



**PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA  
PLANTA DE PELETIZADO DE  
SEMILLAS DE AGROBIGOTT**

**Autor:**  
Escorche, Yerimar

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax (0241) 8712394



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA**  
**PLANTA DE PELETIZADO DE**  
**SEMILLAS DE AGROBIGOTT**

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

**Autor:** Escorche, Yerimar CI: V-26.116.933

**Tutor:** Ing. Manuel Cuadrado García

San Diego, octubre de 2019



FI-I-006-2019-2CE

Valencia, 18 de Julio de 2019

Ciudadanos:  
Yerimar Escorche  
C.I:26.116.933  
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 18-07-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA PLANTA DE PALETIZADO DE SEMILLAS DE AGROBIGOTT** Presentado por usted como requisitos para optar al título de Ingeniero Industrial .

Se ratifica la designación del Ing. Manuel Cuadrado C.I:7.067.357 y la Ing. Alicia De Pizzela C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos y Metodológicos que los asesoraran en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

**Prof. Luis Lira**  
Decano de la Facultad de Ingeniería



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

L/lc

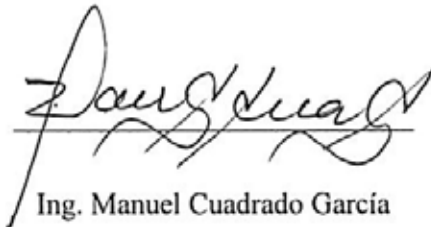


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Manuel Cuadrado García portador de la cédula de identidad N° 7.067.357, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadana Yerimar Escorche, portadora de la cédula de identidad N° 26.116.933, titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA PLANTA DE PELETIZADO DE SEMILLAS DE AGROBIGOTT**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los tres días del mes de octubre del año 2019.



Ing. Manuel Cuadrado García

C.I.: V- 7.067.357

## **DEDICATORIA**

Ante todo, se lo dedico a Dios por acompañarme, cuidarme, protegerme e iluminarme en todo momento de mi vida.

A mi Madre, mi mejor amiga y mi Padre, mi mejor consejero que hoy en día ya no estas entre nosotros físicamente, sé que me has estado cuidado desde el cielo, te extraño, eres mi ángel. Sin ustedes esto no hubiese sido posible, con su apoyo, amor, confianza y sacrificio estuvieron en los momentos cuando más los necesite y sé que siempre se mantendrán ahí guiándome por el camino correcto y ayudándome a culminar mis metas propuestas, son mi pilar fundamental. Los Amo.

A mis hermanos que con su cariño y apoyo de igual forma estuvieron presente en todo momento. (Eurimar y Johan).

A mis abuelos quienes siempre me han brindado su cariño y aun en la distancia su apoyo ha sido incondicional. (María y Pablo).

A mi novio y colega Javier Herrera, quien llego a mi vida de manera inesperada pero que desde un principio me ha brindado todo tu cariño, paciencia y apoyo incondicional para culminar esta meta tan importante para mí.

Y finalmente a mis amigos (Nani, Leopoldo, David, Cesar, Fabian y Gabriela), quienes conocí comenzando la carrera y aunque tuvimos carreras diferentes, siempre hemos mantenido esta valiosa amistad.

Yerimar Escorche

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a toda mi familia, quienes me vieron dar cada uno de mis pasos para lograr mis objetivos.

A mis amigos más cercanos Maria Fernanda, Sergio, Nani, Leopoldo, David, Cesar, Fabian y Gabriela. Por estar siempre atentos por si necesitaba algo.

A mis compañeros Oscar Wu, Estefania Lovera, Ernesto Victoria, Juan Jaramillo y Oscar Jimenez por ser de gran apoyo en el transcurso de la carrera.

A mi tutor Ing. Manuel Cuadrado por las enseñanzas impartidas y los consejos dados quien con su paciencia, cariño, consideración y profesionalismo se ha convertido en un gran ejemplo a seguir.

A los profesores Nelly Niño, Alicelis Hurtado, Alicia de Pizzela, Francisco Gelanze y Ana Avendaño gracias por haberme brindado sus conocimientos, además de enseñarme que lo más valioso que tenemos como seres humanos es la humildad y los conocimientos adquiridos en el trayecto de nuestra vida.

A la universidad José Antonio Páez por haber sido mi segundo hogar durante toda la carrera.

Gracias a la empresa Agrobigott por darme la oportunidad de realizar mis pasantías por experiencia laboral en sus instalaciones y hacer posible la realización de este trabajo.

Agradezco enormemente los ingenieros José Félix Figueroa, Gervaise Rovedas, Freddy Rangel, Pedro Mendoza, Rafael Rivero y Marcos Velázquez por todo el apoyo prestado.

Y, por último, un extensivo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de este trabajo de grado como son los operarios y técnicos de Agrobigott, familiares y amigos.

## INDICE

	Pp
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	xi
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	xii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xv
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.1.1 Formulación del Problema .....	5
1.2 Objetivos de la Investigación.....	5
1.2.1 Objetivos General.....	5
1.2.2 Objetivo Específicos.....	5
1.3 Justificación de la Investigación.....	5
1.4 Alcance y Limitaciones.....	6
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	7
2.2 Bases Teóricas.....	9
2.2.1 Mantenimiento.....	9
2.2.2 Objetivos del Mantenimiento.....	9
2.2.3 Funciones del Mantenimiento.....	10
2.2.3.1 Funciones Primarias.....	10
2.2.3.2 Funciones Secundarias.....	10
2.2.4 Actividades y responsabilidades del Mantenimiento.....	10
2.2.5 Tipos de Mantenimiento.....	10
2.2.5.1 Mantenimiento Preventivo.....	11
2.2.5.2 Mantenimiento Predictivo.....	12
2.2.5.3 Mantenimiento Correctivo.....	12
2.2.6 Sistema de Mantenimiento.....	12
2.2.7 Planificación y Programación del Mantenimiento.....	12
2.2.8 Necesidades de elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo.....	13

2.2.9 Costos asociados al Mantenimiento.....	13
2.2.10 Consideraciones en la realización de un Plan de Mantenimiento.....	15
2.2.11 Establecimiento de un plan de mantenimiento.....	15
2.2.12 Detección de Fallas.....	17
2.2.13 Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF).....	17
2.2.14 Objetivos del AMEF.....	17
2.2.15 Características del AMEF.....	18
2.2.15.1 Carácter Preventivo.....	18
2.2.15.2 Sistematización.....	18
2.2.15.3 Guía de la Priorización.....	18
2.2.15.4 Participación.....	18
2.2.16 Procedimiento para realización del AMEF.....	18
2.3 Definición de términos básicos.....	21

### **III MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Tipo de Investigación.....	23
3.2 Diseño de la Investigación.....	23
3.3 Niveles de Investigación.....	24
3.4 Población y Muestra.....	24
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	25
3.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	25
3.7 Fases Metodológicas.....	26

### **IV RESULTADOS**

4.1 Fase I: Diagnostico de la situación actual de los equipos y maquinarias en la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobigott.....	28
4.2 Fase II: Análisis de las fallas y puntos críticos encontrados en el diagnóstico de los equipos y maquinarias utilizados en la Planta de Peletizado mediante el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF).....	32
4.3 Fase III: Diseño de Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos y maquinarias de la Planta de Peletizado de Agrobigott.....	34
4.4 Fase IV: Evaluación de forma económica, operativa, ambiental y social de la propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo para la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobigott.....	46

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
<b>Conclusiones</b> .....	49
<b>Recomendaciones</b> .....	51
<b>REFERENCIAS</b> .....	52
<b>ANEXOS</b> .....	54

## LISTA DE FIGURAS

### CONTENIDO

#### FIGURA

1. Logos de las marcas de cigarrillos Bigott .....	1
2. Fase macro de producción de cigarrillos.....	2
3. Grafico basado en tipo de fallas.....	16
4. Formato AMEF.....	20
5. Estructura de códigos de equipos. ....	35
6. Puntos de lubricación en chumaceras. ....	72
7. Presupuesto para inventario de repuestos. ....	76

## LISTA DE GRÁFICOS

### CONTENIDO

#### GRÁFICO

1. Paquetes Totales procesados reales vs. Totales planificados.....	3
2. Porcentaje de importancia de los equipos en función del número de fallas.....	30
3. Porcentaje de importancia de las fallas principales en la maquina mezcladora.....	30
4. Porcentaje de importancia de las fallas principales en la maquina tamizadora.....	31
5. Porcentaje de importancia de las fallas principales en la maquina secadora.....	31
6. Valores obtenidos en el AMEF.....	34

## LISTA DE TABLAS

### CONTENIDO

#### TABLA

1. Producción de Semillas Peletizadas Abril – Mayo.....	3
2. Producción de Semillas Peletizadas Abril – Mayo (Detallado por semana).....	5
3. Diagnóstico de la situación actual del estado de funcionamiento de los equipos y maquinarias utilizadas en la Planta de Peletizado de Agrobiggott, número de fallas y porcentaje de importancia.....	28
4. Diagnóstico de la situación actual del estado de funcionamiento de los equipos y maquinarias utilizadas en la Planta de Peletizado de Agrobiggott, identificación, número de fallas y porcentaje de importancia.....	29
5. Ejemplo AMEF.....	33
6. Codificación de equipos involucrados en la producción de semillas peletizadas en la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobiggott.....	35
7. Inventarios de Equipos y componentes.....	36
8. Formato de chequeo de lubricación de la mezcladora.....	37
9. Formato de chequeo de inspección y ajuste de la mezcladora.....	38
10. Formato de chequeo de limpieza de la mezcladora.....	39
11. Formato de chequeo de inspección y ajuste de la mezcladora.....	39
12. Formato de chequeo de lubricación de la tamizadora.....	39
13. Formato de chequeo de inspección y ajuste de la tamizadora.....	40
14. Formato de chequeo de limpieza de la tamizadora.....	41
15. Formato de chequeo de recambio de la tamizadora.....	41
16. Formato de chequeo de lubricación de la secadora.....	41
17. Formato de chequeo de inspección y ajuste de la secadora.....	42
18. Formato de chequeo de limpieza de la secadora.....	43

19. Formato de chequeo de recambio de la secadora.....	43
20. Cronograma anual de Plan de Mantenimiento Preventivo – Planta de Peletizado.....	44
21. Resumen de costo del plan de mantenimiento.....	46
22. Relación Beneficio / Costo.....	46
23. Ficha técnica de mezcladora.....	56
24. Ficha técnica de tamizadora.....	57
25. Ficha técnica de secadora.....	58
26. Reporte de producción. Primer semestre 2019.....	60
27. AMEF de Mezcladora – Sub-sistema: Poleas.....	62
28. AMEF de Mezcladora – Sub-sistema: Correas. ....	63
29. AMEF de Mezcladora – Sub-sistema: Tambor Rotativo.....	63
30. AMEF de Mezcladora – Sub-sistema: Motor Reductor.....	64
31. AMEF de Tamizadora – Sub-sistema: Pletinas.....	65
32. AMEF de Tamizadora – Sub-sistema: Correas.....	66
33. AMEF de Tamizadora – Sub-sistema: Poleas.....	67
34. AMEF de Tamizadora – Sub-sistema: Mallas.....	68
35. AMEF de Secadora – Sub-sistema: Correas.....	68
36. AMEF de Secadora – Sub-sistema: Poleas.....	69
37. AMEF de Secadora – Sub-sistema: Mallas.....	70
38. AMEF de Secadora – Sub-sistema: Turbina.....	70



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA PLANTA DE PELETIZADO DE  
SEMILLAS DE AGROBIGOTT.**

**Autor:** Escorche Yerimar

**Tutor:** Ing. Manuel Cuadrado García

**Fecha:** Octubre, 2019

**RESUMEN**

La presente investigación se desarrolló en la empresa AGROBIGOTT C.A., la cual se encarga en la producción del tabaco que es usado para las diferentes marcas de cigarrillos que se producen en Cigarrera Bigott. En la actualidad existe la necesidad de un estudio de investigación que permita proponer un plan de mantenimiento preventivo y su vez reducir las paradas no planificadas para poder cumplir con la producción. Se llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual de los equipos, se realizó análisis de las fallas encontradas en el diagnóstico la cual arrojó como resultado la necesidad de aplicar actividades de mantenimiento como inspección y ajuste, lubricación, limpieza y recambio y se propuso un plan de mantenimiento adaptado a los resultados de la metodología AMEF; y finalmente se evaluó dicho plan de forma económica, operativa, ambiental y social trayendo así resultados positivos para la compañía. La investigación es de este tipo factible, de diseño de investigación de campo y con un nivel descriptivo, se aplicará la Revisión Documental, entrevista y la Observación Directa.

**Descriptor:** Mantenimiento industrial, reducción de paradas no planificadas, AMEF.

## INTRODUCCIÓN

C.A Cigarrera Bigott Sucs ha tenido un crecimiento constante desde su fundación en 1915, de la mano de Luis Bigott, un visionario de la industria de cigarrillos, quien incluso atrajo la atención en 1921 de British American Tobacco (Tabaco Britano-Americano), grupo tabacalero con mayor alcance internacional, y que a la fecha cuenta con una cartera de más de 300 marcas vendidas en más de 180 países. Bigott se convirtió, luego de casi 100 años de su fundación, en la empresa líder en la manufactura y comercialización de cigarrillos de alta calidad en Venezuela.

En Cigarrera Bigott los principales objetivos son elaborar y ofrecer productos de la más alta calidad para garantizar al consumidor el placer de fumar y satisfacer sus expectativas y, mantener su liderazgo como empresa de manufactura y comercialización de cigarrillos de alta calidad de Venezuela. Mantener esta posición de liderazgo en el contexto nacional es el resultado de varios factores, entre los que destaca: generar productos de calidad, creados por el esfuerzo por parte de empleados y proveedores, y la convicción de mejorar e innovar continuamente en cada una de las áreas de negocio, como es el caso de Dirección de Operaciones (Agricultura y Producción). La planta de peletizado de semillas, ubicada en Agrobigott (empresa filial de Cigarrera Bigott), presenta una problemática con el cumplimiento de la producción requerida, debido a que no cuenta con un plan de mantenimiento que le permita establecer lineamientos para prevenir daños y detectar fallas en los equipos, el cual genera a nivel de producción paradas no planificadas y retrasa el proceso. Debido a estas razones el propósito de la investigación es proponer un plan de mantenimiento preventivo que permita reducir las paradas no planificadas y aprovechar el mayor tiempo de disponibilidad de los equipos de la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobigott.

Para el cumplimiento del objetivo anterior, este trabajo de grado se estructura en cuatro capítulos descritos a continuación:

Capítulo I, el problema: se basa en el planteamiento del problema encontrado, formulación de este, objetivos de la investigación, justificación de la investigación,

alcance y por último las limitaciones que circunscriben el desarrollo del problema. Su objetivo es establecer el objeto de estudio de esta investigación.

Capítulo II, marco referencial conceptual: se señalan investigaciones similares en las cuales se basa el desarrollo de este proyecto y se definen conceptos claves para la realización de éste. Su objetivo es crear la base teórica que sustenta las técnicas y herramientas a utilizar en el desarrollo de la investigación.

Capítulo III, marco metodológico: en este capítulo, se indica el tipo de investigación, así como su diseño metodológico, y nivel de investigación, lo cual señala el procedimiento a realizar en este trabajo, también se mencionan las técnicas e instrumentos de investigación, se describe la población y muestra seleccionada. Y se establecen las fases metodológicas que permitirá conocer el cómo se obtendrán y analizarán los datos para el logro del objetivo general de la investigación.

Capítulo IV, Resultados: por último, se presenta los resultados del trabajo de grado, basándose en la metodología según fueron planteadas en el capítulo anterior para el cumplimiento de los objetivos específicos. Finalmente se da paso a las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el estudio realizado y la ilustración de las referencias bibliográficas.

## CAPITULO I EL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del Problema

Actualmente las empresas se han visto inmersas a constantes cambios y mejoras que les permitan aumentar la productividad, es por ello que todos los departamentos y actividades de una organización deben estar orientadas a garantizar el rendimiento de las empresas. El mantenimiento, produce un bien real, que puede resumirse en la capacidad de producir con calidad, seguridad, y rentabilidad. El mantenimiento es uno de los factores más influyentes de manera directa en la productividad de una organización debido a que los equipos, maquinaria y edificaciones son las herramientas a través de las cuales se lleva a cabo la producción en cualquier sector de la industria y su buen funcionamiento permite a la organización ser más productiva.

Agrobigott C.A es una empresa filial a Cigarrera Bigott, dentro del sector agrícola venezolano, cual se encarga en la producir el tabaco que es usado para las diferentes marcas de cigarrillos que se producen en Cigarrera Bigott. (Ver Figura 1)

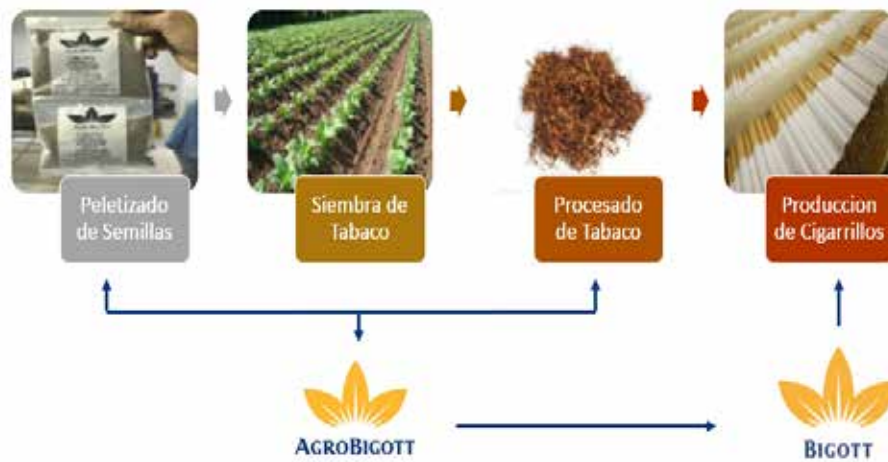


**Figura 1.** Logos de las marcas de cigarrillos Bigott

**Fuente:** Agrobigott (2019)

Dentro de la empresa Agrobigott, funciona la planta de peletizado de semillas, el cual es la responsable de producir semillas peletizadas; consiste en un proceso que se les realiza a diferentes variedades de semillas desnudas de tabaco, en donde la semilla sufre una transformación por el recubrimiento de una mezcla que está

compuesta principalmente por caolín y sílice. Se considera una planta productiva muy importante para la empresa, debido a que esta semilla peletizada es la materia prima con la que se realiza la siembra del tabaco, el inicio de todo el proceso global de la producción de cigarrillos (Ver Figura 2). Si dicha Planta de Peletizado dejase de funcionar, se tuviera como consecuencia perjuicios a la compañía en cuanto a la producción y dinero a nivel global en Venezuela.



**Figura. 2** Fase macro de producción de cigarrillos.

**Fuente:** Escorche, Y. (2019)

Sin embargo, la Planta de Peletizado no cuenta actualmente con un plan de mantenimiento preventivo que le permita establecer lineamientos para prevenir daños y detectar fallas en los equipos, lo que es una condición poco favorable, en la cual se ha observado fallas repetitivas en los equipos que traen como consecuencia paradas no planificadas, perdiendo así el cumplimiento con el plan de producción y reduciendo en gran escala la vida útil de los equipos.


Estos tiempos muertos a su vez generan altos costos dentro de la empresa, teniendo al personal ocioso por un periodo de tiempo determinado. Las tasas de rendimiento de producción se ven directamente afectadas, al perder o disminuir los equipos su capacidad de realizar las funciones designadas, estas fallas e inconsistencias

en la operación influye también en la calidad de los productos, ya que al presentar estos una variación origina una producción defectuosa, la cual le causa una pérdida económica a la empresa

A continuación, se muestra la tabla de producción de semillas peletizadas en los meses abril y mayo del presente año, donde se puede observar que el porcentaje de cumplimiento del plan de producción arrojó un 77,6%. (Ver tabla 1).

**Tabla 1.** Producción de Semillas Peletizadas Abril – Mayo

COSECHA 2019-2020  
PRODUCCION DE SEMILLAS PELETIZADAS ABRIL - MAYO



Codigo	Descripción de Variedad	Paquetes de semillas requerida a peletizar	Paquetes obtenidos
50059375	K-326	10540	8370
50059560	CSC-07	1240	1240
50059550	CSC-416	1240	1120
50059551	CSC-444	1860	1550
50059412	CSC-4703	1860	1860
50059413	CSC-4704	2480	1240
50059570	PVH-19	620	620
SC	PVH-2275	620	620
SC	C-51	4960	3100
		<b>25420</b>	<b>19720</b>

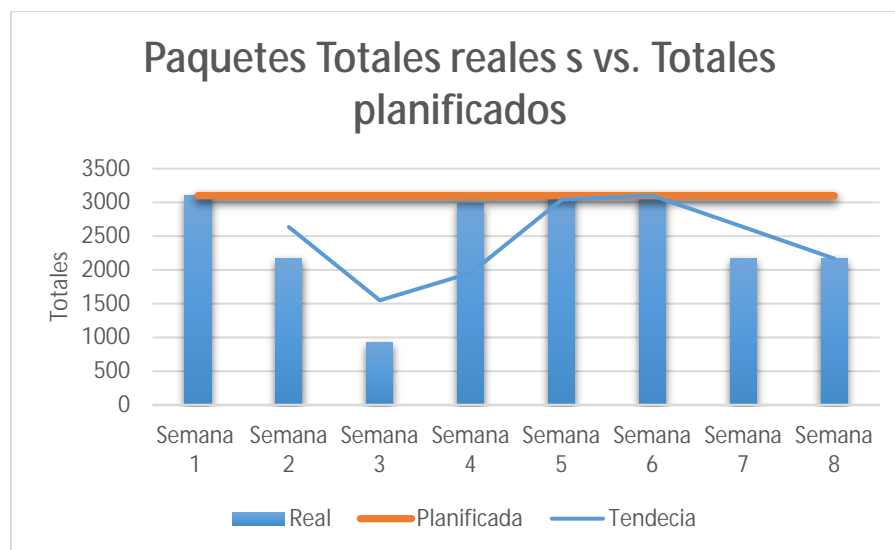
**Fuente:** Agrobigott (2019)

El rendimiento se vio afectado por las averías en los equipos, lo que generó paradas imprevistas en un total de aproximado de 18 horas laborales entre los meses de abril y mayo. La cantidad promedio de producción semanal es 3100 sobres de semillas peletizadas y como se puede observar no todas las semanas cumplieron con la medida estándar de productividad. (Ver tabla 2 y gráfico 1).

**Tabla 2.** Producción de Semillas Peletizadas Abril – Mayo  
(Detallado por semana)

Variedad procesada	Semana 1 01/04 al 05/04	Semana 2 08/04 al 12/04	Semana 3 22/04 al 26/04	Semana 4 29/04 al 03/05	Semana 5 06/05 al 10/05	Semana 6 13/05 al 17/05	Semana 7 20/05 al 24/05	Semana 8 27/05 al 31/05	TOTAL
K-326	1860	1240	0	620	1860	620	1240	930	8370
CSC-07	310	310	0	620	0	0	0	0	1240
CSC-416	310	310	0	500	0	0	0	0	1120
CSC-444	620	310	310	310	0	0	0	0	1550
CSC-4703	0	0	620	620	620	0	0	0	1860
CSC-4704	0	0	0	310	620	310	0	0	1240
PVH-19	0	0	0	0	0	620	0	0	620
PVH-2275	0	0	0	0	0	620	0	0	620
C-51	0	0	0	0	0	930	930	1240	3100
<b>TOTAL</b>	<b>3100</b>	<b>2170</b>	<b>930</b>	<b>2980</b>	<b>3100</b>	<b>3100</b>	<b>2170</b>	<b>2170</b>	<b>19720</b>

Fuente: Agrobigott (2019)



**Gráfico 1:** Paquetes Totales procesados reales vs. Totales planificados

Fuente: Agrobigott (2019)

Como se logra ver los índices de producción ha tenido caídas importantes en tan solo dos meses, generadas por fallas en los equipos y en donde es evidente la concurrencia de ellas. El cual también produce una pérdida importante de dinero a la empresa debido a que por cada 10 sobres de semilla de peletizada que no se produce,

son aproximadamente 7600 Kg de tabaco que no produce la compañía, perdiendo así 0,84 USD por kilogramo.

### **1.1.1. Formulación del Problema**

¿Cómo un plan de mantenimiento preventivo ayudará a disminuir la concurrencia de las paradas no planificadas en la Planta de Peletizado de Agrobigott?

## **1.2. Objetivos de la Investigación**

### **1.2.1. Objetivo General**

Proponer un plan de mantenimiento preventivo a los equipos y maquinarias de la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobigott para disminuir la ocurrencia de paradas no planificadas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual del estado de funcionamiento de los equipos y maquinarias utilizados en la Planta de Peletizado de Agrobigott.
- Analizar las fallas y puntos críticos encontrados en el diagnóstico de los equipos y maquinarias utilizados en la Planta de Peletizado de Agrobigott mediante el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)
- Proponer un Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos y maquinarias de la Planta de Peletizado de Agrobigott, de acuerdo con los resultados obtenidos en la metodología de AMEF
- Evaluar de forma económica, operativa, ambiental y social la propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo para la Planta de Peletizado de Agrobigott

## **1.3. Justificación de la Investigación**

La presente investigación se enfocará en diseñar un plan de mantenimiento preventivo adecuado que permita prevenir al máximo fallas que comúnmente ocurren en los equipos que se encuentran en funcionamiento. Incrementando así la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, permitiendo que estos se encuentren en buen estado de operatividad la mayor parte del tiempo.

De igual forma los beneficios de un plan de mantenimiento está vinculado directamente con la vida útil de los equipos, debido a que al tener mayor tiempo de

disponibilidad de los equipos es mayor tiempo de producción y para ello es necesario realizar una inspección periódica según programación en cada uno de ellos. Por este motivo la empresa Agrobigott se verá favorecida económicamente al no gastar dinero que no se encuentre presupuestado en una reparación inesperada.

Otro aspecto muy importante del desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo en la planta de Peletizado de Agrobigott es a lo que se enfoca la presente investigación el cual es mostrar la ganancia que tiene a mediano y largo plazo al no verse afectada la producción por paradas no planificadas, al contrario, aumentaría la productividad de la Planta de Peletizado ya que un plan de mantenimiento preventivo implica la programación de paradas de mantenimiento programadas en un tiempo correspondiente.

#### **1.4 Alcance**

Esta investigación se realiza en la empresa AGROBIGOTT, ubicada en el municipio San Diego, estado Carabobo y su alcance va orientado al diseño de un plan de mantenimiento preventivo de la planta de peletizado de dicha organización.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

En toda investigación es importante contar con un sustento teórico, dicho término según Balestrini (2006) “el marco teórico o referencial de la investigación, se debe incorporar los elementos centrales de orden teórico que orientarán el estudio, deben estar relacionados con el tema de investigación y el problema.” (p.91)

#### **2.1 Antecedentes**

Arias (2012) dice “los antecedentes reflejan los avances y el estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones” (p.106)

Para la realización del presente trabajo se han desarrollado indagaciones a nivel documental para la recolección de información, repasando las teorías incluidas en diversos trabajos de investigación y documentos de internet, la cual se asimilan de cierta forma al proyecto que se presenta en este estudio el cual se desea ejecutar.

Aguiar, J. y Monasterios, L. (2013) en su trabajo de grado titulado como **“Propuesta de un Plan de Mejoras que Permita Reducir los Tiempos de Paradas no Planificadas en la Línea de Envasado N° 10 en la Empresa de Cervecería Polar, San Joaquín”**, presentado en la Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad José Antonio Páez, para optar por el título de Ingeniería Industrial. La investigación estuvo enmarcada como un proyecto factible, con un diseño de campo, empleando la observación directa y la entrevista informal como método de recolección de datos, utilizando la población de 45 empleados y obreros. En la propuesta se hizo uso del método de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), ya que permitía elaborar o revisar planes de mantenimiento e inspección en equipos estáticos, dinámicos, instrumentación y electricidad al igual que establecer el alcance y frecuencia optima de paradas de plantas.

Esta investigación fue tomada como soporte, debido a que los métodos de utilizados para la recolección de datos sirvieron como referencia para llevar a cabo el

estudio de esta investigación. También por su similitud respecto al objetivo de reducir las paradas no planificadas.

Rafael Rivero (2013), en su trabajo de grado titulado: **“Elaborar un plan de mantenimiento preventivo de equipos para las etapas de secado, silos y prensado de tabaco en la planta de GLT de Cigarrera Bigott”**. Presentado en la escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad José Antonio Páez para optar por el título de ingeniero mecánico. Realizo análisis y diagnóstico de la situación de los equipos de manera individual en la planta antes mencionada, realizo y aplico la metodología de Análisis de Modo y Efecto de Fallas en los equipos para detectar las causas y consecuencias involucradas a las mismas, codifico cada uno de los equipos que comprenden las etapas de secado, silos y prensado de tabaco y estructuro un plan de mantenimiento preventivo de acuerdo con los resultados obtenidos en la metodología de AMEF.

Como aporte a la presente investigación, el autor realiza un diagnóstico de la situación actual y un análisis de esta a través de metodología AMEF, para luego así estructurar un plan de mantenimiento preventivo. Lo que relaciona a la presente pues a través de ella se observará y se evaluará como realizar un plan de mantenimiento preventivo adecuado según los resultados obtenidos en AMEF.

Dalvis Pinto (2013), en su trabajo de grado titulado: **“Diagnóstico, evaluación y optimización de los planes de mantenimiento preventivo de los equipos rotativos de la instalación 330 de sulfato de amonio del complejo petroquímico Morón”**. Presentado en la escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad José Antonio Páez para optar por el título de ingeniero mecánico, tuvo como objetivos de identificar y definir las variables que intervienen en el mantenimiento centrado en confiabilidad, el diagnóstico de la situación de los equipos presentes en la planta de sulfato de amonio, la identificación de los equipos que acarrearán mayor relevancia en la planta mediante un análisis de criticidad, de igual forma se aplicó la metodología AMEF para cada modo de fallo establecido y se estableció un listado de actividades para ser incluidas como planes de mantenimiento preventivo en SAP.

Dicho trabajo de grado fue tomado como soporte, debido a que parte de los objetivos fueron similares a la presente investigación y la metodología utilizada fue AMEF, obteniendo así una referencia importante para llevar a cabo el estudio de esta investigación.

## **2.2 Bases Teóricas**

Arias (2012) explica: “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o el enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado” (p.107)

Para el desarrollo del proyecto es oportuno conocer ciertos conceptos, características y principios que se deben considerar para la realización de este. En este sentido a continuación se explican los basamentos teóricos relacionados con el estudio a realizarse.

### **2.2.1 Mantenimiento**

Conjunto de actividades que permiten mantener un equipo, sistema o instalación en condición operativa, de tal forma que cumpla las funciones para las cuales fueron diseñados y asignados o restablecer dicha condición cuando esta se pierde.

#### **2.2.2 Objetivos del Mantenimiento**

- Mejorar continuamente los equipos hasta su más alto nivel operativo, mediante el incremento de la disponibilidad, efectividad y confiabilidad.
- Aprovechar al máximo los componentes de los equipos, para disminuir los costos de mantenimiento.
- Garantizar el buen funcionamiento de los equipos, para aumentar la producción.
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- Maximizar el beneficio global.

## **2.2.3 Funciones del Mantenimiento**

### **2.2.3.1 Funciones Primarias:**

- Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- Generación y distribución de los servicios eléctricos, vapor, aire, agua, gas, entre otros.
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Nuevas instalaciones de equipos y edificios.
- Desarrollo de programas de mantenimiento.
- Selección y entrenamiento del personal.

### **2.2.3.2 Funciones Secundarias:**

- Asesorar la compra de nuevos equipos.
- Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros.
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección.
- Llevar la contabilidad e inventario de los equipos.

## **2.2.4 Actividades y responsabilidades del mantenimiento**

- Dar máxima seguridad.
- Mantener al equipo con su mejor eficiencia de operación.
- Reducir al mínimo el tiempo de paro.
- Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.
- Investigar las causas y remedios de los paros de emergencia.
- Planear y coordinar la distribución del trabajo acorde con la fuerza laboral disponible.
- Preparar anualmente un presupuesto, con justificación adecuada que cubra el costo de mantenimiento

## **2.2.5 Tipos de mantenimiento**

Para que los trabajos de mantenimiento sean eficientes son necesarios el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana,

logrando así que se reduzcan costos, tiempo de paro de los equipos de trabajo, entre otros.

Para ejecutar lo anterior se hace una división de tres grandes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo

Muchas personas consideran a los dos últimos como uno, ya que la línea que los separa es muy sutil. Para efectos de este estudio se agrupan en un solo tipo (preventivo).

#### **2.2.5.1. Mantenimiento Preventivo.**

Es una actividad planificada en cuanto a inspección, detección y prevención de fallas, cuyo objetivo es mantener el equipo bajo condiciones específicas de operación. Se ejecuta a frecuencias dinámicas, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, las condiciones operacionales y la historia de fallas de los equipos.

Las ventajas que proporciona este tipo de mantenimiento son las siguientes:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas. Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto, sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones

Las fases del mantenimiento preventivo son:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.

- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar

#### **2.2.5.2 Mantenimiento Predictivo**

Consiste en el monitoreo de condiciones y análisis del comportamiento de los equipos para determinar intervenciones, según los niveles de admisibilidad.

#### **2.2.5.3 Mantenimiento Correctivo**

Es una actividad no programada y se dirige a reparaciones por fallas ocurridas. El objetivo de este tipo de mantenimiento consiste en llevar los equipos después de una falla a sus condiciones operativas, por medio de restauración, reemplazo de componentes o partes de equipos, debido a desgaste, daños o roturas.

#### **2.2.6 Sistema de Mantenimiento**

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. Los sistemas de mantenimiento también contribuyen en el logro de las metas al incrementar las utilidades y la satisfacción del cliente. Estas se logran reduciendo el mínimo el tiempo muerto de la planta, mejorando la utilidad, incrementando la productividad y entregando oportunamente los pedidos a los clientes.

El Objetivo del mantenimiento es asegurar la competitividad de la empresa por medio de:

- Garantía de la disponibilidad y confiabilidad planeada.
- Satisfacción de todos los requisitos de calidad.
- Maximizar el beneficio global.
- Adecuada disponibilidad de equipos e instalaciones al costo más conveniente.

#### **2.2.7 Planificación y Programación del Mantenimiento**

Es el diseño de programas de actividades de mantenimiento, distribuidas en el tiempo, donde la frecuencia puede ser conocida o desconocidas, los recursos asignados

dependiendo de la situación actual y contexto de los equipos y permite mantener los equipos en operación para cumplir con las metas de producción preestablecidas por la organización. El inicio de mantenimiento es la planificación, donde se prepara la ejecución de los trabajos, consiguiendo la participación de todos los recursos y resolviendo todos los problemas que puedan afectar su eficiente ejecución.

### **2.2.8 Necesidades de elaborar un plan de mantenimiento preventivo**

La fiabilidad y la disponibilidad de una empresa dependen del diseño y la calidad de su montaje, en el cual influyen las técnicas utilizadas para su ejecución. Dependen de la forma y buenas costumbres del personal de producción, el personal que opera en las instalaciones y por último dependen del mantenimiento que se realice. Debemos tener en cuenta que los efectos de las acciones hechas en mantenimiento no tienen su efecto de forma inmediata, sino que se ve varios meses después.

Cuando una empresa no posee un plan de mantenimiento es inevitable que sean las averías las que dirijan la actividad de mantenimiento. Normalmente se presta mucha importancia al mantenimiento de los equipos principales, haciendo a un lado el mantenimiento de los equipos auxiliares; esto representa un grave error pues uno de esos equipos al presentar una falla puede parar la producción de la empresa y ocasionar un daño en un equipo más costoso. Conviene entonces prestar atención también a aquellos equipos capaces de provocar fallos críticos. Para elaborar un buen plan de mantenimiento es absolutamente necesario realizar un detallado análisis de fallos de todos los sistemas que componen la empresa.

### **2.2.9 Costos asociados al mantenimiento**

El mantenimiento como elemento indispensable en la conformación de cualquier proceso productivo, genera un costo que es reflejado directamente en el costo de producción del producto. Es por ello que la racionalización objetiva de los mismos permitirá ubicar a una empresa dentro de un marco competitivo. A través de la historia el costo de mantenimiento ha sido visto como un mal necesario dado que se invierte en él con anticipación, pero se evitan pérdidas imprevistas, que resultan siendo aún mayores que los costos de mantenimiento preventivo.

A continuación, se describen algunos costos asociados al mantenimiento:

- **Mano de Obra:** Utilizada en el equipo de trabajo y en la ejecución del plan de mantenimiento. Toda mano de obra debe estar asegurada, como lo dispone la ley.
- **Maquinaria o Equipos:** Bienes y actividades empleadas en forma directa en la ejecución del plan de mantenimiento.
- **Materiales:** Incluye las partes, equipos, lubricantes, herramientas, repuestos, entre otros.
- **Tiempo de Disponibilidad Operacional:** Periodo inactivo de producción mientras se realiza el trabajo de mantenimiento al equipo.
- **Gastos Generales:** Servicios, logística, talleres, capacitación etc.
- **Costos indirectos:** Equipos suplementarios para garantizar la ejecución de mantenimiento.

La falta de mantenimiento o un mal mantenimiento genera pérdidas, algunas de ellas son:

- **Incremento de la Inversión:** Debido al incorrecto mantenimiento de los equipos su vida útil se reduce y por ende el retorno de su inversión se extiende.
- **Pérdidas de Calidad:** Ocurren cuando el equipo no tiene un mantenimiento adecuado. Cuando se cambia el esquema de mantenimiento de un equipo, deben evaluarse los cambios de la calidad que esa modificación significara.
- **Costos de Capital:** Con un mal mantenimiento se presentarán más fallas intempestivas que ocasionarán sobrecostos en el sistema productivo.
- **Pérdidas de Energía:** Un equipo mal mantenido puede llegar a consumir más energía que el mismo equipo con un adecuado mantenimiento.
- **Ambiente Laboral:** Generar un espacio agradable de trabajo es importante para obtener un buen desempeño laboral. Dentro de las funciones básicas del mantenimiento se encuentra la limpieza y el cuidado de los equipos.

### **2.2.10 Consideraciones en la realización de un plan de mantenimiento**

Antes de realizar un plan de mantenimiento se debe hacer un análisis de riesgos para considerar las fallas que se puedan producir y las consecuencias que estas puedan ocasionar. Estas consecuencias se analizan por separado:

- Consecuencias operacionales, en las que la falla produce trastornos en la producción o en la calidad que al final se traducen en tiempos perdidos en el proceso productivo, y por tanto pérdidas en las ganancias.
- Consecuencias en la seguridad, en las que la falla puede afectar en mayor o menor medida a la seguridad del personal de fábrica.
- Consecuencias medio ambientales, en las que la falla pueda afectar al medio ambiente o al entorno, considerando las disposiciones legales que existan al respecto.
- Consecuencias en los costos, son las propias de la reparación que la falla trae consigo y que en ocasiones pueden ser de extraordinaria importancia.

De esta manera se determina de forma general una escala de gravedad de las consecuencias y una escala de probabilidad o frecuencia de ocurrencia de las fallas.

### **2.2.11 Establecimiento de un plan de mantenimiento**

Para lograr satisfactoriamente establecer el plan se deben seguir cuidadosamente los pasos a continuación:

#### 1- Clasificación e identificación de equipos

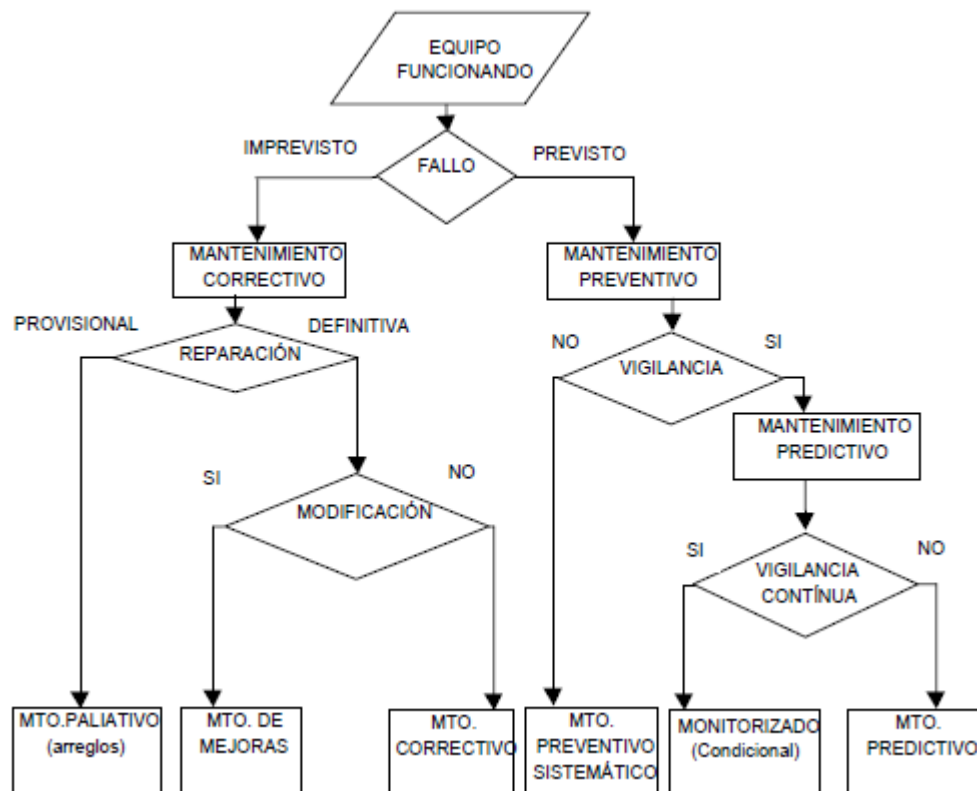
Disponer de una lista donde se especifique de forma detallada los equipos por su número de identificación, ubicación y clasificación.

#### 2- Recopilar información

Se agrupa toda la información necesaria para realizar el mantenimiento del equipo. Las condiciones de trabajo, diseño, recomendaciones del fabricante.

#### 3- Seleccionar la política de mantenimiento

Determinar el tipo de mantenimiento que se va a realizar en cada equipo, mediante metodologías o graficas generalmente. La figura a continuación muestra un gráfico basado en el tipo de falla. (Figura 3.2.13)



**Figura 3:** Grafico basado en tipo de fallas.

**Fuente:** Rafael Rivero (2013)

Existen otras metodologías como el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC) o el Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF).

#### 4- Programa de mantenimiento preventivo

Una vez realizado el análisis por separado, se procede y agrupan los equipos por familias, tipos, períodos de trabajo, con la finalidad de optimizar los trabajos. Este programa suministra las rutinas de inspección y lubricación.

#### 5- Guía de mantenimiento correctivo

Consiste en realizar un documento con las actividades o reparaciones más frecuentes en una máquina, a pesar de ser dificultoso al inicio, a medida que transcurre el tiempo y se presenten algunas fallas se contará con la información suficiente y llevar a cabo la elaboración de esta guía.

#### 6- Organización del mantenimiento

El plan se complementa definiendo la organización necesaria: la estructura de recursos humanos, la estructura administrativa y el sistema de planificación y programación.

#### **2.2.12 Detección de fallas**

Es un mantenimiento que se realiza a los equipos para verificar que sus condiciones de operación sean óptimas, en caso de presentar alguna irregularidad se evalúa el equipo y se determina cualquier corrección que deba ser atendida.

#### **2.2.13 Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)**

Es una metodología o proceso sistemático para la identificación de modos de falla potenciales en un sistema, diseño de un producto o de un proceso, causadas por deficiencias que se pretenden eliminar o reducir hasta que no perjudiquen el sistema de producción. AMEF es una herramienta utilizada para prevenir los problemas antes de que ocurran. Por lo tanto, puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total. Actualmente esta metodología forma parte del procedimiento ISO 9000.

#### **2.2.14 Objetivos del AMEF**

- Mejorar la seguridad confiabilidad y calidad en los productos.
- Mejorar la satisfacción del cliente.
- Documentos y acciones de seguimiento tomadas para reducir riesgos.
- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y sus causas.
- Determinar efectos de fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Documentar el proceso.

## **2.2.15 Características del AMEF**

### **2.2.15.1 Carácter preventivo**

El anticipo a que ocurra alguna falla repentina o inesperada se refiere a la prevención en un sistema. Es ideal conservar periódicamente los componentes de los equipos en condiciones operacionales cada cierto tiempo y mantener un ritmo constante de trabajo.

### **2.2.15.2 Sistematización**

Es llevar a cabo un orden y almacenamiento de datos clasificados bajo determinados criterios que permite detectar fallas debido a ciertas circunstancias, para tomar acciones de solución anticipadas. La sistematización asegura que todas las posibilidades de falla han sido consideradas.

### **2.2.15.3 Guía en la priorización**

La metodología AMEF permite establecer preferencias a las actividades que requieran ser atendidas en primera instancia, anticipándose a los problemas e identificando los que puedan ser potenciales para establecerlos como prioridad.

### **2.2.15.4 Participación**

La realización de un AMEF es un trabajo en equipo que requiere la puesta en común de los conocimientos de todas las áreas afectadas. Deben ser equipos multidisciplinarios, para atacar los problemas desde cualquier perspectiva. Por lo que se puede considerar un método para detectar y eliminar problemas de forma total.

## **2.2.16 Procedimiento para realización del AMEF**

Se realiza mediante una hoja estructurada que guía el análisis.

### a) Funciones:

Se describen las especificaciones (características) y expectativas de desempeño que se le exigen al activo físico que se está analizando. Cubren las expectativas relacionadas con cuestiones como calidad del producto, control, contención, protección, cumplimiento de normas medioambientales, integridad estructural e incluso aspecto físico del activo.

b) Fallo Funcional:

Se refiere a la falta o incumplimiento de la función. El fallo funcional se define como la incapacidad de un ítem para satisfacer un parámetro de desempeño deseado.

c) Modo de Fallo:

Forma en que el dispositivo o el sistema pueden dejar de funcionar o funcionar anormalmente. El tipo de fallo es relativo a cada función de cada elemento. Se expresa en términos físicos: rotura, aflojamiento, atascamiento, fuga, agarrotamiento, cortocircuito.

d) Causa Raíz:

Anomalía inicial que puede conducir al fallo. Un mismo tipo de fallo puede conducir a varias causas: Falta de lubricante, lubricante en mal estado, suciedad.

e) Consecuencia:

Efecto del fallo sobre la máquina, la producción, el producto.

La valoración proporciona una estimación numérica de los respectivos parámetros:

F: Frecuencia. Estimación subjetiva de la ocurrencia del modo de fallo.

G: Gravedad. Estimación subjetiva de las consecuencias.

D: Detección. Estimación subjetiva de la probabilidad de ser detectado el fallo potencial.

NPR: Número de Prioridad de Riesgos. Producto de F, G y D.



Catastrófico (9-10)

- D: Detección (1-10)

Probabilidad de detección muy elevada (1-2)

Probabilidad de detección elevada (3-4)

Probabilidad de detección moderada (5-6)

Probabilidad de detección escasa (7-8)

Probabilidad de detección muy escasa (9-10)

### **2.3 Definición de Términos Básicos**

**Ajuste:** Adaptación de una pieza a otra sin diferencias entre ellas, encajando entre sí de forma efectiva.

**Confiabilidad:** es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseñó durante un periodo de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno.

**Costos de operación:** es todas aquellas valoraciones monetarias de la suma de recursos destinadas a la administración, operación y funcionamiento de un organismo, empresa o entidad pública.

**Disponibilidad:** es la probabilidad de un sistema de estar en funcionamiento o listo para funcionar en el momento o instante que es requerido.

**Empresa:** es una organización, institución o industria dedicada a las actividades o persecución de fines económicos o comerciales para satisfacer las necesidades de bienes y servicios de los demandantes.

**Fallas:** hace referencia a un defecto, falta o al incumplimiento de una función específica por parte de un elemento determinado.

**Gestión:** es la disciplina que se encarga de organizar y de administrar los recursos de manera tal que se pueda concretar todo el trabajo requerido por un proyecto dentro del tiempo y del presupuesto disponible.

**Indicadores:** es la medida cuantitativa o la observación cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar qué tan bien está

funcionando un sistema, dando la voz de alerta sobre la existencia de un problema y permitiendo tomar medidas para solucionarlo, una vez se tenga claridad sobre las causas que lo generaron.

**Inventario:** Relación detallada de bienes o pertenencias, utilizado para el caso de repuestos.

**Limpieza:** se dice que en un lugar hay limpieza cuando se registra ausencia de suciedad alguna. La misión de la limpieza será la de disminuir y exterminar aquellos microorganismos tanto de la piel, en el caso de referirnos a la limpieza de un individuo, como de los objetos inanimados que nos rodean, tales como los de un mueble, de un piso, entre otros.

**Lubricación:** proceso en el que un fluido se introduce entre las superficies en contacto de dos cuerpos con movimiento relativo que rozan unidos por una carga, y este fluido forma una película de separación física entre las superficies de los cuerpos, que reduce la fuerza de deslizamiento y con ello el desgaste mutuo.

**Máquina:** conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado.

**Parada no planificada:** se dice de la parada de un flujo laboral (Proceso), desligado a la planificación, o sea que no fue a juicio facultativo de un líder, sino que se produjo por la avería de una actividad o falla, ya sea individual o colectiva

**Parada Planificada:** es aquella que se hace programada para evaluar el comportamiento de un equipo, se toman mediciones de tiempo y se chequean los resultados para mejorar el trabajo operativo.

**Productividad:** es la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En todo trabajo de investigación se debe enfatizar la referencia a un marco metodológico, el cual posibilita definir los pasos y procedimientos que se necesitan seguir para cumplir con los objetivos propuestos. Dichas metodologías incluyen el tipo de investigación y todos los componentes que se usaran para llevar a cabo dicho trabajo de investigación.

#### **3.1 Tipo de Investigación**

La presente investigación es de “tipo factible”, debido a que en este trabajo diseña un plan de mantenimiento preventivo, donde en un análisis realizado arrojo la necesidad de este, el cual mencionado plan permite disminuir las paradas no planificadas y así garantiza el cumplimiento de la producción al igual que tener mayor tiempo de vida útil de los equipos.

Según, Arias (2006), señala: “Que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema practico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización” (p.134). El cual será necesario realizar una indagación práctica, buscando y de ser necesario comparando estudios similares donde su propósito sea disminuir las paradas no planificadas. Es por ello que un proyecto factible debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades.

#### **3.2 Diseño de la Investigación**

Sabino (2002) explica que el diseño de la investigación tiene como objeto “proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerlo” (p.63).

La investigación constará con un diseño de campo y documental, debido a que el proyecto factible planteado se apoya en alguna o en ambas, siendo así definida la

investigación de campo por Arias (2012) como: Aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (p.31).

De la misma manera, se define por Arias (2012), la investigación documental como un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por los otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos (p.27).

### **3.3 Niveles de Investigación**

Según, Arias (2012) “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se elabora una fenómeno u objeto de estudio” (p.23). La elaboración y desarrollo de este trabajo se lleva a cabo a través de una investigación de tipo descriptiva en un estudio de campo a nivel descriptivo, ya que propone diseñar un plan de mantenimiento preventivo a través de un análisis de la situación actual de los equipos de la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobiggott.

Igualmente, Arias (2012) dice que la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere (p. 24).

### **3.4 Población y Muestra**

Según Arias (2012), la población se define de la siguiente manera:

La población, o en términos más precisos, población objetivo, es un conjunto de elementos finitos o infinitos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio (p.81).

Mientras que la muestra, se señala como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible, con el fin de ser estudiada y servir para las estadísticas del proyecto” (p.83). En base a los términos anteriormente definidos, en la investigación, la población que se va a estudiar son todos los equipos y maquinarias de Agrobigott y la muestra los equipos y maquinarias que se encuentran en la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobigott

### **3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Respecto a los datos que se desean recolectar, se utilizarán dos técnicas para obtener a los mismos, estas servirán para obtener la información necesaria que funcionara de base para la investigación a realizar, con dicha información se podrá realizar un adecuado plan de mantenimiento, las técnicas a utilizar serán la observación directa y entrevista no estructurada. Esta decisión se debe a la facilidad y confiabilidad que promueven.

De acuerdo con lo expresado por Arias (2012), la observación directa se define como “la técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (p. 69).

Por otro lado, la entrevista no estructurada se expresa por Arias (2012) como “En esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos que permiten definir el tema de la entrevista, de allí que el entrevistador deba poseer una gran habilidad para formular las interrogantes sin perder la coherencia.” (p. 73).

Además, se basará en la investigación documental de publicaciones especializadas, textos, libros y revistas. En donde se utilizará el internet para explorar diferentes sitios web que contengan información actualizada sobre el tema regular de mantenimiento a equipos similares que se encuentran en la Planta de Peletizado.

### **3.6 Técnicas de procesamiento y Análisis de Datos**

Las técnicas de análisis de datos deben ser consideradas para la ejecución de cualquier estudio, debido a que permiten adquirir conclusiones, es decir, realizar la

formulación de propuesta que sirvan de posibles soluciones al problema planteado y así cumplir con los objetivos del proyecto. Según Arias (2012), en la técnica de análisis o procesamiento de datos “se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuere el caso.” (p.111)

De acuerdo con los datos y las técnicas de recolección utilizados, se realizará la clasificación y el análisis de datos en forma cuantitativa y cualitativa, en donde Arias (2012) define al análisis de datos cuantitativos como “aquellos que se expresan en valores o datos numéricos” (p.58). Y la cualitativa como “las características o atributos que se expresan de forma verbal, es decir, mediante palabras” (p.58)

### **3.7 Fases Metodológicas**

La realización de este estudio se dividirá en cuatro fases metodológicas que permitirán cumplir con los objetivos de la investigación con el propósito de elaborar el plan de mantenimiento preventivo a los equipos críticos de la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobiggott.

#### **Fase I: Diagnóstico de la situación actual del estado de funcionamiento de los equipos y maquinarias utilizados en la Planta de Peletizado de Agrobiggott:**

- Realizar observación directa al esquema productivo de la planta y a todos los componentes de los equipos involucrados en el proceso.
- Realizar entrevista no estructurada a todo personal involucrado en el proceso conocer el estado actual de los equipos y componentes de estos.
- Realizar visita con personal experto en materia de equipos para corroborar estado actual de los equipos

#### **Fase II: Análisis de las fallas y puntos críticos encontrados en el diagnóstico de los equipos y maquinarias utilizados en la Planta de Peletizado de Agrobiggott mediante el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF):**

- Para esta fase de continuación se realizará análisis con la aplicación de la metodología (AMEF) basados en los conceptos teóricos que se expresan en

el capítulo dos, con la finalidad de determinar con anticipación algún desperfecto que pueda presentarse en una máquina y no permita el normal funcionamiento de esta. Detectar las causas que originan las fallas, las consecuencias que causan a nivel productivo y minimizarlas hasta considerar insignificantes los riesgos que puedan ocurrir a futuro en el equipo.

**Fase III: Diseño de Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos y maquinarias de la Planta de Peletizado de Agrobigott.**

- Realizar debida codificación según estructura de códigos de equipos.
- Realizar inventario de todos los equipos, incluyendo componentes y características.
- Diseñar un plan, basado en los resultados obtenidos en la metodología AMEF, la cual incluye procedimientos generales y formato de lista de chequeo, el cual debe ser llenado por el técnico u operador que realice el mantenimiento
- Presentar cronograma de mantenimiento anual.

**Fase IV: Evaluación de forma económica, operativa, ambiental y social de la propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo para la Planta de Peletizado de Agrobigott.**

- Evaluar beneficio económico a través de relación beneficio / costo.
- Realizar simulación de cómo se comportaría la productividad, el ambiente y el personal en función del plan de mantenimiento propuesto.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

El presente capítulo mostrará los resultados del desarrollo de las fases metodológicas planteadas en el presente trabajo de grado, con el propósito de proponer un plan de mantenimiento preventivo a los equipos y maquinarias de la Planta de Peletizado de Agrobigott, adaptado a la metodología de AMEF.

#### **4.1 Fase I: Diagnostico de la situación actual del estado de funcionamiento de los equipos y maquinarias utilizados en la Planta de Peletizado de Agrobigott**

Durante las primeras visitas realizadas a la Planta de Peletizado, se observó el proceso productivo y las condiciones en las cuales se encontraban los equipos de la línea de producción. Además se recopiló información relativa de los equipos que conforman la misma y una de las más importantes es que los equipos fueron fabricados en la compañía años atrás, es por ello que ninguno tiene manual de instrucciones ni de mantenimiento.

Esta fase se desarrolló mediante inspecciones visuales como parte del reconocimiento inicial en las cuales los mecánicos detallaron el proceso productivo desde el punto de vista de mantenimiento, incluyendo fallas concurrentes y los métodos más acordes para su resolución la cual están basando según sus experiencias, seguidamente se realizaron entrevistas a personal que labora diariamente en la producción, como los supervisores, operadores y mecánicos para conocer los equipos y su funcionamiento en la línea de producción. Estas entrevistas fueron realizadas de forma no estructurada, donde las preguntas fueron abiertas y se pudo precisar detalles interesantes sobre la producción y las fallas concurrentes que se presentaban. En el anexo A, se presenta ficha técnica de cada equipo que por ende tuvieron que ser creados.

**Tabla 3.** Diagnóstico de la situación actual del estado de funcionamiento de los equipos y maquinarias utilizadas en la Planta de Peletizado de Agrobigott, número de fallas y porcentaje de importancia.

<b>Diagnóstico de la situación actual del estado de funcionamiento de los equipos y maquinarias utilizados en la Planta de Peletizado de Agrobigott</b>			
<b>Equipos</b>	<b>Fallas de Importancia</b>	<b>Número de Fallas</b>	<b>% de Importancia</b>
Mezcladora	Chumaceras del eje	47	53,41
	Poleas		
	Correras		
	Tambor rotativo		
	Motor-reductor		
Tamizadora	Pletinas	21	23,86
	Correas		
	Poleas		
	Mallas		
Secadora	Poleas	20	22,73
	Correas		
	Mallas		
	Turbina		

Fuente: Escorche, Y. (2019)

**Tabla 4.** Diagnóstico de la situación actual del estado de funcionamiento de los equipos y maquinarias utilizadas en la Planta de Peletizado de Agrobigott, identificación, número de fallas y porcentaje de importancia.

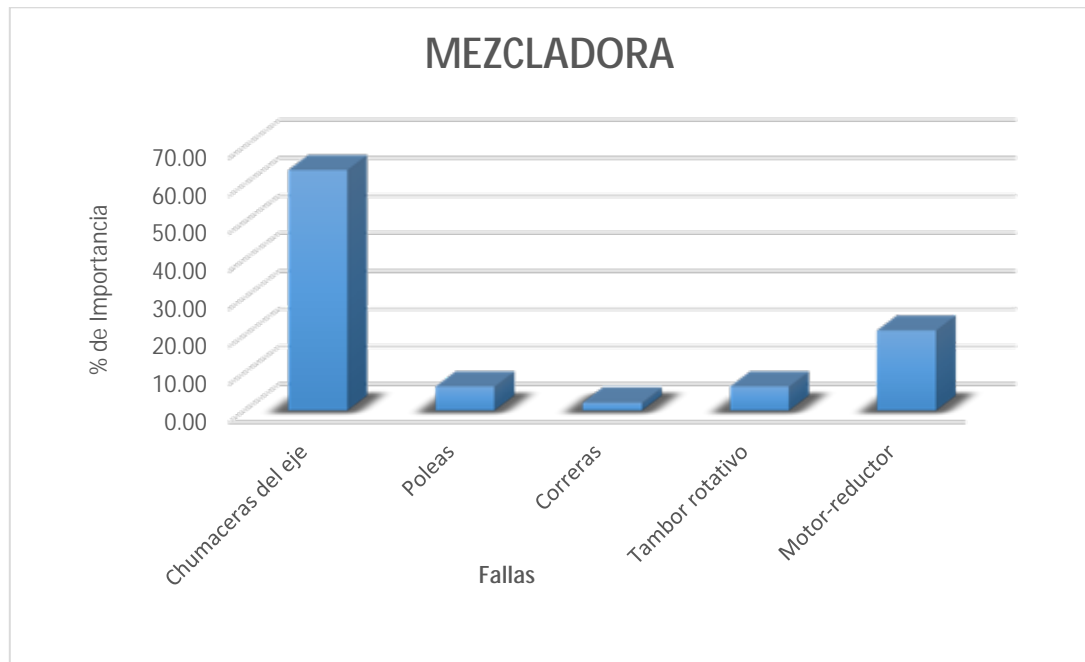
<b>Diagnóstico de la situación actual del estado de funcionamiento de los equipos y maquinarias utilizados en la Planta de Peletizado de Agrobigott</b>			
<b>Equipos</b>	<b>Fallas de Importancia</b>	<b>Número de Fallas</b>	<b>% de Importancia</b>
Mezcladora	Chumaceras del eje	30	63,83
	Poleas	3	6,38
	Correras	1	2,13
	Tambor rotativo	3	6,38
	Motor-reductor	10	21,28
Tamizadora	Pletinas	6	28,57
	Correas	6	28,57
	Poleas	2	9,52
	Mallas	7	33,33
Secadora	Poleas	4	20,00
	Correas	3	15,00
	Mallas	11	55,00
	Turbina	2	10,00

Fuente: Escorche, Y. (2019)



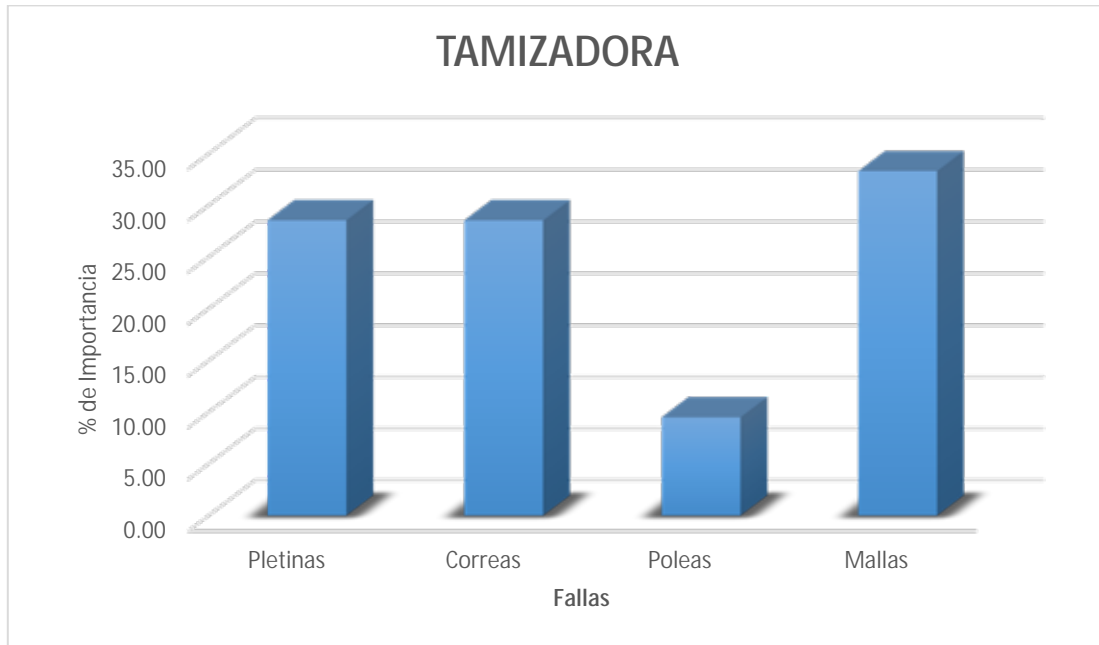
**Gráfico 2:** Porcentaje de importancia de los equipos en función del número de fallas.

**Fuente:** Escorche, Y. (2019)



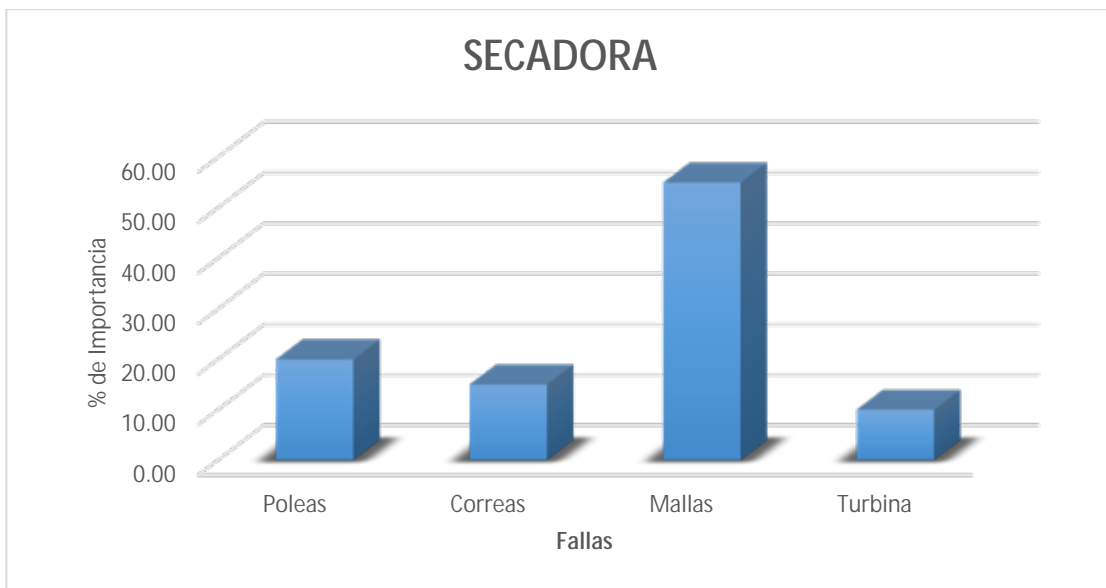
**Gráfico 3:** Porcentaje de importancia de las fallas principales en la maquina mezcladora.

**Fuente:** Escorche, Y. (2019)



**Gráfico 4:** Porcentaje de importancia de las fallas principales en la maquina tamizadora.

**Fuente:** Escorche, Y. (2019)



**Gráfico 5:** Porcentaje de importancia de las fallas principales en la maquina secadora.

**Fuente:** Escorche, Y. (2019)

La recolección de datos correspondientes a los números de fallas en los equipos fue posible gracias a los reportes de incidencias en la producción del primer semestre del año presente, emitida por el supervisor de producción, la cual se encuentra en el anexo B como soporte.


#### **4.2 Fase II: Análisis de las fallas y puntos críticos encontrados en el diagnóstico de los equipos y maquinarias utilizados en la Planta de Peletizado de Agrobigott mediante el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF):**

Una vez determinadas las fallas y el porcentaje de importancia por frecuencia de ellas en la fase anterior, se aplicó el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), el cual consistió en determinar las funciones, las fallas de las funciones, las causas y las consecuencias. Para el desarrollo de esta fase fue indispensable realizar técnicas de revisión bibliográfica y entrevistas con el personal que labora en la planta.

Luego de realizar dicha investigación se pudo determinar que las actividades de mantenimiento más relevantes son las de inspección, lubricación y ajuste en equipos, la primera porque la mayoría de las partes de los equipos presentan modo de fallas apreciables para los operadores, mientras que la lubricación depende de evitar el desgaste o roce posible entre dos piezas de un mismo tiempo.

En la tabla 5 se presenta como ejemplo el AMEF realizado a la mezcladora donde se aprecian dos fallas en el subsistema de las chumaceras, en el anexo C se encuentran todos los AMEF realizados.

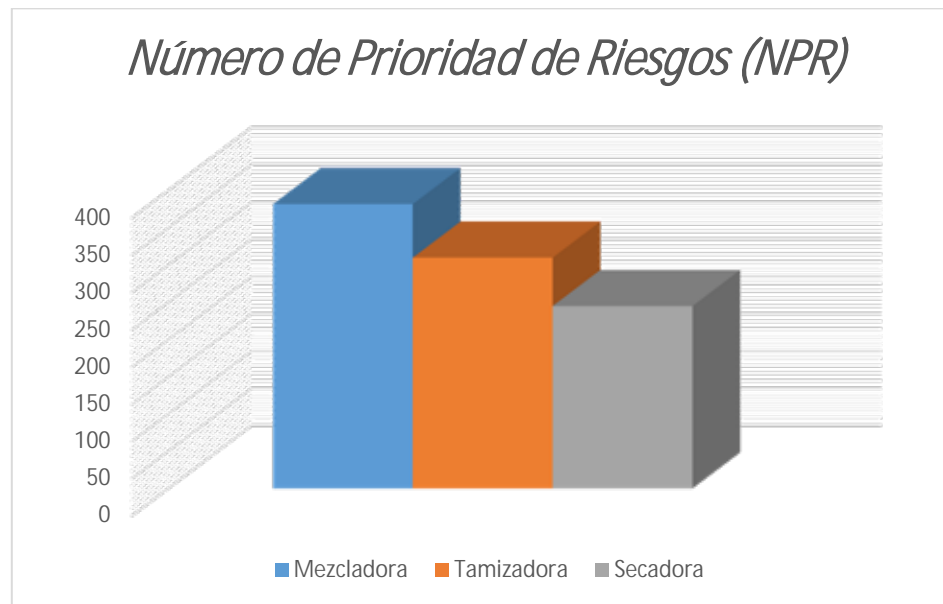
**Tabla 5. Ejemplo AMEF**

		ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS							
SISTEMA: MEZCLADORA			REALIZADO POR: YERIMAR ESCORCHE			DEPARTAMENTO: LEAF PRODUCTION			
SUB-SISTEMA: CHUMACERAS DEL EJE			FECHA: 18 al 30/09/2019			NUMERO DE FICHA: 1009339			
FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	N <sup>a</sup>	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ	VALORACIÓN				ACTIVIDAD
					F	G	D	NPR	
Soportar al eje para la rotación del tambor rotativo	Falta de movimiento en el eje	1	Ausencia de lubricación	Descuido	5	4	5	100	Inspeccionar y lubricar periódicamente
		2	Desgaste en puntos de fijación	Vibración del equipo.	1	4	6	24	Inspección y reemplazo de puntos según sea necesario.

Fuente: Escorche, Y. (2019)

A continuación se presenta gráfico con la sumatoria de todo los NPR obtenidos en el AMEF de cada equipo, teniendo como resultado que la mezcladora es el que tiene mayor tendencia de riesgo, el cual se deduce que la necesidad de frecuencia de mantenimiento será superior al resto de los equipos. (Ver gráfico 6).

**Gráfico 6.** Valores obtenidos en el AMEF

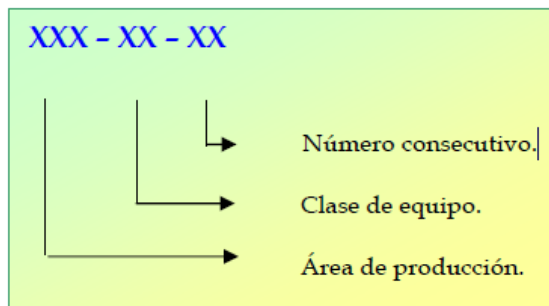


**Gráfico 6.** Valores obtenidos en el AMEF

Fuente: Escorche, Y. (2019).

#### **4.3 Fase III: Diseño de Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos y maquinarias de la Planta de Peletizado de Agrobiggott:**

Para dar inicio a esta fase, se realizó codificación de los equipos involucrados, la cual tuvo como objetivo identificar cada uno de ellos, donde está compuesto por el código de área de trabajo y la clase de maquina o equipo, con su correspondiente consecutivo, siendo así un código alfanumérico.



**Figura 5.** Estructura de códigos de equipos.

El código de área de producción está conformado por tres letras, que son la primera y las dos letras más significativas del nombre del área. Seguidamente la clase de equipo está conformado por la primera letra del nombre de la maquina o equipo y seguido por la primera consonante. Y por último el numero consecutivo para una misma clase de equipos o maquinas.

**Tabla 6.** Codificación de equipos involucrados en la producción de semillas peletizadas en la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobigott

CODIGO	EQUIPO
PDT-MZ-01	Mezcladora
PDT-TM-01	Tamizadora
PDT-SC-01	Secadora

**Fuente:** Escorche, Y. (2019).

Sucesivamente se realizó el inventario de los equipos con su código y su conjunto a ello sus componentes, el cual fue realizado con el equipo experto de Agrobigott y con objetivo principal de conocer los componentes y también las cantidades para realizar una inversión en la compra de repuestos que serán exclusivos para la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobigott. (Ver tabla 7).

**Tabla 7.** Inventarios de Equipos y componentes

<b>CODIGO</b>	<b>Equipo</b>	<b>Componentes</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
<b>PDT-MZ-01</b>	<b>Mezcladora</b>	Eje	En acero inoxidable, con 125 cm de largo y 13 cm de diametro	1
		Polea en V conducida	29 cm de diametro	1
		Polea en V motriz	12 cm de diametro	1
		Correa en V	Modelo B-75	2
		Motor-Reductor	Serial: F-6976-00-655 2HP 1740 RPM	1
		Tambor rotativo	En acero inoxidable, con 60 cm de diametro y 50 cm de ancho	1
		Lampara	Bombillo LED 12w	1
<b>PDT-TM-01</b>	<b>Tamizadora</b>	Motor	Serial: ILA70806YA60 0.75 HP 1075 RPM	1
		Polea en V conducida	23 cm de diametro	1
		Polea en V motriz	9 cm de diametro	1
		Correa	Modelo A-46	1
		Chumaceras tipo bombilla	Marca Seal Master modelo 506	2
		Chumaceras tipo puente	Marca SKF modelo 505	4
		Pletinas	De material vaquelitas, medidas: 10 x 18 cm	8
		Malla #12	En aluminio; medidas 10x40 cm	1
Malla #14	En aluminio; medidas 10x40 cm	1		
<b>PDT-SC-01</b>	<b>Secadora</b>	Motor	Serial: 7887-SOR 1/2 HP 220v 1725 RPM	1
		Correa en V	Modelo B-58	1
		Polea en V conducida	30 cm de diametro	1
		Polea en V motriz	6 cm de diametro	1
		Eje	En acero inoxidable, con 1 m de largo y 12 cm de diametro	1
		Turbina	25 cm de diametro	1
		Cesta	Estructura de 72x52x10 cm con malla #10	3

Fuente: Escorche, Y. (2019).

Con base a las la recomendaciones suministrada por el equipo experto de Agrobigott y el estudio realizado (AMEF), se procedió a diseñar de los planes de mantenimiento por equipo. Los planes constan de actividades preventivas llevadas a cabo a través de inspecciones y ajuste, limpieza, lubricación a componentes sujetos a desgaste y recambios los cuales serán considerados por el resultado de la inspección y también por tiempo de vida útil estandarizado.

Se elaboraron procedimientos (Ver Anexo D), lista de chequeos (*checklist*) y rutinas por equipo para tener un mayor control en el mantenimiento, la cual se presenta a continuación:

#### 4.3.1 Mezcladora:

**Tabla 8.** Formato de chequeo de lubricación de la mezcladora

Lista de Chequeo de Lubricación: Mezcladora PDT-MZ-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Lubricar chumaceras del eje	Mensual			
2	Lubricar rodamientos del motor	Trimestral			
3	Lubricar rodamiento de poleas	Anual			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

**Tabla 9.** Formato de chequeo de inspección y ajuste de la mezcladora

Lista de Chequeo de Inspección y Ajuste: Mezcladora PDT-MZ-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Inspeccionar alineación de poleas	Trimestral			
2	Inspeccionar ajuste de prisioneros de todo el equipo	Mensual			
3	Inspeccionar estado de poleas (desgaste)	Trimestral			
4	Inspeccionar puntos de fijación	Semestral			
5	Inspeccionar temperatura de correas	Trimestral			
6	Inspeccionar esta de correas (desgaste)	Mensual			
7	Inspeccionar tensión de correas	Trimestral			
8	Inspeccionar estado del tambor rotativo	Mensual			
9	Verificar nivel de aceite del motor	Trimestral			
10	Inspeccionar alineación del grupo motor-reductor	Trimestral			
11	Inspeccionar si existe fugas de aceite en motor	Mensual			
12	Revisar bomba de aceite y conductores	Semestral			
13	Verificar temperatura del motor	Mensual			
14	Inspeccionar corriente del motor en cada una de sus fases	Mensual			
15	Inspeccionar y ajustar las flecas del reductor	Anual			
16	Verificar terminales de conexión eléctrica	Trimestral			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

**Tabla 10.** Formato de chequeo de limpieza de la mezcladora

Lista de Chequeo de Limpieza: Mezcladora PDT-MZ-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Limpieza de residuos de polvillo en toda la estructura del equipo	Diaria			
2	Limpieza de residuos de polvillo en sistema de transmisión (correas y poleas)	Semanal			
3	Limpieza de terminales de conexión eléctrica	Semestral			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

**Tabla 11.** Formato de chequeo de inspección y ajuste de la mezcladora

Lista de Chequeo de Recambio: Mezcladora PDT-MZ-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Cambio de correas	Cada 8000hr de operación			
2	Cambio de aceite del motor	Anual			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

#### 4.3.2 Tamizadora:

**Tabla 12.** Formato de chequeo de lubricación de la tamizadora

Lista de Chequeo de Lubricación: Tamizadora PDT-TM-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Lubricar chumaceras	Trimestral			
2	Lubricar rodamientos del motor	Semestral			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

**Tabla 13.** Formato de chequeo de inspección y ajuste de la tamizadora

Lista de Chequeo de Inspección y Ajuste: Tamizadora PDT-TM-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Inspeccionar que no exista fisuras en pletinas	Trimestral			
2	Verificar que las pletinas no tengan flexión muy pronunciada	Mensual			
3	Inspeccionar y ajustar tornillos que fijan las pletinas	Mensual			
4	Inspeccionar estado de correa (desgaste)	Mensual			
5	Inspeccionar y ajustar prisioneros de polea	Mensual			
5	Inspeccionar temperatura de correas	Trimestral			
6	Inspeccionar si existe perforaciones en las mallas	Trimestral			
7	Inspeccionar alineación de poleas	Trimestral			
8	Inspeccionar estado de poleas (desgaste)	Trimestral			
9	Verificar nivel de aceite del motor	Semestral			
10	Inspeccionar si existe fugas de aceite en motor	Mensual			
11	Revisar bomba de aceite y conductores	Anual			
12	Verificar temperatura del motor	Mensual			
13	Inspeccionar corriente del motor en cada una de sus fases	Mensual			
15	Verificar terminales de conexión eléctrica	Trimestral			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

**Tabla 14.** Formato de chequeo de limpieza de la tamizadora

Lista de Chequeo de Limpieza: Tamizadora PDT-TM-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Limpieza de residuos de polvillo en toda la estructura del equipo	Diaria			
2	Limpieza de residuos de polvillo en sistema de transmisión (correas y poleas)	Semanal			
3	Limpieza de polvillos residuales en las mallas	Semanal			
4	Limpieza de turbina	Semanal			
5	Limpieza de terminales de conexión eléctrica	Semestral			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

**Tabla 15.** Formato de chequeo de recambio de la tamizadora

Lista de Chequeo de Recambio: Tamizadora PDT-TM-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Cambio de correas	Cada 8000hr de operación			
2	Cambio de aceite del motor	Anual			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

#### 4.3.3 Secadora:

**Tabla 16.** Formato de chequeo de lubricación de la secadora

Lista de Chequeo de Lubricación: Secadora PDT-SC-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Lubricar chumaceras del eje	Trimestral			
2	Lubricar rodamientos del motor	Semestral			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

**Tabla 17.** Formato de chequeo de inspección y ajuste de la secadora

Lista de Chequeo de Inspección y Ajuste: Secadora PDT-SC-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Inspeccionar estado de correa (desgaste)	Mensual			
2	Inspeccionar y ajustar prisioneros de polea	Mensual			
3	Inspeccionar temperatura de correas	Trimestral			
6	Inspeccionar si existe perforaciones en las mallas	Trimestral			
7	Inspeccionar alineación de poleas	Trimestral			
6	Inspeccionar estado de poleas (desgaste)	Trimestral			
7	Verificar nivel de aceite de motor	Semestral			
8	Inspeccionar si existe fugas de aceite en motor	Mensual			
9	Revisar bomba de aceite y conductores	Anual			
10	Verificar temperatura del motor	Mensual			
11	Inspeccionar corriente del motor en cada una de sus fases	Mensual			
12	Verificar terminales de conexión eléctrica	Trimestral			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

**Tabla 18.** Formato de chequeo de limpieza de la secadora

Lista de Chequeo de Limpieza: Secadora PDT-SC-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Limpieza de residuos de polvillo en toda la estructura del equipo	Diaria			
2	Limpieza de residuos de polvillo en sistema de transmisión (correas y poleas)	Semanal			
3	Limpieza de polvillos residuales en las mallas	Semanal			
4	Limpieza de terminales de conexión eléctrica	Semestral			

Fuente: Escorche, Y. (2019).

**Tabla 19.** Formato de chequeo de recambio de la secadora

Lista de Chequeo de Recambio: Secadora PDT-SC-01					
Acción	Designación	Frecuencia	Conformidad		Observaciones
			Si	No	
1	Cambio de correas	Cada 8000hr de operación			
2	Cambio de aceite del motor	Anual			

Fuente: Escorche, Y. (2019).





#### 4.4 Fase IV: Evaluación de forma económica, operativa, ambiental y social de la propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo para la Planta de Peletizado de Agrobigott.

**Económica:** El estudio de este plan determina si los beneficios que se determinan en el diseño propuesto justifican su el tiempo, dinero y otros recursos necesarios que se requieren para poner en práctica. Por lo que a continuación se muestra un resumen de todos los costos que incluye un plan de mantenimiento preventivo la cual el presupuesto de repuesto esta visible en el anexo E.

**Tabla 21.** Resumen de costo del plan de mantenimiento

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
Respuestos (ANUAL)	914,00
Mano de Obra (ANUAL)	600,00
Lubricación (ANUAL)	320,00
Totales (\$)	1.834,00

Fuente: Escorche, Y. (2019).

#### **La Relación Beneficio / Costo**

La relación beneficio / costo está representada por la relación:

$$R (B/C) = \text{Beneficios/ Costos}$$

- \* Si la  $R (B/C) > 1$  la propuesta es viable
- \* Si la  $R (B/C) = 1$  es indiferente
- \* Y si la  $R (B/C) < 1$  es inviable la propuesta

**Tabla 22.** Relación Beneficio / Costo

Descripción	Fórmula	Cálculos	Unidad
Cantidad sin producir mensual	Dif. Producción mensual promedio * 12 meses	27.804,00	Paq.
Ahorros Totales del Proyecto	Cantidad sin producir mensual * Valor del paquete	97.314,00	\$/Mensual
La Relación Beneficio / Costo	Ahorros totales del proyecto / Costo	53.06	

Es decir, con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo, la compañía lograría reducir las paradas no planificadas en la planta de Peletizado y a su vez aumentar la productividad de la empresa. Siendo así este un beneficio para la

organización, obteniendo una relación beneficio/ costo  $RB = 97.314,00 / 1.834,00 = 53,06$ . Lo que hace que la propuesta sea viable. Con relación al estudio de factibilidad económica se tiene que:  $B/C > 1$ , es aceptado el proyecto con la aplicación de este indicador, entonces se tiene que:  $53,06 > 1$ .

### **Tiempo de Retorno de la Inversión (TRI)**

La recuperación de la inversión es la cantidad de tiempo que tarda una inversión en recuperar sus costos.

Para la implementación de estas propuestas la empresa debe realizar una inversión de 1.834,00 \$; considerando las pérdidas que tiene la planta por incumpliendo de la producción en los meses de estudios del primer semestre del 2019, puesto a que se dejaron de producir un promedio de 2317 paquetes mensuales, basado en el costo del paquete 3,5 \$. Se tiene un total de costos de oportunidad de 97.314,00 \$.

$$\text{TRI} = \text{Costos Totales del Proyecto (\$)} / \text{Ahorros Totales del Proyecto (\$/Mensual)}$$

$$\text{TRI} = 1.834,00 \$ / 97.314,00 \$ = 0.019 \text{ meses}$$

Mientras que se espera recuperar dicha inversión en TRI= no es mayor a un (1) mes, debido al alto del paquete de semilla peletizadas y la alta cantidad de producto por incumplimiento de la productividad del sistema actual. Esto generaría una gran ventaja a la empresa que va directo a la producción.

**Operativa:** Desde el punto de vista operativo el plan no ofrece cambios en cuanto a proceso, sino cambios a en la productividad, reduciendo así un 100% las concurrencias de las paradas no planificadas y cumpliendo con la producción solicitada. Siendo esto posible por el cronograma diseñado la cual nos indica cuando existirá una parada por mantenimiento y planificar cuando compenso la producción, por lo cual este proyecto es operativamente factible.

**Ambiental:** A nivel ambiental la implementación del plan de mantenimiento preventivo brinda a la empresa aumentar los años de vida útil de los equipos, es decir, la disponibilidad de los equipos en óptimas condiciones y lo cual su desperdicio va a disminuir a hacia el ambiente.

**Social:** El presente trabajo en el ámbito social genera al personal confianza en los equipos, al dejar de tener preocupaciones por la ocurrencia de algún accidente por

avería y de igual forma brinda tranquilidad en sus labores disminuyendo la presión en el ambiente de trabajo por retrasos e incumplimiento.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se realizó un diagnóstico de todo lo relacionado con la situación actual del estado de funcionamiento de los equipos y maquinarias en la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobigott (fase I), más adelante se implementó metodología AMEF para detectar las fallas en los equipos y sus causas (Fase II), de igual forma, se diseñó un plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de disminuir la concurrencias de paradas no planificadas (Fase III) y finalmente se evaluaron los beneficios económicos, operativo, ambiental y social del plan de mantenimiento diseñado (Fase IV).

En este sentido, la fase I en donde se empleó la observación directa se visualizaron el proceso de producción y el comportamiento de los equipos involucrados en el proceso en la Planta de Peletizado de Semillas, donde también se evidenció que los indicadores de productividad son bajos debido a las concurrencias de paradas no planificadas que afectan a la producción.

Mientras que en el desarrollo de la fase II, se identificación de las causas que generan la problemática en la producción, mediante metodología Análisis Modo y Efecto Falla (AMEF), arrojando como resultado la necesidad de las siguientes actividades de mantenimiento preventivo:

- \* Inspección y ajuste
- \* Lubricación
- \* Limpieza
- \* Recambio

En ese sentido, para solventar las fallas encontradas se planteó mediante la fase III, el diseño de un plan de mantenimiento preventivo con las necesidades arrojadas en el AMEF (Fase III). El cual se inició con una respectiva codificación, para luego así realizar inventarios de los equipos y componentes con el fin de conocerlos y tomar en cuentas las cantidades para la compra de repuestos.

Dicho plan de mantenimiento traerá como beneficios reducciones en los costos de oportunidad, es decir, de las pérdidas generadas por el incumpliendo de la

producción en el primer semestre 2019. Siendo esta una pérdida promedio de 97.314,00 \$/, según información suministrada por la empresa.

Con dichos datos se obtuvo como relación beneficio/ costo de  $RB = 97.314,00 / 1.834,00 = 53,06$  lo que hace que la propuesta sea viable, puesto que se tiene que:  $B/C > 1$ , es aceptado el proyecto con la aplicación de este indicador, entonces se tiene que:  $53,06 > 1$ .

Al igual desde el punto de vista operativo el plan ofrece cambios en la productividad al reducir un 100% las concurrencias de las paradas no planificadas y cumpliendo con la producción solicitada. Lo que también es importante a nivel ambiental debido que con el aumento de los años de vida útil reduce el desperdicio hacia el ambiente. Y en el ámbito social genera al personal confianza en los equipos, al dejar de tener preocupaciones por la ocurrencia de algún accidente por avería y otros.

En este caso se concluye que el proyecto presentado es factible, ya que la empresa cuenta con el personal necesario para la aplicación de este plan de mantenimiento y por lo que se logra obtener respuesta a la formulación del problema para disminuir las concurrencias de paradas no planificadas y aumentar la productividad de la organización.

## RECOMENDACIONES

- Asignar dichas tareas al Departamento de Mantenimiento de Agrobigott, quienes estuvieron involucrados en la realización de dicho plan.
- Mantener en ejecución el plan propuesto, estableciendo mejoras e ir amoldándolo a las nuevas necesidades que se presenten.
- Control los niveles de ruido en el área de trabajo de 90,52 dB(A) que deben ser basados en lo establecido por la Norma Covenin 1565-95 (Ruido Ocupacional) el nivel permisible establecido es de 85 dB (A); para una jornada laboral, dicha situación produce un riesgo laboral.
- Darle más importancia al material de *stock*, en relación con el Almacén de Repuestos, ya que es clave para la gestión del mantenimiento y para evitar la escasez de algún componente que sea necesario para la realización de las actividades de mantenimiento preventivo.
- Realizar una evaluación Costo-Beneficio relacionado con la capacitación de los operadores para la implementación de este plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la Planta de Peletizado de Semillas.

## REFERENCIAS

- Aguiar, J. y Monasterios, L. (2013). Propuesta de un Plan de Mejoras que Permita Reducir los Tiempos de Paradas no Planificadas en la Línea de Envasado N° 10 en la Empresa de Cervecería Polar, San Joaquín. Universidad José Antonio Páez (UJAP). San Diego-Venezuela.
- Balestrini A., M. (2006) Cómo se elabora el proyecto de investigación. 7ma edición. Caracas, Venezuela: Consultores Asociados.
- Dalvis Pinto (2013). Diagnóstico, evaluación y optimización de los planes de mantenimiento preventivo de los equipos rotativos de la instalación 330 de sulfato de amonio del complejo petroquímico Morón. Universidad José Antonio Páez (UJAP). San Diego-Venezuela.
- Dorta, C, (2010). Diseño de un plan de mantenimiento para la línea de producción de mostaza plástico en la empresa de alimentos Heinz C.A, ubicada en San Joaquín Edo. Carabobo. Universidad José Antonio Páez (UJAP). San Diego-Venezuela.
- Fidias, Arias. (2012). El proyecto de Investigación. 6ta Edición. Universidad Pedagógica Experimental Libertador
- Fidias, Arias. (2006). El proyecto de Investigación. 5ta Edición. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Mijares y García (2013), Manual para la Elaboración de Trabajos de Grado de la Universidad José Antonio Páez.

Rafael Rivero (2013). Elaborar un plan de mantenimiento preventivo de equipos para las etapas de secado, silos y prensado de tabaco en la planta de GLT de Cigarrera Bigott. Universidad José Antonio Páez (UJAP). San Diego-Venezuela.

Salazar (2009). Diseño de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para sistemas de aire en plantas de extracción de líquidos del gas natural. Universidad de Oriente. Barcelona-Venezuela.

Sabino, Carlos (2002). El Proceso de Investigación: Una introducción teórico-práctica.

