

DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE  
MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA EMPRESA ARROZ BARICHARA S.A.S EN  
YOPAL-CASANARE.

ALVARO DANIEL GUTIERREZ TOVAR

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA INDUSTRIAL  
PRACTICA EMPRESRIAL  
BOGOTA D.C

2023

DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA  
Y EQUIPO PARA LA EMPRESA ARROZ BARICHARA S.A.S EN YOPAL-  
CASANARE.

ALVARO DANIEL GUTIERREZ TOVAR

PROYECTO

ING. RAFAEL HUMBERTO CASTRO

Asesor

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA - INGENIERIA INDUSTRIAL  
BOGOTA D.C

2023

## Contenido

1.	Introducción	6
2.	Planteamiento del problema	7
3.	Objetivos	8
	<b>3.1. Objetivo general</b>	8
	<b>3.2. Objetivo específico</b>	8
4.	Justificación	9
5.	Antecedentes de la investigación	10
6.	Marco Teórico	11
7.	Marco institucional	14
8.	Marco legal	19
9.	Metodología	20
	<b>9.1 Tipo y diseño de la investigación.</b>	20
	<b>9.2 Población y tamaño de la muestra</b>	20
	<b>9.3 Técnicas de recolección de información</b>	20
	<b>9.4 Recursos</b>	21
	<b>9.5. Diagrama de GANTT</b>	22
10.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	22
10.	Resultados Esperados	24
10.	Resultados	25
10.1	Identificación, y diagnóstico de la maquinaria y equipos de la empresa Barichara S.A	25
10.2	Plan de mantenimiento basado en la situación actual de la empresa Barichara S.A	31
	Diagrama causa efecto con método de las 6m	31
10.3	Herramienta para el seguimiento y control del plan de mantenimiento.	33
11.	Conclusiones.	37
12.	Recomendaciones.	38
13.	Bibliografía	39

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Registro Único Empresarial Y Social (RUES) ARROZ BARICHARA SAS. ....	15
Tabla 2 Recursos necesario para proyecto .....	21
Tabla 3. Resultados esperados.....	24
Tabla 4 Check list operativo.....	28
Tabla 5 Check list preoperativo.....	28

## Lista de Gráficos

Ilustración 1 Diagrama de Ishikawa .....	13
Ilustración 2 Vista satelital de Arroz Barichara SAS (San Rafael).....	15
Ilustración 3 Organigrama de Arroz Barichara .....	17
Ilustración 4 plano de la empresa Arroz Barichara .....	18
Ilustración 5 ficha Técnica Empresa Arroz Barichara S.A.S .....	30
Ilustración 6 DIAGRAMA DE ISHIKAWUA .....	32
Ilustración 7 Menú principal Herramienta de seguimiento y control.....	33
Ilustración 8 sección de maquinaria, herramienta de mantenimiento .....	34
Ilustración 9 botón de mantenimiento del programa de mantenimiento Arroz Barichara .....	34
Ilustración 10 Botón de estadísticas. Herramienta de mantenimiento Arroz Barichara .	36

## **1. Introducción**

ARROZ BARICHARA S.A.S es una empresa que lleva decadas en el mercado y se ha consolidado en la industria alimentaria en la región del Casanare.

En estos años la empresa no ha implementado un plan de mantenimiento para la maquinaria y equipos del proceso productivo, el mantenimiento de estos equipos se realiza hasta que estos fallan, lo que significa pérdidas de producción, no cumplir los pedidos de los clientes, tiempo de ocio para los operarios, etc. todo lo anterior afecta la parte económica de la empresa.

En el presente trabajo se optó por diseñar el plan de Mantenimiento Preventivo, con el objetivo de asegurar la continuidad del proceso productivo, disponibilidad, confiabilidad y rentabilidad de los equipos, garantizar productos de calidad, minimizar tiempos muertos y pérdidas de producción, aumentar la eficiencia de los mantenimientos futuros, también mejorar las condiciones de seguridad de los operarios de las maquinaria y equipos. Para obtener los resultados mencionados anteriormente, se investigarán los aspectos más relevantes sobre el mantenimiento, los diferentes tipos que existen, y la herramienta óptima para hacer el diagnóstico; en este caso, denominada Diagrama de Ishikawa.

Una vez recopilada la información teórica, se realizará la inspección y el diagnóstico a la maquinaria, se procederá a elaborar fichas técnicas y a diseñar el plan de mantenimiento junto con la herramienta para su seguimiento y control.

## **2. Planteamiento del problema**

ARROZ BARICHARA S.A.S es una empresa dedicada a la producción de arroz en varias presentaciones, dentro de su producción maneja maquinaria y equipos para los diferentes procesos como son el secado, descascarado, pulido y para separación de subproductos el empaquetado, entre otros. Todas están sincronizadas para cumplir con la alta demanda del producto.

Actualmente ARROZ BARICHARA S.A.S presenta una alta cantidad de paradas no programadas de las diferentes maquinarias vitales en el proceso, debido en parte a que no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, afectando así, su productividad directa e indirecta; en consecuencia, existe disminución de la producción lo cual hace que la empresa no alcance sus metas.

Adicionalmente, no hay registro de la información técnica de los activos físicos de la empresa, ni registro de inventario de repuestos, equipos, y planes de contingencia.

Dado lo anterior, nace la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento preventivo que mitigue los problemas que surgen en la compañía con el fin de atacar de raíz la problemática.

### **3. Objetivos**

#### ***3.1. Objetivo general***

Diseñar el programa de mantenimiento preventivo para la empresa arroz BARICHARA S.A.S ubicada en Yopal-Casanare.

#### ***3.2. Objetivo específico***

Diagnosticar el estado actual de la maquinaria y equipo de la compañía con el fin de establecer hojas de vida y fichas técnicas.

Estructurar el plan de mantenimiento preventivo a partir de la técnica de causa-efecto (diagrama de Ishikawa), basado en la situación actual de la maquinaria y equipo de la empresa

Diseñar herramienta para el seguimiento y control del plan de mantenimiento

#### **4. Justificación**

El mantenimiento preventivo es una herramienta que otorga parámetros para la detección de fallas y problemas en maquinaria y equipos, ayuda a la disponibilidad y rentabilidad de éstos, garantiza productos de calidad, minimiza tiempos muertos y pérdidas de producción, haciendo más eficiente realizar mantenimientos futuros.

A su vez, previene impactos negativos, dado que asegura la fiabilidad de los equipos, lo que reduce el riesgo de ocurrencia de accidentes catastróficos, como incendios, explosiones, emisiones de sustancias tóxicas, derrames, etc. Adicionalmente, los mantenimientos preventivos minimizan la contaminación.

Se espera que, el diseño y la futura implementación del plan de mantenimiento preventivo, lleve a establecer políticas de mantenimiento en la planeación estratégica de la empresa, con el establecimiento de metas más realistas en la intervención de los equipos y maquinaria, control en la información y registros históricos de los equipos, mejoramiento del control de gastos, así como, seguimiento de los activos de la empresa que garanticen calidad, seguridad y productividad evitando fallas imprevistas, y generando oportunidades de mejora a los activos de la empresa.

## 5. Antecedentes de la investigación

(Tuay Diaz & Laverde, 2016). Diseñó un sistema de gestión de mantenimiento, basado en la herramienta japonesa TPM (propia de la filosofía del mismo origen: Lean Manufacturing). Para cumplir con su objetivo realizó diagnóstico de la situación del departamento de mantenimiento de la empresa Comercial Molinera San Luis S.A.C para determinar diversos indicadores que permitió un mejor diseño del plan enfocados en la urgencia y situación problemática de la empresa.

Clara, Domínguez y Pérez (2013) de la ciudad de San Salvador en su tesis proponen diseñar un sistema de gestión de mantenimiento productivo total dirigido a las instituciones de gobierno, que cuenten con una flota vehicular que les permita una mayor efectividad de sus operaciones. Las estrategias utilizadas entre otros fueron 5 S, Pareto, espina de Ishikawa, método de los 5 por qué, análisis del modo y efecto de fallas, etc., método de los 5 por qué. Dentro de los resultados se minimizó paradas de la maquinaria, mejoró a productividad y la seguridad del personal.

Tuarez (2013) de Guayaquil, Colombia desarrolla en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil la implantación efectiva y gradual de un sistema de mejora continua bajo la filosofía del TPM en la planta elaboradora y comercializadora de bebidas gaseosas. Al implementar este proyecto se redujo la cantidad de tareas de mantenimiento correctivo no planificado que empezó con 25 actividades en el mes de enero y al mes de junio se redujo a 13. Se disminuyó el tiempo de reparación de los equipos, sobre todo en la llenadora de botellas, que como se ha dicho es la que marca el ritmo de la producción de la línea, antes del TPM el tiempo promedio de parada por daño era 1.897 horas y luego gracias a lo aprendido el promedio de parada de esta máquina es 1.308 minutos [...]. Al mejorar las habilidades de los operadores se pudo además reducir los tiempos por calibración de equipos y con esto incrementar la eficiencia en la llenadora [...] (Tuarez, 2013).

## 6. Marco Teórico

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.

La clasificación básica del mantenimiento lo divide principalmente en dos grandes actividades, el preventivo y el correctivo.

La subdivisión más específica del mantenimiento es:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo

**Mantenimiento Correctivo:** El principal inconveniente que presenta este tipo de acción de mantenimiento es que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio o recién pierde su funcionalidad, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización. Si se tiene en cuenta que la mayoría de los operarios encargados de usar los equipos no son expertos en fallas, pueden pasar por altos ruidos y anomalías que pueden significar fallas iniciales o generar otras averías mayores (Navarro y otros, 1997:31).

**Mantenimiento Preventivo:** Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas. La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. El mantenimiento preventivo puede estar basado en las condiciones o en datos históricos de fallas del equipo. Consta de dos categorías; la

primera categoría se basa en datos históricos del equipo. La segunda categoría se basa en el funcionamiento y las condiciones del equipo. (Caro Peña & Altahona Muñoz, 2006).

**Mantenimiento Predictivo y por Condición:** Es el que plantea seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio. (Caro Peña & Altahona Muñoz, 2006).

### **Procesos fundamentales para la aplicación del mantenimiento preventivo**

El mantenimiento Preventivo prevé fallas en los equipos e instalaciones mediante sus tres áreas básicas de acción:

**Limpieza:** La limpieza constituye una actividad sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas. Las maquinarias limpias son más fáciles de mantener; operan mejor y disminuyen la contaminación. **Inspección:**

La inspección constituye la base para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y del equipo. Suministra la información necesaria para llevar a cabo el mantenimiento adecuado y oportuno. El ajuste como consecuencia directa de la inspección se detectan las condiciones inadecuadas de los equipos. **Lubricación:** Esta operación es normalmente realizada de acuerdo con las especificaciones del fabricante y la experiencia obtenida a través del tiempo. Reduce el frotamiento, calentamiento y desgaste de las partes móviles del equipo. (Caro Peña & Altahona Muñoz, 2006).

### **Beneficios del mantenimiento preventivo**

Los principales beneficios del mantenimiento preventivo frente a otros tipos o tareas de mantenimiento son: evitar averías mayores como consecuencia de pequeñas fallas, preparar las herramientas y repuestos; aprovechar, realizar las reparaciones en el momento más oportuno, tanto para producción como para mantenimiento; distribuir la frecuencia de los paros y aprovechar éstos para realizar varias reparaciones diferentes al mismo tiempo. Entre otros beneficios del mantenimiento en general se pueden listar los siguientes:

- Evitar, reducir y llegado el caso, reparar las fallas sobre los bienes de la organización.

- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de maquinaria.
- Evitar accidentes.
- Evitar daños ambientales.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes producidos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo del mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Lograr un uso eficiente y racional de la energía.
- Mejorar las funciones y la vida útil de los bienes.

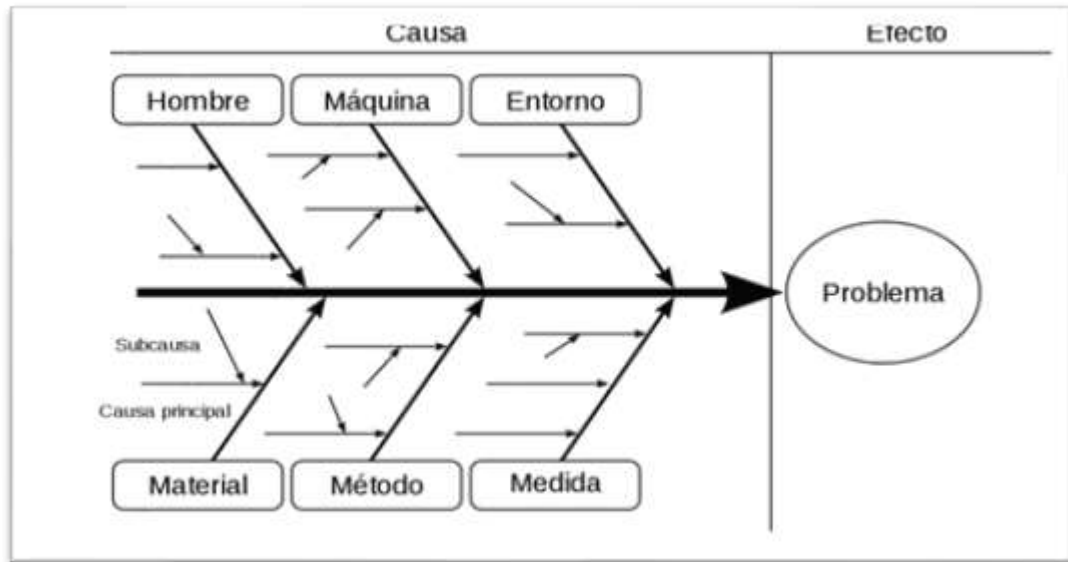
Importancia de planificar Un plan de mantenimiento (preventivo/correctivo) provee beneficios para los usuarios y propietarios de éste. Busca minimizar las fallas prematuras de los diferentes elementos componentes de un edificio, protegiendo así la inversión realizada. Prevenir fallas en la mayoría de los casos es menos costoso que repararlas. Además, implementando un plan ayuda a que los distintos elementos del edificio alcancen su vida útil de forma planificada. (Matulionis & Freitag, 1990).

### **Diagrama de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa nos ayuda a comprender visualmente las causas de los problemas encontrados, esta sencilla herramienta también es conocida como causa-efecto, diagrama de árbol o diagrama espina de pescado.

Es un gráfico que en la parte central tiene una línea con el problema principal, de esta línea se desprenden otras líneas en las que se agrupan las posibles causas separadas por grupos:

*Ilustración 1 Diagrama de Ishikawa*



Fuente. (GEO Tutoriales, 2017)

El diagrama de Ishikawa es **una de las herramientas utilizadas por los expertos en seguridad e higiene** para conocer las causas de los accidentes y evitarlas en un futuro.

## 7. Marco institucional

ARROZ BARICHARA SAS procesa y comercializa productos alimenticios derivados del arroz de alta calidad, con precios asequibles para los consumidores, contribuyendo con la satisfacción de sus necesidades y su bienestar; con un talento humano comprometido con los procesos de calidad y con un gran compromiso social. Sumayor demanda se ubica en los departamentos de Santander, Boyacá, Cundinamarca, Casanare y Bogotá. Esta compañía se encuentra ubicada en el km 8 vía Yopal – Aguazul,

*Ilustración 2 Vista satelital de Arroz Barichara SAS (San Rafael).*



**Fuente:** Google Maps.

*Tabla 1 Registro Único Empresarial Y Social (RUES) ARROZ BARICHARA SAS.*

<b>Razón Social oNombre:</b>	ARROZ BARICHARASAS
<b>NIT.</b>	900474049-9
<b>Matricula:</b>	Sucursal
<b>Organización Jurídica:</b>	Sociedades por Acciones SimplificadasSAS

Fuente: Registro Único Empresarial Y Social (RUES).

### **Procesos**

En Arroz Barichara SAS, el proceso inicia cuando el arroz paddy de los agricultores llega generalmente en camión a granel y es pesado en la báscula, allí se toma una muestra, para determinar su humedad, impurezas, y grano partido, cuyos parámetros determinan el precio de compra del arroz al productor.

Una vez ha pasado por la báscula, el vehículo es descargado en una de las tolvas del molino. El arroz en las tolvas es transportado mediante bandas y elevadores que lo conducen a un proceso de pre-limpieza con el fin de eliminar impurezas (vano, caminadora, etc.).

El molino cuenta con una capacidad de secado de 400 toneladas, cuenta con 20 albercas de secado, cada una con capacidad de 18 toneladas debidamente cubicadas, para un óptimo secado se recomienda entre 10-12 toneladas como máximo.

El secado se realiza mediante dos hornos que utilizan como medio de combustión la cascarilla (subproducto de la trilla), los cuales dirigen calor para 4 líneas de secadoras. Una vez el arroz es secado al punto de humedad establecido (12,5 -13,5), se transporta a los silos de almacenamiento.

La planta tiene una capacidad de almacenamiento de 6.300 toneladas aproximadamente entre 5 silos metálicos. (dos de 1.500 tn, dos de 450tn y uno de 650 tn) y 4 elaborados en concreto. (dos de 750 tn y dos de 140 tn).

Para el proceso de trilla, pasa de los silos de trabajo el paddy seco donde se realiza nuevamente una limpieza con el fin de eliminar todo material extraño, cuando el grano se encuentra seco y limpio se le remueve la cáscara por medio de un molino de rodillos encauchados, donde sale su primer subproducto (cascarilla), cuando el grano se encuentra descascarado se somete a procesos de fricción y abrasión con el fin de remover la capas de salvado (harina) y darle tonalidad blanca y brillante del arroz. Después de pasar por el pulido, se clasifica electrónicamente donde salen varios subproductos (rechazo entero, rechazo partido, cristal y granza), por último, se realiza una mezcla entre el arroz entero y un porcentaje de cristal, con el fin de obtener el arroz de calidad comercial deseada para su respectivo empaque.

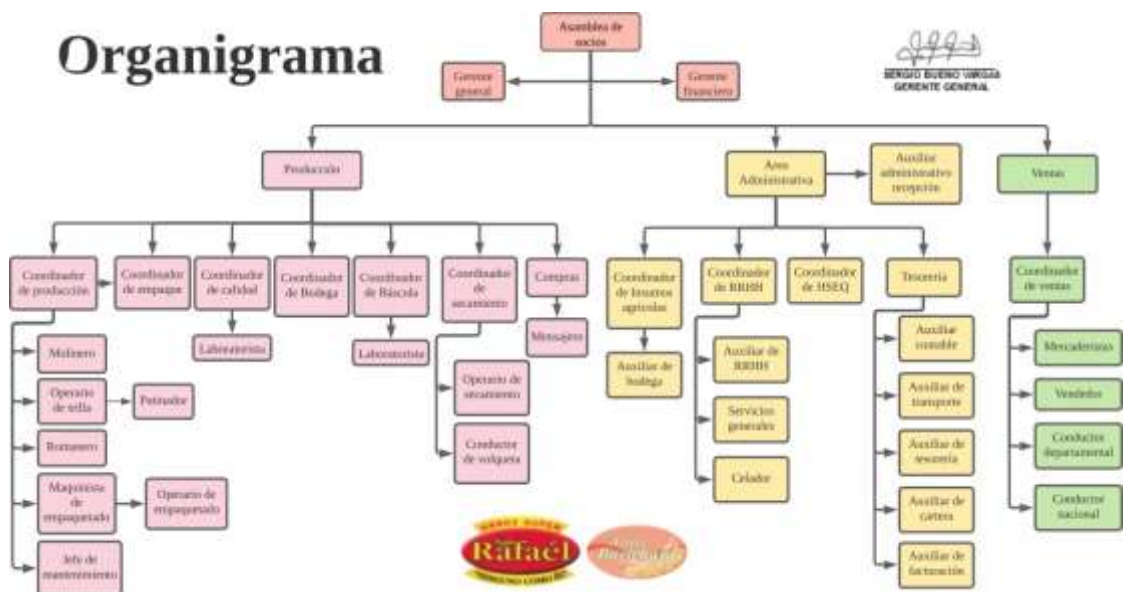
Hoy en día, la empresa tiene un portafolio de producto variado, representado por las marcas San Rafael, Barichara, Criollo Oriental. La diferencia sustancial es el porcentaje de arroz partido que contiene cada uno, siendo Barichara el de mayor porcentaje de arroz entero, seguido por San Rafael, Criollo y por último los de sopa,

como el Oriental. Así mismo, se tienela variedad “arroz amarillo” para la marca San Rafael. Las presentaciones variande 250 g, 460 g, 500 g, 25 Kg y 50Kg.

### Constitución de la empresa

La empresa está constituida por una asamblea de socios dirigida por el gerente general el señor Sergio Bueno Vargas y el gerente financiero el señor Nelson Bueno Vargas, en su personal profesional cuenta con ingenieros, agroindustriales, industriales, de alimentos y con 70 operarios de planta.

Ilustración 3 Organigrama de Arroz Barichara



Fuente. Arroz Barichara SA

### Plano de la empresa

El plano de la empresa se muestra a continuación,



## 8. Marco legal

**Artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012**, establece que los alimentos que se fabrique envasen o importen para su comercialización en el territorio nacional, requerirán de notificación sanitaria, permiso sanitario o registro sanitario, según el riesgo de estos productos en salud pública, de conformidad con la reglamentación que expida el Ministerio de Salud y Protección Social. Que conforme con lo anterior, se hace necesario establecer los requisitos y condiciones bajo las cuales el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos -INVIMA, como autoridad sanitaria del orden nacional, deberá expedir los registros, permisos o notificaciones sanitarias

**Resolución No 00002674 de 2013, Artículo 22.** Sistema de control. Todas las fábricas de alimentos deben contar con un sistema de control y aseguramiento de calidad, el cual debe ser esencialmente preventivo y cubrir todas las etapas de procesamiento del alimento, desde la obtención de materias primas e insumos, hasta la distribución de productos terminados,

Documentación sobre planta, equipos y proceso. Se debe disponer de manuales e instrucciones, guías y regulaciones donde se describen los detalles esenciales de equipos, procesos y procedimientos requeridos para fabricar o procesar productos. Estos documentos deben cubrir todos los factores que puedan afectar la calidad, manejo de los alimentos, del equipo de procesamiento, el control de calidad, almacenamiento, distribución, métodos y procedimientos de laboratorio. (Ministerio de Salud y Protección Social resolución 2674 de 2013).

## **9. Metodología**

### **9.1 Tipo y diseño de la investigación.**

El tipo de investigación que se utilizara en el presente trabajo es una investigación teórica porque genera conocimiento sin colocarlo en práctica. Por consiguiente, recopila datos y así genera nuevos conceptos generales a la que también podemos llamar investigación cualitativa ya que tiene como objetivo rescatar las individualidades, las particularidades del campo social con base a los conocimientos y saberes de los individuos.

El diseño del plan de mantenimiento preventivo tiene como meta hacer un diagnóstico de las maquinarias y equipos de la empresa para así determinar un mejor informe de su estado actual y así establecer un mantenimiento periódico que nos ayude a su prolongar su vida útil.

### **9.2 Población y tamaño de la muestra**

Arroz Barichara SA se encuentra ubicado en Yopal Kilometro 8 vía, Yopal, Aguazul, Casanare.

### **9.3 Técnicas de recolección de información**

Inspección, registro fotográfico, Encuestas, revisión de documentos alineados a mantenimiento preventivo y análisis de información (análisis descriptivo de datos, y análisis inferencial entre escenarios).

## 9.4 Recursos

De acuerdo con el proyecto que se va a realizar es necesario estimar los recursos necesarios para su ejecución, los cuales se relacionan a continuación:

*Tabla 2 Recursos necesario para proyecto*

<b>TIPO RECURSO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR</b>
Recursos Materiales	Computadores	\$3.500.000
	USB	\$30.000
	Libretas	\$40.000
	herramientas	\$300.000
	Esferos	\$40.000
	Impresiones	\$80.000
	Internet	\$150.000
	Fotocopias	\$50.000
	Elementos de protección personal	\$400.000
Recursos empresariales	Molino de arroz Barichara sas	No aplica
Recursos Financieros	Gastos de transporte	\$117.000
	Gastos de alimentación	\$350.000
	Gastos de Hospedaje	\$200.000
<b>TOTAL, RECURSOS PROYECTO</b>		<b>\$5.257.000</b>

Fuente. Autor

### 9.5. Diagrama de GANTT

A partir de lo analizado anteriormente se establece el siguiente plan de trabajo (Diagrama de GANTT) para el desarrollo de las fases del proyecto durante los meses de Abril y Mayo del presente año.

**Tabla 5. Cronograma (Diagrama de GANTT)**

		10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																							
		PROYECTADO				EJECUTADO																																			
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	Semana1				Semana2				Semana3				Semana4				Semana5				Semana6				Semana7				Semana8											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
1	Hacer una revisión bibliográfica de los métodos para la identificación, y diagnóstico de la maquinaria y equipos y metodologías para el diseño de planes de mantenimiento																																								
2	Establecer lista de chequeo para el establecer el paso a paso de las estrategias de mantenimiento																																								
3	Hacer visita a la empresa y tomar registro fotográfico de la maquinaria y equipos.																																								
4	Revisión de fichas técnicas y histórico de mantenimientos																																								
5	Realizar diagnostico basado en la información recopilada																																								



## 10. Resultados Esperados

La siguiente tabla permite mostrar las actividades que se llevaran a cabo para cumplir los objetivos planteados con sus respectivos indicadores y resultados esperados.

Tabla 3. Resultados esperados

Objetivos	Fase	Actividades	Resultados esperados
Identificar y diagnosticar el estado actual de la maquinaria y equipo de la compañía con el fin de establecer hojas de vida y fichas técnicas.	Recopilación de información.	Realizar el recorrido de planta y realizar registro fotográfico de la maquinaria y equipo.  Adaptar la lista de chequeo de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo.  Realizar diseño de hoja de vida.  Registrar información de la maquinaria y equipo.	Lista de chequeo para evaluar estado de la maquinaria y equipo.  Diligenciamiento de las listas de chequeo  Hojas de vida de la maquinaria y equipos.  Fichas técnicas de la maquinaria y equipos.
Estructurar el plan de mantenimiento preventivo a partir de la técnica de causa-efecto (diagrama de Ishikawa) y basado en la situación actual de la maquinaria y equipo de la empresa.	Diseño del plan.	Realizar diagramas de Ishikawa para cada una de las familias de maquinaria de la compañía. Realizar un cronograma para efectuar los mantenimientos de los equipos, basada en la situación actual de la maquinaria y sus respectivas fichas técnicas.	Diagramas de Ishikawa. Cronograma de mantenimiento
Diseñar herramienta para el seguimiento y control del plan de mantenimiento.	Diseño de Herramienta.	Realizar programa de mantenimientos indicando las actividades a realizar por cada máquina.	Programa de seguimiento y control.

Fuente. Autor

## 10. Resultados

### **10.1 Identificación, y diagnóstico de la maquinaria y equipos de la empresa Barichara S.A**

Para estructurar el plan de mantenimiento se procedió como primer paso a realizar la recopilación de la información general de la empresa, a través de recorridos diarios, toma de material fotográfico, además de entrevistas no estructuradas, donde se obtuvo la siguiente información:

Como la empresa lleva varias décadas trabajando en el sector, se evidencia que:

- Existen equipos, maquinaria y herramientas de décadas como también de menos de 5 años; es decir, la modernidad por obsolescencia de equipos, maquinaria y herramientas es alta; adicional hay maquinarias hechas (diseñadas dentro de la misma compañía).
- Se logró establecer que no existe participación por parte del área de mantenimiento en los procesos de compra de nuevos equipos y/o en los proyectos de ampliación, ya que exclusivamente las decisiones las toma la junta directiva.
- Al indagar sobre documentación (manuales, catálogos, recomendaciones, metodología de órdenes de trabajo), se logró establecer que se tiene información de alguna maquinaria, pero esta no se encuentra clasificada ni actualizada. Por otro lado, si se debe solicitar algún repuesto solo se realiza si la maquina ya presenta el daño y se afecta la producción, este proceso lo realiza el encargado de mantenimiento juntamente con la persona que maneja la máquina o equipo.
- No existe un tratamiento computarizado, elaboración de informes, evaluación de los servicios, evaluación de los resultados, establecimiento de metas, acciones administrativas a la hora de realizar mantenimientos.
- No existen cálculos o estimaciones de índices tradicionales (costo de mantenimiento por facturación, porcentaje de mantenimiento preventivo, correctivo y otros servicios etc.);

- Existe una delegación de autoridad (profesional de compras y profesional de calidad y junta directiva) para la solicitud de servicios de mantenimiento;
- Debido a que no hay personal calificado en los manejos de mantenimientos, se da como resultado una ineficiente comunicación entre el personal de mantenimiento y los clientes de sus servicios, por ende, la identificación objetiva no es confiable.
- Se cuenta con dos personas de mantenimiento (jefe y auxiliar). Sus salarios están por debajo del estándar para un cargo de este tipo y sus beneficios son los que exige la ley.
- Existe intercambio de información entre el personal de las dos plantas con las que cuenta la empresa, BARICHARA YOPAL y BARICHARA SANTANDER.
- La escolaridad del personal administrativo se encuentra en un nivel de técnico y tecnólogo mientras que la del personal operativo se encuentra en un nivel básico (primaria y bachillerato);
- Como punto a favor, la empresa busca mantener el mismo personal ofreciendo estabilidad laboral.
- Al no tener claridad o un plan a seguir en el mantenimiento, el área se enfoca en realizar mantenimientos correctivos, por lo que la eficiencia y productividad del personal son aceptables;
- Debido a que no existe control y seguimiento de un plan de mantenimiento, no se puede establecer responsabilidad en los diferentes niveles jerárquicos; como tampoco la existencia y eficacia de los métodos de evaluación de desempeño del personal;
- No existe un programa a nivel interno que permita capacitar y transmitir la experiencia al personal nuevo en el manejo de la maquinaria y equipos con los que cuenta la compañía;
- No existe un programa de aprendizaje de los fabricantes de los equipos instalados en la empresa y entidades de enseñanza;
- Existen pocos incentivos para emitir sugerencias a través de: premios, participación en eventos (congresos, simposios, seminarios, mesas redondas y cursos), visitas etc.;

- No existe participación del mantenimiento en la elaboración de contratos de prestación de servicios;
- No existen criterios en el establecimiento de la previsión de presupuestos del área de mantenimiento (seguimiento, criterios de establecimiento de las cuentas y centro de costos);
- No existen criterios de levantamiento de costos de pérdida de producción debido al mantenimiento;
- No existe un centro de costos para servicios de mantenimiento;
- Existe un nivel de delegación de responsabilidades para compras de pequeño valor (material de uso continuo);
- Tienen repuestos para mantenimientos de maquinaria de trabajo continuo (niveles de “stock” y puntos de reposición adecuados, localización física del almacén, almacenes paralelos, recepción de materiales, y herramientas).
- No existe estandarización de registro de equipo, de mantenimiento, de ocurrencias, de esperas, de reprogramaciones y de cancelamientos;
- Existen pocas recomendaciones de seguridad en algunas áreas de trabajo donde se encuentra la maquinaria;
- No existe un plan de inspecciones continuas;
- No existe un plan de lubricación;
- No existen criterios de archivo de datos de actividades programadas y no-programadas;
- No existe criterio de almacenaje de datos de: disponibilidad de los equipos, duración de las actividades, hombres-hora empleados en cada actividad, material utilizado, costos de mano de obra, servicios contratados y facturación cesante;
- No hay cumplimiento de los plazos de atención de los pedidos debido a mantenimientos correctivos;
- Está en proceso la implementación de evaluaciones de la calidad de los servicios de mantenimiento;
- No hay historial de las averías más frecuentes;
- No existe estructuración del área de mantenimiento para análisis de los reportes, sugerencia de alternativas y establecimiento de metas;

- No existe identificación del proceso deseado de interconexión del sistema de mantenimiento con otros sistemas de la empresa, establecimiento de metas, costos y plazos;

Posteriormente se realizó un check list operativo, donde se evaluó aspectos generales y preoperativos con información específica del equipo o máquina. Para hacer más fácil y entendible se clasificó por áreas y luego por familias.

A continuación, se muestra el diseño del check list operativo y preoperativo. (Ver Anexo 1. Check list operativo y preoperativo)

*Tabla 4 Check list operativo*

NOMBRE	ASPECTOS A EVALUAR	MALACANTES			SCALPERT'S		
		SI	NO	NP	SI	NO	NP
1	ruidos extraños		x			x	
2	movimientos peculiares en la maquina		x			x	
3	permiso de trabajo		x			x	
4	Área de Trabajo Limpia	x			x		
5	Señalizaciones			x			x
6	Herramientas Adecuadas		x			x	
7	Equipos Rotativos Protegidos		x			x	
8	Detectores de Incendio	x			x		
9	Detectores de Gases Tóxicos		x			x	
10	Extintores de Incendios			x			x
11	Cinturón de Seguridad		x			x	
12	EPP Adecuados		x			x	
13	Alarma de Emergencia	x			x		
14	Pisos en Buenas Condiciones		x			x	
15	Iluminación Adecuada			x			x
16	Ventilación Adecuada			x			x
17	Salida de Emergencia	x			x		

*Fuente Autor*

*Tabla 5 Check list preoperativo*

NOMBRE	MALACANTES	FECHA	
		CUMPLE	NO CUMPLE
1	Verificar que no exista alto grado de corrosión	x	
2	Verificar que los tornillos de la base del motor no se encuentren flojos	x	
3	Verifique que no exista grietas, fisuras o roturas en la estructura del motor	x	
4	Verificar el estado de cables		x
5	Verifique que el motor tenga su placa de identificación, en caso contrario verifique que este tenga las características físicas y funcional de diseño del sistema	x	
6	Verificar que no existan humedades ni condensaciones en la bobina ni el cuerpo del motor	x	
7	Verificar que no haya polvo en la bobina ni dentro del motor		x
8	Verificar que no haya soldaduras flojas	x	
9	revisar estado de soga		x
10	Limpiar con aire comprimido el motor		x

*Fuente: Autor*

Además, se estableció el diseño de hojas de vida (Ver Anexo 2. Hojas de vida de maquinaria y equipo) y se recopiló la información de toda la maquinaria y equipos de la empresa donde se estandarizó la información necesaria que se debe tener como lo es,

1. Denominación Del Equipo
2. Marca-Modelo
3. Código
4. Ubicación
5. Fecha De Compra/Fabricación
6. función De La Maquina
7. Fluido energético
8. Tipo De Combustible/Aceite
9. Subproducto /Residuo Generado
10. Accesorios

11. Frecuencia De Mantenimiento
12. Operario
13. Proveedor
14. Histórico De Mantenimientos.

A su vez se estandarizo el diseño de fichas técnicas (Ver Anexo No 3. Fichas Técnicas), allí se recopilo toda la información como se muestra a continuación

*Ilustración 5 ficha Técnica Empresa Arroz Barichara S.A.S*



*Fuente: Autor*

A través de este objetivo se pudo tener claridad de la cantidad de la maquinaria y equipos con la que cuenta la empresa Barichara S.A; y su diagnóstico, información primordial para para el diseño y posterior implementación del plan de mantenimiento que permitirá tener un control de activos fijos en cada una de las áreas de la compañía

Se evaluó el estado de los equipos de una manera general para así determinar su vida útil la ficha técnica de cada uno de ellos teniendo en cuenta si existía mantenimiento preventivo y correctivo históricos.

a partir de los resultados de este primer objetivo se aplicarán todas las oportunidades de mejora y planes de acciones formulados en los dos siguientes objetivos.

## **10.2 Plan de mantenimiento basado en la situación actual de la empresa Barichara S.A**

Para el desarrollo de este objetivo se implementó el diagrama de Ishikawa como herramienta de identificación de los problemas en las maquinaria u equipos más comunes;

Se realizo un diagrama para cada una de las familias de la maquinaria como se muestra en el anexo No 4. Diagramas de Ishikawa.

Diagrama causa efecto con método de las 6m

En este tipo de diagrama de Ishikawa es uno de los más utilizados en las industrias actualmente. En cada categoría se analizan unos elementos y ciertos aspectos cuyos roles en la producción y organización empresarial son relevantes.

- **Materia prima:** se analiza todo aquel material, en términos de calidad, que es utilizado para la manufacturación de los productos.
- **Maquinaria:** corresponde a la parte funcional de los procesos. En este apartado se observa la calidad de las máquinas, su correcto funcionamiento, así como la capacidad de estas para llevar a cabo las tareas en que se desempeñan.
- **Métodos:** aquí se analiza el cómo, y si los medios de los que estamos haciendo uso, como las estrategias y las actividades, producen los resultados deseados.

- **Mano de obra:** se refiere al capital humano del proyecto, y se consideran todos los aspectos relacionados con él, como la capacitación, las relaciones interpersonales, responsabilidad y habilidades.
- **Medio ambiente:** esta categoría se enfoca en el análisis del entorno de trabajo, sobre todo en aspectos como las condiciones y el estado de este.
- **Medición:** por último, en las industrias se debe de llevar un estándar técnico de las mediciones llevadas a cabo en la manufacturación de productos. Aquí, se analizan si los esos estándares se cumplen.

Ilustración 6 DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Fuente. Autor

A partir de lo anterior se diseñó plan de mantenimiento preventivo donde esta codificada la maquinaria o equipo, la frecuencia y el número de semana en las que se debe realizar mantenimiento. Este se realizó teniendo en cuenta las fichas técnicas y mantenimiento preventivo que allí se estableció. (Ver Anexo 5. cronograma de plan de mantenimiento.)

### 10.3 Herramienta para el seguimiento y control del plan de mantenimiento.

Una vez realizado el inventario de los equipos, la verificación de cada uno de ellos y clasificación de la maquinaria, la recopilación de los manuales de cada equipo, la elaboración de las fichas técnicas de los diferentes equipos y maquinaria; se procedió a unir todo en una base de datos en la que se encuentra toda la información de los equipos y maquinas como herramienta de seguimiento y control. (Ver Anexo 6. Herramienta de seguimiento y control Arroz Barichara)

En esta base de datos se encuentran todo lo investigado. Al iniciar con la base de datos se encuentra una página principal de Arroz Barichara con un menú principal, como se muestra en la ilustración 6, tiene un botón de maquinaria, en el cual está el inventario, material fotográfico y especificaciones generales, es decir la ficha técnica. El botón de mantenimientos donde se refleja los mantenimientos realizados, y los pendientes por realizar además donde se puede programar los mantenimientos. Por último, está el botón de estadísticas donde se puedes validar los índices de mantenimientos.

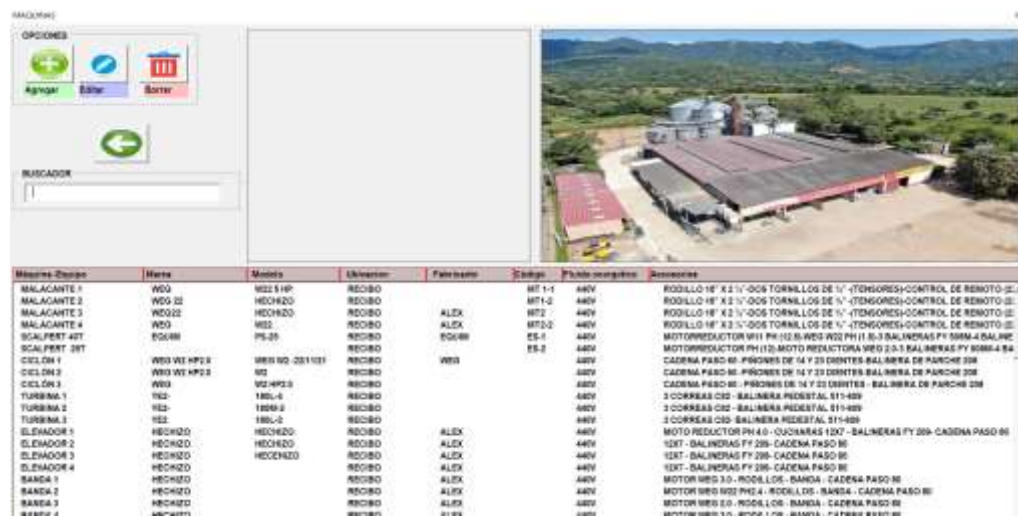
*Ilustración 7 Menú principal Herramienta de seguimiento y control*



Fuente. Autor

Al ingresar en el botón de maquinaria se encuentra una lista de todos los equipos, con su código y foto. Además, tiene una opción de agregar o editar cualquier maquina o borrar si es necesario. Adicional tiene la opción del buscador. Y por último En este hay otro botón de regreso al menú principal Ver la ilustración 7

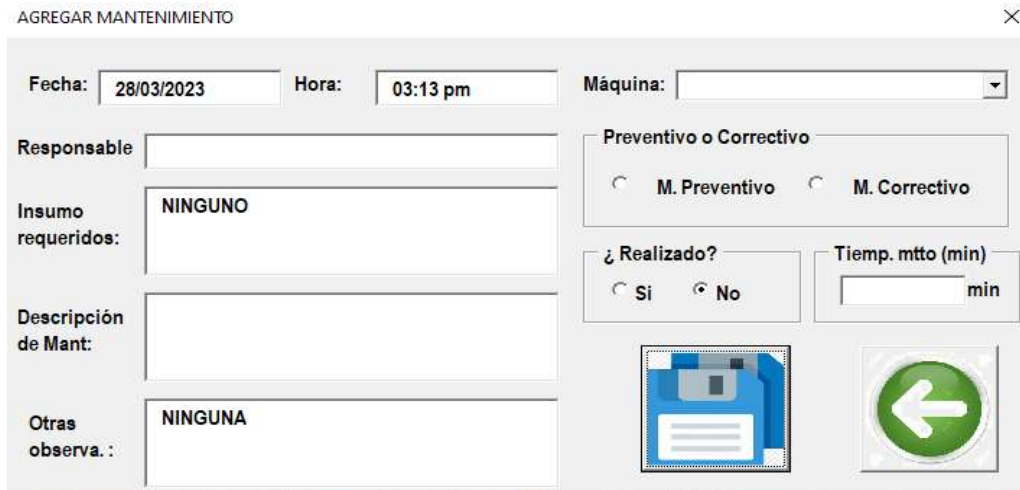
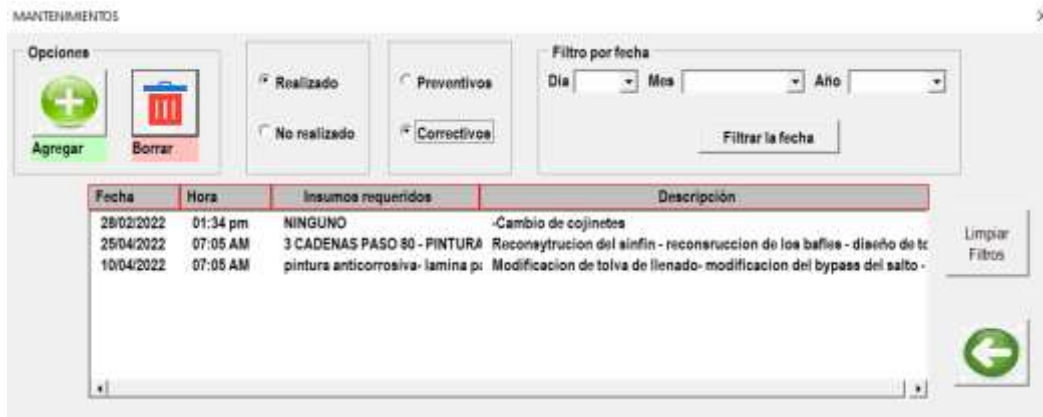
Ilustración 8 sección de maquinaria, herramienta de mantenimiento



Fuente. Autor

Al ingresar al botón de mantenimiento, se tiene la opción buscar los mantenimientos realizados o no, ya sean preventivos o correctivos, además se podrá filtrar por fechas, también tiene la opción de ir agregando con el fin de mantener un histórico de los mantenimientos realizados, con la persona responsable, el tiempo estimado de mantenimientos, insumos requeridos.

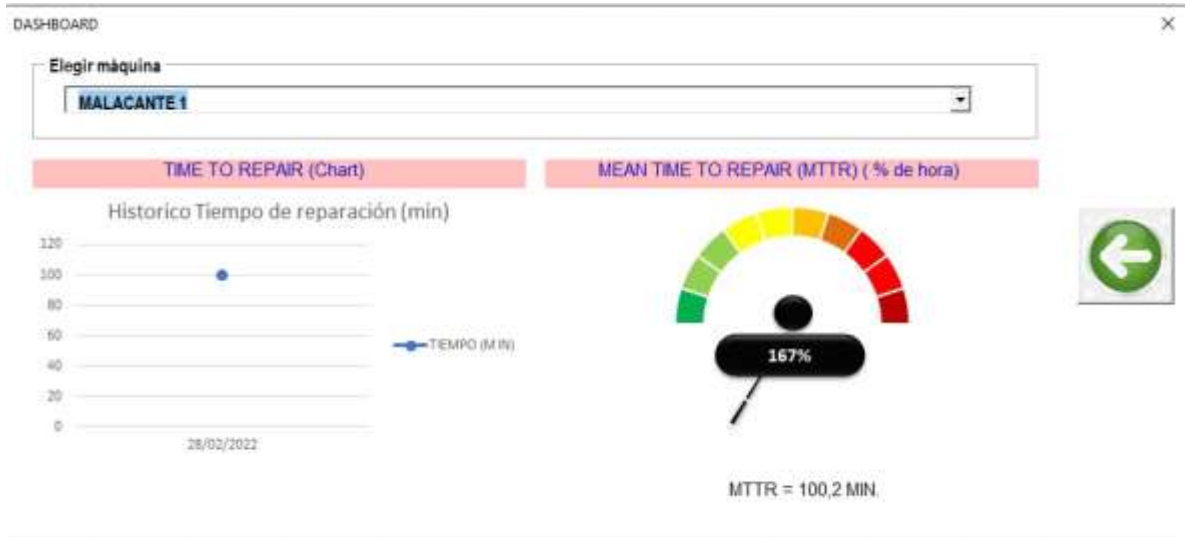
Ilustración 9 botón de mantenimiento del programa de mantenimiento Arroz Barichara



Fuente. Autor

En el botón de estadísticas se podrá visualizar las estadísticas en cuanto al tiempo estimado reparación, mantenimientos realizados, frecuencia, tipos de mantenimiento de los equipos. Ver la ilustración 10.

Ilustración 10 Botón de estadísticas. Herramienta de mantenimiento Arroz Barichara



Fuente. Autor.

Por ultimo se realizo un manual donde se recopila el paso a paso del manejo de programa de mantenimiento. Ver Anexo 7. Manual de la herramienta de seguimiento y control.

## 11. Conclusiones.

En el levantamiento de la información de la maquinaria y equipo, se encontró que la mayoría de estos no contaban con la información técnica necesaria para determinar su funcionamiento y jerarquía dentro de la maquinaria por lo que fue necesario recolectarla de manuales y fichas técnicas de equipos que cumplieran la misma función para así determinar su importancia y jerarquía dentro de los sistemas.

Al finalizar este proyecto se diseñó una herramienta en la que está plasmado la información de todas la maquinaria y equipos de la compañía, estandarizando el registro de la maquinaria, de mantenimiento, de ocurrencias, de reprogramaciones y estadísticas; la cual tiene la opción de agregar y/o editar la información, buscar de manera rápida.

El programa al que se ha llegado nos sirve para tener un inventario actualizado de los equipos, nos ayuda a ver que maquinaria están en óptimas condiciones de uso y que equipos no lo están.

## 12. Recomendaciones.

Mantener actualizadas las hojas de vida de los equipos para lograr recolectar información de mantenimientos correctivos y preventivos que pueda ser útil para la creación de históricos de falla, tiempos fuera de servicio y cantidad de recursos usados en la maquinaria.

Aplicar el plan de mantenimiento para un periodo mínimo de un año. Esto con el fin de poder recolectar información de mantenimiento, gestionarlo, reajustarlo si lo ven conveniente y diseñar indicadores de gestión KPI's para el área de mantenimiento como el tiempo promedio entre fallas y el tiempo promedio de reparación.

Crear un área de mantenimiento con el fin tomar acciones e involucrarse en decisiones de mejoras locativas y compra de maquinaria.

Generar contratos de mantenimientos preventivos con empresas especializadas con el fin de que las maquinaria y equipos que tengas garantías.

Crear presupuestos e indicadores teniendo en cuenta los históricos de mantenimientos con el fin medir y no tener sobrecostos en el futuro.

Realizar jornadas de aseo más frecuentes ya que con los extractores y los ciclones no es suficiente.

Se sugiere implementar el plan de mantenimiento ya que se minimizará los costos, y se podrán usar en otros aspectos relevantes como lo es la capacitación de los empleados.

Al realizar el plan de mantenimiento preventivo se alarga la vida útil de la maquinaria y ayuda a tener calidad en los procesos y en el producto terminado.

### 13. Bibliografía

- Beteta, H., & Granados, E. (s.f.). *Universidad Autonoma de Nicaragua*. Recuperado el 27 de mayo de 2022, de <https://core.ac.uk/download/pdf/94853532.pdf>
- Caro Peña, C. J., & Altahona Muñoz, D. M. (2006). Diseño de un programa de mantenimiento en ETEC SA. Cartagena: Universidad Tecnologica de Bolivar.
- Fernandez Cabañas, M., Garcia Melero, M., & Alonso Orcajo, G. (1998). *Tecnicas para mantenimiento y diagnostico de maquinaria electricas rotativas*. Barcelona: Mercacombo SA.
- GEO Tutoriales. (3 de marzo de 2017). *Blog sobre la Gestión e Investigación de Operaciones con tutoriales y ejercicios resueltos*. Obtenido de Gestión de Operaciones: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Gonzalez Guzman, J. L. (2016). Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la linea de produccion en la empresa LATERCER S.A.C. Universidad Catolica Santo Tobirio de Mogrovejo.
- Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (2013). *Mantenimiento: de exposicion y consecuencias*. octubre.
- Instituto Tecnologico de Costa Rica. (Enero de 2009). Diseño de un Plan Modelo de mantenimiento para Edificios. Costa Rica.
- Morales, M. (2023). EL CONTROL Y SEGUIMIENTO: UNA HERRAMIENTA PARA LA EFICACIA DE LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO.
- Solis Jimenez, M. A. (2011). Diseño de un Programa para el mantenimiento preventivo de la infraestructura en plantas. COSTA RICA: ESCUELA DE INGENIERIA EN CONSTRUCCION.
- TUAY DIAZ, C. H., & LAVERDE, M. C. (2016). DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS AREAS DE OLEO NEUMATICA, MECATRONICA, HIDRAULICA, Y NEUMATICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRON. *DIEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA*

*LAS AREAS DE OLEO NEUMATICA, MECATRONICA, HIDRAULICA, Y NEUMATICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRON. BUCARAMANGA, COLOMBIA.*

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2011). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento. 1-126.