

Tony Hanssel Pérez Alvarado

PLAN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA LA MAQUINARIA DEL
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE MATERIA PRIMA DE AGRÍCOLA
NUEVA GRANADA S.A., EL TUMBADOR, SAN MARCOS.



Asesor General Metodológico:
Ing. Agr. Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2020

Informe final de graduación

PLAN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA LA MAQUINARIA DEL
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE MATERIA PRIMA DE AGRÍCOLA
NUEVA GRANADA S.A., EL TUMBADOR, SAN MARCOS.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Tony Hanssel Pérez Alvarado

En el acto de investidura previo a su graduación como Ingeniero industrial con
énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2020

Informe final de graduación

PLAN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA LA MAQUINARIA DEL
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE MATERIA PRIMA DE AGRÍCOLA
NUEVA GRANADA S.A., EL TUMBADOR, SAN MARCOS.



Rector de la universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2020

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Prólogo

Esta investigación es un requisito previo para optar al título universitario de Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

El estudio sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, se llevó a cabo para proponer las posibles soluciones a la problemática en la Agrícola.

Esta investigación tiene como finalidad ser útil a futuros estudiantes de Ingeniería Industrial de diferentes universidades del país como fuente de consulta, con los resultados obtenidos de la investigación y que puedan aplicarse en diferentes empresas con fines similares a los que se realizan en Agrícola Nueva Granada S.A.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte a dicha solución, tres resultados que son: se cuenta con la unidad ejecutora “Agrícola Nueva Granada S.A.”, se dispone del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria, se formula el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial.

Estos resultados permitirán disminuir el índice de paradas continuas en la maquinaria y se reducirán las fallas frecuentes en la maquinaria que se utiliza en el proceso de transformación de materia prima en Agrícola Nueva Granada S.A.

Presentación

El estudio de esta investigación trata sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, el cual fue realizado durante los meses de febrero a junio del año dos mil veinte, como requisito previo a optar al título universitario de Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Se determinó que el problema central son las fallas frecuentes de la maquinaria en el proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, lo que ocasiona el alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima, en los últimos cinco años.

De la investigación surge la propuesta para solucionar el problema, como parte de los resultados se realiza un plan de mantenimiento industrial que al implementarlo se tendrá una disminución significativa en las paradas continuas de la maquinaria y por ende se tendrá una mejor producción, sin tiempos muertos que repercutan en las entregas de los pedidos.

Índice general

No.	Contenido	Pág.
	Prólogo	
	Presentación	
I.	Introducción.....	01
I.1.	Planteamiento del problema.....	02
I.2.	Hipótesis.....	03
I.3.	Objetivos.....	04
I.3.1	Objetivo general.....	04
I.3.2	Objetivo específico.....	04
I.4.	Justificación.....	04
I.5.	Metodología.....	05
I.5.1	Métodos.....	05
I.5.1	Técnicas.....	06
II.	Marco teórico.....	10
II.1.	Aspectos doctrinarios.....	10
III.	Comprobación de la hipótesis.....	44
IV.	Conclusiones y recomendaciones.....	51
IV.1	Conclusiones.....	51
IV.2	Recomendaciones.....	52
	Bibliografía	
	Anexos	

Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
1	Principales productores de nuez de macadamia.....	17
2	Ejemplo de Diagrama de Gantt	41
3	Directores que consideran que existen paradas continuas en la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.....	46
4	Directores que consideran que las paradas continuas en la maquinaria han aumentado en los últimos cinco años.....	47
5	Directores que manifiestan que han buscado alternativas para evitar las paradas continuas de la maquinaria	48
6	Colaboradores de mantenimiento que consideran que no existe un plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia	49
7	Colaboradores de mantenimiento que manifiestan que no se han realizado capacitaciones sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.....	50
8	Colaboradores de mantenimiento que afirman el apoyo en la implementación del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.....	51

Índice de gráficas

No.	Contenido	Página
1	Mayores productores de café	12
2	Producción y exportación de macadamia	16
3	Directores que consideran que existen paradas continuas en la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.....	46
4	Directores que consideran que las paradas continuas en la maquinaria han aumentado en los últimos cinco años.....	47
5	Directores que manifiestan que han buscado alternativas para evitar las paradas continuas de la maquinaria	48
6	Colaboradores de mantenimiento que consideran que no existe un plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia	49
7	Colaboradores de mantenimiento que manifiestan que no se han realizado capacitaciones sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.....	50
8	Colaboradores de mantenimiento que afirman el apoyo en la implementación del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.....	51

Índice de imágenes

No.	Contenido	Página
1	Café pergamino	14
2	Macadamia en silos	16
3	Cribas.....	19
4	Cangilones.....	20
5	Reductor.....	21
6	Cascabilleros.....	22
7	Bandas transportadoras.....	23
8	Despochadora.....	23
9	Motor eléctrico.....	31
10	Motor eléctrico y sus partes.....	32
11	Motor reductor.....	36

I. Introducción

Para la transformación del café húmedo se utilizan pulperos, bombas de reciclado, cribas, zarandas, bombas lavadoras y desmucilaginosos; el beneficio de café húmedo es el primer proceso para convertir la materia prima por medios mecánicos, en producto final; en este momento se separa el café cereza de su pulpa, para luego convertirse en café pergamino, cabe resaltar que en este momento se acrecienta el valor económico del café.

El segundo proceso de transformación, se realiza en el beneficio de café seco, se utiliza maquinaria como: elevadores, zarandas, secadoras, guardiolas, secadora estática, cascabillos y ventiladores; Para la transformación de la materia prima macadamia, se utilizan fajas transportadoras, elevadores, descascaradoras, cribas, básculas electrónicas, molino y ventiladores.

Para programar un mantenimiento preventivo con resultados eficientes, se debe planificar con anterioridad, existen tres aspectos básicos que no pueden faltar: activos, establecer el procedimiento y cadencias de mantenimiento.

La presente investigación se basó en fuentes de información primaria que ofrecen datos fidedignos; así mismo de fuentes secundarias y otras fuentes constituyentes, se desarrolló el trabajo de campo con las personas que se encuentran dentro de la Agrícola, sin dejar de tomar en cuenta los documentos bibliográficos existentes sobre el tema.

El informe está integrado de la siguiente forma: Prólogo y Presentación.

Luego lo integran cuatro capítulos: el primero Compuesto por: Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivos específicos, justificación, metodología conformada por métodos y técnicas tanto para la

formulación como para la comprobación de la hipótesis; el segundo compuesto por: Marco teórico, que comprende aspectos doctrinarios; el tercero compuesto por: comprobación de hipótesis, formado por cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionados a la variable dependiente “Y” e independiente “X”, con su respectivo análisis y un cuarto capítulo compuesto por: conclusiones y recomendaciones.

Por último, se agregan las referencias bibliográficas y anexos principales.

La propuesta la conforman tres resultados que son los siguientes:

Resultado uno: Se cuenta con la unidad ejecutora “Agrícola Nueva Granada S.A.”

Resultado dos: Se dispone del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria.

Resultado tres: Se formula el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial; los tres resultados juntos forman la propuesta para proporcionar una solución integral al problema.

I.1. Planteamiento del problema.

Las empresas que cuentan con maquinaria industrial en Guatemala, se preocupan muy poco por el mantenimiento preventivo y por tener un plan que permita llevar un control, hasta que ven las dificultades, le prestan interés a la importancia de un plan de mantenimiento.

En el caso de la empresa Agrícola Nueva Granada S. A. ubicada en el municipio del Tumbador, departamento de San Marcos, cuentan con maquinaria industrial que transforma la materia prima que es: macademia (*Macadamia integrifolia*) y café (*Coffea arabica L.*); sin embargo, las fallas en dichas máquinas se vuelven frecuentes y esto deriva en paradas continuas en producción, lo que provoca pérdidas financieras, esto ocasiona tiempos muertos en la producción, aunado a lo anterior el área

geográfica en donde se ubica la empresa es desventaja, para que los repuestos lleguen en un tiempo aceptable.

El problema principal de la investigación son las fallas frecuentes de la maquinaria en el proceso de transformación de materia prima, el efecto es alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima, en los últimos cinco años y su causa principal es la falta de plan para mantenimiento industrial de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

Las paradas continuas de la maquinaria son provocadas por las fallas frecuentes en la maquinaria entre estas están, las averías en motores eléctricos (bobinado quemado), desperfectos en rodamientos de las máquinas (cojinetes atorados) y arrancadores de motores quemados, esto causa pérdidas económicas de Q.1,500.00 en promedio por cada parada y afecta los compromisos de entrega, cuando las fallas son graves por daños en la máquina electrónica clasificadora de café o desperfectos en el generador, los tiempos muertos son mayores, afecta aún más, porque las empresas reciben el producto tardío y si es exportación, se les aplican multas por incumplimiento en los plazos de entrega.

La Agrícola no cuenta con un plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima, hasta ahora se ha contratado a personas externas, pero no ha sido efectivo, porque solo se ha valorado el mantenimiento correctivo, no hay personal dentro de la Agrícola que se encargue del área de mantenimiento industrial, ni existe la figura de Jefe de mantenimiento a cargo de un Ingeniero Industrial.

I.2. Hipótesis.

“El alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años, por las fallas frecuentes de la maquinaria; es debido a la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria”.

¿Es la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos por las fallas frecuentes de la maquinaria; la causante del alto índice de paradas continuas de la maquinaria en los últimos cinco años?

I.3. Objetivos.

I.3.1. Objetivo general.

Disminuir el índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

I.3.2. Objetivo específico.

Reducir las fallas frecuentes de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

I.4. Justificación.

El desarrollo de la presente investigación y estudio que se realizó, refleja la necesidad de establecer soluciones sobre el alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

Para el año 2020, se ha logrado determinar que siempre existirá alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima si no se aplica la propuesta.

Como aproximación y solución del problema expuesto, se hace necesario realizar un plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima.

Al resolver el problema con esta propuesta, se disminuirán las paradas continuas en la maquinaria de la Agrícola, lo que beneficiará a la empresa y a sus trabajadores, pues no habrá tiempos muertos, disminuirán las pérdidas económicas y el traslado de los trabajadores a buscar los repuestos; si no se aplica la propuesta continuarán las paradas continuas por no existir un plan de mantenimiento industrial.

En el año 2019 se cuenta con el dato de 63 paradas, si se implementa el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria, la disminución sería de un 18% de paradas por cada año proyectado, es decir que para el año 2024 se disminuirían a 19 paradas, que sería el 90% de solución en cinco años; si no se implementa el plan de mantenimiento, aumentarían las paradas continuas en la maquinaria a 107, para el año 2024, lo cual provocaría pérdidas aproximadas de Q 802,500.00 en cinco años.

I.5. Metodología.

Para comprobar la hipótesis planteada “El alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años, por las fallas frecuentes de la maquinaria; es debido a la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria”, se realizó la siguiente metodología:

I.5.1. Métodos.

La metodología utilizada para la elaboración de la hipótesis y su comprobación se compone de métodos y técnicas, los cuales se dividen en utilizados para la formulación de la hipótesis y para la comprobación de la hipótesis.

I.5.1.1. Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis.

Los métodos utilizados en la formulación de la hipótesis fueron: el Método Deductivo y el Método del Marco Lógico.

a) Método Deductivo.

Este se utilizó para identificar la problemática, que inicia con la observación de fenómenos industriales y de esta manera definir la investigación planteada, por lo que fue necesario visitar la Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

b) Método del Marco Lógico o la Estructura Lógica.

Es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos, su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios, facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas.

El Método del Marco Lógico o la Estructura Lógica, sirvió para la estructura y elaboración de los árboles de problemas y objetivos, para establecer los resultados deseados y esperados dentro de la investigación; así mismo fijar, establecer los insumos y tiempos por cada resultado.

I.5.1.2. Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis fueron los siguientes: Inductivo, de Síntesis y Estadístico.

a) Método Inductivo.

Se estudian los fenómenos particulares, que darán soluciones generales, con este método se obtuvieron los resultados de la problemática, se utilizó para realizar encuestas y para diseñar conclusiones, de esta forma poder llegar a la hipótesis planteada.

b) Método de Síntesis.

Una vez interpretada la información, se utilizó la síntesis para obtener conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; la que sirvió para hacer congruente la totalidad de la investigación.

c) Método Estadístico.

Con este método se determinaron los parámetros necesarios, que ayudaron a la comprobación de la hipótesis, se hizo uso de este método, se tabularon los resultados de la encuesta, en los cuadros y gráficas, para comprobar la variable “Y” y la variable “X”; Se realizaron gráficas que permiten visualizar los porcentajes y datos absolutos de los resultados en la investigación.

I.5.2. Técnicas.

Las técnicas empleadas en la formulación y comprobación de la hipótesis fueron las siguientes:

I.5.2.1. Técnicas de investigación para la formulación de la hipótesis.

Las técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis son las herramientas que se detallan a continuación:

a) Lluvia de Ideas.

Se utilizó esta técnica para recopilar ideas de la problemática de parte de los colaboradores de la Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

b) Observación Directa.

Por medio de esta técnica se observa el problema directo que se encontraba en la Agrícola y se recolectó dicha información.

c) Investigación Documental.

Se utilizó, con el fin de no duplicar documentos, así mismo para obtener aportes y puntos de vista de otros investigadores sobre la problemática.

d) Entrevista.

Se realizó entrevista preliminar, a directivos de la empresa Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, como parte de la inmersión realizada, para adentrarse al problema identificado.

I.5.2.2. Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis se aplicaron las siguientes herramientas:

a) Cuestionario.

Se elaboró un cuestionario para investigar el efecto (variable dependiente “Y”) y otro cuestionario para investigar la causa (variable independiente “X”).

b) Encuesta.

Para la encuesta se diseñaron boletas de investigación, para comprobar la variable independiente “X” (Causa), estas fueron aplicadas a directivos y la variable dependiente “Y” (Efecto) de la hipótesis, estas fueron aplicadas a los colaboradores de mantenimiento, que trabajan dentro de la Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

c) Censo.

El censo es el proceso total de recolectar, compilar, evaluar, analizar y publicar o diseminar en cualquier otra forma, los datos (o la información), fue importante realizar un censo para recolectar información en la Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, se cuenta con dos directivos de la agrícola censados para comprobar la variable independiente “X” y cuatro técnicos de mantenimiento para comprobar la variable dependiente “Y”

d) Análisis.

Esta técnica se aplicó al interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, “Y” y “X”, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis.

e) Coeficiente de correlación.

Se utilizó la fórmula del coeficiente de correlación, que permitió determinar la existencia de correlación en la investigación, pues el parámetro que dio la fórmula fue de 0.9913 este dato fue posible al tener la cantidad de paradas continuas de la maquinaria, en los últimos cinco años; cantidad brindada por los directivos.

f) Ecuación de la línea recta.

Luego del dato del coeficiente de correlación, a través de la fórmula de la ecuación de la línea recta, se realizó la proyección del efecto o variable dependiente (Y), con los datos de paradas continuas en los próximos cinco años, con proyecto y sin proyecto; se evidenció la necesidad de la implementación de la propuesta para disminuir las paradas continuas.

II. Marco teórico

El marco teórico consiste en desarrollar la teoría que va a fundamentar el proyecto de investigación, en su elaboración fue necesario acudir a la recopilación de información bibliográfica y documental.

Para fundamentar la investigación se procede a la realización del marco teórico con todos los temas relacionados al mantenimiento industrial en el ámbito laboral y aspectos doctrinarios bajo normas técnicas establecidas.

II.1. Aspectos doctrinarios.

Los aspectos doctrinarios incluyen normas técnicas, que comprenden materia prima, maquinaria utilizada en el proceso de transformación de materia prima, fallas frecuentes de la maquinaria, paradas continuas, mantenimiento industrial (preventivo, correctivo y predictivo), mantenimiento eléctrico a motores, mantenimiento mecánico de cajas reductoras y sistemas de transmisión, equipo de medición para diagnosticar fallas, bitácoras de mantenimiento, programación de mantenimiento (Diagrama de Gantt), materiales, herramienta y equipo para proveer mantenimiento industrial.

II.2. Materia prima.

Es conocido que para tener un proceso productivo se necesita de materia prima, pues mediante la transformación de esta, se consigue un producto con determinado costo de venta que satisface las necesidades del cliente final o consumidor, la materia prima es “el componente número uno de un proceso productivo, está destinado para sufrir cambios y transformaciones por medio de maquinarias o del esfuerzo humano, hasta llegar a ser un producto final; sin materia prima, no existiera el producto final” (Ortíz, 2005); la materia prima es aquella que se extrae de la naturaleza y se utiliza en procesos productivos para elaborar un bien, dentro de las materias primas se enuncian las de origen vegetal, animal, mineral y fósil.

El café (*coffea arabica*), es materia prima que es procesada con maquinaria industrial, para su consumo, venta y exportación, según la Asociación Nacional del Café en Guatemala -ANACAFÉ - (1985) la introducción del café en Guatemala tiene sus inicios en el año 1700, cuando sacerdotes jesuitas traen las primeras plantas para sembrarlas en los jardines de los monasterios como ornamentales; esto en la Antigua Guatemala, según la historia el café es originario de Etiopía y luego el café fue llevado a Arabia, luego a Europa, Lejano Oriente, Las Antillas y América Central.

El café es el tercer cultivo más importante en Guatemala, “aporta el 6 % (624.165 millones de U.S. \$) del valor FOB por sus siglas en inglés Free On Board de las exportaciones en el país” (BANGUAT, 2016), el café guatemalteco destaca por su calidad y por su proceso de producción, además genera empleo local, se fortaleció la economía. Guatemala está entre los diez países de mayores productores.

Gráfica 1. Mayores productores de café



Fuente: Mercadeo, 2019.

El Acuerdo Ministerial 606-2018, publicado el 17 de agosto de 2018, estableció los “Conocimientos Tradicionales de la Caficultura” como símbolo de identidad para

Guatemala y los cataloga como trascendentales para el desarrollo económico, educativo, social y cultural de los guatemaltecos.

En el año 2019 se realizó un congreso nacional su objetivo principal fue actualizar los conocimientos de los caficultores guatemaltecos sobre el contexto de la industria del café a nivel nacional e internacional.

En Guatemala se utiliza y recomienda el sistema de cultivo de café bajo sombra, las ventajas del mismo son múltiples, y van desde las necesidades eco-fisiológicas de la planta, generación de energía, hasta la de cumplir con requerimientos del mercado en temas ambientales, como protección de suelos y recursos hídricos, conservación de flora y fauna (ANACAFE, 2002).

Un suelo saludable es un aspecto fundamental de la materia prima del café, para ir en búsqueda de obtener la máxima calidad y cantidad de la cosecha, se necesita garantizar que existan nutrientes específicos en el suelo en las cantidades correctas, para asegurar que se obtengan los mejores resultados en las labores agronómicas.

Su acidez debe estar a un nivel pH óptimo, que es entre 4.9 – 5.6 pH, en este rango, la planta tiene mayor capacidad de absorber los nutrientes y esto da como resultado más cerezas de café y menos problemas relacionados con plagas y enfermedades (Fornero, 2005); si el suelo es muy ácido, puede neutralizarse al utilizar cal o un fertilizante adecuado.

“Un suelo apto para el cultivo del café debe ser profundo, un poco más de 1,5 metros, libre de impedimentos como piedras...poroso y con una densidad de 1,5 gramos por centímetro cúbico” (Batista, 2005).

Se debe analizar primero el suelo, para determinar qué nutrientes necesita o qué se debe corregir, Batista (2005) manifiesta que es importante enviar muestras del suelo para que las analice un laboratorio respetable o el departamento agrícola de una universidad de la zona, aunque esto puede tener un costo, el beneficio que se obtiene a cambio de la inversión hace que valga la pena.

El mejor café se cultiva en suelos drenados y ventilados, los cafetos reciben carbono, hidrógeno y oxígeno del aire y el agua que los rodea, reciben nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio y azufre del suelo en el que están plantados, estos nueve elementos se llaman macronutrientes y son necesarios en grandes cantidades para que un cafeto prospere (Fornero, 2005); lo anterior hará que la materia prima sea de calidad, por ende un producto procesado con buenos estándares del mercado.

Los cafetos también necesitan algunos micronutrientes, pero en cantidades menores, estos incluyen hierro, zinc, cobre, manganeso, boro, cloruro y molibdeno, además, algunas plantas requieren níquel (Fornero, 2005); los micronutrientes aportan una materia prima, para el consumo final de calidad.

Imagen 1. Café pergamino



Fuente: Agrícola Nueva Granada S.A., julio de 2020.

La macadamia es otra materia prima procesada con maquinaria industrial, no se tienen datos precisos de las primeras plantaciones en Guatemala, sin embargo en el año de 1958 se introdujeron variedad de semillas procedentes de Hawai y es probable que en esta fecha haya sido posible la introducción de la macadamia al país.

Según datos proporcionados por López (2007), fue hasta el año de 1972, con el establecimiento de la finca San José El Carmen, ubicada en Santa Bárbara Suchitepéquez, cuando Guatemala se inició como productor de la nuez.

La nuez de macadamia se utiliza con fines comestibles y medicinales, porque no contienen colesterol y son bajos en sodio y grasas saturadas, la plantación requiere de un cuidado especial de suelo y debe desarrollarse en un clima de temperatura templada entre 18°C hasta 29°C, pero se recomienda que exista un equilibrio, el cultivo requiere una luminosidad mínima de tres horas y un buen manejo de la plantación.

Salazar (2006) afirma:

Los árboles pueden alcanzar hasta 18 metros de altura, con una copa frondosa, siempre verde, que puede cubrir hasta 12 metros de diámetro. El árbol de Macadamia inicia su producción comercial a partir del séptimo año, una vez transplantado en el sitio definitivo y se incrementa anualmente hasta alcanzar niveles óptimos en el año 13.

Puede sembrarse entre los 400 y hasta 1200 m sobre el nivel del mar, si las condiciones de luminosidad lo permiten, “existen tres especies de macadamia: *M. tetraphylla* con cuatro hojas y concha rugosa, *M. integrifolia* con tres hojas y concha lisa y *M. ternifolia* con tres hojas, nuez amarga y pequeña” (Salazar, 2006), para comercio se utilizan la *M. integrifolia* y la *M. tetraphylla*.

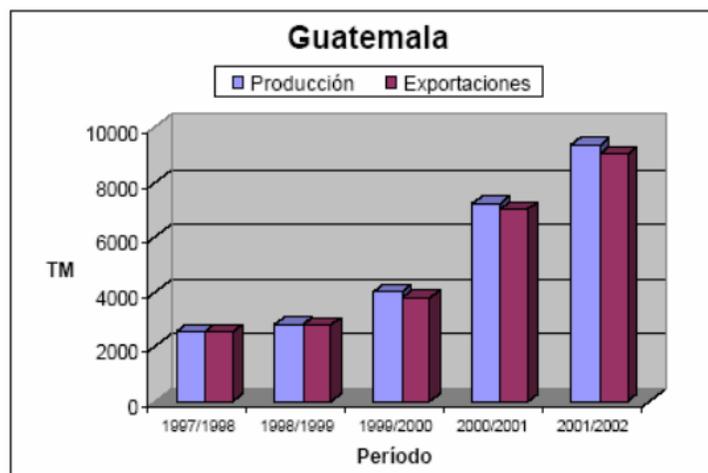
Imagen 2. Macadamia en silos



Fuente: Agrícola Nueva Granada S.A., julio de 2020.

En el mercado internacional la nuez de macadamia es valorada, la exportación que realiza Guatemala, según Salazar (2006) alcanza los US\$ 9,000,000 hacia Estados Unidos, Japón, Canadá, Arabia Saudita y la Unión Europea, para el año 2002 aumentó 7,200 toneladas la producción de macadamia en el país.

Gráfica 2. Producción y exportación de macadamia



Fuente: Salazar, (2006).

A continuación se da a conocer los principales productores de nuez de macadamia.

Cuadro 1. Principales productores de nuez de macadamia

Principales Productores de Nuez de Macadamia	
Estados Unidos	31.18 %
Australia	39.39 %
Kenya	6.67 %
Costa Rica	2.73 %
Sudáfrica	11.03 %
Guatemala	6.49 %
Brasil	2.51 %

Fuente: FAS Agricultural Attaché Reports, NASS/USDA, and HASS.

II.3. Maquinaria utilizada en el proceso de transformación de materia prima.

Para la transformación del café húmedo se utilizan pulperos, bombas de reciclado, cribas, zarandas, bombas lavadoras y desmucilaginosos, el beneficio de café húmedo es el primer proceso para convertir la materia prima por medios mecánicos, en producto final; en este momento se separa la café cereza de su pulpa, para luego convertirse en café pergamino, cabe resaltar que en este momento se acrecienta el valor económico del café.

El segundo proceso de transformación, se realiza en el beneficio de café seco, se utiliza maquinaria como: elevadores, zarandas, secadoras guardiolas, secadora estática, cascabillos y ventiladores, “en este proceso, la materia prima lo constituye el café pergamino (oro), obtenido del beneficio húmedo, en el beneficio seco el pergamino o cascarilla (endocarpio) es eliminado del grano del café” (Solocafé, 2017).

Para que la materia prima pase por el beneficio de café de exportación debe de cumplir con las transformaciones anteriores y verificar la limpieza nítida del producto, para exportación se debe seleccionar densidad óptima, tamaño y color jade, en este proceso es necesario el uso de elevadores, retrillas, separadoras, fajas transportadoras, electrónica separada de granos por color, máquinas cosedoras de sacos y ventiladores.

Para la transformación de la materia prima macadamia, se utilizan fajas transportadoras, elevadores, descascaradoras, cribas, básculas electrónicas, molino y ventiladores.

Los pulperos son máquinas que permiten despulpar el café, por medios mecánicos, existen pulperos de distintas marcas como Penagos y Bonasa, el primero hecho en Colombia y el segundo en México, los pulperos pueden utilizarse con eje vertical o eje horizontal, manual o con gasolina, se debe ir en búsqueda de una maquinaria con características que permitan su uso y vida útil extensa del producto.

La despulpadora horizontal de café DH – 6, según Penagos (2020), posee un novedoso sistema para encamisar, dado que la camisa es un cilindro enterizo de lámina de acero inoxidable calibre 22, que trae un refuerzo en cloruro de polivinilo (PVC) que no se oxida ni se deforma con la humedad y tiene una durabilidad tres veces mayor a la camisa de cobre, bajo condiciones normales de trabajo, esta camisa se cambia fácilmente sin necesidad de clavos ni tacos.

Respecto a los tipos de bombas se identifican las eléctricas, las de motor que funcionan con gasolina y con diesel. Bombas de reciclado, bombas lavadoras y la bomba sumergible para agua de recirculación que consiste en una “bomba centrífuga con motor trifásico de 1 HP, especial para manejo de efluentes, aguas cloacales y con partículas sólidas, consiste en un motor completamente sellado, el motor esta

acoplado a un rotor con álabes especialmente diseñados para el manejo de efluentes con sólidos” (Zepeda, 2011).

Las cribas son parte de la maquinaria que se utiliza, estas deben funcionar de forma correcta, en algunos países a las cribas también se le conocen como zarandas, sin embargo, en otros países se diferencia por el tamaño y forma. En algunos países las zarandas y las cribas son distintas, las zarandas son pequeñas y utilizadas manualmente y las cribas son grandes, estilo tubo que funcionan mecánicamente.

Con la criba o zaranda se clasifica el tamaño del grano de la materia prima, algunas incorporan la despulpadora a la criba, pero se debe tener cuidado de la calibración para que no cause pérdidas de granos, las cribas son clasificadoras de los granos despulpados.

Imagen 3. Cribas



Fuente: Agrícola Nueva Granada S.A, junio de 2020.

La lavadora de café o desmuciladora es la máquina encargada de la remoción del mucílago del café, “en esta máquina, la remoción del mucílago se realiza por medio de chorros de agua a presión, agitación centrífuga y flujo ascendente del café. Está

diseñada para remover el mucílago completamente por medios mecánicos, en ocasiones, se utiliza en combinación con el método de fermentación” (Zepeda, 2011).

“Un elevador de cangilones es un mecanismo que se emplea para el acarreo, transporte o manejo de materiales de la más variada clase, ya sea a granel, secos, húmedos, e inclusive líquidos en un mismo plano de manera vertical a diferentes niveles” (Hoyos, 2019), los componentes de la transmisión de los cangilones son rueda de tracción, eje superior, cojinete, B-loc y lámina de protección.

La cabeza del elevador está integrada por la cabeza superior, cabeza inferior, sujetadores, abertura de descarga, lengüeta de hule, puertas de servicio y brazo de torque, el motor reductor tiene las siguientes piezas, motor, reductor, inchin drive, perfil base y acople. También posee una cubierta que soporta la cabeza del elevador.

Imagen 4. Cangilones



Fuente: Agrícola Nueva Granada S.A., julio de 2020.

Imagen 5. Reductor



Fuente: Agrícola Nueva Granada S.A., julio de 2020.

Las secadoras de granos son equipos “E.E y E.Q(de un combustible) hace pasar una masa de aire con cierta temperatura, a través de una masa de granos para extraer agua y así secarlo” (Zambrano, 2014).

Los ventiladores son importantes en el secado de la materia prima, “ un ventilador es una turbomáquina, que convierte la energía mecánica de un motor en energía neumática (presión y caudal), a través de un rotor con aspas o álabes, que le imprimen energía cinética al aire” (Gutierrez, Sanz, Oliveros, & Orozco, 2012), los ventiladores permiten la introducción de aire forzado hacia los espacios designados para almacenar la materia prima.

Los cascabillos son los que inyectan cascabillo (cáscara seca del café) a los hornos.

Imagen 6. Cascabillos



Fuente: Agrícola Nueva Granada S.A., junio de 2020.

Las retrillas permiten separar lo que estaba trillado o quebrantado, también se utilizan separadoras que permiten clasificar la materia prima con daños por la maquinaria, la electrónica separadora de granos por color permite la “eliminación de frutos defectuosos o sospechosos de estar contaminados por el color amarillento de la cáscara” (Couceiro, 2017).

Las bandas transportadoras permiten llevar el producto a los silos o espacios donde permanece la materia prima, para continuar con el proceso, las máquinas cosedoras de sacos permiten cerrar con durabilidad y de forma ideal los sacos con la materia prima.

Imagen 7. Bandas transportadoras



Fuente: Agrícola Nueva Granada S.A., julio de 2020.

Para la transformación de la macadamia a parte de la maquinaria desarrollada con anterioridad y especificada al inicio de este apartado, son necesarias las descascaradoras o despochadoras que eliminan la cáscara de la macadamia y a través de la banda transportadora pasa la cáscara al molino que la desecha a través de un conducto, se utiliza la pila cáscara para luego inspeccionar la fruta. Las básculas electrónicas permiten pesar la materia prima.

Imagen 8. Despochadora



Fuente: Agrícola Nueva Granada S.A., julio de 2020.

II.4. Fallas frecuentes de la maquinaria.

Las fallas frecuentes en la maquinaria se dan por la poca calidad de los repuestos en las maquinarias o por el nulo o poco mantenimiento preventivo, entre las fallas más frecuentes están, averías en motores eléctricos (bobinado quemado), desperfectos en rodamientos de las máquinas (cojinetes atorados) y arrancadores de motores quemados.

Según Coronado (2009) los equipos de producción presentan fallas como, calentamiento de equipos, rotura de cadenas y rotura de fajas, estas tres fallas, se presentan en mayor número de ocasiones durante la producción, estas son originadas por la falta de mantenimiento adecuado, por ejemplo, en el calentamiento de equipos, se localizan cojinetes sin lubricación, en la rotura de cadenas, se encuentran éstas con exceso de suciedad y escasez de lubricante.

Respecto a los motores trifásicos “la definición correcta del motor (tensión, frecuencia, número de polos, grado de protección, entre otros) para su aplicación es el primer requisito básico para que el tiempo de vida útil del motor sea alto” (IME, 2016), aparte de lo anterior se debe velar por la instalación correcta, mantenimiento preventivo y correctivo para que el buen funcionamiento.

Cuando ocurre un daño en un bobinado de un motor eléctrico, la primera medida a tomar es identificar la causa (o posibles causas) del problema mediante el análisis del bobinado afectado (IME, 2016), para evitar que se repita el problema es necesario identificar la causa principal y solucionarla.

“Se denota hp, HP o Hp, del término inglés horsepower, expresión que fue acuñada por James Watt en 1782 para comparar la potencia de las máquinas de vapor con la potencia de los caballos de tiro” (IME, 2016).

Existen fabricantes diversos como WEG, VOGES, SABS y Motovario, entre los motores a utilizar en beneficio de café y macadamia son, motores trifásicos 2 H.P., motores trifásicos con caja reductora 2 H.P., motores trifásicos 2 H.P., motores trifásicos 3 KW, motor trifásico 3 H.P. moto-reductor 2 H.P. y motor trifásico 10 H.P.

El cojinete es una pieza importante del que cuenta toda maquinaria, esta permite reducir las pérdidas de energía, pero su desgaste depende del uso continuo, al desgastarse es necesario sustituirlo inmediatamente (Liaño, 2016).

Para Liaño (2016):

El término “cojinete” típicamente se refiere a superficies de contacto a través de las cuales se transmite una carga. Los cojinetes se definen como elementos de máquinas que simultáneamente permiten a un eje girar libremente y soportar carga. En definitiva, son puntos de apoyo de ejes y árboles para sostener su peso y guiarlos en sus movimientos para que reduzcan las pérdidas de energía por fricción y el desgaste entre las superficies en contacto con ese movimiento relativo. En función de la máquina y la aplicación, los cojinetes tienen formas y diseños muy variados. Algunas veces van colocados directamente en el bastidor de la pieza o máquina, pero con frecuencia van montados en soportes convenientemente dispuestos para facilitar su montaje.

A continuación, se dan a conocer las dos clasificaciones según Liaño:

- Rodamientos.

El término rodamiento se emplea para describir la clase de soporte del eje en el que la carga se transmite a través de elementos que están en contacto rodante, si se va a transmitir carga entre superficies en movimiento, la acción se facilita si se interponen elementos rodantes entre los miembros en deslizamiento, en definitiva, son unos cojinetes que sustituyen el rozamiento de fricción por el de rotación (que es menor) y para conseguirlo, se intercalan unos elementos rodantes entre el árbol y el soporte (Liaño, 2016).

Los rodamientos permiten el giro entre las piezas, tienden a tener una vida útil a mediano plazo, pues a cada momento están en función, soportan cargas radiales, empuje axial, mixtas y combinadas (Liaño, 2016).

Los rodamientos son rodillos o bolas que permite la rotación entre los elementos del soporte, según el país, así será su denominación, se le conoce con el nombre de rodaje, rolinera, balero, bolillero o rulemán, los rodamientos cumplen su función bajo carga, con precisión y con un rozamiento mínimo, existe una variedad de rodamientos.

- Cojinetes de fricción o deslizamiento.

El principio de funcionamiento de estos cojinetes se basa en la capacidad de deslizamiento entre dos superficies en contacto, los cojinetes de fricción o deslizamientos son elementos de máquina contruidos en forma de casquillos o bujes que tienen un movimiento en contacto directo, realizándose un deslizamiento con fricción (Liaño, 2016).

La reducción del rozamiento se consigue con la adecuada selección de materiales (diferentes al material del árbol o eje) y lubricantes, al poder construirse partidos en dos se consigue hacer un montaje/desmontaje radial (Liaño, 2016), cuando están en función trabajan de forma silenciosa, pueden trabajar bajo condiciones de carga y temperatura.

“Los arrancadores electrónicos son equipos electrónicos tiristorizados que, mediante el control de las tres fases del motor asíncrono, regulan la tensión y la corriente durante su arranque y parada” (Vaello, 2019), pero si no se lleva un control efectivo estos suelen quemarse.

II.5. Paradas continuas.

Las paradas continuas en la maquinaria se deben reducir para que el tiempo muerto no sea prolongado, “esto se puede realizar mediante el reemplazo de repuestos causantes del problema y un mantenimiento preventivo” (Lisart, s.f.), es necesario que se realicen constantes inspecciones laborales, para la predicción de averías, fallas, roturas, entre otras complicaciones.

Existen varios factores que causan la falla, se pueden clasificar en actos y condiciones.

Los actos son generados directamente por el recurso humano, dentro de estas tenemos la mala operación de las máquinas, negligencia del mismo o de otros departamentos, poco conocimiento, mal uso de las herramientas, poca atención del personal, falta de capacitación, instalación inadecuada del equipo, en general podemos mencionar que son todos aquellos factores que desde un punto proactivo se pueden minimizar (Como una causa, la podemos prevenir).

Las condiciones se refieren a aquellos aspectos que no se encuentra directamente en las manos del recurso humano encargado, pero sí se puede evitar su prolongación (Cantoral, 2009).

Cuando existen paradas y se realiza el mantenimiento correctivo por lo general se necesitan de los siguientes repuestos:

- Cojinetes
- Empaques
- Retenedores
- Chumaceras
- Eslabones de cadenas
- Ventiladores
- Fajas

II.6. Mantenimiento industrial (Preventivo, Correctivo y predictivo).

La Real Academia Española (2019) define mantenimiento como la “acción y efecto de mantener o mantenerse”, relacionado a lo industrial se pretende que la maquinaria esté en buenas condiciones, aunque para las actividades que se programan, se requieren de factores económicos, humanos, técnicos, físicos y temporales.

El mantenimiento industrial debe ir acompañado de un plan, para llevar un orden y cumplir con una efectiva organización “se ha observado que los ingenieros y técnicos en mantenimiento, le dan una mayor importancia a los aspectos de tipo técnico y como un plano secundario a los administrativos y logísticos” (Cantoral, 2009), sin embargo, al no contar con una planificación, los costos se elevan.

El mantenimiento industrial se clasifica en mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

El mantenimiento preventivo se refiere “a la realización de manera regular de inspecciones generales de la maquinaria industrial: abarca desde la verificación del funcionamiento hasta la seguridad, la calibración, limpieza y lubricación de los mismos” (Nuria, 2015), como su nombre lo indica, permite prevenir fallas que se detectan a tiempo.

“Básicamente son todas aquellas actividades que conllevan a revisiones e inspecciones programadas, que pueden tener una consecuencia correctiva o de cambio. El mantenimiento se hace a través de un programa de actividades de revisión y lubricación, previamente establecidas” (Cantoral, 2009). Es importante que el personal técnico se involucre en la planificación, que lleve un control de las actividades a desarrollar.

“Una de las ventajas del mantenimiento preventivo es que se sabe con anticipación qué es lo que se debe de hacer, ya que se dispone de personal, documentos técnicos y repuestos” (Cantoral, 2009), las actividades se programan sin que afecte la producción. Se garantiza al operario una mayor seguridad laboral.

Las razones por las que se debe planificar el mantenimiento correctivo según Cantoral (2009) son cuatro:

- La frecuencia con que ocurren las fallas prematuras, estas pueden reducirse, mediante una lubricación adecuada, limpieza, ajustes, inspecciones promovidas por la medición del desempeño.
- La inspección y las mediciones periódicas pueden ayudar a reducir la severidad de la falla.
- Se puede vigilar la degradación gradual en función a un parámetro.
- Finalmente hay importantes diferencias en costos tanto directos (ejemplo, materiales) como indirectos (pérdidas de producción) debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción misma.

El costo real de un mantenimiento de emergencia es mayor que uno planeado, además que la calidad de reparación puede verse afectada por la presión del momento emergente.

El mantenimiento correctivo es el momento que se utiliza para corregir una falla no prevista, “lo que se quiere lograr es corregir el problema lo más rápido posible con el menor costo, sin embargo, el servicio fue afectado sin previo aviso, lo que puede generar presión por otros departamentos” (Cantoral, 2009). El tiempo que tarde el mantenimiento provocará tiempo muerto en la producción, depende de la complejidad así será el tiempo que se llevará para corregir el problema.

“Esta forma de mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, o bien por antigüedad la falla puede sobrevenir en cualquier momento” (Yanes, 2010), ante esta situación se debe actuar lo más eficiente y eficazmente posible, para evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

El mantenimiento predictivo se realiza para detectar las fallas o problemas lo antes posible, “para llevar a cabo este mantenimiento es necesario realizar mediciones mediante ensayos no destructivos. Los instrumentos utilizados para realizar este tipo de mantenimiento son de un alto costo” (Cantoral, 2009), aunque es importante recalcar que se logra realizar sin paros a la maquinaria.

II.7. Mantenimiento eléctrico a motores.

“Un motor eléctrico es una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica a través de medios electromagnéticos, dicho magnetismo produce una fuerza física que produce un movimiento o trabajo mecánico continuo que puede ser aprovechado en distintas actividades” (Gutiérrez, 2018), es necesario el mantenimiento a motores, para que la falla no sea frecuente.

Las averías más frecuentes se dan al deteriorarse el sistema de aislamiento de los devanados, esto sucede por varias causas, entre ellas: sobrecargas duraderas, tensiones de alimentación desbalanceado, envejecimiento del material aislante, conexiones incorrectas, contactos sucios, entre otros, por ello “realizar mantenimientos a los Motores Eléctricos es de carácter delicado y se necesita realizar mantenimientos preventivos que permitan el óptimo funcionamiento que no permita las paradas de equipos productivos” (SOLUMANT, 2017).

Es importante que se constate el lugar de la instalación de los motores, porque la temperatura excesiva daña el motor, para ello se debe leer la placa de identificación

del motor, para garantizar su vida útil, dado que la temperatura puede ser causada por el área geográfica con clima mayor a los 30°C o porque la instalación se realizó en un área no adecuada en la planta y que genera calor.

Imagen 9. Motor eléctrico



Fuente: Agrícola Nueva Granada S.A., julio de 2020.

Con relación a lo anterior Gutiérrez (2018), expresa que “el mantenimiento y limpieza no apropiada puede provocar la acumulación de polvo y la suciedad en los motores, que obstruyen la ventilación capaz de generar un sobrecalentamiento”.

La temperatura excesiva afecta los motores, se visualizan “vapores corrosivos, sal suspendida en el aire, y suciedad, polvo y otros contaminantes en exceso, es en estas situaciones donde toma gran importancia la selección de los motores según su carcasa que dependerá del entorno en que este se encuentre” (Gutiérrez, 2018).

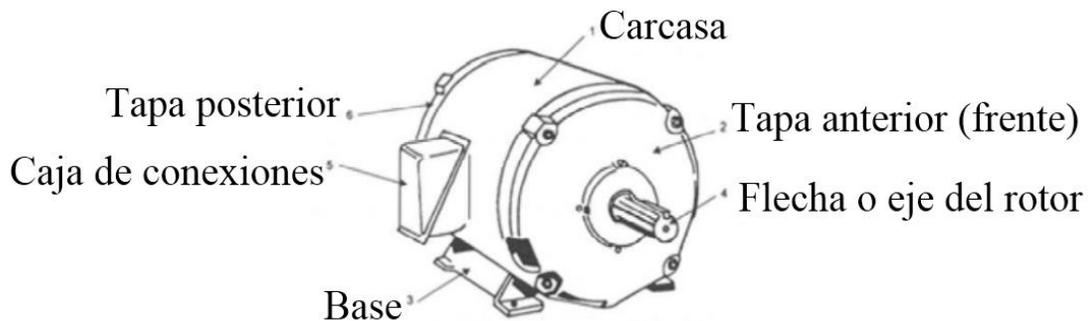
La selección y aplicación incorrectas debe verificarse en el mantenimiento de motor eléctrico y evaluar el “dimensionamiento correcto del motor a fin que este trabaje bajo condiciones nominales de carga, ya que un motor que opera abajo del 50% de la carga para la que fue diseñado se considera un motor ineficiente” (Gutiérrez, 2018), de ser

así, se deberá reemplazar y corregir el dimensionamiento, desde la selección de sus carcasas.

No basta con identificar y corregir las fallas eléctricas o dar mantenimiento eléctrico, se hace necesario que se verifique la parte mecánica del motor, es decir en qué condiciones se encuentra tanto el motor como la máquina impulsadora, para luego dar el respectivo mantenimiento.

A continuación, se da a conocer las partes de un motor eléctrico.

Imagen 10. Motor eléctrico y sus partes



Fuente: Modificada por Pérez, T., julio de 2020, con base a Videla (2016).

Según Gutiérrez (2018) las fallas mecánicas “son originadas por vibraciones excesivas, mal alineamiento del motor y la carga acoplada, bases de montaje defectuosas, falta de lubricación de los cojinetes o en las partes constructivas del motor”, a las que se le deben prestar atención y corregir o prevenir.

Gutiérrez (2018) afirma que:

Las averías mecánicas se logran detectar mediante el diagnóstico “en operación”, análisis de vibración y termografía infrarroja, mientras que los defectos eléctricos se pueden detectar con las pruebas “fuera de operación” de balanceo resistivo, pruebas de aislamiento, pruebas de alto potencial, pruebas de comparación de carga.

Muchas veces las causas que hacen que se presenten problemas de tipo eléctrico y mecánico en los motores tienen que ver con problemas del entorno y el ambiente en que estos son puestos a operar, incluidas las prácticas inadecuadas o deficientes de mantenimiento y reparación de los mismos.

Estas son algunas recomendaciones básicas según SOLUMANT (2017):

Con el motor apagado.

- Limpieza interior con aire seco a baja presión con aspirador.
- Comprobar conexiones y devanados.
- Examinar si existen señales de humedad, grasa o aceite en el devanado
- Probar resistencia en aislamiento y conexión a tierra
- Comprobar carga en el arranque
- Comprobar engrase y estado de los rodamientos cambiándolos si fuese necesario
- Comprobar y equilibrar el motor

Se observa si tiene una varilla rota

- Comprobar el estado de la carcasa, amarres, conexiones, tornillos, ventilación, entre otros.

Operaciones cíclicas del mantenimiento

Con el motor en marcha.

- Limpieza exterior
- Comprobar la buena ventilación y calentamientos anormales
- Observar ruidos anormales, olor a quemado, vibraciones
- Comprobar estado de rodamientos
- Comprobar carga en los aparatos de medida
- Comprobar si rosan: cadenas, bandas o correas, poleas sobre las protecciones.
- Comprobar influencia de los agentes exteriores tales como el polvo, agua, aceite, ácidos o gases.

II.8. Mantenimiento mecánico de cajas reductoras y sistemas de transmisión.

La caja reductora consiste en un mecanismo de transmisión. “Está compuesta por una serie de componentes mecánicos que permiten la correcta reducción de velocidad y el aumento de la transmisión de par. Todos sus elementos son igualmente importantes y necesitan de una perfecta geometría y composición para la correcta operación del sistema” (CLR, 2020).

La caja reductora contiene engranajes que permiten el funcionamiento ideal del generador y reduce la velocidad, se le debe dar mantenimiento a los casquillos, coronas, arandelas, poleas, piñones, cojinetes, engranajes, retenedores entre otros.

Para el mantenimiento son necesarios los lubricantes, “es una de las actividades más importantes en el mantenimiento preventivo. La vida útil del equipo depende en gran parte de una correcta lubricación, pues un alto porcentaje de fallas son consecuencia de lubricación defectuosa” (Coronado, 2009).

Los lubricantes deben ser utilizados según la recomendación del fabricante, para no dañar las piezas, “cuando no se cuenta con las recomendaciones del fabricante del equipo, como en esta planta, la selección de la viscosidad del lubricante debe estar basada en las siguientes características: - La velocidad. - La carga. - La temperatura.

Estos tres factores están relacionados entre sí y no se pueden considerar aisladamente el uno del otro” (Coronado, 2009).

Los sistemas de transmisión son los motores que mueven el eje con el estrillado que se encuentra en la caja reductora, en donde va todo el engranaje, las bobinas para su mantenimiento se barnizan y cuando se queman se reenbobinan o en su defecto reemplazan.

Se debe dar mantenimiento o sustituir los cojinetes y verificar el buen funcionamiento de los capacitores, ya sea de arranque o de trabajo, que también son llamados condensadores, estos sirven para regular el voltaje, los que al momento de dañarse deben ser sustituidos.

Los elementos que componen un reductor de velocidad según CLR (2020) son:

“Torque” o “par”: Es una fuerza de giro expresada en unidades de kilogramo por metro o Newton por metro. El “torque” o “par” mezclado con un tiempo de ejecución se convierte en una “potencia”

Motor eléctrico. Un motor eléctrico tiene una potencia determinada en HP y dispone de una velocidad de operación a la cual gira la flecha de salida. Ambas características; potencia y velocidad definen un “torque” o “par” que puede liberar el motor. Es el “par” el que permite girar o no una determinada carga. La carga de salida que necesitamos.

Los reductores, también llamados motorreductores son apropiados para utilizarlos en máquinas industriales, que necesitan reducir su velocidad de forma segura y eficiente, tiene beneficios la correcta utilización de los motorreductores.

Algunos beneficios del motorreductor, según Coronado (2009) son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.

- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión y reduce los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Imagen 11. Motor reductor



Fuente: Agrícola Nueva Granada S.A., julio de 2020.

II.9. Equipo de medición para diagnosticar fallas.

Es necesario que se cuente con un equipo de medición para diagnosticar fallas, tanto eléctricas como mecánicas, el equipo de medición ahorrará los costos del mantenimiento predictivo, así como correctivo.

A través del equipo de medición se logrará evitar que sobrecalienten los motores, incendios eléctricos, entre otras fallas, a través de lecturas y pruebas constantes, se toma en cuenta como inicial la inspección visual, para luego utilizar herramientas esenciales.

Inspección visual y de olfato, con esto se determina que puede que la electricidad sea invisible, pero sus efectos de calentamiento en el metal y en los aislantes no lo son, la

decoloración o la carbonización es una señal inequívoca del sobrecalentamiento de los componentes, con facilidad se logran detectar olores, como el que produciría un componente que se sobrecalienta (Fluke, 2013).

Las cámaras termográficas pueden leer la energía infrarroja que emite un objeto y crea una imagen visible de la temperatura de la superficie del objeto, los conectores calientes y sueltos se muestran claramente en estas imágenes térmicas, sobre todo si se comparan con conexiones apretadas y más frías, esta técnica libre de contacto es perfecta para comprobar componentes energizados y escanear el equipo operacional, pero no puede medir aislamiento o conexiones ocultos (aislados térmicamente), de manera similar, los paneles eléctricos deben abrirse para medir los componentes con la cámara, se sugiere seguir los procedimientos de seguridad NFPA 70E y utilizar el equipo de protección personal (EPP) en esos casos (Fluke, 2013).

Otro método de comprobar los conectores es mediante la medida eléctrica de la resistencia de la conexión, en un sistema energizado, una conexión resistiva causará una caída de tensión medible en la conexión, un voltímetro de mano preciso y con la clasificación correcta es necesario para esa tarea, sin embargo, esta prueba involucra el sondeo de un sistema energizado, de modo que la seguridad es importante al utilizar el voltímetro, el técnico debe cumplir de manera estricta los requisitos de EPP y los protocolos de la OSHA (Fluke, 2013).

Microohmímetro, “es un instrumento portátil, controlado por microprocesador, destinado a medir con alta precisión resistencias muy bajas de contacto de disyuntores, llaves, barras conductoras, bobinados de transformadores y motores, puntos de soldadura, etc., con corrientes de prueba desde 1 mA hasta 10 A” (CIRCUTOR, 2020), este aparato mide la caída de tensión con precisión.

Comprobación del aislamiento, permite garantizar la seguridad de los colaboradores, “mediante la prueba de alta tensión de CC entre conductores con corriente. Los comprobadores de resistencia de aislamiento pueden determinar la integridad de las bobinas o cables de los motores, transformadores, conmutadores de alta tensión e instalaciones eléctricas” (CEDESA, 2020), esta prueba comprobará largos segmentos de aislamiento y se podrá determinar a través de lecturas de baja resistencia si es necesario el cambio de cables.

Realizar mediciones periódicas a la tierra permitirá asegurar que los daños por rayos sean mínimos si cayera uno, se suelen realizar las pruebas de resistencia de tierra durante los apagones de sistema, pues es necesario desconectar el electrodo de tierra de manera temporal (Fluke, 2013).

Con los disyuntores se previenen incendios eléctricos, “la correcta comprobación de los disyuntores exige equipos especiales y la pericia de un especialista. Las pruebas se realizan una vez retirado el disyuntor del circuito, y verifican la corriente y el retardo de activación” (Fluke, 2013).

La medición y monitorización de la calidad de la energía eléctrica (EPQ, "electrical power quality") es una herramienta que permite “documentar la fiabilidad del suministro y la calidad del voltaje, por un lado, y para demostrar el cumplimiento de los límites de emisión por otro pero también para analizar y prevenir fallos” (IBAG, 2020).

El multímetro también es llamado polímetro, “mide y muestra con precisión la amplitud de una señal” (Fluke, 2013), es un instrumento eléctrico portátil, muy útil para las mediciones directas de magnitudes activas.

II.10. Bitácoras de mantenimiento.

“Permite llevar un registro escrito de diversas acciones. En casos más exactos estos registros concentran procesos y experiencias de experimentos. Su organización es cronológica, por lo que facilita la revisión de los contenidos anotados” (Amador, 2016), las bitácoras de mantenimiento permiten llevar un control, en ellas se registran datos importantes del equipo.

Una bitácora de mantenimiento industrial es un archivo que registra a diario, semanal o mensual la tarea que se realizan a los equipos, se puede crear en un archivo excel y colocar en una columna las actividades a realizar, una fila para definir los días, así tener un control más completo sobre las actividades realizadas (Herrera, 2020).

Es importante que se cree una orden de trabajo, que detalle el trabajo que se desea que el personal de mantenimiento realice, “una orden de trabajo es más detallada que una solicitud de trabajo. Por ejemplo, una orden de trabajo puede especificar la cantidad de tiempo que se supone durará el trabajo, los materiales que se usarán, etc.” (Herrera, 2020). La solicitud de trabajo se considera cuando no requiere de información específica del mantenimiento y puede ser llenada por los administrativos, mientras que la orden de trabajo deberá ser referida por el encargado de mantenimiento que es experto en esta área.

Existen diferentes tipos de bitácoras, entre ellas están las bitácoras manuales y electrónicas, cada una contiene una estructura propia, que depende de la empresa y circunstancias.

Manual: estas bitácoras se imprimen en hojas papel bond y son llenadas a mano, “es un registro a manera de diario en el que se registran datos comunes: fecha, hora, proceso, observaciones” (Amador, 2016), se puede incluir información de actividades específicas, fecha de inicio y fecha de finalización.

Electrónica: estas bitácoras están registradas como base de datos en un software, se utilizan computadoras, celulares Smartphone, tablets u otro dispositivo electrónico, para su llenado, “generalmente recopilan información de todo tipo y pueden ser escritos por uno o más autores” (Amador, 2016).

Estos son algunos elementos que conforman una bitácora, según el tipo de mantenimiento a realizarse, los elementos varían de acuerdo a la naturaleza de la empresa y a registros específicos del mantenimiento:

- Código del equipo
- Importancia del trabajo
- Fecha
- Descripción del equipo
- Estado del trabajo
- Actividades realizadas
- Repuestos y/o materiales utilizados
- Nombre y firma de la persona que reporta
- Nombre y firma de la persona que recibe

II.11. Programación de mantenimiento (Diagrama de Gantt).

La programación del mantenimiento es el proceso que permite acoplar los trabajos con los recursos y asignar una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo (Goncalvez, 2020).

El Diagrama de Gantt, “es una herramienta básica empleada en la gestión del mantenimiento es una herramienta gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo requerido para realizar diferentes tareas o actividades ligadas a un proceso determinado” (Site, 2020), en el mantenimiento industrial es fundamental el uso de esta herramienta, para llevar un control cronológico de las actividades en la

maquinaria o en la planta, en este diagrama se registran actividades primarias y secundarias en orden de prioridad.

Cuadro 2. Ejemplo de Diagrama de Gantt

No.	Actividades	Tiempo				
		Responsables	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
1	A	T				
2	B	S				
3	C	T				
4	D	T				
5	E	T				

Fuente: Pérez, T., julio de 2020.

Para programar un mantenimiento preventivo con resultados eficientes, se debe planificar con anterioridad, existen tres aspectos básicos que no pueden faltar, activos, establecer el procedimiento y cadencias de mantenimiento.

De acuerdo con Nuria (2015) los aspectos son:

- Activos. Cuando se arma un programa de mantenimiento industrial se debe realizar una definición de los activos, un inventario en donde se especifique cada equipo en particular, cuál es su función y qué tipo de importancia tiene dentro de la industria a nivel de jerarquía.
- Establecer el procedimiento. A la hora de definir qué tipo de acciones se van a realizar para cada maquinaria en particular es fundamental respetar los procedimientos especificados por el manual del fabricante.

- Las cadencias de mantenimiento. Por lo general, dentro del manual y las indicaciones del fabricante se especifica a cada cuanto tiempo se recomienda realizar tareas de mantenimiento en cada equipo en particular. Estos tiempos deben ser respetados y se puede utilizar el manual como una referencia.

Para la programación del mantenimiento correctivo según Cantoral (2009) se debe realizar, identificación del problema, determinar las distintas alternativas de reparación, determinar las ventajas de cada una de las alternativas y elegir la óptima, planear la reparación con personal, material y equipo disponible, supervisar las actividades, clasificar y archivar.

El mantenimiento predictivo se utiliza como información para un adecuado programa de mantenimiento preventivo (Cantoral, 2009).

Como programa de mantenimiento preventivo de un motor eléctrico se pueden programar las siguientes actividades, de acuerdo a SOLUMANT (2017):

- Act 1: Limpieza exterior = cada dos semanas
- Act 2: Comprobar vibración y calentamientos anormales = cada 3 semanas
- Act 3: Comprobar estado de rodamientos = cada 4 meses
- Act 4: Comprobar carga = cada 4 meses
- Act 5: Comprobar roses de cadenas poleas y bandas = cada 4 meses
- Act 6: Limpieza general (interior-exterior) = anual
- Act 7: Comprobar conexiones = anual
- Act 8: Observar si hay presencia de humedad, aceite o grasa = anual
- Act 9: Probar resistencia de aislamientos y puesta a tierra =semestral
- Act10: Comprobar carga en vacío y en trabajo = trimestral
- Act 11: Comprobar lubricación y estado de rodamientos a detalle = anual
- Act12: Comprobar y equilibrar el rotor = cada dos años
- Act 13: Comprobar estado de carcasa, amares, conexiones, tornillos y tuercas de sujeción, etc... = anual.

Conforme los años se han sumado cambios en el plan de mantenimiento industrial, tanto en la planificación, programación y equipo para el mantenimiento, se empezó

con actividades correctivas y ahora cobran efecto las actividades también de prevención.

Se define el plan de mantenimiento como “el conjunto de técnicas y procedimientos que de manera planeada y programada se realizan a un equipo, con una frecuencia determinada, destinado a que el cumplimiento de forma íntegra de estos procedimientos permita conservar los equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento” (Cantoral, 2009), esto permitirá reducir costos de operación.

II.12. Materiales, herramienta y equipo para proveer mantenimiento industrial.

El profesional debe utilizar correctamente los materiales, herramientas y equipo de tipo industrial, para que sea efectivo el resultado, es fundamental que se realice un plan de mantenimiento, programa reflejado en el Diagrama de Gantt, buen equipo y personas conocedoras del “buen uso de las herramientas adecuadas. La frase el que no mide no conoce es muy aplicable al mantenimiento industrial, puesto que es una parte importante de ello. Para poder anticiparse a fallas, el monitoreo de parámetros mediante la medición es crucial” (Arrega, 2020).

Se necesitan de materiales, herramientas adecuadas y equipo profesional de tipo industrial, para que sea eficiente y seguro el proceso de mantenimiento. Entre las herramientas que no deben faltar están las pinzas, llaves, multímetros, destornilladores, aislamiento eléctrico, pinzas de presión, detector de voltaje, silicón multiusos, voltímetro o amperímetro, así como el ohmímetro, capacímetro, frecuencímetro, termómetro, cámara térmica, pulsera antiestática, cinta de aislar o cinta eléctrica líquida, termografía por infrarrojos, calidad de la energía, vibración, alineación de motores por medio de láser, entre otros.

III. Comprobación de la hipótesis

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizada por el investigador; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro y gráfica 1 a la 3, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro y gráfica 4 y 6 se obtienen los datos para comprobar la variable independiente o causa principal.

Se hace la observación que con el cuadro y gráfica 1 se comprueba la variable dependiente; y, con el cuadro y gráfica 4 se comprueba la variable independiente, contenidas en la hipótesis de trabajo formulada.

Se hace la observación que los cuadros y gráficas para comprobar la variable dependiente fueron obtenidos de las encuestas aplicadas a través de un censo a los 2 directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos.

Los cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente fueron obtenidos de las encuestas dirigidas a los 4 técnicos del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mediante un censo.

III.1. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o el efecto.

Cuadro 3.

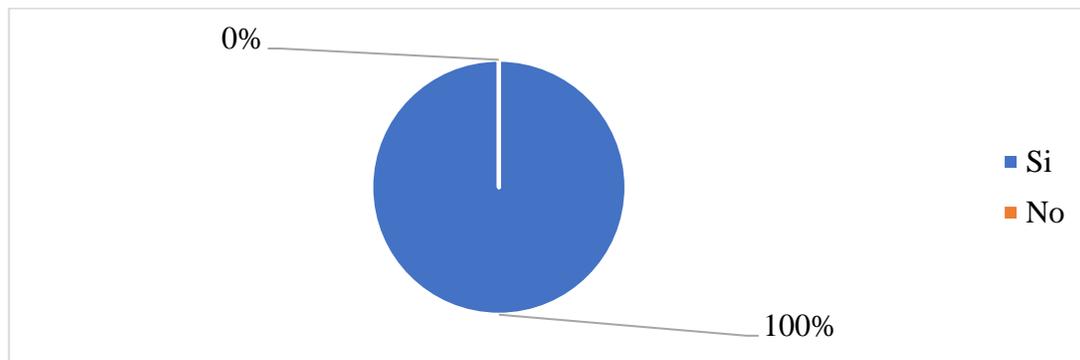
Directivos que consideran que existen paradas continuas en la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	02	100
No	00	000
Totales	02	100

Fuente: Información obtenida de los directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Gráfica 3.

Directivos que consideran que existen paradas continuas en la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.



Fuente: Información obtenida de los directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Análisis: El cuadro y gráfica anterior muestran que el total de los directivos consideran que existen paradas continuas en la maquinaria utilizada para el proceso de transformación de materia prima como lo es el café y la macadamia, con esto se ayuda a comprobar la variable dependiente.

Cuadro 4.

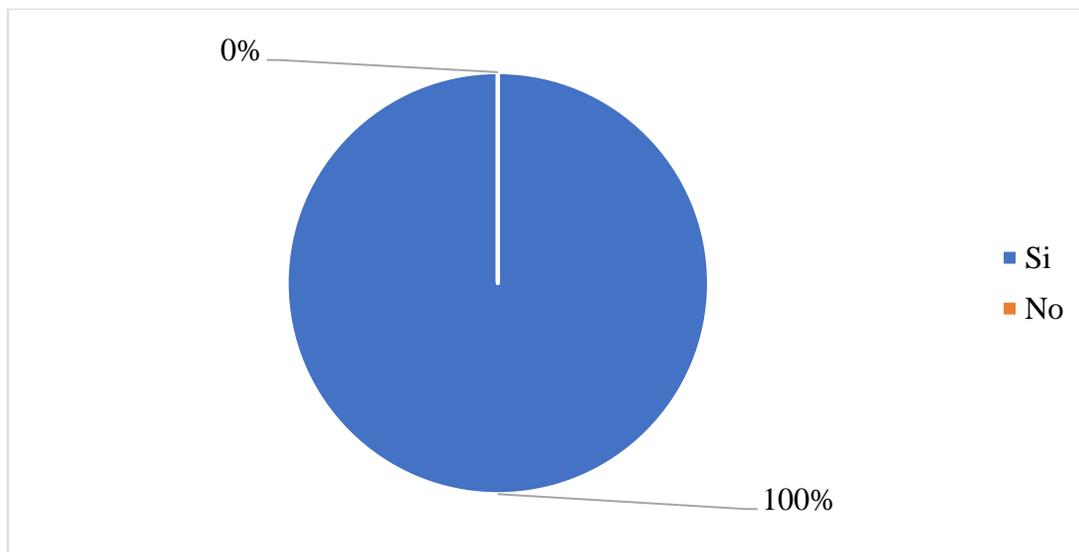
Directivos que consideran que las paradas continuas en la maquinaria han aumentado en los últimos cinco años.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	02	100
No	00	000
Totales	02	100

Fuente: Información obtenida de los directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Gráfica 4.

Directivos que consideran que las paradas continuas en la maquinaria han aumentado en los últimos cinco años.



Fuente: Información obtenida de los directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Análisis: El cuadro y gráfica anterior muestran que el total de los directivos consideran que las paradas continuas en la maquinaria utilizada para el proceso de transformación de materia prima del café y la macadamia, han aumentado en los últimos cinco años, con esto se ayuda a comprobar la variable dependiente.

Cuadro 5.

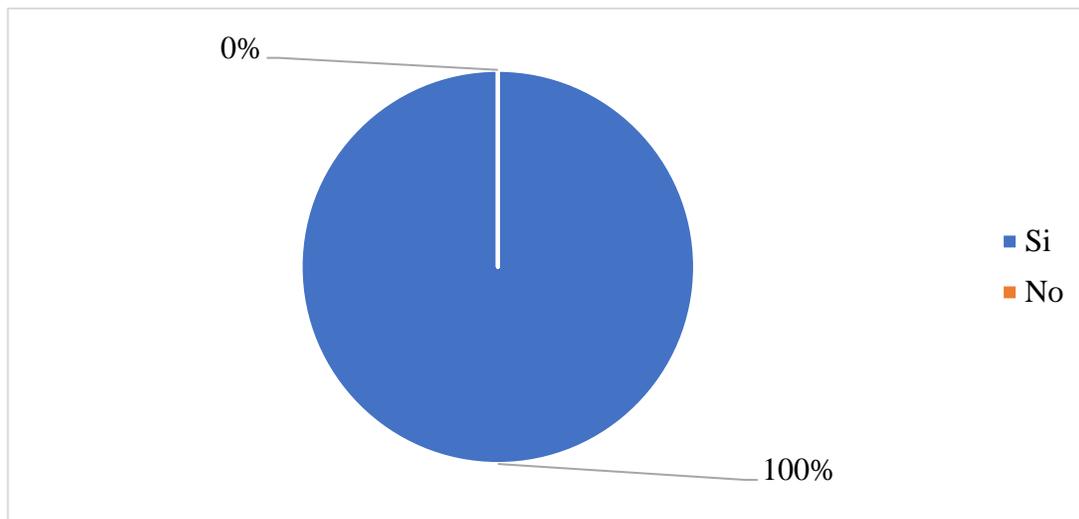
Directivos que manifiestan que han buscado alternativas para evitar las paradas continuas de la maquinaria.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	02	100
No	00	000
Totales	02	100

Fuente: Información obtenida de los directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Gráfica 5.

Directivos que manifiestan que han buscado alternativas para evitar las paradas continuas de la maquinaria.



Fuente: Información obtenida de los directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Análisis: El cuadro y gráfica anterior muestran que el total de los directivos manifiestan que ha buscado alternativas para evitar las paradas continuas de la maquinaria, utilizada para el proceso de transformación de materia prima del café y la macadamia, con esto se ayuda a comprobar la variable dependiente.

III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente (X) o la causa.

Cuadro 6.

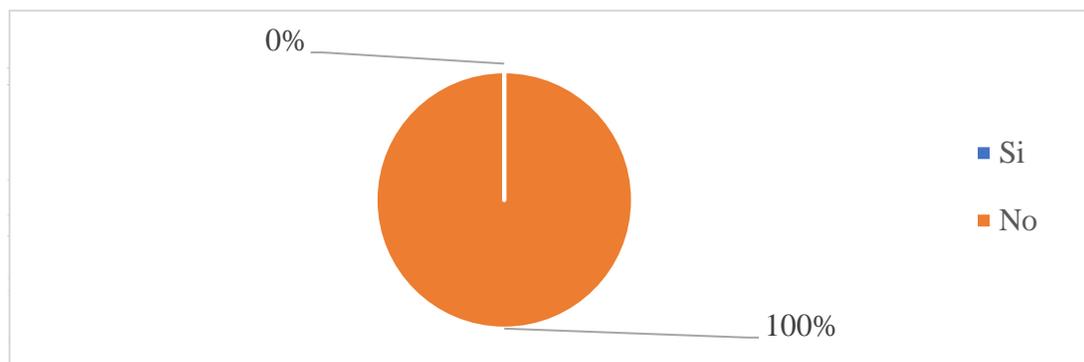
Técnicos del área de mantenimiento que consideran que no existe un plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	00	000
No	04	100
Totales	04	100

Fuente: Información obtenida de los técnicos del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Gráfica 6.

Técnicos del área de mantenimiento que manifiestan que no existe un plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.



Fuente: Información obtenida de los técnicos del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Análisis: El cuadro y gráfica anterior muestran que el total de los técnicos del área de mantenimiento, manifiestan que no cuentan con un plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia, con esto se ayuda a comprobar la variable independiente.

Cuadro 7.

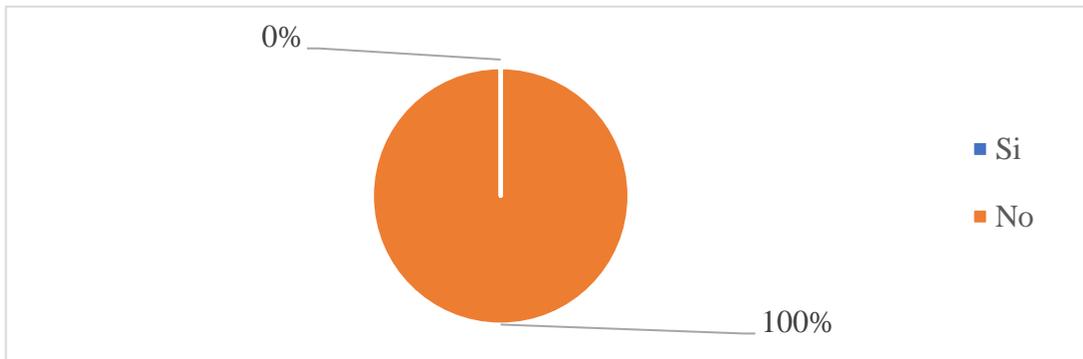
Técnicos del área de mantenimiento que manifiestan que no se han realizado capacitaciones sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	00	000
No	04	100
Totales	04	100

Fuente: Información obtenida de los técnicos del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Gráfica 7.

Técnicos del área de mantenimiento que manifiestan que no se han realizado capacitaciones sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.



Fuente: Información obtenida de los técnicos del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Análisis: El cuadro y gráfica anterior muestran que el total de los técnicos del área de mantenimiento, manifiestan que no han recibido capacitaciones sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia, con esto se ayuda a comprobar la variable independiente.

Cuadro 8.

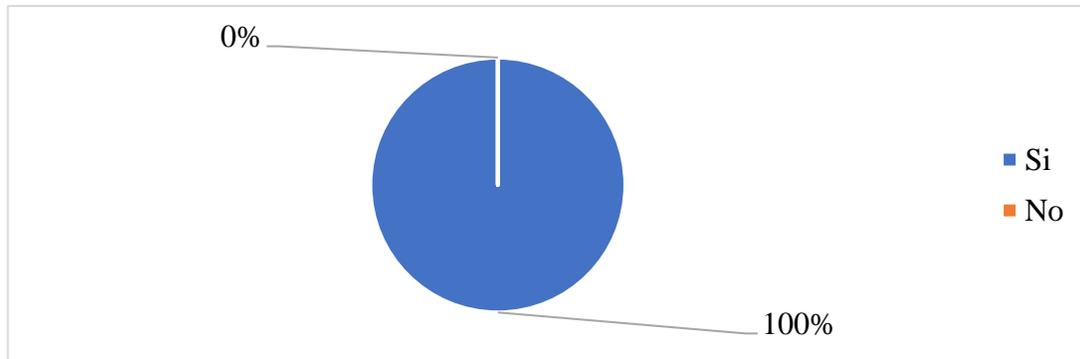
Técnicos del área de mantenimiento que afirman el apoyo en la implementación del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	04	100
No	00	000
Totales	04	100

Fuente: Información obtenida de los técnicos del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Gráfica 8.

Técnicos del área de mantenimiento que afirman el apoyo en la implementación del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia.



Fuente: Información obtenida de los técnicos del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mayo de 2020.

Análisis: El cuadro y gráfica anterior muestran que el total de los técnicos del área de mantenimiento, apoyarían en la implementación del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria utilizada en el proceso de café y macadamia, con esto se ayuda a comprobar la variable independiente.

IV. Conclusiones y recomendaciones

Se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas, luego de realizada la investigación de campo, en las conclusiones se dan a conocer los hallazgos encontrados, relacionados al problema, causa y efecto general, también se afirma la comprobación de la hipótesis planteada, en las recomendaciones se plantean propuestas de solución al problema.

IV.1. Conclusiones.

1. Se comprueba la hipótesis: “El alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años, por las fallas frecuentes de la maquinaria; es debido a la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria”.
2. Entre las fallas frecuentes que se dan en maquinaria de transformación de materia prima se encuentran las averías en motores eléctricos, desperfectos en rodamientos de las máquinas y arrancadores de motores quemados, las averías más frecuentes se dan al deteriorarse el sistema de aislamiento de los devanados, esto sucede por varias causas, entre ellas las sobrecargas duraderas, tensiones de alimentación desbalanceado, envejecimiento del material aislante, conexiones incorrectas, contactos sucios, entre otros, lo anterior repercute en pérdidas financieras significativas, para la Agrícola.
3. Las paradas continuas provocan tiempo muerto y prolongan la producción de la empresa, esto sucede por las pocas inspecciones laborales y el nulo mantenimiento industrial a las máquinas para que no tengan averías, fallas, roturas, desperfectos de rodamientos, contactos sucios, conexiones incorrectas, entre otros.
4. No existe personal dentro de la empresa encargado de velar porque exista mantenimiento preventivo ya que no se le ha dado prioridad a este tipo de mantenimiento, tampoco al correctivo y predictivo.

5. No se cuenta con una unidad ejecutora en “Agrícola Nueva Granada S.A.” para que desarrolle el plan de mantenimiento para la maquinaria, hay personal que laboran como mecánicos y técnicos dentro de la empresa, pero no se ha creado una unidad específica que se encargue del mantenimiento de la maquinaria.
6. No se dispone del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria de transformación de café y macadamia, tampoco se han creado bitácoras, ni Diagramas de Gantt para programación de mantenimiento.
7. Por ahora no se ha creado la unidad ejecutora que se encargará del área de mantenimiento, por lo anterior no existe un programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial.

IV.2. Recomendaciones.

1. Implementar el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.
2. Reducir las fallas en la maquinaria, para que no existan pérdidas financieras significativas, en la Agrícola.
3. Evitar las paradas continuas, para que no se exista el tiempo muerto, dentro de la empresa.
4. Delegar a personal dentro de la empresa para que realice mantenimiento preventivo.
5. Contar con una unidad ejecutora, integrada por directivos, técnicos y colaboradores de la empresa.
6. Operativizar la propuesta, para que se disponga del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria, para evitar fallas frecuentes.
7. Organizar un programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial, para que conozca y operativice, junto con los directivos y técnicos, el plan.

Bibliografía

1. Amador, S. (2016). *Bitácoras de mantenimiento. Tipos*.
2. ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café en Guatemala). (1985). *Importancia de la caficultura en el desarrollo económico de Guatemala*. Guatemala, GT: Imprenta GT.
3. Arrega. (2020). Recuperado el 12 de julio de 2020, de <https://arregaindustrial.com/las-herramientas-basicas-para-un-buen-mantenimiento-predictivo/>
4. BANGUAT (Banco de Guatemala, Guatemala). (2016). *Guatemala en cifras*. Guatemala, GT: Imprenta GT.
5. Cantoral, H. (2009). *Plan de mantenimiento*. Guatemala.
6. CEDESA. (2020). *CEDESA.COM*. Recuperado el 07 de julio de 2020, de Comprobación del aislamiento: www.cedesa.com
7. CIRCUTOR. (2020). *Microohmio*. Recuperado el 06 de julio de 2020, de http://circutor.com/docs/FT_P6_MH_SP.pdf
8. CLR. (2020). *Compañía Levantina de Reductores*. Recuperado el 05 de julio de 2020, de Caja reductora: <https://clr.es/blog/es/reductores-velocidad-funcionamiento/>
9. Coronado, C. (2009). *Programa de lubricación*. Guatemala.
10. Couceiro, J. (2017). *Cultivos*. España.
11. Diccionario RAE. (2019). *Real Academia Española*.
12. FAS Agricultural Attaché Reports, NASS/USDA, and HASS. . (2006). *Países productores de macadamia*.
13. Fluke. (20 de junio de 2013). *Instrumentos de medición*. Recuperado el 05 de julio de 2020, de <https://www.fluke.com/es-gt/informacion/blog/electrica/instrumentos-de-prueba-y-medicion-para-la-prevencion-de-incendios-electricos>
14. Goncalvez, E. (2020). *Planeación y programación del mantenimiento*. Recuperado el 10 de julio de 2020, de

<https://sites.google.com/site/gerenciademantenimientoiii2012/home/principales-objetivos-de-la-planeacin-y-programacin-del-mantenimiento>

15. Gutierrez, F., Sanz, U., Oliveros, t., & Orozco, H. (2012). *Turbomáquina*. Colombia: CENICAFÉ.
16. Gutiérrez, S. (2018). *Motores eléctricos*. Salvador: Morán.
17. Herrera, N. (2020). *Formatos de bitácora de mantenimiento y orden de trabajo*. mantto.
18. Hoyos, L. (2019). *Elevadores de cangilones*. México. Recuperado el 30 de junio de 2020, de <https://es.slideshare.net/luiferhoyos/elevador-de-cangilones>
19. IBAG. (2020). *Mediciones de calidad eléctrica*. Recuperado el 09 de julio de 2020, de <https://www.iba-ag.com/es/calidad-de-la-energia/>
20. IME. (2016). *Ingeniería de máquinas eléctricas*. Recuperado el 28 de junio de 2020, de <http://imeingenieria.blogspot.com/2015/09/danos-en-los-bobinados.html>
21. Liaño, R. (julio de 2016). *Tesis: Diseño y comportamiento de cojinetes*. Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9241/Raquel%20Lia%C3%B1o%20G%C3%B3mez.pdf>
22. Lisart, V. (s.f.). *Contratación y supervisión de trabajos*. España: Elerning. S.L.
23. López, D. (2007). *Sistema de costos predeterminados por proceso continuo de una agroindustria guatemalteca procesadora y exportadora de nuez de macadamia*. Tesis, USAC.
24. MERCADEO. (2019). Recuperado el 27 de junio de 2020, de mercadeo.com
25. Nuria. (2015). *Mantenimiento preventivo*. Recuperado el 20 de junio de 2020, de CGM: <https://www.cgmservicios.es/mantenimiento-preventivo-de-maquinaria-industrial/>
26. Ortíz, C. (2005). *Optimización del manejo y control de la materia prima*. (Licenciatura) Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

27. Penagos. (2020). *Pulperos*. Colombia. Recuperado el 29 de junio de 2020, de <http://www.penagos.com/producto/despulpadora-horizontal-de-cafe-dh-6/>
28. River. (2020). *Índice de giro del transformador*. Recuperado el 08 de julio de 2020, de <https://riverglennapts.com/es/transformer-test/904-voltage-and-turn-ratio-test-of-transformer.html>
29. Salazar, L. (2006). *Propuesta para el diseño de un modelo lineal de producción de derivados de la nuez de macadamia, de la finca Valhalla experimental Station, en el municipio San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez*. USAC, Ingeniería Industrial, Guatemala. Recuperado el 28 de junio de 2020, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1670_IN.pdf
30. Site. (2020). Recuperado el 11 de julio de 2020, de <https://sites.google.com/site/mantenimientoenindustrias/una-herramienta-el-gantt>
31. Solocafé. (2017). *International Coffe expert*. Recuperado el 24 de junio de 2020, de Café seco: <https://www.expertosencafe.com/beneficio-seco-cafe#>
32. SOLUMANT. (2017). *Mantenimiento eléctrico*. Recuperado el 02 de julio de 2020, de <https://solumant.com/mantenimiento-de-motores-electricos/>
33. Vaello, J. (2019). *Arrancadores*. Recuperado el 25 de junio de 2020, de <https://automatismoindustrial.com/d-automatizacion/1-7-arrancadores-electronicos-y-variadores-de-velocidad/arrancadores-electronicos/>
34. Videla, A. (2016). *Manual de motores eléctricos*.
35. Yanes, N. (2010). *Sistema de planificación de la producción*. Guatemala.
36. Zambrano, J. (2014). *Secadoras de granos*. Recuperado el 22 de junio de 2020, de https://es.slideshare.net/jhumberto27/secadoras-de-granos-mauricio-heidenreich?qid=dfbf1144-f486-451b-bd1f-9fa446111596&v=&b=&from_search=4
37. Zepeda, S. (2011). *Montaje, desarrollo de procesos e implementación de un programa de mantenimiento para el beneficio húmedo de una finca cafetalera*,

ubicada en Acatenango, Chimaltenango. Tesis, USAC, Guatemala. Recuperado el 30 de junio de 2020.

Anexos

Anexo 1. Modelo de investigación dominó.

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente</p> <p>Alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años.</p>	<p>4) Objetivo general</p> <p>Disminuir el índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</p> <p>Indicadores: En el quinto año de la implementación del plan de mantenimiento se disminuyen las paradas continuas 90%.</p>
<p>2) Problema central</p> <p>Fallas frecuentes de la maquinaria en el proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.</p>	<p>5) Objetivo específico</p> <p>Reducir las fallas frecuentes de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.</p>	<p>Verificadores: Informe presentado anualmente por gerencia, Entrevistas.</p> <p>Supuestos o Cooperantes: Los directivos de la empresa contribuyen con las actividades del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria.</p>

<p>3) Causa principal o variable independiente</p> <p>Falta de plan para mantenimiento industrial de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.</p>	<p>6) Nombre</p> <p>Plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico</p> <p>Indicadores: Al quinto año después de la implementación del plan de mantenimiento se reducen las fallas en un 90%</p>
<p>7) Hipótesis</p> <p>“El alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años, por las fallas frecuentes de la maquinaria; es debido a la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria”.</p>	<p>12) Resultados o productos</p> <p>*Se cuenta con la unidad ejecutora “Agrícola Nueva Granada S.A.” * Se dispone del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria * Se formula el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial.</p>	<p>Verificadores: Informe presentado anualmente por gerencia, Entrevistas.</p> <p>Supuestos o Cooperantes: Los directivos de la empresa se enfocan en la meta de "no tiempo muerto" en producción para alcanzar la meta establecida.</p>
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>1. ¿Existen paradas continuas en la maquinaria utilizada para el proceso de transformación de materia prima? Sí___ No___</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo</p> <p>(No aplica)</p>	

<p>2. ¿Considera que las paradas continuas en la maquinaria han aumentado en los cinco últimos años?</p> <p>Sí___ No___</p> <p>3. ¿Ha buscado alternativas para evitar las paradas continuas de la maquinaria?</p> <p>Sí___ No___ si es si ¿Cuál? _____</p> <p>Será dirigida a los 2 directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mediante un censo.</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>1. ¿Cuenta con plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima? Sí_____ No_____</p> <p>2. ¿Ha recibido capacitaciones sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria?</p> <p>Sí ___ No___</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados:</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con la unidad ejecutora “Agrícola Nueva Granada S.A.”</p> <p>A1:</p> <p>An:</p> <p>R2: Se dispone del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria.</p>

<p>3. ¿Apoyaría la implementación del plan de mantenimiento industrial? Sí___ No___</p> <p>Será dirigida a los 4 técnicos del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mediante un censo.</p>	<p>A1:</p> <p>An:</p> <p>R3: Se formula el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial.</p> <p>A1:</p>
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Materia prima. 2. Maquinaria utilizada en el proceso de transformación de materia prima. 3. Fallas frecuentes de la maquinaria. 4. Paradas continuas. 5. Mantenimiento industrial (Preventivo, Correctivo y predictivo). 6. Mantenimiento eléctrico a motores. 7. Mantenimiento mecánico de cajas reductoras y sistemas de transmisión. 8. Equipo de medición para diagnosticar fallas 9. Bitácoras de mantenimiento. 	<p>An:</p>

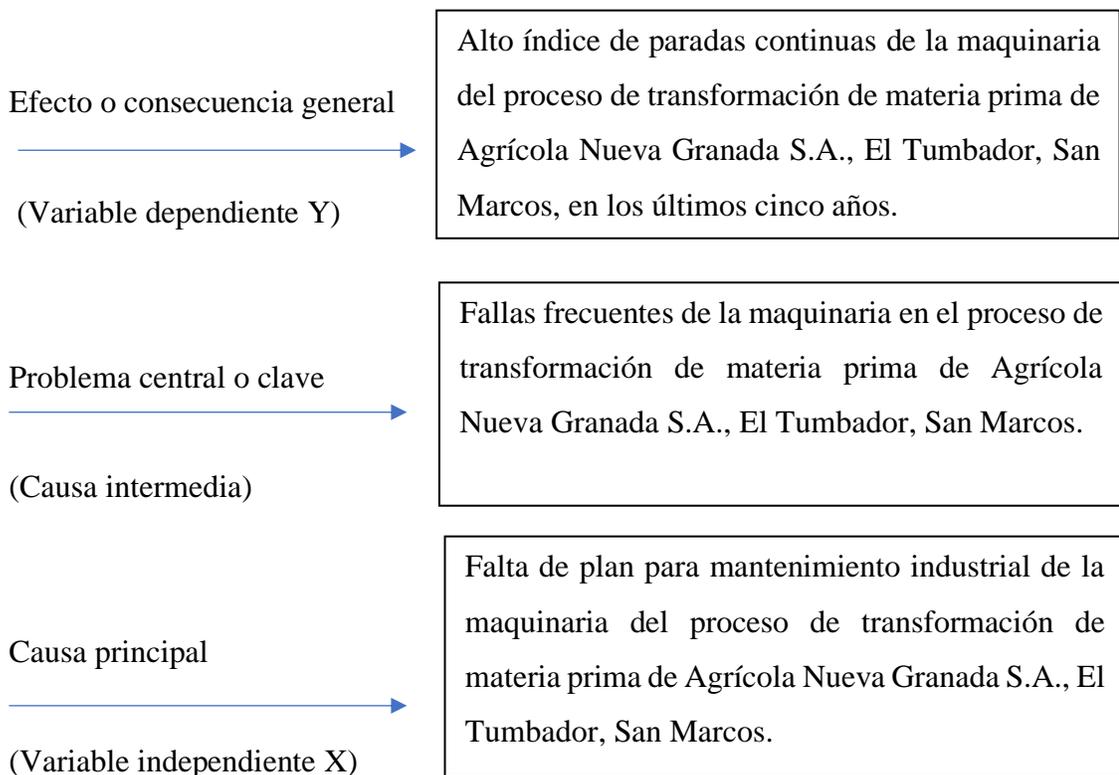
<p>10. Programación de mantenimiento (Diagrama de Gantt)</p> <p>11. Materiales, herramienta y equipo para proveer mantenimiento industrial.</p>	
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe de evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas. El investigador determinará con su correlación y proyección el efecto que esto tendrá en los próximos cinco años.</p>	

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

Árbol de problemas

Se realizó el árbol de problemas, al identificar el problema central. Luego se realizó una lluvia de ideas para las causas y efectos. Se priorizó el árbol de problemas con una causa principal y un efecto general.

Tópico: Fallas frecuentes de la maquinaria.



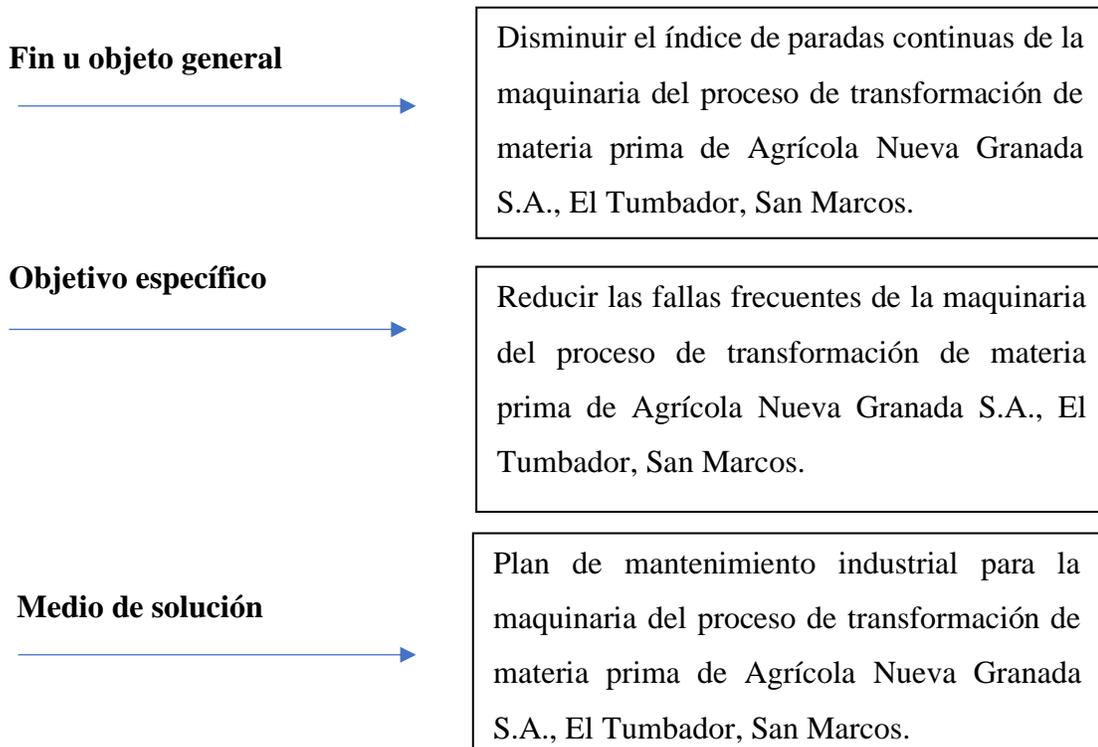
Hipótesis:

“El alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años, por las fallas frecuentes de la maquinaria; es debido a la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria”.

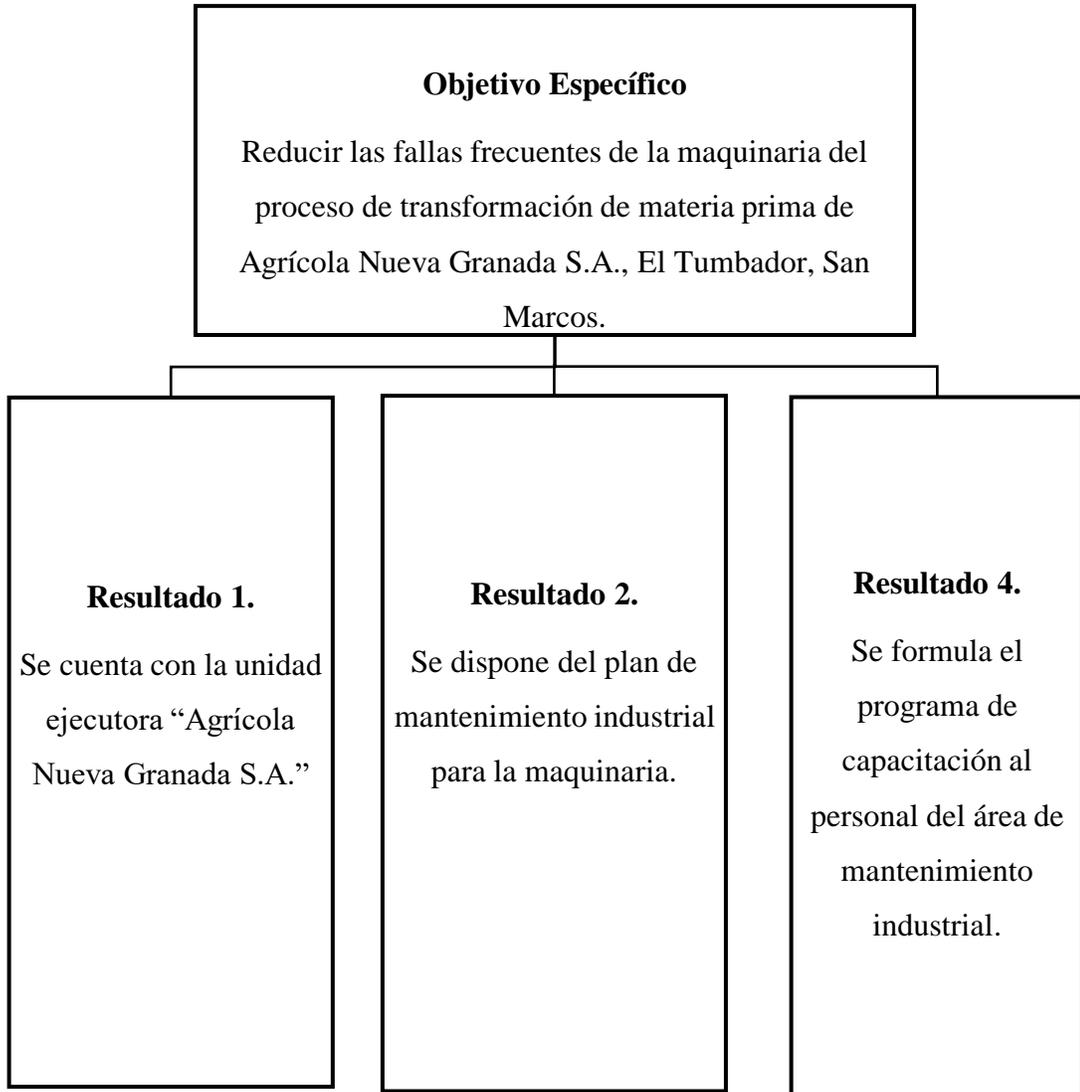
¿Es la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos por las fallas frecuentes de la maquinaria; la causante del alto índice de paradas continuas de la maquinaria en los últimos cinco años?

Árbol de objetivos

Se realizó en árbol de objetivos, para establecer el objetivo general, el objetivo específico y el medio de solución del problema identificado en el árbol de problemas.



Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática.



Anexo 4. Boleta de investigación para comprobación del efecto general.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de investigación

Variable dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene como finalidad comprobar la variable dependiente: **“Alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años.”**

Esta boleta será dirigida a los directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mediante un censo.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder y marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Existen paradas continuas en la maquinaria utilizada para el proceso de transformación de materia prima?

Si _____ No _____ ¿Por qué? _____

2. ¿Considera que las paradas continuas en la maquinaria han aumentado en los últimos cinco años?

Si _____ No _____ ¿Por qué? _____

3. ¿Ha buscado alternativas para evitar las paradas continuas de la maquinaria?

Si _____ No _____ ¿Cuáles? _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación de la causa principal.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de investigación

Variable independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene como finalidad comprobar la variable independiente: **“Falta de plan para mantenimiento industrial de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.”**

Esta boleta será dirigida a los técnicos del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mediante un censo.

Indicaciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder y marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Cuenta con plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima?

Si _____ No _____ ¿Por qué? _____

2. ¿Ha recibido capacitaciones sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria?

Si _____ No _____ ¿Por qué? _____

3. ¿Apoyaría la implementación del plan de mantenimiento industrial?

Si _____ No _____ ¿Por qué? _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Anexo Metodológico comentado sobre el cálculo de la muestra.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Anexo metodológico

En la investigación no se utilizó el cálculo del tamaño de la muestra, se le pasó las boletas a la población total, es decir se realizó la técnica del censo, como metodología de recolección de datos, pues la población es menor a 35 personas.

Para comprobar la variable dependiente, las boletas fueron dirigidas a los 2 directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, se realizó el censo, por la cantidad de directivos que hay en la empresa, a través de esta técnica se obtuvo información sobre la variable dependiente “alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años”.

Para la comprobación de la variable independiente “falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria”, fue necesario realizar un censo, a la totalidad de técnicos del área de mantenimiento; en la Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en donde laboran cuatro técnicos.

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables, en este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.99, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y=a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq + - 0.80$ a $\leq + - 1$.

A continuación, se presenta los cálculos y fórmulas utilizadas para obtener dicho coeficiente.

Cálculo de coeficiente de correlación.

Requisito: Coeficiente de correlación: $> + - 0.80 < = 1$

Año	X (años)	Y (Cantidad de Paradas continuas)	XY	X²	Y²
2015	1	25	25.00	1	625.00
2016	2	32	64.00	4	1024.00
2017	3	41	123.00	9	1681.00
2018	4	49	196.00	16	2401.00
2019	5	63	315.00	25	3969.00
Totales	15	210	723.00	55	9700.00

FÓRMULA:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2 * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	723
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	9700.00
$\sum Y=$	210
$n\sum XY=$	3615
$\sum X * \sum Y=$	3150
Numerador=	465
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	48500.00
$(\sum Y)^2=$	44100.00
$n\sum X^2 - (\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=$	4400
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)=$	220000.00
Denominador:	469.041576
r=	0.991383331

Análisis: Al realizar el cálculo matemático estadístico se determinó un coeficiente de correlación equivalente a 0.9913, este dato es estadísticamente aceptable por lo que se puede realizar una proyección, se estudiaron las cantidades de paradas continuas de la maquinaria utilizada en el proceso de transformación del café y la macadamia, en Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal.

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió determinar el comportamiento de la variable tiempo respecto a casos sujetos de estudio en el tiempo conforme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente $y=a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables el coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq + - 0.80$ a $\leq + - 1$; cuyo cálculo es parte integrante de este documento.

A continuación, se presenta los cálculos y tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

Proyección lineal

Ecuación de la línea recta $y= a+ bx$

Año	X (años)	Y (Cantidad de Paradas continuas)	XY	X²	Y²
2015	1	25	25	1	625.00
2016	2	32	64	4	1024.00
2017	3	41	123	9	1681.00
2018	4	49	196	16	2401.00
2019	5	63	315	25	3969.00
Totales	15	210	723	55	9700.00

FÓRMULAS:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

FÓRMULAS:

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	723
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	9700.00
$\sum Y =$	210
$n\sum XY =$	3615
$\sum X * \sum Y =$	3150
Numerador de b:	465
Denominador de b:	
$n\sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	9.3
Numerador de a:	
$\sum Y =$	210
$b * \sum X =$	139.5
Numerador de a:	70.5
a=	14.1

Cálculos de la proyección sin proyecto

Y=	a	+	b	X	Cantidad de paradas continuas Sin proyecto
Y (2020) =	14.1	+	9.3	6	70
Y (2021) =	14.1	+	9.3	7	79
Y (2022) =	14.1	+	9.3	8	89
Y (2023) =	14.1	+	9.3	9	98
Y (2024) =	14.1	+	9.3	10	107

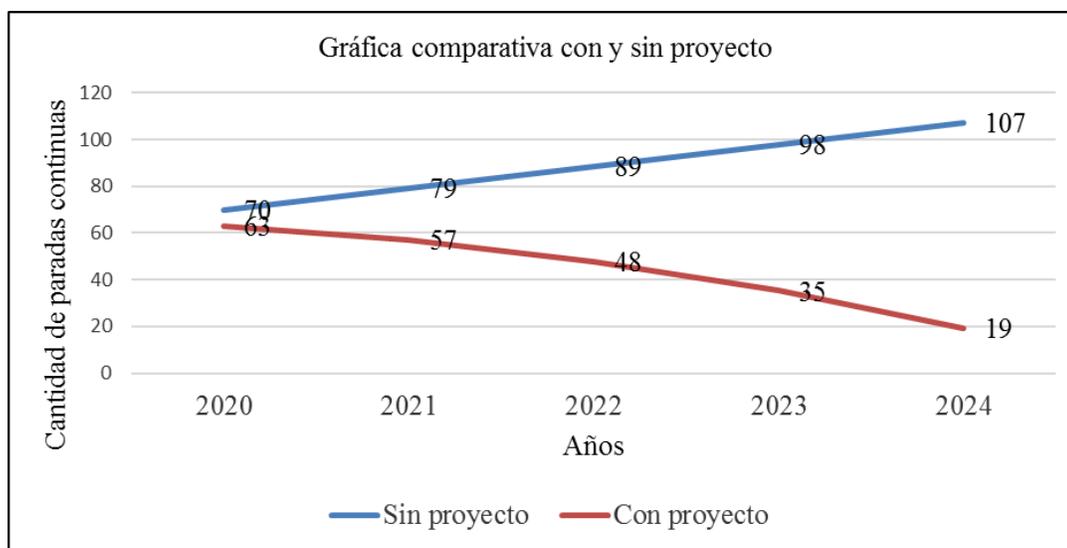
Cálculos de la proyección con proyecto

Años	Cantidad de paradas continuas Sin proyecto	% anual de solución calculado	Diferencial de paradas	Cantidad de paradas continuas Con proyecto
2020	70	18%	7	63
2021	79	18%	22	57
2022	89	18%	41	48
2023	98	18%	63	35
2024	107	18%	88	19
Sumatoria		90%		

Fuente: Pérez T., junio de 2020.

Cuadro comparativo sin y con proyecto		
Años	Cantidad de paradas continuas	Cantidad de paradas continuas
	Sin proyecto	Con proyecto
2019	63	63
2020	70	63
2021	79	57
2022	89	48
2023	98	35
2024	107	19

Fuente: Pérez T., junio de 2020.



Fuente: Pérez T., junio de 2020.

Comentario: De no aplicarse el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, las paradas continuas aumentarían para el año 2024, a 107 paradas en el año, por las fallas frecuentes en la maquinaria, al aplicarse la propuesta se estima una disminución del 18% anual, es decir que para el año 2024 el indicador sería de 19 en el quinto año de su aplicación.

Tony Hanssel Pérez Alvarado

TOMO II

PLAN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA LA MAQUINARIA DEL
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE MATERIA PRIMA DE AGRÍCOLA
NUEVA GRANADA S.A., EL TUMBADOR, SAN MARCOS.



Asesor General Metodológico:
Ing. Agr. Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2020

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Prólogo

Esta investigación es un requisito previo para optar al título universitario de Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

El estudio sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, se llevó a cabo para proponer las posibles soluciones a la problemática en la Agrícola.

Esta investigación tiene como finalidad ser útil a futuros estudiantes de Ingeniería Industrial de diferentes universidades del país como fuente de consulta, con los resultados obtenidos de la investigación y que puedan aplicarse en diferentes empresas con fines similares a los que se realizan en Agrícola Nueva Granada S.A.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte a dicha solución, tres resultados que son: se cuenta con la unidad ejecutora “Agrícola Nueva Granada S.A.”, se dispone del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria, se formula el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial.

Estos resultados permitirán disminuir el índice de paradas continuas en la maquinaria y se reducirán las fallas frecuentes en la maquinaria que se utiliza en el proceso de transformación de materia prima en Agrícola Nueva Granada S.A.

Presentación

El estudio de esta investigación trata sobre el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, el cual fue realizado durante los meses de febrero a junio del año dos mil veinte, como requisito previo a optar al título universitario de Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Se determinó que el problema central son las fallas frecuentes de la maquinaria en el proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, lo que ocasiona el alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima, en los últimos cinco años.

De la investigación surge la propuesta para solucionar el problema, como parte de los resultados se realiza un plan de mantenimiento industrial que al implementarlo se tendrá una disminución significativa en las paradas continuas de la maquinaria y por ende se tendrá una mejor producción, sin tiempos muertos que repercutan en las entregas de los pedidos.

Índice

No.	Contenido	Página
	Prólogo	
	Presentación	
I.	Resumen.....	1
II.	Conclusiones y recomendaciones.....	10
	Anexos	

I. Resumen

Se optó al estudio de Plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, la problemática identificada son las fallas frecuentes de la maquinaria en el proceso de transformación de materia prima.

Los resultados del presente estudio pueden aplicarse en otras empresas con la misma problemática, también puede utilizarse como consulta académica de estudiantes de Ingeniería Industrial de las diferentes universidades del país, asimismo sirve para que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos durante su carrera profesional.

El estudio fue realizado durante los meses de febrero a junio del año dos mil veinte, al terminar el trabajo de graduación, se comprobó la hipótesis: “El alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años, por las fallas frecuentes de la maquinaria; es debido a la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria”.

La propuesta la conforman tres resultados que son los siguientes:

Resultado uno: Se cuenta con la unidad ejecutora “Agrícola Nueva Granada S.A.”

Resultado dos: Se dispone del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria.

Resultado tres: Se formula el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial.

Para el año 2020 se ha logrado determinar que siempre existirá alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos si no se aplica la propuesta.

El problema principal de la investigación son las fallas frecuentes de la maquinaria en el proceso de transformación de materia prima, el efecto es alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima, en los últimos cinco años y su causa principal es la falta de plan para mantenimiento industrial de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

Al resolver el problema con esta propuesta, se disminuirán las paradas continuas en la maquinaria de la Agrícola, lo que beneficiará a la empresa y a sus trabajadores, pues no habrá tiempos muertos, disminuirán las pérdidas económicas y el traslado de los trabajadores a buscar los repuestos.

La hipótesis es: “El alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años, por las fallas frecuentes de la maquinaria; es debido a la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria”.

Se tienen como objetivos de la siguiente investigación:

Objetivo General: Disminuir el índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

Objetivo específico: Reducir las fallas frecuentes de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

La investigación se justifica porque se refleja la necesidad de establecer soluciones sobre el alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de

transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años.

La presente investigación se basó en fuentes de información primaria que ofrecen datos fidedignos; así mismo de fuentes secundarias y otras fuentes constituyentes, se desarrolló el trabajo de campo con las personas que se encuentran dentro de la Agrícola, sin dejar de tomar en cuenta los documentos bibliográficos existente sobre el tema.

Como aproximación y solución del problema expuesto, se hace necesario realizar un Plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

Si se aplica la propuesta se evitarán las paradas continuas de la maquinaria. Por lo contrario, si no se aplica la propuesta continuarán las paradas continuas por no existir un plan de mantenimiento industrial.

La metodología utilizada reunió un conjunto de métodos y técnicas para la obtención de resultados y la comprobación de las variables dependiente e independiente, así como la formulación y comprobación de la hipótesis, los métodos utilizados en la formulación de la hipótesis fueron, el Método Deductivo y el Método del Marco Lógico.

El marco lógico es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos, su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas.

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis fueron, el Método Inductivo, de Síntesis y Estadístico, las técnicas empleadas en la formulación y comprobación de la hipótesis fueron Lluvia de ideas, Observación Directa, Investigación Documental, Cuestionario, Encuesta, Censo, Análisis, Coeficiente de correlación y Ecuación de la línea recta.

Luego del dato del coeficiente de correlación, a través de la fórmula de la ecuación de la línea recta, se realizó la proyección del efecto o variable dependiente (Y), con los datos de paradas continuas en los próximos cinco años, con proyecto y sin proyecto, se evidenció la necesidad de la implementación de la propuesta para disminuir las paradas continuas.

Para la transformación del café húmedo se utilizan pulperos, bombas de reciclado, cribas, zarandas, bombas lavadoras y desmucilaginosos, el beneficio de café húmedo es el primer proceso para convertir la materia prima por medios mecánicos, en producto final; en este momento se separa la café cereza de su pulpa, para luego convertirse en café pergamino, cabe resaltar que en este momento se acrecienta el valor económico del café.

El segundo proceso de transformación, se realiza en el beneficio de café seco, se utiliza maquinaria como: elevadores, zarandas, secadoras guardiolas, secadora estática, cascabillos y ventiladores.

Para la transformación de la materia prima macadamia, se utilizan fajas transportadoras, elevadores, descascaradoras, cribas, básculas electrónicas, molino y ventiladores.

Las fallas frecuentes en la maquinaria se dan por la poca calidad de los repuestos en las maquinarias o por el nulo o poco mantenimiento preventivo, entre las fallas más

frecuentes están: averías en motores eléctricos (bobinado quemado), desperfectos en rodamientos de las máquinas (cojinetes atorados) y arrancadores de motores quemados.

Para programar un mantenimiento preventivo con resultados eficientes, se debe planificar con anterioridad. Existen tres aspectos básicos que no pueden faltar: activos, establecer el procedimiento y cadencias de mantenimiento.

El informe está integrado de la siguiente forma: Prólogo y Presentación, luego lo integran cuatro capítulos: el primero Compuesto por Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivos específicos, justificación, metodología conformada por métodos y técnicas tanto para la formulación como para la comprobación de la hipótesis; el segundo compuesto por: Marco teórico, que comprende aspectos doctrinarios; el tercero compuesto por: comprobación de hipótesis, formado por cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionados a la variable dependiente “Y” e independiente “X”, con su respectivo análisis y un cuarto capítulo compuesto por: conclusiones y recomendaciones, por último, se agrega la referencia bibliográfica y anexos principales.

Los anexos son:

Anexo 1. Modelo Dominó de la investigación.

Este anexo incluye un orden lógico para la identificación del problema, efecto (variable o dependiente Y) la causa (variable independiente “X”) y propuesta de solución.

Se agrega la hipótesis planteada, preguntas clave con relación al efecto y la causa, se incluyen los objetivos: general y específicos, nombre de la propuesta, justificación, indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general y del objetivo específico.

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

El diagrama del problema, el efecto (variable o dependiente Y) la causa (variable independiente “X”) y propuesta de solución, así como la hipótesis identificada u objetivo de la investigación con el diagnóstico esquematizado para su posterior comprobación.

Árbol de objetivos

El cual plasma el diagrama de los objetivos de trabajo de acuerdo con la problemática causa y efecto incluidos en el árbol de problemas, se plantea el objetivo general, el objetivo específico y el medio de solución o nombre del trabajo.

Anexo 3. Diagrama del medio de solución.

El que corresponde al objetivo específico “reducir las fallas frecuentes de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos” esquematizado en tres resultados, que serán desarrollados en su orden.

Anexo 4. Boleta de investigación para comprobación del efecto general.

Variable dependiente “Y”: “Alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años”, aplicada 2 directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mediante un censo. Su objetivo en identificar el alto índice de paradas continuas.

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación de la causa.

Variable independiente “X”: Falta de plan para mantenimiento industrial de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos”, aplicada a 4 técnicos del área de

mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mediante un censo, su objetivo es determinar la importancia de la creación de un plan de mantenimiento.

Anexo 6. Metodológico comentado sobre el cálculo de muestra.

Los sujetos de esta investigación y estudio son los colaboradores de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, mediante un censo, en la empresa laboran 4 técnicos y 2 directivos.

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de coeficiente de correlación.

Indicador estadístico que indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta y proyectar dichas variables, el Coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq + - 0.80$ a $\leq + - 1$.

Anexo 8. Anexo metodológico de proyección lineal.

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se utilizó la proyección lineal del fenómeno estudiado, es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables el coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq + - 0.80$ a $\leq + - 1$.

Propuesta de solución.

La propuesta pretende que la Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos disminuya las fallas frecuentes de la maquinaria, a través de un plan de mantenimiento industrial, desarrollado en tres resultados.

1) Se cuenta con Unidad Ejecutora “Agrícola Nueva Granada S.A.”.

Del personal que labora en la actualidad se designen puestos específicos para la creación de la unidad ejecutora y se contratará personal para el puesto de jefe de

mantenimiento, se realiza la convocatoria respectiva, se considera importante designar puestos específicos para los colaboradores encargados del área de mantenimiento y un área física con recursos físicos, materiales y herramientas mecánicas y eléctricas, se crea el área ejecutora con los siguientes puestos:

- 1 Jefe de mantenimiento
- 2 Técnicos de mantenimiento industrial
- 1 Técnico de mantenimiento mecánico
- 1 Auxiliar de mantenimiento
- 1 Bodeguero

2) Se dispone del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria.

El plan de mantenimiento industrial se establece por la necesidad de contar con procesos específicos orientados a reducir las fallas frecuentes de la maquinaria y así disminuir las paradas continuas, se comienza con describir el proceso de transformación del café y la maquinaria.

Se identifica a través del proceso de transformación de café y macadamia, la maquinaria y motores que se utiliza en la Agrícola Nueva Granada S. A., para conocer y planificar el mantenimiento industrial respectivo.

Se debe asignar un código a la maquinaria para llevar un control en el mantenimiento industrial, a cargo de la unidad ejecutora, se realizan propuestas de instrumentos de medición de fallas y también con instrumentos para recibir y organizar los datos: bitácoras, Diagramas de Gantt, y demás formatos de mantenimiento.

3) Se formula el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial.

El programa de Capacitación formulado está dirigido a los colaboradores del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, a

desarrollarse del 17 agosto al 07 de septiembre del año 2020, por el tesista, se gestiona la certificación por INTECAP, Retalhuleu.

Se realizó la planificación de los temas a facilitar en las capacitaciones con base a acuerdos con los directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, se acordó abordar conceptualización y tipo capacitación taller, dos temáticas de cuarenta horas cada una.

Temática 1: Mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas

Temática 2: Plan de mantenimiento industrial

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presenta la principal conclusión y recomendación obtenidas, luego de realizada la investigación de campo, en la conclusión se da a conocer la comprobación de la hipótesis planteada, en la recomendación se plantea la propuesta de solución al problema.

II.1. Principal conclusión.

Se comprueba la hipótesis: “El alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años, por las fallas frecuentes de la maquinaria; es debido a la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria”.

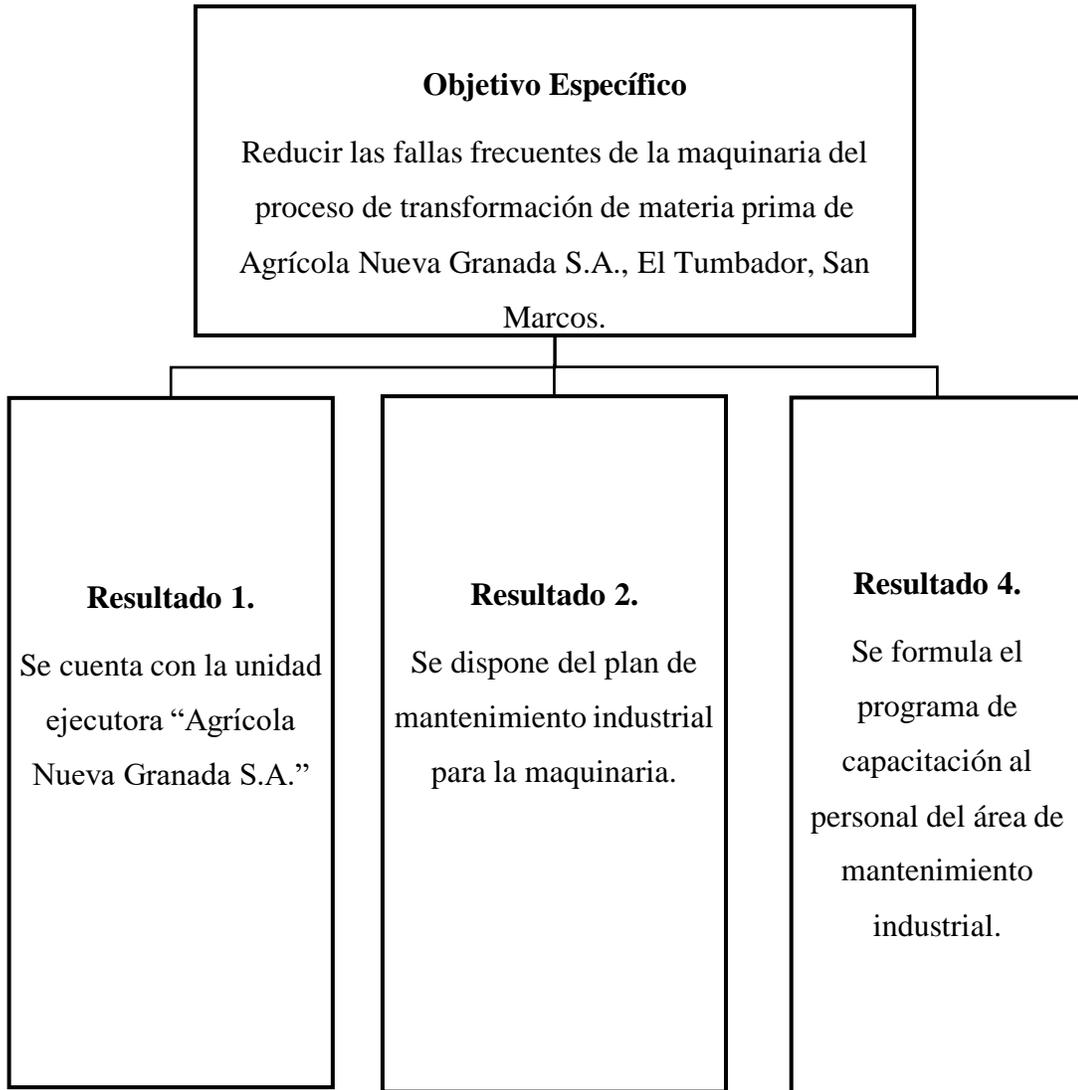
II.2. Principal recomendación.

Implementar el plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

Anexos

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.

Diagrama del medio de solución de la problemática



Introducción

El problema de investigación que se identificó hace referencia a las fallas frecuentes de la maquinaria en el proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, lo anterior tiene como efecto alto índice de paradas continuas de la maquinaria, en los últimos cinco años, la causa es falta de plan para mantenimiento industrial, las fallas frecuentes que se han dado son averías en motores eléctricos (bobinado quemado), desperfectos en rodamientos de las máquinas (cojinetes atorados) y arrancadores de motores quemados.

La finca fue fundada por españoles, por eso el nombre Nueva Ganada, comprada posteriormente por un alemán, al fallecer la compra otro alemán y la forma sociedad anónima 2. Agrícola Nueva Ganada, S. A. en 1982 se convierte de una finca de café pasa a una finca de café con asocio de macadamia, en 1,989 se certifica como finca Ecológica, con el pasar de los años ha aumentado su demanda, sin embargo, hasta ahora no tiene un plan de mantenimiento industrial, según entrevista con directivos, indican que se ha contrato los servicios externos, pero ha sido muy alto el costo y los resultados no fueron los esperados.

Se ha logrado determinar que existirá alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, esto repercute en tiempo muerto y costos innecesarios para la empresa, si no se aplica la propuesta.

La hipótesis de trabajo se comprobó y es la siguiente: “El alto índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, en los últimos cinco años, por las fallas frecuentes de la maquinaria; es debido a la falta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria”.

El objetivo general es: Disminuir el índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos. El objetivo específico es: Reducir las fallas frecuentes de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.

1.1. Descripción de resultados

La propuesta pretende que la Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos, por medio de una propuesta de plan para mantenimiento industrial para la maquinaria de transformación de café y macadamia, logre reducir las fallas frecuentes de la maquinaria.

La propuesta está integrada por tres resultados, cada uno de ellos compuesto por actividades, que permitirán solucionar la problemática.

Los resultados se desarrollan a continuación:

Resultado 1. Se cuenta con la unidad ejecutora “Agrícola Nueva Granada S.A.”

Ante la necesidad que exista una unidad encargada para el cumplimiento del resultado 1, se realizan cinco actividades:

Actividad 1. Entrevista a directivos.

Se realiza entrevista a los dos directivos de Agrícola Nueva Granada S. A., El Tumbador, San Marcos, para determinar la importancia que se cuente con una unidad ejecutora para mantenimiento industrial a la maquinaria de transformación de café y macadamia, que es la materia prima con la que se trabaja, los directivos manifiestan la importancia de la unidad ejecutora, pues con anterioridad se ha contratado el servicio externo, que ha sido costoso y no se visualizaron resultados significativos.

Actividad 2. Acuerdos para fortalecer la unidad ejecutora.

Se llegan a acuerdos con los directivos de la Agrícola Nueva Granada S. A., El Tumbador, San Marcos, indican que en la actualidad se ha designado a cuatro técnicos para mantenimiento, pero se han dedicado a la parte mecánica de la maquinaria y en ocasiones ha existido la movilidad de funciones, por tal razón creen importante que del personal que labora en la actualidad se designen puestos específicos para la creación de la unidad ejecutora y se contratará personal para los puestos que requiera contratación.

Actividad 3. Perfil de puestos.

Se considera importante designar puestos específicos para los colaboradores encargados del área de mantenimiento, se crea el área ejecutora con los siguientes puestos:

- 1 Jefe de mantenimiento
- 2 Técnicos de mantenimiento industrial
- 1 Técnico de mantenimiento mecánico
- 1 Auxiliar de mantenimiento
- 1 Bodeguero

Perfil de puesto	
<i>Nombre del puesto:</i>	Jefe de mantenimiento industrial
<i>Objetivo del puesto:</i>	Gestionar el mantenimiento de la Agrícola Nueva Granada S. A., en maquinaria mecánica y eléctrica de café y macadamia.
<i>Principales funciones del puesto:</i>	- Tener una Proyección de mejoras en maquinaria para transformación de materia prima.

	- Administrar y coordinar el desarrollo del mantenimiento mecánico y eléctrico de la maquinaria industrial.
<i>Género:</i>	Indiferente
<i>Nivel académico:</i>	Licenciatura en Ingeniería Industrial o cierre de pensum de Ingeniería Industrial.
<i>Destrezas, técnicas y/o conocimientos especiales:</i>	Capacidad de toma de decisiones e iniciativa. Capacidad de designar corresponsabilidades Habilidad de trabajo en equipo. Conocimiento sobre mantenimiento industrial: Mantenimiento preventivo Mantenimiento correctivo Mantenimiento predictivo Buen uso de equipo de mantenimiento industrial. Capacidad en la creación de planes de mantenimiento industrial. Capacidad de organizar actividades industriales.
<i>Características personales</i>	Líder transformacional Responsable Proactivo Manejo de inteligencia emocional Trabajo bajo presión.

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Perfil de puesto	
<i>Nombre del puesto:</i>	Técnico de mantenimiento industrial eléctrico
<i>Objetivo del puesto:</i>	Realizar tareas de mantenimiento industrial en equipo eléctrico de Agrícola Nueva Granada S. A.

<i>Principales funciones del puesto:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Brindar mantenimiento industrial eléctrico a la maquinaria. - Monitorear y llevar un control del mantenimiento eléctrico. - Elaboración de fichas e informes de mantenimiento.
<i>Género:</i>	Indiferente
<i>Nivel académico:</i>	Electricista, mecánico industrial o experiencia en maquinaria eléctrica.
<i>Destrezas, técnicas y/o conocimientos especiales:</i>	<p>Conocimiento y buen uso de equipo eléctrico industrial.</p> <p>Capacidad de trabajar en equipo</p> <p>Trabajo bajo presión.</p>
<i>Características personales</i>	<p>Responsable</p> <p>Activo</p> <p>Con iniciativa</p>

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Perfil de puesto	
<i>Nombre del puesto:</i>	Técnico de mantenimiento mecánico
<i>Objetivo del puesto:</i>	Realizar tareas de mantenimiento mecánico a maquinaria de Agrícola Nueva Granada S. A.
<i>Principales funciones del puesto:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnosticar, reparar y ajustar la maquinaria de la empresa. - Reparación de equipos industriales. - Programación de mantenimientos.

<i>Género:</i>	Indiferente
<i>Nivel académico:</i>	Mecánico automotriz, estudiante de mecánica o persona con experiencia en el área.
<i>Destrezas, técnicas y/o conocimientos especiales:</i>	Conocimiento de mantenimiento mecánico. Capacidad de trabajar en equipo. Trabajo bajo presión.
<i>Características personales</i>	Responsable Activo Con iniciativa

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Perfil de puesto	
<i>Nombre del puesto:</i>	Auxiliar de mantenimiento
<i>Objetivo del puesto:</i>	Auxiliar en los tipos de mantenimiento industrial que los técnicos realizan a la maquinaria de la Agrícola Nueva Granada S. A.
<i>Principales funciones del puesto:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Brindar herramientas de trabajo en las actividades que realizan los técnicos de mantenimiento, reparar y mantener en buenas condiciones el equipo que se le proporciona. - Cumplir con las tareas específicas que se le asignan de mantenimiento.
<i>Género:</i>	Indiferente
<i>Nivel académico:</i>	Estudiante de mecánica, estudiante de ingeniería industrial. Persona con experiencia en el puesto.
<i>Destrezas, técnicas y/o conocimientos especiales:</i>	Conocimiento de mantenimiento mecánico. Capacidad de trabajar en equipo. Trabajo bajo presión.

<i>Características personales</i>	Responsable Activo Con iniciativa
-----------------------------------	---

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Perfil de puesto	
<i>Nombre del puesto:</i>	Bodeguero
<i>Objetivo del puesto:</i>	Llevar un control del stock de repuestos para mantenimiento industrial.
<i>Principales funciones del puesto:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Registrar repuestos en inventario de bodega. - Registro de equipo de maquinaria - Realización de Bitácoras - Historial del ingreso y salida de mercadería. - Velar por la limpieza de los stand
<i>Género:</i>	Indiferente
<i>Nivel académico:</i>	A nivel Técnico o estudiante con técnicas de control de inventarios.
<i>Destrezas, técnicas y/o conocimientos especiales:</i>	Conocimiento de inventarios Experto en tecnología de la información Capacidad de trabajar en equipo. Trabajo bajo presión.
<i>Características personales</i>	Metódico Responsable Proactivo Organizado

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

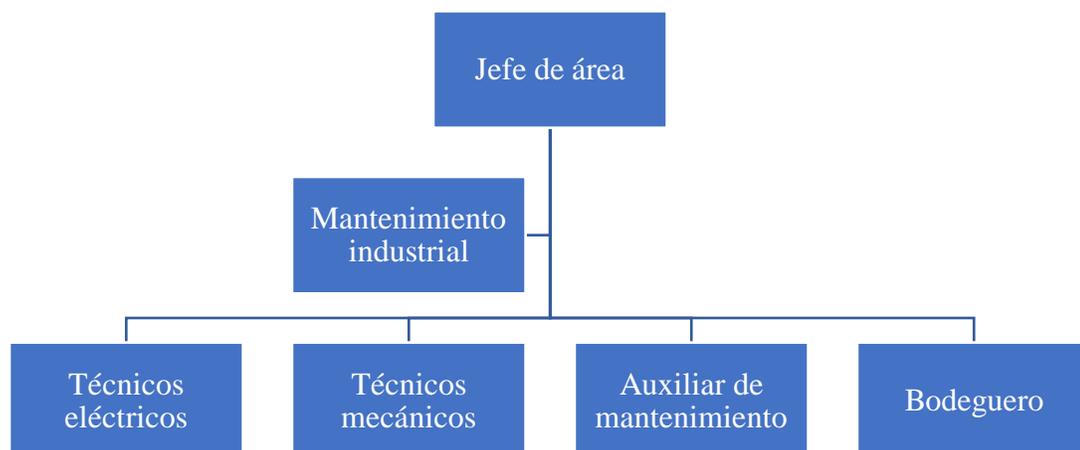
Actividad 4. Establecer un área de mantenimiento industrial en “Agrícola Nueva Granada S. A.”

Se habilita un espacio físico en la Agrícola Nueva Granada S. A. para oficina del personal del área de mantenimiento industrial y se compra equipo de cómputo, se adquieren materiales, herramientas y equipo industrial para uso del personal del área, como también equipo de protección.

Se realiza una publicación en el diario de circulación en el departamento, para dar a conocer la vacante del puesto de jefe de mantenimiento industrial, se da a conocer el perfil del puesto y dirección de correo electrónica para la entrega de curriculum vitae y demás requisitos que dispone la empresa.

Para los puestos de Técnico de mantenimiento eléctrico, Técnico de mantenimiento mecánico, Auxiliar de mantenimiento y bodeguero, se hará una movilidad de puestos dentro de la empresa.

Organigrama del área de mantenimiento



Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Actividad 5. Supervisión.

Supervisión de parte de la unidad ejecutora para que se desarrolle el plan de mantenimiento industrial en la maquinaria de Agrícola Nueva Granada S. A., la unidad ejecutora realiza planes, que vayan de acuerdo al avance que se requiere en el área de mantenimiento.

Actividad 6. Presentación de resultados.

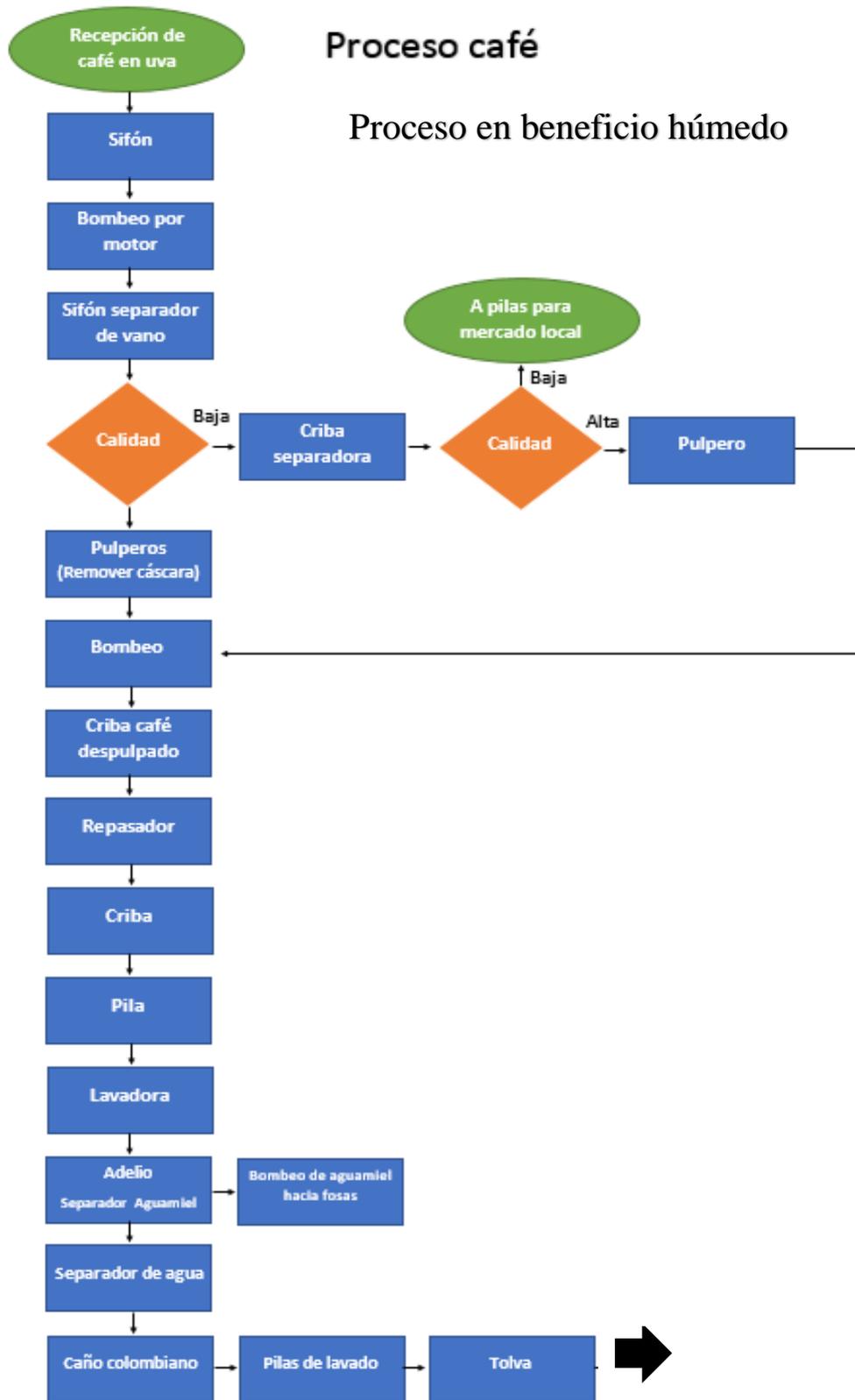
La unidad ejecutora presenta resultados a través de informes mensuales y anuales, estos reflejan el mantenimiento realizado a la maquinaria a través de los reportes, bitácoras y fichas adjuntas.

Resultado 2. Se dispone del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria.

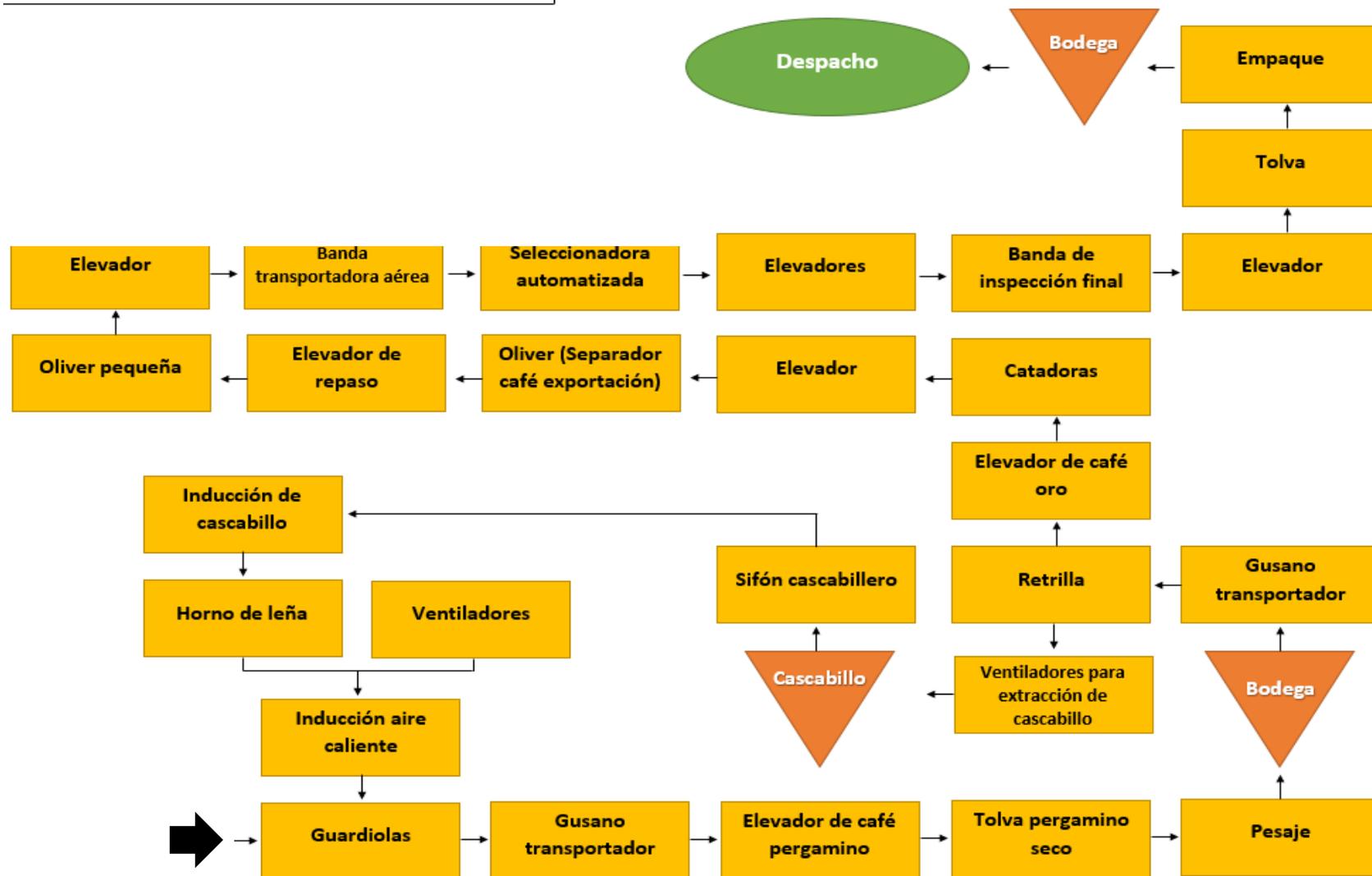
Para llevar a cabo el plan de mantenimiento industrial la unidad ejecutora creada es decir el área de mantenimiento industrial en Agrícola Nueva Granada S. A., debe encargarse de la implementación del mismo; nte la necesidad que exista un plan de mantenimiento industrial, para el cumplimiento del resultado 2, se realizan tres actividades:

Actividad 1: Descripción del proceso de transformación del café y macadamia.

Para llegar a planificar el mantenimiento industrial es importante que se conozca el proceso de transformación de la materia prima y la maquinaria utilizada, para ello se realiza un diagrama de flujo del proceso de transformación en beneficio de café húmedo y seco y el proceso de transformación en el beneficio de macadamia.

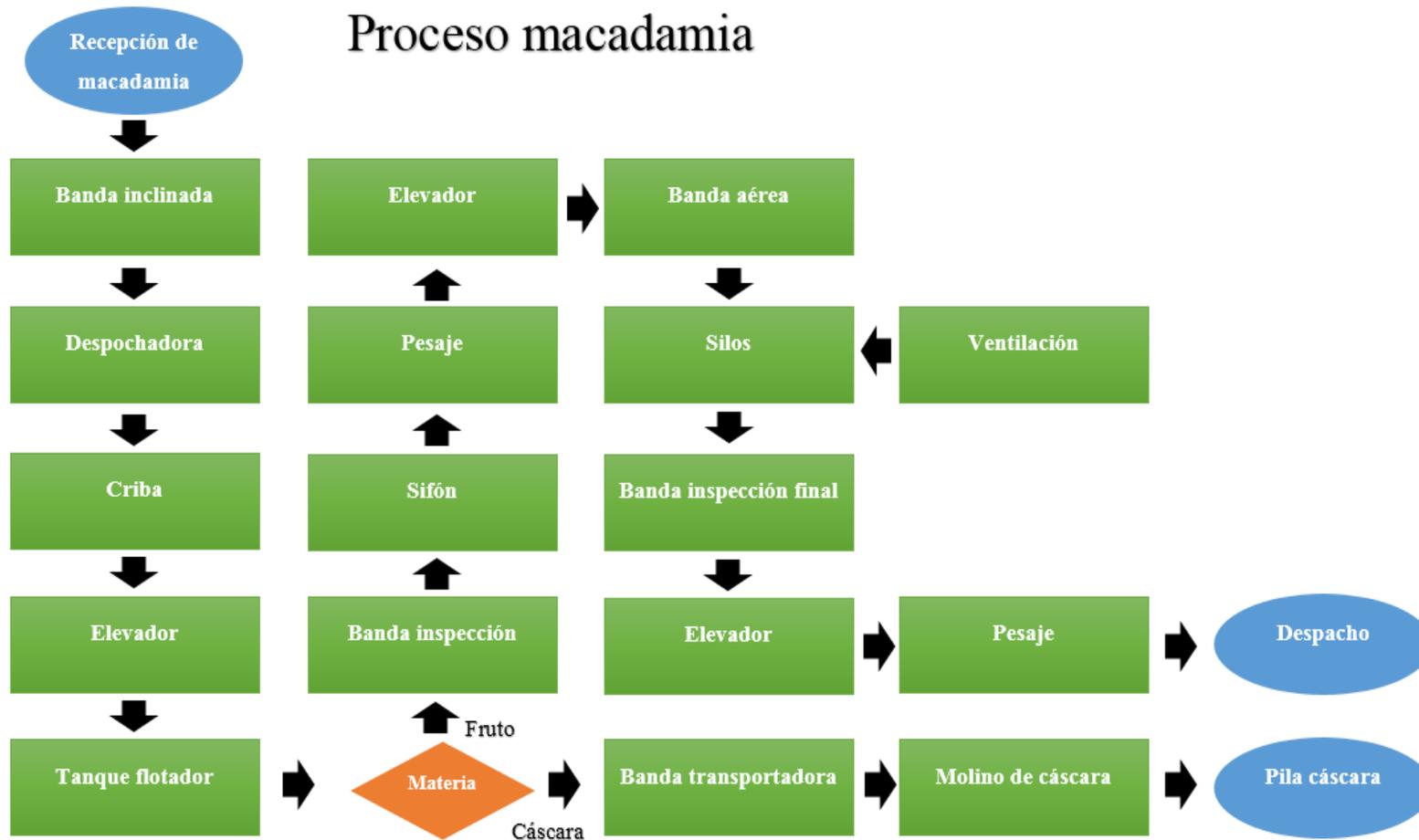


Proceso en beneficio seco



Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Proceso macadamia



Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Actividad 2. Identificación de maquinaria y motores utilizados en maquinaria de beneficio de café y macadamia.

Se identifica a través del proceso de transformación de café y macadamia, la maquinaria y motores que se utiliza en la Agrícola Nueva Granada S. A., para conocer y planificar el mantenimiento industrial respectivo.

Maquinaria en el beneficio de café:

- Luego de la recepción de uva se traslada el café por el Sifón que sirve también para separar algunos objetos diferentes al café que están inmersos. Con esto se evita el daño de las despulpadoras.
- Bombeo por motor: para transporte y lavado del café.
- Sifón separador de vano: Se determina la calidad con la criba separadora, si la calidad es baja se pasa a pilas para mercado local si la calidad es alta se pasa a pulpero.
- Bombeo: Luego del pulpero se bombean los granos de café con agua.
- Criba café despulpado: permite clasificar el café.
- Repasador: es un despulpador repasador.
- Criba: se clasifica por segunda vez, para garantizar el grano de calidad.
- Pila: se traslada a la pila de café, para seguir con el proceso de lavadora.
- Adelio: separador aguamiel, para luego pasar a bombeo de aguamiel hacia fosas.
- Separador de agua: también se le conoce como separador de sólidos y permite separar el agua.
- Caño colombiano: permite realizar clasificación del café por tercera vez.
- Pilas de lavado: de la tercera clasificación
- Tolva: pasa por la tolva para luego ser secado
- Guardiolas: es una máquina secadora que permite el secado automático de café

- Gusano transportador: se utiliza el gusano transportador para llevar el café a elevador de café pergamino.
- Elevador: de café pergamino
- Tolva: pergamino seco
- Pesaje para luego pasar a bodega
- Gusano transportador
- Retrilla: acá se determinan dos procesos. A ventiladores para extracción de cascabillo o a elevador de café oro.
- Ventiladores para extracción de cascabillo: cascabillo, sifón cascabillo, inducción de cascabillo, horno de leña y ventiladores, para luego pasar a inducción caliente y continuar el proceso a guardiolas hasta llegar a bodega.
- Elevador de café oro, para trasladarlo a catadoras, seguido de elevador, Oliver separador café exportación, elevador de repaso, Oliver pequeña, elevador, banda transportadora aérea, seleccionadora automatizada, elevadores, banda de inspección final, para trasladarlo por elevador, tolva y ser empacado, llevado a bodega para su despacho.

En el beneficio de café se utilizan motores de bombas, para criba, pulperos, bomba separadora, lavadoras, adelios, vibradores y otros tipos de motores según la maquinaria.

En total 64 motores se utilizan en beneficio de café.

- 3 Motores bomba 5 H.P
- 1 Criba separadora 2 H.P.
- 5 Pulperos 2 H.P.
- 1 Bomba separadora 2 H.P.
- 1 Criba separadora 2 H.P.
- 1 Repasador 2 H.P.

- 1 Criba 2 H.P.
- 1 Lavadora 10 H.P.
- 2 Adellos 2 H.P.
- 1 Vibrador 5 H.P.
- 5 Motores guardiola 5 H.P.
- 6 Motores ventilador secadora 10 H.P.
- 6 Motores cascabilero 1 H.P.
- 1 Motor guardiola 10 H.P.
- 1 gusano transportador 3 H.P.
- 1 elevador 1 H.P.
- 1 gusano 3 H.P.
- 1 Motor retrilla 40 H.P.
- 1 Motor retrilla 20 H.P.
- 2 Motores ventilador cascabillo 5 H.P.
- 1 Motor elevador 5 H.P.
- 2 Motores catadora 2 H.P.
- 1 Elevador 2 H.P.
- 1 Motor Oliver 10 H.P.
- 1 Motor elevador 2 H.P.
- 1 Motor Oliver 5 H.P.
- 2 Motores elevador 2 H.P.
- 3 Motores elevador 2 H.P.
- 2 Motores banda 2 H.P.
- 2 Motores retrilla 3 H.P.
- 1 Motor banda 5 H.P.
- 1 Motor transportador 5 H.P.
- 1 Motor ventilador 30 H.P.
- 1 Motor compresor 15 H.P.

- 2 Bombas agua residual 3 H.P.

Maquinaria en el beneficio de macadamia:

- Banda inclinada: Banda de transporte, desde recepción hacia despochadora
- Despochadora: Parte la cáscara para extraer el fruto con concha
- Criba: Separa la cáscara del fruto con concha
- Elevador: Permite transportar la fruta hacia tanque flotador
- Tanque flotador: Separa la cáscara que pudo haber quedado del fruto con concha (la cáscara flota y el fruto por peso se hunde). Luego se toma la decisión (Cáscara)
- Banda transportadora: Saca la cáscara hacia el molino
- Molino: Reduce el tamaño de la cáscara y la saca a presión por medio de tubería PVC
- Pila cáscara: Acopio de la cáscara. Para decisión (fruto)
- Banda de inspección: La fruta cae a la banda donde se le realiza inspección visual a la fruta con concha
- Sifón: Etapa previa al pesaje
- Pesaje: Garita donde obtienen el peso de la fruta con concha
- Elevador: Permite llevar la fruta hacia la máquina de silos
- Banda aérea: Para el transporte de la fruta hacia los silos (4)
- Silos: Espacios donde permanece la fruta
- Ventilación: Permiten la introducción de aire forzado hacia los silos
- Banda de inspección final: Cuando se tienen pedidos se saca la fruta de los silos y se realiza una inspección final
- Elevador: Permite llevar la fruta hacia pesaje de despacho
- Pesaje: Se obtiene el dato del peso despachado
- Despacho: A granel en camión

En el beneficio de macadamia se utilizan motores para elevadores, transportadores, ventiladores, despochadora, bomba de agua, criba y para molino. En total se utilizan 19 motores.

Motores eléctricos en Beneficio de macadamia:

- 5 motores trifásicos 2 H.P. WEG que se utilizan en los elevadores
- 5 motores trifásicos con caja reductora 2 H.P. VOGES para transportadores
- 4 motores trifásicos 2 H.P. WEG para ventiladores
- 2 motores trifásicos 3 KW SABS para despochadora
- 1 motor trifásico 3 H.P. para bomba de agua
- 1 moto-reductor 2 H.P. Motovario para criba
- 1 motor trifásico 10 H.P. WEG para molino

Actividad 3: Asignación de código a maquinaria.

Se debe asignar un código a la maquinaria para llevar un control en el mantenimiento industrial. Se propone la siguiente tabla para registro de datos, que estará a cargo del jefe de área de mantenimiento industrial de Agrícola Nueva Granada S. A. y el personal que él designe.

La nomenclatura de maquinaria es fundamental realizarla, esto permitirá planificar con códigos y también será de gran ayuda al bodeguero, hasta el momento no se ha llevado a cabo ningún mantenimiento de parte de la empresa, por lo mismo se desconocen exactamente los repuestos que se necesitan.

Se sugiere que luego del primer mantenimiento preventivo, se tome nota y se ubique por cada equipo y repuesto la nomenclatura correspondiente.

Propuesta de asignación de código

Ejemplo: Molino de macadamia

Beneficio	Área	Equipos	Sub equipos	Código
MACADAMIA	Molino	1.Molino	Motor eléctrico	MM1-1
-M-	-M-	1		
			Carcasa	MM1-2
			Panel de control	MM1-3
			Codo Rotatorio	MM1-4
			Rodillo	MM1-5
			Sensor	MM1-6
		2.Elevador	Elevador	MM2-1
			Motor eléctrico	MM2-2
			Componentes	MM2-3
		3.Sistema eléctrico	XXXX	XX
		4.Sistema hidroneumático	XXXX	XX

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Ejemplo de etiquetas de maquinaria: Molino de macadamia



Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Actividad 4: Plan de mantenimiento industrial para la maquinaria.

 <p data-bbox="362 537 589 558">Agrícola Nueva Granada S.A.</p>	<p data-bbox="643 380 1192 562">Plan de mantenimiento industrial para la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., el Tumbador, San Marcos.</p>	
--	---	---

4.1. Introducción.

El plan de mantenimiento industrial se establece por la necesidad de contar con procesos específicos orientados a reducir las fallas frecuentes de la maquinaria y así disminuir las paradas continuas.

En Agrícola Nueva Granada S. A. luego de establecer la unidad ejecutora denominada área de mantenimiento industrial, se describió el proceso de transformación de la materia prima y se plasmó en un diagrama de flujo, lo anterior para identificar la maquinaria que se utiliza en todo el proceso y con base a ello, crear nomenclaturas específicas en la planificación.

Se realiza la propuesta de plan de mantenimiento industrial a los directivos de la empresa, quienes adquieren compromiso para su cumplimiento, el plan consiste en determinar los procesos para el mantenimiento de prevención, corrección y predicción en la maquinaria, el enfoque es en alto porcentaje el mantenimiento preventivo, pues de ahí se tomarán datos de los repuestos según el tipo de maquinaria.

4.2. Responsables.

Jefe de área de mantenimiento industrial

Técnicos de mantenimiento

Auxiliar de mantenimiento

Bodeguero

4.4. Alcances.

4.4.1. Los colaboradores del área de mantenimiento industrial implementarán el plan de mantenimiento desde el año 2020.

4.4.2. Para el año 2024, se disminuirán en un 90% las paradas continuas.

4.5. Contenido.

Para realizar un plan de mantenimiento se comenzó con el análisis de las fallas frecuentes en la maquinaria, averías en motores eléctricos, desperfectos en rodamientos de las máquinas y arrancadores de motores quemados que pretenden evitarse, para luego recopilar instrucciones de los fabricantes de los motores que se utilizan en la Agrícola, también implementar protocolos de mantenimiento, para agrupar los equipos por gamas o tipos.

En el plan se incluye la maquinaria del beneficio de café, también la que se utiliza en el beneficio de macadamia, se debe determinar en el primer mantenimiento preventivo la implementación de rutas de lubricación, realizar inspecciones y hacer ajustes o calibraciones, o cambiar partes con base en frecuencia y/o uso del equipo, se sugiere que luego del mantenimiento preventivo se realicen inspecciones periódicas de monitoreo (mantenimiento predictivo).

Para un programa de mantenimiento preventivo se deben contar con instrumentos de medición de fallas y también con instrumentos para recibir y organizar los datos, se requieren de bitácoras, Diagramas de Gantt, y demás formatos de mantenimiento.

4.5.1. Identificar el equipo.

Se hace necesario identificar el equipo con el que cuenta la Agrícola Nueva Granada S.A., esta identificación se realizará en el primer mantenimiento preventivo, del área de mantenimiento industrial y se toma en cuenta, el equipo listado en la actividad 2 del resultado 2 de esta propuesta y el código y etiqueta asignada para la maquinaria de la empresa, a continuación, se realiza una propuesta de formato para identificación de la maquinaria.

Formato para identificación de la maquinaria

Identificador único de la máquina	Código de equipo o número de etiqueta	Tipo de máquina	Velocidad nominal:	Potencia nominal:	Configuración	Soporte de la máquina	Acoplamiento del eje	Accionado	Función	Componente	Tipos de fluidos	Fabricante del equipo
			r / min	kW	Accionamiento directo	Rígido	Rígido	Eléctrico	Conductor	Rodamiento	Lubricante	
			Hz		Por correa	Montado	Flexible	Vapor	Accionado	Junta	Refrigerante	
					Por eje			Gas		Engranaje	Hidráulico	
								Alternativo		Impulsor		
								Hidráulico				

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Se realiza una propuesta para identificación del motor, con los siguientes criterios: nombre del motor, funcionalidad, código del motor, área, tipo de motor, nombre del fabricante, número de serie, modelo, potencia, voltaje, frecuencia, velocidad, rodamientos, sentido de giro, factor de servicio, temperatura, entre otros.

Formato para identificación del motor



Nombre del motor	Motor guardiola
Funcionalidad:	
Código del motor	
Área:	
Tipo de motor	
Fabricante	
No. serie	
Modelo	
Potencia	
Voltaje	
Frecuencia	
Velocidad	
Rodamientos	
Sentido de giro	
Factor de servicio	
Temperatura	
Tipo de acople	
Grado de protección	

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

4.5.2. Rutina de mantenimiento.

Las rutinas de mantenimiento se planificarán según el área: Macadamia o café, y equipo, en el área de macadamia se realizará de acuerdo al siguiente equipo: Molino, elevadores, despochadora, criba, sifón, silos, bandas y ventilación, se tomarán en cuenta los elementos de cada equipo, actividad y el sistema, de igual manera en el área de café con el equipo: guardiola, gusano transportador, tolvas, elevadores,

ventiladores, catadoras, sifón, retrilla, cribas, bandas, entre otros, también se agrega el código del equipo, frecuencia, tiempo de ejecución y fecha de ejecución.

El sistema puede ser lubricación, mecánico y eléctrico. Las actividades variarán según el equipo, entre ellas: limpieza, engrasar, ajuste de correa, nivelación de aceite y/o mantenimiento general, entre otras; según el equipo deben tomarse medidas de seguridad, tener listo el equipo, herramientas e instrumentos a utilizar y si es necesario repuestos.

Se debe enlistar el procedimiento a realizar en cada actividad y recomendaciones de forma específica, si el área es el molino se recomienda por cada elemento:

Engrasar las chumaceras con una pistola de inyección a cada 8 días.

Verificar el estado de los rodamientos a cada 8 días.

Verificar el filo de las demás cuchillas a cada 8 días.

A cada 8 días inspeccionar tornillos cople-turbina.

Verificar el estado de las bandas a cada 4 días.

Inspeccionar los prisioneros de los engranes y las poleas a cada 4 días.

Afilar la cuchilla principal a cada 4 días.

Verificar a diario la sujeción de cada cuchilla.

Inspeccionar las tolvas, que no contengan objetos externos.

Verificar el tornillo ajustable, contratuerca y tapa ajustable.

La rutina de mantenimiento en cada área y equipo, permitirán reducir las fallas frecuentes en la maquinaria de la Agrícola Nueva Granada S.A. el área de mantenimiento industrial será la encargada de velar porque la rutina de mantenimiento se realice, a continuación, una propuesta de rutina de mantenimiento:

Formato para rutina de mantenimiento

RUTINA: Engrase		CÓDIGO DE RUTINA: REMM1-4
Área: Macadamia	Fecha: 16-07-2020	
Equipo: Molino	Descripción: Codo rotatorio	
Código: MM1	Actividad: Engrasar	
Sistema: Lubricación	Tiempo de ejecución: 15 minutos	
Frecuencia: 8 días		
Preparación ex ante:	Medidas de seguridad	
Equipo a utilizar :	Pistola de engrase	
Materiales y herramientas a utilizar:	Llaves Destornillador Lubricante G1 4.5gr/punto Grasa No. 2 Wipe	
Repuestos a utilizar:	xx	
Procedimiento:	Apagar el switch Verificar desgaste de codo rotatorio xxx	
Recomendaciones:	Reportar engrase y lubricación	
Ejecutado por:	xx	

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

4.5.3. Frecuencia de mantenimiento.

Se hace necesaria la referencia de la frecuencia de mantenimiento en un Diagrama de Gantt por cada equipo. A continuación, una propuesta:

Diagrama de Gantt: Frecuencia de mantenimiento

Equipo: Molino		Tiempo estimado mes											
Actividad	Rutina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Engrase	REMM1-4	8 días	8 días	8 días	8 días	8 días	8 días	8 días	8 días	8 días	8 días	8 días	8 días
Nivelación de aceite	xx												
Limpieza	xx												
Mantenimiento general	xx												

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

4.5.4. Reporte de paros.

Se recoge información de las fallas por producción, eléctricas, mecánicas e hidroneumáticas, con los respectivos códigos.

REPORTE DE PAROS GENERAL						
Fecha:	Área:		Persona que reporta:		RPG1	
Fallas por producción	Fallas eléctricas	Código	Fallas mecánicas	Código	Fallas hidroneumáticas	Código
Falta de materia prima	Motor eléctrico	MM1	Codo rotatorio	MM1-4	Falta de aire comprimido	xx
Falta de personal	Sensores	xxx	Chumacera	xxxx	xxx	xx

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

REPORTE DE PAROS ESPECÍFICO						
Fecha:	Área:		Persona que reporta:			RPEMM1
Falla mecánica	Código	Horómetro inicial	Horómetro final	Descripción	Observaciones	
Codo rotatorio	MM1-4	8:30	9:00	Desgaste	Entrada de aire que provocó el paro.	
Chumacera	xxx	xx	xx	xx	xx	

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

4.5.5. Historial de mantenimiento.

El historial de mantenimiento es importante en la empresa, para llevar un control y con ello solucionar la problemática.

Historial De Mantenimiento						
H-1						
Fecha:	xxx	Mecánico:	xxx	Código:	MM1	
Hora:	xxx	Operario:	xxx	Área:	Molino	
No.	Código	Reporte general	Reporte específico	Descripción	Observaciones	Horas de tiempo muerto
1.	MM 1-4	RPG1	RPEMM 1	Desgaste. Entrada de aire que provocó el paro.	Con repuesto en bodega	30 minutos
2.	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

4.5.7. Programación de mantenimiento anual.

Diagrama de Gantt de mantenimiento anual

No.	Actividades	Tiempo				
		Responsables	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
1	Mantenimiento preventivo en beneficio de macadamia	Área de mantenimiento			agosto	
2	Mantenimiento preventivo en beneficio de café seco	Área de mantenimiento		junio		
3	Mantenimiento preventivo en beneficio de café húmedo	Área de mantenimiento			julio	
4	Mantenimiento correctivo	Área de mantenimiento				
5	Mantenimiento predictivo	Área de mantenimiento	enero			

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

4.5.8. Costo sin proyecto

Se determina 107 paradas continuas de menor grado* Q 1,500.00 = Q 802,500.00 en 5 años.

$Q 802,500/5 \text{ años} = Q 160,500.00 \text{ al año.}$

4.5.9. Costo con proyecto

Por medio del plan se determina 19 paradas * Q 1,500.00 = Q 142,500.00 en los 5 años. $Q 142,500.00/5 \text{ años} = Q 28,500.00 \text{ al año.}$

4.5.10. Diferencia de costos con y sin proyecto

$Q 802,500.00 - Q 142,500.00 = Q 660,000.00$ de ahorro.

4.5.11. Relación de costos y beneficio al implementar el plan

Se determina el costo de paradas continuas sin proyecto durante los 5 años, también se estima el costo de la implementación del Plan de mantenimiento industrial en los 5 años que se tiene previsto.

Relación costos

Costo de paradas continuas, sin proyecto:	802,500.00
Costo de paradas continuas, con proyecto:	142,500.00
Diferencia:	660,000.00

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

La propuesta de plan de mantenimiento industrial fue aprobada por los directivos de la Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos.

Resultado 3. Se formula el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial.

El programa de capacitación es necesario para que el personal del área de mantenimiento industrial, conozca los instrumentos a utilizar y los procesos a seguir en el plan de mantenimiento industrial, así contribuir a la reducción de las fallas frecuentes.

Actividad 1. Acuerdos con directivos para el programa de capacitación

Se realizó la planificación de los temas a facilitar en las capacitaciones con base a acuerdos con los directivos de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, se acordó abordar conceptualización y tipo capacitación taller dos temáticas de cuarenta horas cada una.

Temática 1: Mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas

Temática 2: Plan de mantenimiento industrial

Actividad 2. Programa de capacitación

1. Introducción

Responde a la necesidad de brindar los conocimientos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a los colaboradores del área de mantenimiento industrial de la Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, con el fin de disminuir las fallas frecuentes en la maquinaria.

2. Dirigido a

El programa de Capacitación está dirigido a los colaboradores del área de mantenimiento de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos.

Actividad 3. Programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos.

No.	Temática	Duración	Tiempo año 2020					Observaciones	
			Responsable	17-ago	18-ago	19-ago	24-ago		25-ago
1	Mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas		Tony Pérez						
1.1.	Conceptualización	5 horas	Tony Pérez						
1.2.	Identificación y utilización de máquinas eléctricas	14 horas	Tony Pérez						El 17 de agosto se introduce el tema en 3 horas.
1.3.	Desarrollo de etapas para el mantenimiento de máquinas eléctricas	21 horas	Tony Pérez						El día 19 se utilizan 5 horas de inicio del tema.
Total, de horas		40 horas							

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

No.	Temática	Duración	Tiempo año 2020					
			Responsable	26-ago	31-ago	01-sep	02-sep	07-sep
2	Plan de mantenimiento industrial		Tony Pérez					
2.1.	Conceptualización e instrumentos de control para el mantenimiento	8 horas	Tony Pérez					
2.2.	Identificación y utilización de equipo para maquinaria industrial	16 horas	Tony Pérez					
2.3.	Desarrollo de etapas para el mantenimiento industrial	16 horas	Tony Pérez					
	TOTAL DE HORAS	40 horas						

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.

Actividad 4. Aprobación del programa de capacitación

Los directivos aprueban el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, estructurado con fechas y temática a facilitar, se realizan las gestiones ante INTECAP Retalhuleu, con el jefe técnico pedagógico, para extender certificado de aprobación de los cursos que desarrollará el tesista.

Actividad 5. Ejecución del programa de capacitación

Se realiza el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial de Agrícola Nueva Granada S.A. El Tumbador, San Marcos, se cumple con las fechas y temáticas establecidas el programa, se proporciona material con la finalidad que pueda servir de apoyo para la implementación del plan.

Se realizan actividades participativas de llenado de formatos, se hace un recorrido en la maquinaria y se explican los procesos, además de la retención de información se hacen cuestionamientos, análisis de la temática, también se da el espacio para dudas y aportes.

Anexo 2. Matriz de la estructura lógica.

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Objetivo general. Disminuir el índice de paradas continuas de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.</p>	<p>En el quinto año de la implementación del plan de mantenimiento se disminuyen las paradas continuas 90%.</p>	<p>Reporte de paros Reporte de paros general Costo-tiempo de paradas anuales.</p>	<p>Los directivos de la empresa contribuyen con las actividades del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria.</p>
<p>Objetivo específico. Reducir las fallas frecuentes de la maquinaria del proceso de transformación de materia prima de Agrícola Nueva Granada S.A., El Tumbador, San Marcos.</p>	<p>Al quinto año después de la implementación del plan de mantenimiento se reducen las fallas en un 90%</p>	<p>Historial de mantenimiento Bitácoras de mantenimiento</p>	<p>Los directivos de la empresa se enfocan en la meta de "no tiempo muerto" en producción para alcanzar la meta establecida.</p>
<p>Resultado 1: Se cuenta con la unidad ejecutora "Agrícola Nueva Granada S.A."</p>			
<p>Resultado 2:</p>			

Se dispone del plan de mantenimiento industrial para la maquinaria			
Resultado 3: Se formula el programa de capacitación al personal del área de mantenimiento industrial.			

Fuente: Pérez, T. julio de 2020.