DE MANTENIMIENTO


 Agropecuaria MARTIN	COSTO TOTAL DEL SERVICIO:		\$122.00	\$122.00		
	FECHA:					
	OPERADOR:					
	FECHA DEL SERVICIO:		22/10/2020	21/11/2020		
KILOMETRAJE:						
TOTALES:		\$61.00	\$50.00			
SERVICIO:	Cantidad (L)/Piezas (P)	Marca	TRACTOR DEUTZ FAHR	TRACTOR MASSEY FERGUSON	TRACTOR	
Cambio de aceite de Motor	18 L	Quaker State	\$23.00	\$25.00		
Cambio de graseras dañadas	Requerido	Goliath	\$14.00	\$25.00		
Cambio de filtro de aceite	2.P	Donaldson	\$5.00			
Cambio de filtro de aire	1.P	Donaldson	\$19.00			
Cambiar el Aceite de Transmisión	60 L	Quaker State				

Figura 18. Costo de Mantenimiento.

Orden de Mantenimiento

Con la aplicación de esta herramienta como se muestra en la figura 19 se recolectara la información de todas las actividades que son desarrolladas por el personal o encargado que ejecuta el mantenimiento. Además que se detalla por escrito las instrucciones y nos determina el mantenimiento a efectuar si es externo o interno de la maquinaria así como también el tipo de servicio, el trabajo realizado y la fecha en que se libera el equipo del mantenimiento que se le realizo y el responsable que libero la maquinaria. Como se determina en el siguiente documento a efectuarse.


Agropecuaria Martin		
Orden de Trabajo de Mantenimiento		
Mantenimiento	Externo ()	Interno ()
Tipo de servicio:		
Maquinaria:		
Asignado:		
Fecha asignada:		
Trabajo Realizado:		
Liberado por:		
Fecha liberada:	Firma:	

Figura 19. Orden de trabajo de mantenimiento

Solicitud de Trabajo.

Con la aplicación de este documento como se muestra en la figura 20 se establece para exponer las fallas o defectos técnicos de alguna maquinaria o equipo por lo que al realizar este llenado se solicita la reparación dirigida al responsable o encargado del mantenimiento y si es posible al dueño. Por lo que con esta herramienta se puede evitar a tener un problema mayor de la falla y tomar acciones inmediatas a base del mantenimiento correspondiente que se le debe de aplicar. En el siguiente documento nos determina el formato a aplicarse.


Agropecuaria Martin		
Solicitud de Mantenimiento		
Servicio Interno ()	Servicio Externo ()	
Maquinaria:		
A quien va dirigida:		
Fecha de Solicitud:		
Motivo por el que se solicita:		
Nombre y Firma del Solicitante		

Figura 20. Solicitud de mantenimiento.

Bitácora de Mantenimiento.

La aplicación de herramienta nos ayudara a llevar el registro diario o semanal de las tareas que se realicen en un mantenimiento correctivo de emergencia o preventivo de cualquier maquinaria o equipo para así tener un mejor control de lo que se está realizando. La bitácora que se muestra en la figura 21 será llevada por el personal asignado del encargado o dueños de la empresa. Esta tiene de suma importancia a manera que nos da un respaldo del mantenimiento realizado a los diferentes equipos o maquinaria por la cual se está garantizando un buen funcionamiento en un determinado tiempo. Además esta nos deje un historial del cuidado que han recibido desde su funcionamiento por lo que nos permite detectar si alguna maquinaria ha sufrido alguna falla o reparación y como es que fue corregida la falla en su determinado tiempo.

Con esta bitácora de mantenimiento también podremos evaluar el rendimiento y funcionamiento del personal y proveedores encargados de brindar el cuidado de la maquinaria y equipos. A continuación se muestra el siguiente formato con el cual se efectuara la bitácora para esta empresa.


Agropecuaria Martin S.P.R de R.L.					
Bitacora de Mantenimiento					
Maquinaria:					
Operador de Maquinaria:					
Fecha de Reporte	Descripción de Falla	Actividad Realizada	Fecha de Finalización	Responsable	Observaciones

Figura 21. Bitácora de mantenimiento

Reporte de Equipo.

El reporte de equipo que se muestra en la figura 22 nos determinara para informar acerca de una falla de emergencia para un mantenimiento correctivo. Además aquí nos da como es que se detectó la falla, la causa y si es de atención inmediata o a medio plazo la reparación de la falla y así tomamos las acciones y medidas para su respectiva reparación de la maquinaria y así teniendo en cuenta el conocimiento sobre la posible reparación o contratar a un mecánico externo para la solución de la falla ya que muchas de las ocasiones son fallas leves y no requiere de agentes especialistas. El siguiente documento es el realizado referente al plan de mantenimiento.

Agropecuaria Martin S.P.R de R.L		
<i>Reporte de Equipo</i>		
Fecha:		Hora:
Atención:	A: Inmediata	B: Medio Plazo
Especificación de Falla;		
Causa de la Falla;		
Como lo detecto;		
Reporto:		Recibió:
NOTA: Grado de urgencia de la reparación		
A: Atención Inmediata		B: 7 días después.

Figura 22. Reporte de equipo.

Reporte de Falla.

El reporte de falla como se muestra en la figura 23 nos determinara a llegar más a fondo y ver por qué es que fue y ocurrió la falla ya que este documento y el del reporte de equipo van de la mano por el motivo si se debe someter a un mantenimiento correctivo emergente o si tiene aún tiempo para la reparación ya que mucha de las veces no se cuenta con el inventario de disponibilidad de las piezas que se van a cambiar y por también muchas de las ocasiones las piezas no están en existencia en las tiendas distribuidoras y hasta que llegan y así ya se toma las decisiones y ver la disponibilidad de la maquinaria que ahí y se puede suplantar hasta que sea reparada con la que esta cada equipo establecido. Este siguiente documento nos determina el formato elaborado para el plan de mantenimiento.

Agropecuaria Martin S.P.R. de R.L.			
Reporte de Falla			
Maquinaria:		Fecha:	
Parte a Reparar	Actividad a Realizar	A: Fecha inmediata	B: Fecha a Programar
Recibio:		Fecha de Termino:	

Figura 23. Reporte de falla

Lista de piezas.

La realización de este documento que se muestra en la figura 24 fue elaborado para llevar un control de las piezas que se van reponiendo al trascurso de cada mantenimiento de las diferentes maquinarias que existen. Además para ver las piezas más repuestas y ver el costo que tiene cada una de ellas y así tener también un control económico en cada mantenimiento, por lo que también nos ayuda a tener un inventario de las piezas que más se van dañando y tener la disponibilidad para cuando ocurra un mantenimiento correctivo emergente. El siguiente formato se aplicara en el plan de mantenimiento.


Agropecuaria Martin S.P.R de R.L.					 Agropecuaria MARTIN
Lista de Piezas de Reposición			Fecha: Responsable:		
Nº de Elemento	Pieza	Cantidad	Nº de Elemento	Pieza	Cantidad
1			21		
2			22		
3			23		
4			24		
5			25		
6			26		
7			27		
8			28		
9			29		
10			30		
11			31		
12			32		
13			33		
14			34		
15			35		
16			36		
17			37		
18			38		
19			39		
20			40		

Figura 24. Lista de piezas.

CheckList.

La aplicación de esta herramienta nos ayudara a cumplir con lo que exige la empresa Agropecuaria Martin al operador de cada maquinaria, este proceso de comprobación y verificación se convierte en automático para el encargado o responsable promoviendo una eficiencia y rapidez en los equipos. Además este checklist que se muestra en la figura 25 nos ayuda minimizar los errores de reducir fallas por el motivo de que se aplica diariamente y verificar si se está cumpliendo lo establecido y requerido por la empresa por lo que reduce las fallas en la maquinaria. La realización de esta herramienta también nos organiza y nos sistematiza los elementos de la lista y los especifica cada uno teniendo en cuenta que vamos viendo el progreso de los objetivos establecidos para sí proceder en qué orden ejecutar las tareas o actividades rutinarias para los operadores. Al ser una herramienta tan sencilla, factible y fácil de comprender nos ayuda a solucionar problemas a largo plazo viendo que se cumpla con lo establecido de la lista generado

por la empresa. El siguiente formato será aplicado en el plan de mantenimiento para la empresa.


	Formato de Chequeo de Mantenimiento				Fecha:	
	Check List del plan de Mantenimiento				Tipo de Maquinaria: Operador:	
No.	Actividad	Si	No	N/A	Observaciones	
1	El nivel de aceite esta en la marca señalada de la varilla.					
2	El refrigerante esta en la marca sañalada por el deposito.					
3	El nivel del agua esta en la marca establecida por el radiador.					
4	El nivel del diésel esta por debajo de la mitad de tanque.					
5	La presion de las llanta se encuentra a la presion requerida.					
6	El nivel de aceite de la transmision esta en la marca señalada de la varilla.					
7	El voltaje de la vateria se encuentra a 12 V.					
8	El embrague esta ajustado.					
9	No se encuentra con ninguna maquera rota.					
10	El acelerador esta ajustado.					
11	Las luces funcionan correctamente.					
12	Se calento correctamente antes de trabajarlo.					
13	Se descanzo los minutos requeridos antes de apagarlo.					
14	Los frenos funcionan correctamente.					
15	Cuentas con la seguridad necesaria.					
Obra:					Firma	
Nombre del Supervisor:						
Puesto:						

Figura 25. CheckList

Pareto

A través de la aplicación de esta herramienta realizamos un análisis donde la variable de desgaste de navaja chica tanto como grande en el carro revolvedor. La cual parece ver que este es nuestro punto crítico la cual nos hace un incremento mayor de lo esperado en lo monetario. Por otra parte es necesario saber cuál es nuestra problemática apara atacar ese punto el cual nos genera un cuello de botella a largo plazo. Además aquí observamos los problemas más videntes visualmente enumerando y dando la priorización a las situaciones de deben repararse con la urgencia de la empresa y así tomar acciones inmediatas.

Dentro del Pareto de los tractores tuvimos un resultado como en la tabla 16 y 17.

Tabla 16. Fallas más frecuentes carro Mezclador

Fallo	Ocurrencia	% Total	% Acumulado
Desgaste de navaja chica	6	25	25

Desgaste de navaja grande	6	25	50
Desgrane de baleros	2	8.3	58.3
Ponche de llantas	2	8.3	66.6
Trabe de compuerta	2	8.3	74.9
Truene de cadenas	2	8.3	83.2
Truene de crucetas	2	8.3	91.5
Descomposición de Alarma	1	4.2	95.7
Otro	1	4.2	100
Total	24	100	

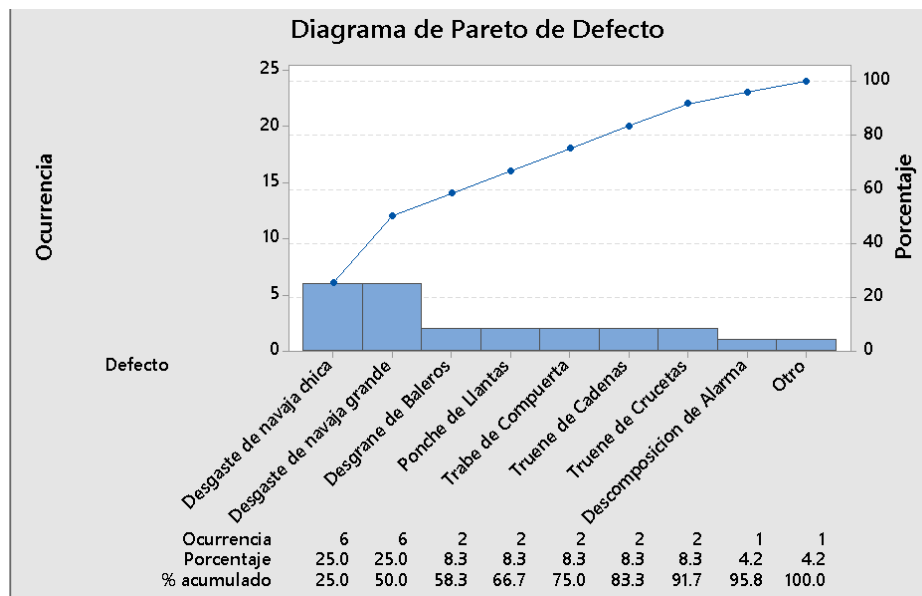


Figura 26. Diagrama de Pareto "mezclador".

De acuerdo a estos resultados que se muestran en la figura 26 nos determinó el diagrama de Pareto el desgaste de la navaja chica y la navaja grande son la problemática con la

que se cuenta más frecuente, por lo que nos genera mayor costo en el mantenimiento que se le establece. Para ver la problemática el desgaste de estas variables se realizó y se aplicó la herramienta de los 5 Why's para llegar a la conclusión de porque es que están surgiendo estas fallas.

5 Why's

1. ¿Por qué se desgastan las navajas rápido?

Porque se caen algunas y no la repone.

2. ¿Por qué se caen las navajas y no la repone?

Porque el tractorista o encargado de la maquinaria no las aprieta a como debe ser.

3. ¿Por qué el tractorista o encargado no las aprieta bien?

Por que ocupa un ayudante.

4. ¿Por qué no tiene otro ayudante el tractorista?

Por qué el encargado no tiene gente disponible.

5. ¿Porque el encargado no tiene gente disponible?

Por qué la gente está ocupada en su trabajo establecido y no tiene recurso para contratar otro operador.

Conclusión: Por lo tanto el revolvedor se le desgastan las navajas porque se le caen algunas y no se las repone el tractorista y ocupa un ayudante pero el patrón no tiene persona disponible y no tiene recurso para contratar al operador faltante para la ayuda del tractorista.

Tabla 17. Fallas más frecuentes de los tractores.

Fallo	Ocurrencia	% Total	% Acumulado
Desgaste de Baleros	3	25	25

Desgaste de Seguros	3	25	50
Ponche de llantas	2	16.7	66.7
Mangueras de Fluidos	1	8.3	75
Falla de Alternador	1	8.3	83.3
Desgaste de Pernos	1	8.3	91.6
Radiador	1	8.3	99.9
Bomba de Hidráulico	0	0	100
Pastas de Embrague	0	0	100
Total	12	100	

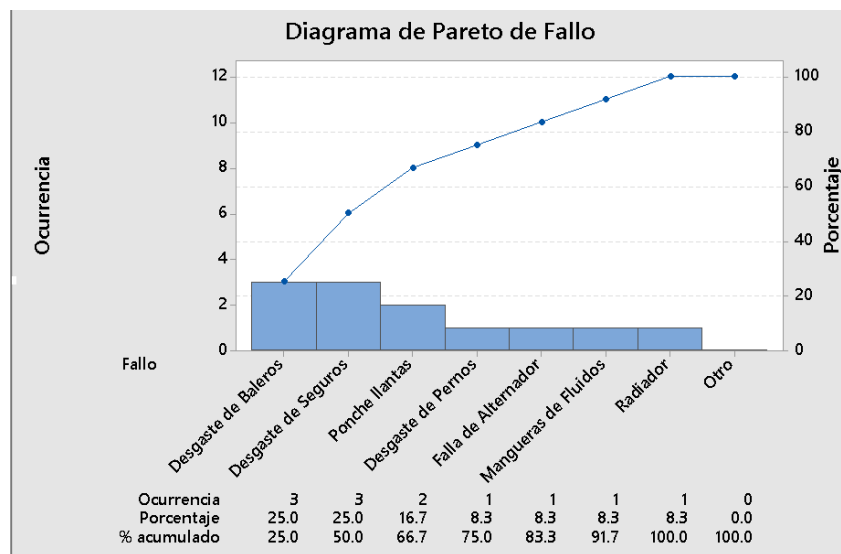


Figura 27. Diagrama de Pareto "tractor"

De acuerdo al diagrama de Pareto que se muestra en la figura 27 y a los resultados que nos determinó el desgaste de los baleros y seguros en los tractores son las fallas más frecuentes con las que se enfrenta esta empresa de acuerdo a que el factor de la

problemática de estas fallas son a que el camino o ruta por donde transitan estas equipos no cuentan con un mantenimiento porque cada vez más se va desgastando y esto genera agujeros grandes y estos son la causa por la que tenemos que se desgaste estas variables. El análisis visualmente es lo que nos determinó la problemática del camino a manera que está muy dañado y así representando estos datos el encargado tome acciones a base de esta problemática.

Ishikawa

Esta herramienta que se muestra en la figura 28 nos permitió identificar y clasificar los diferentes aspectos de las posibles causas que han provocado un problema o efecto en la maquinaria, identificando de manera visual las causas raíz del problema surgido y así poder tomar acciones rápidas en el mantenimiento de emergencia correctivos. Además analizamos todos los factores involucrados en la ejecución y así le damos mayor visibilidad a los problemas encontrados en el transcurso del tiempo. En el siguiente Ishikawa de la figura 27 vemos el efecto de la descomposición de la maquinaria que podemos tener a causa de las variables que tenemos dentro por lo que se tiene que cuidar cada uno de ellos para así tener la maquinaria en óptimas condiciones en cualquier momento de su uso.

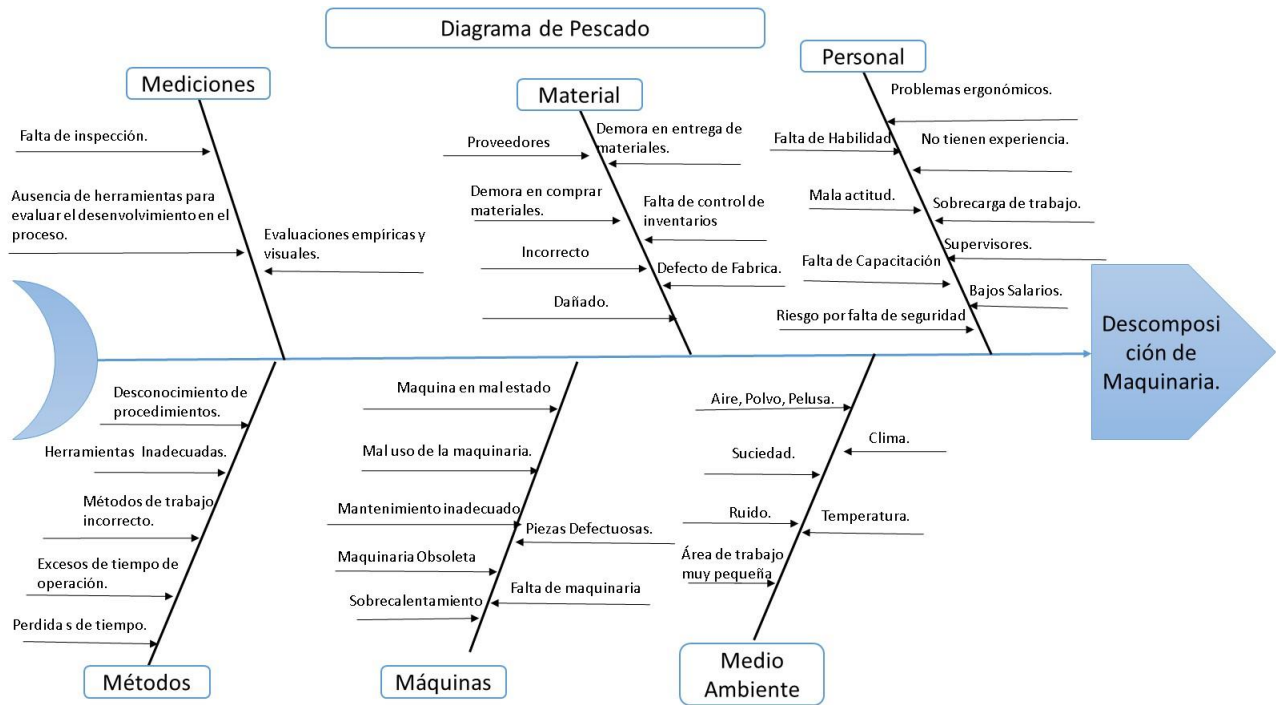


Figura 28. Ishikawa.

Manual de operaciones diarias

El tener este documento con su respectiva aplicación nos permite que todos los operarios que tienen asignada una maquinaria sepan que hacer día a día antes de su funcionamiento. Además de que nos identifica las partes para no tener problemas al momento de buscar la parte a analizar. Con la aplicación de esta rutina nos beneficiara a tener en óptimas condiciones la maquinaria por el motivo de que se está realizando con lo establecido del checklist y lo requerido de la empresa por los dueños o encargados, además nos determina la forma correcta de cómo realizar las operaciones que se les están pidiendo a los operadores que realicen como se muestra en el anexo 2.

Impacto ambiental.

Vinculado a este proyecto, se define el Mantenimiento aplicado al principio de gestión ambiental, como el mantenimiento cuya gestión está integrado a la Gestión Ambiental, mediante el establecimiento de un conjunto de acciones técnicas, que aseguran la reducción del riesgo de impacto ambiental de los equipos y de las acciones de mantenimiento.

Las acciones para prevenir daños al ambiente son dirigidas a, los equipos y los procesos de mantenimiento. El mantenimiento como acción de vista ambiental, constituye un medio para prevenir impactos negativos, dado que asegura la fiabilidad de la maquinaria y equipos, lo que reduce el riesgo de ocurrencia de accidentes catastróficos, como incendios, explosiones, emisiones de sustancias tóxicas, derrames, etc. y a su vez, una fuente de contaminación, porque en su ejecución se producen desechos peligrosos; sólidos, líquidos y gaseosos, un equipo con su debido mantenimiento preventivo, es capaz de operar más eficiente de acuerdo a su consumo de agua, energía y materias primas.

Podríamos mencionar acciones llevadas a cabo en Mantenimiento con importantes repercusiones en la Gestión Ambiental:

- El Mantenimiento preventivo de los equipos asegura su correcto funcionamiento y en consecuencia no habrá un consumo innecesario de materias primas o energía.
- Lubrificar, evitar rozamientos, desgastes, erosiones en los equipos, puede evitar o reducir la producción por las máquinas, minimizando el origen de contaminación.
- Se estableció programas de limpieza determinante para que el polvo y la suciedad no impida un rendimiento óptimo de la maquinaria o equipo a causa de la suciedad acumulada se puede ver reducida.

Un mantenimiento mal gestionado, sin dedicación a tareas preventivas, basado en reparaciones urgentes de averías, hará también que la maquinaria se degrade rápidamente.

Además todos estos factores que dañan al medio ambiente algunos de ellos son reutilizados aquí mismo en la empresa antes de su impacto negativo, ya después de no reutilizarlos se llevan a empresas donde son desechos definitivamente.

Uno de estos factores como lo es el aceite quemado se reutiliza para curar la madera para las jaulas de las becerritas, otro es el de las llantas donde se reutilizan para tapar los silos, entre otras.

11. Conclusiones del Proyecto

- Se elaboró un manual de mantenimiento preventivo para la maquinaria lográndose con ello tener una buena administración, dado que es de gran ayuda ya que la empresa actualmente no cuenta con ningún plan de mantenimiento y con este manual se impactara en los costos de mantenimiento disminuyendo con forme se establezca el plan de mantenimiento elaborado.
- Con el manual de mantenimiento se está logrando mejorando los estándares de calidad del manejo de las vacas dado que la maquinaria o equipo están en sus condiciones óptimas y no fallan estas realizan los estándares establecidos por la empresa de manera que así la vaca producirá la leche que busca Santa Clara.
- Con la aplicación de este manual de mantenimiento se planeara y ejecutara en tiempo y forma a manera que el sistema elaborado notificara automáticamente en el tiempo que la maquinaria se deberá someter a mantenimiento preventivo, por lo que nos permite tener la maquinaria o equipo en sus condiciones óptimas para su funcionamiento.
- Con el manual de mantenimiento se lograra minimizar los costos en cada mantenimiento realizado a manera que el sistema elaborado dentro del plan de mantenimiento nos determina si las piezas cambiadas y las que no, a cuestión de que no se generaran más de los gastos incensarios en cada mantenimiento.
- El mantener la maquinaria en buen estado de condición y disponibilidad nos ayudara a su buen funcionamiento para en cualquier momento de utilizarlo a manera que la maquinaria o equipo está segura tanto como para al operador y para un paro de producción con su respectiva eficaz de funcionamiento. En cuestión de maquinaria obsoleta tomar sus respectas decisiones.

12. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Diseñe e Innové un sistema administrativo de mantenimiento con base a la necesidad de mantener en buenas condiciones la maquinaria y equipos de la empresa.
2. Aplique habilidades de ingeniería en el diseño del sistema de mantenimiento.
3. Aplique métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de los datos para el modelo del sistema para la mejora de este problema.
4. Gestione eficientemente los recursos de la empresa.
5. Identifica los diferentes tipos de mantenimiento correctivo que se pueden presentar en una industria, en instalaciones, bienes y servicios para evaluar los costos de mantenimiento correctivo y los compara con otro tipo de mantenimiento.
6. Implemente estrategias de ingeniería basadas en la información recopilada vistas en el plan de estudios de la carrera.
7. Implemente planes y programas para el mantenimiento.
8. Identifica los diferentes tipos de mantenimiento preventivo que se pueden realizar en una industria, en instalaciones y en bienes y servicios para establecer programas de mantenimiento evaluar los costos de mantenimiento preventivo y los compara con otro tipo de mantenimiento.
9. Aplica las normas legales de la institución para la creación y desarrollo de este proyecto.
10. Aplica métodos de investigación para desarrollar e innovar el modelo del sistema de mantenimiento.
11. Aplica métodos, técnicas y herramientas de mantenimiento para la solución de problemas con una visión estratégica.
12. Dirige equipos de trabajo para la mejora y el crecimiento integral de esta empresa productora de leche.
13. Ejecuta y diagnostica programas de mantenimiento correctivo y preventivo para preservar en condiciones de operación bienes en instalaciones y de servicio utilizando técnicas.
14. Conoce la importancia y los principios de operación del mantenimiento industrial para establecer tareas que permitan preservar instalaciones y bienes.

13. Fuentes de información

Referencias de Libros

Botero, G. Camilo. (1996). Manual de Mantenimiento. Bogotá. Editorial SENA de:
https://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal_manual_mantenimiento/#

Dauce Villanueva, E., 2014. La Productividad En El Mantenimiento Industrial. 3rd ed. México: Grupo editorial patria, p.278.

Montilla Montaña, C., 2016. Fundamentos De Mantenimiento Industrial. 1st ed. Pereira, Colombia: Editorial UTP, p.208.

Medrano Márquez, J., 2017. Técnicas Y Aplicaciones Industriales. 1st ed. México: Grupo Editorial Patria, p.305.

Referencias de internet:

(Iribarren, 2010). Implantación de Plan de Mantenimiento.

<http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2049/577191.pdf?sequence=1>

Nieto, S., perfil, V., & Nieto, S. (2009). HISTORIA DEL MANTENIMIENTO. Retrieved 27 May 2009, from <http://mantenimientosindustriales2009.blogspot.com/2009/05/historia-del-mantenimiento.html>

Rivera Rubio, E. (2020). Sistema de gestión del mantenimiento industrial. Retrieved 13 July 2011, from https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/1661/Rivera_re.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TURMERO ASTROS, I. (2020). Evaluación y diseño de un sistema de gestión de mantenimiento (página 3) - Monografias.com. Consultado el 19 de abril de 2009 en

<https://www.monografias.com/trabajos91/evaluacion-y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento/evaluacion-y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento3.shtml>

Augusto Márquez, C. (2018). Evolución histórica del mantenimiento [Video]. España: S/A. De; <https://www.youtube.com/watch?v=K0S56VKrbBM&t=478s>

Correa, V., 2020. MANTENIMIENTO Y MEDIO AMBIENTE: Socios Estratégicos En El Desarrollo Empresarial Sostenible. Trabajar en Gestión Ambiental. Available at: <https://trabajarengestionambiental.com/2015/03/02/mantenimiento-y-medio-ambiente-socios-estrategicos-en-el-desarrollo-empresarial-sostenible/>

14. Anexos

Anexo1

Encuesta antes de manual de mantenimiento

Tipo de Maquinaria _____

1. ¿La empresa cuenta con un plan de mantenimiento?
SI () NO ()

2. ¿Cuándo ocurren fallas mecánicas se repara la maquinaria?
SI () NO ()

3. ¿Se cuenta con todo el equipo y herramienta para el mantenimiento de reparación de la maquinaria?
SI () NO ()

4. ¿Hay buena área de trabajo para el mantenimiento de la maquinaria?
SI () NO ()

5. ¿Los cambios de lubricación de la maquinaria se realizan por el personal establecido del fabricante?
SI () NO ()

6. ¿Operan su servicio básico de la maquinaria?
SI () NO ()

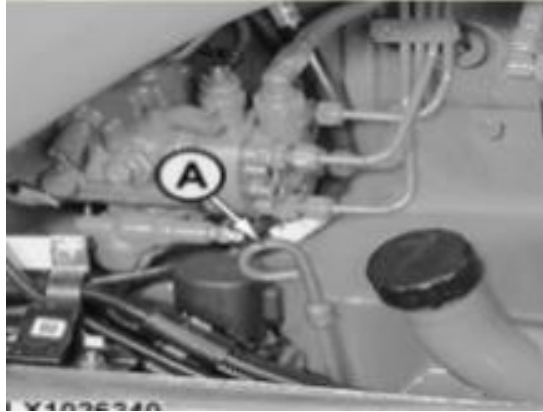
7. ¿Hay procedimientos regularmente de limpieza de las partes de la maquinaria?
SI () NO ()
8. ¿Hay fichas de control cuando falla la maquinaria?
SI () NO ()
9. ¿Hay fichas de orden de trabajo para darle mantenimiento a la maquinaria?
SI () NO ()
10. ¿Existe un control de todos los repuestos necesarios que se van realizando?
SI () NO ()
11. ¿Cuándo se efectúan los trabajos de mantenimiento se cuenta con todo lo necesario para realizarlo?
SI () NO ()
12. ¿Se cuenta con un inventario de reposición en la empresa para la rápida reparación?
SI () NO ()
13. ¿Se programan visitas para verificar el control del mantenimiento ante el superior del operador de la maquinaria?
SI () NO ()
14. ¿Cada cuánto tiempo se efectúa el mantenimiento?
15. ¿Aplican un mantenimiento preventivo continuamente?

Juan Carlos Martín Gómez
Encargado General

Anexo 2

Manual de Operaciones Diarias Tractor

1. Revisión de Nivel de Aceite a lo señalado en la varilla que entra dentro del motor.



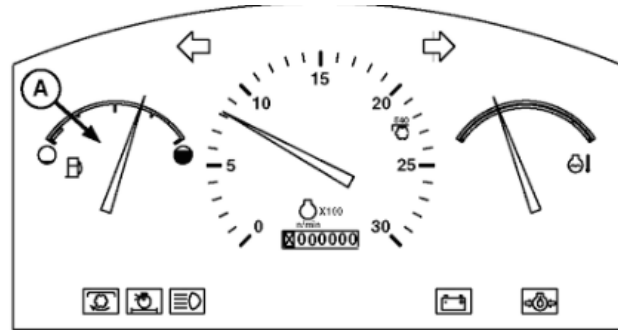
2. Revisión de nivel de refrigerante a lo señalado en el depósito del líquido.



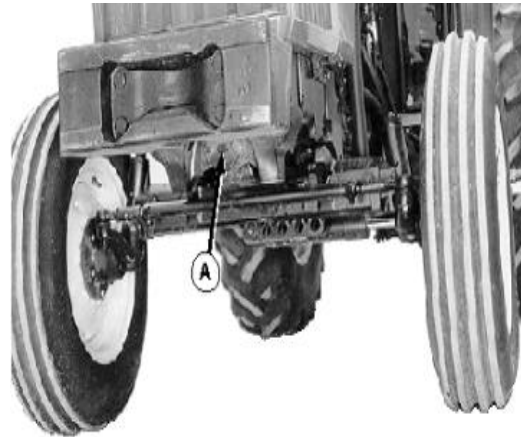
3. Revisión de agua.



4. Revisión de Diésel en la letra señalada A.

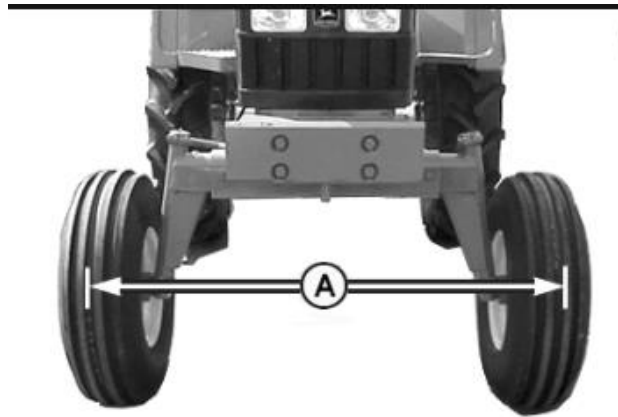


5. Pasador de pivote de eje delantero.



6. Revisión de ruedas delanteras y traseras.

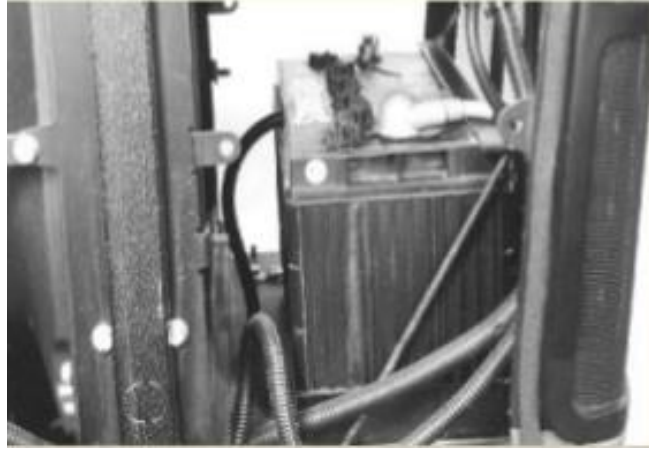




7. Revisión de aceite de transmisión.



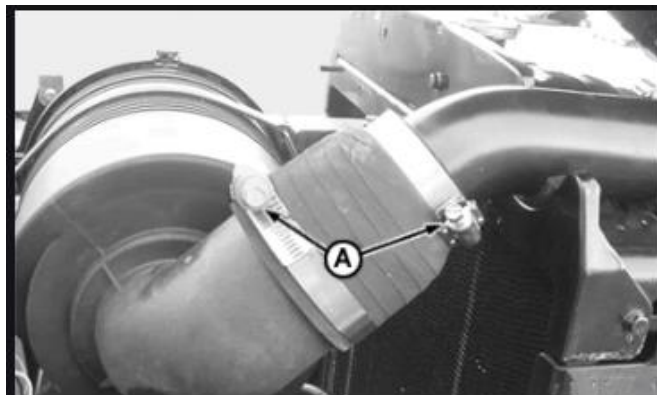
8. Revisión de Batería.

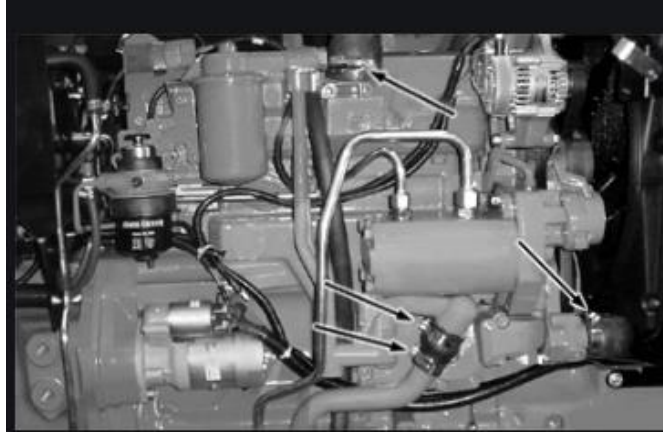


9. Revisión del embrague.

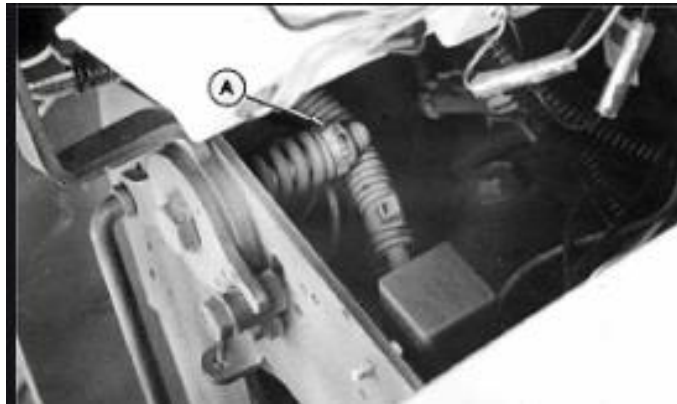


10. Revisión de mangueras.

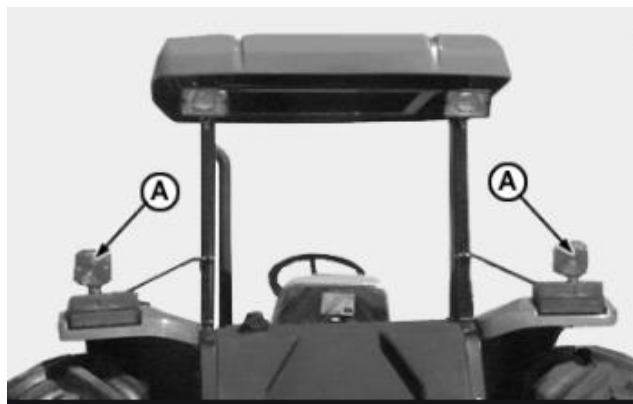




11. Ajuste de fricción de acelerador.



12. Checar que las luces funcionen correctamente.



13. Calentarlo mínimo 5 minutos antes de empezar a trabajar.

14. Descansarlo 5 minutos ante de apagarlo y terminar la jornada de trabajo.

Manual de Operaciones Diarias Maquina

1. Checar el seguro del cilindro del brazo.



2. Checar los pernos.



3. Revisión de aceite de hidráulico que este en el nivel establecido.

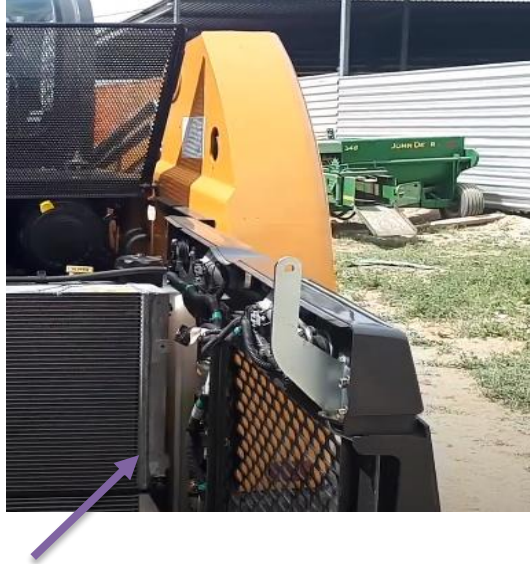


4. Revisión de aceite al nivel que está en la bayoneta.



5. Verificar que la banda del motor este en buenas condiciones.

6. Verificar que el anticongelante este el tanque lleno.



7. Limpiar las boquillas de los depósitos de los líquidos.



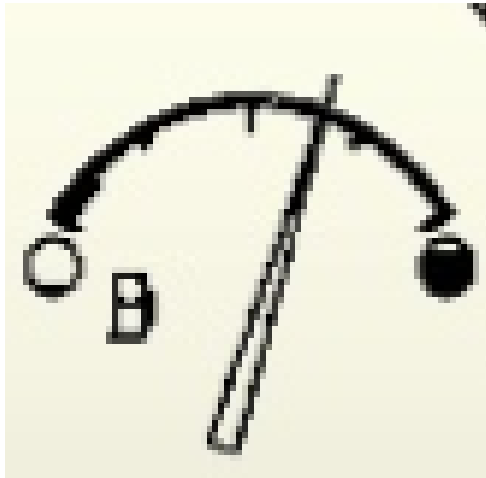
8. Verificar las luces de trabajo.



9. Revisión de ruedas.



10. Revisión de diésel.



11. Revisar y limpiar la batería.



12. Revisión de mangueras



13. Calentarlo mínimo 5 minutos antes de empezar a trabajar.

14. Descansarlo 5 minutos ante de apagarlo y terminar la jornada de trabajo.