



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

## TESIS DE GRADO

**Plan de mantenimiento preventivo para la empresa procesadora de arroz Trillo San Juan, San Isidro-Matagalpa en el segundo semestre 2025**

Gurdián, C; Cruz, D; Ardón, E.

**Tutor**

Ing. Norvin Eduardo Martínez Flores

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

*¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!*



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

**Centro Universitario Regional de Estelí  
CUR-Estelí**

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”  
Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud

**Plan de mantenimiento preventivo para la empresa  
procesadora de arroz Trillo San Juan, San Isidro-Matagalpa  
en el segundo semestre 2025**

Trabajo de investigación para optar al grado de Ingeniero Agroindustrial

**Autores**

Carlos Alberto Gurdián Tijerino

Dennis Omar Cruz Rodríguez

Eliuth Misael Ardón Castillo

**Tutor**

Ing. Norvin Eduardo Martínez Flores

**Asesor**

Ing. Fabiola Mirelys Luna Ponce

Noviembre, 2025





## Dedicatoria

D.C: A Dios, fuente de toda fortaleza y sabiduría, agradezco por iluminar mi camino durante este largo recorrido. En los momentos más difíciles, cuando las dudas pesaban más que los avances, Su presencia me sostuvo y me permitió seguir adelante con fe y determinación. Sin su guía, este logro no habría sido posible. A mis padres, mi mayor apoyo en la vida, les agradezco con el corazón entero. Gracias por creer en mí incluso cuando yo mismo dudé, por sus palabras de aliento, por su sacrificio silencioso y por enseñarme que las metas se alcanzan con disciplina, humildad y perseverancia. Este triunfo es tan mío como suyo.

También quiero expresar un agradecimiento especial a una persona que marcó profundamente mi vida. A pesar de que hoy ya no está conmigo, le prometí que llegaría hasta el final y culminaría mi carrera... y hoy cumplo esa promesa. Su recuerdo y todo lo que significó para mí me dieron fuerzas incluso en los días más duros. Este logro también se lo dedico, con cariño y con la certeza de que, desde donde esté, comparte conmigo este momento. A todos ustedes, gracias por acompañarme en este camino y ser parte de este logro que hoy celebro.

E.A: Dedico este trabajo final a Dios primeramente quién me ha dado las fuerzas y la sabiduría para cursar la carrera de ingeniería Agroindustrial, a mis padres; quienes me han brindado apoyo a lo largo de todos estos años y me han motivado a no rendirme en todo este proceso de crecimiento personal, a mis compañeros de clases; que me han ayudado y acompañado día a día en todo este proceso, a cada uno de mis maestros; que me han transmitido de sus conocimientos, por la paciencia, por el apoyo y la confianza.

C.G: Me gustaría dedicarle este trabajo a Dios, por ser una luz que guía cada uno de mis pasos, brindarme sabiduría en los momentos de incertidumbre y fortaleza cuando las dificultades parecían superar mis fuerzas. Gracias por acompañarme en silencio y abrir caminos donde no los veía.

A mis padres, con todo mi amor y gratitud por ser mi pilar más firme y mi mayor motivación, gracias por no abandonarme nunca, por sostenerme con su apoyo incondicional y enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a las personas que nos acompañaron y apoyaron a lo largo de este viaje hasta la etapa de culminación, familiares y amigos que siempre nos motivaron a seguir adelante a lo largo de este trabajo.

A los docentes que siempre nos empujaron para ser cada año mejor hasta llegar a este punto y por brindarnos su apoyo a lo largo de esta investigación para que pudiéramos llegar a este punto, gracias a su guía hemos llegado tan lejos.

*Carlos Alberto Gurdían Tijerino*

*Dennis Omar Cruz Rodríguez*

*Eliuth Misael Ardón Castill*



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, ESTELÍ  
“2025: Eficiencia y Calidad para seguir en victorias”  
Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud

### CARTA AVAL DEL TUTOR

Estelí, 03 de diciembre de 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor(a) del trabajo de modalidad de graduación titulado: **“Plan de mantenimiento preventivo para la empresa procesadora de arroz Trillo San Juan, San Isidro-Matagalpa en el segundo semestre 2025** elaborado elaborado por el(la)/los(as) estudiante(s):

Carlos Alberto Gurdián Tijerino	21508926
Dennis Omar Cruz Rodríguez	21500973
Eliuth Misael Ardón Castillo	21509707

Estudiante(s) de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, hago constar que he brindado acompañamiento académico y metodológico durante el desarrollo de dicho trabajo, cumpliendo con lo establecido en el cronograma y en la normativa institucional vigente. Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos y éticos exigidos por la Universidad, en cumplimiento de la modalidad de graduación correspondiente.

Atentamente,

---

Ing. Norvin Eduardo Martínez Flores

Orcid:0001-3220-3326

UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!

Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENATREL, Tel 27137734, Ext 7424  
dceh.curesteli@unan.edu.ni

## Resumen

El presente estudio analiza el estado actual de la maquinaria utilizada en los procesos de secado y trillado de arroz en la empresa Trillo San Juan, ubicada en San Isidro, Matagalpa, con el propósito de proponer un plan de mantenimiento preventivo que mejore la eficiencia operativa y reduzca los costos derivados de fallas no programadas. La investigación inicia contextualizando la importancia del sector arrocero en Nicaragua y los problemas recurrentes que enfrenta la empresa debido a un mantenimiento correctivo.

El objetivo general consiste en diseñar un plan de mantenimiento preventivo, para lo cual se aplicaron métodos mixtos. A nivel cualitativo se emplearon entrevistas y observación directa al personal técnico, mientras el enfoque cuantitativo incluyó listas de verificación, registros de fallas y análisis de indicadores como disponibilidad, MTBF Y MTTR. Esta metodología permitió obtener una visión integral del funcionamiento de las secadoras y trilladoras.

Los resultados revelan fallas frecuentes asociadas a falta de lubricación, desgaste en rodamientos, acumulación de residuos, desajustes mecánicos y ausencia de calibración en sensores. Se identificó alta criticidad en la secadora #1 y la trilladora, ambas responsables de pérdidas operativas y económicas debido a paros no programados.

Se concluye que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo contribuirá a mejorar la disponibilidad de los equipos, disminuir costos operativos, prolongar la vida útil de la maquinaria y garantizar un servicio más eficiente a los productores locales.

**Palabras claves:** Mantenimiento preventivo, maquinaria agroindustrial, eficiencia operativa, secado y trillado, criticidad de equipos.

## Abstract

This study analyzes the current state of the machinery used in the rice drying and threshing processes at the Trillo San Juan company, located in San Isidro, Matagalpa, with the aim of proposing a preventive maintenance plan that improves operational efficiency and reduces costs resulting from unscheduled breakdowns. The research begins by contextualizing the importance of the rice sector in Nicaragua and the recurring problems faced by the company due to corrective maintenance.

The overall objective is to design a preventive maintenance plan, for which mixed methods were applied. At the qualitative level, interviews and direct observation of technical personnel were used, while the quantitative approach included checklists, failure records, and analysis of indicators such as availability, MTBF, and MTTR. This methodology provided a comprehensive view of the operation of the dryers and threshers.

The results reveal frequent failures associated with lack of lubrication, bearing wear, residue accumulation, mechanical misalignment, and lack of sensor calibration. High criticality was identified in dryer #1 and the thresher, both of which are responsible for operational and economic losses due to unscheduled downtime.

It is concluded that the implementation of a preventive maintenance plan will contribute to improving equipment availability, reducing operating costs, extending the useful life of machinery, and ensuring more efficient service to local producers.

**Keywords:** Preventive maintenance, agro-industrial machinery, operational efficiency, drying and threshing, equipment criticality.

## Índice

1.	Introducción .....	1
2.	Antecedentes .....	3
3.	Planteamiento del problema .....	5
4.	Justificación .....	7
5.	Objetivos de investigación .....	9
5.1.	Objetivo General .....	9
5.2.	Objetivos específicos .....	9
6.	Preguntas de investigación / Hipótesis de investigación .....	10
7.	Limitaciones del estudio .....	11
8.	Contexto de la Investigación .....	12
9.	Marco Teórico.....	14
9.1.	Mantenimiento industrial.....	14
9.1.1.	Mantenimiento preventivo .....	14
9.1.2.	Mantenimiento correctivo .....	15
9.1.3.	Mantenimiento predictivo .....	15
9.2.	Codificación de equipos.....	15
9.3.	Criticidad .....	15
9.4.	Eficiencia operativa .....	15
9.5.	Paros no programados .....	16
9.6.	Viabilidad técnica .....	16
9.7.	Viabilidad económica.....	16
9.7.1.	Modelo canvas .....	16
9.7.2.	Fuerzas de Porter.....	16
10.	Diseño metodológico.....	18
10.1.	Tipo de diseño mixto .....	18
10.2.	Tipo de investigación.....	18
10.4.	Variables y categoría (operacionalización de variables) .....	20
10.5.	Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.....	22

10.5.1.	Técnicas cualitativas: .....	22
10.5.2.	Técnicas cuantitativas: .....	22
10.6.	Confiabilidad y validez de los instrumentos.....	24
10.7.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de la información .....	24
10.7.1.	Guía de entrevista estructurada:.....	25
10.7.2.	Ficha de observación directa: .....	25
10.7.3.	Checklist de verificación técnica: .....	25
10.7.4.	Registros de fallas y mantenimientos:.....	26
11.	Análisis y discusión de resultados .....	27
11.1.	Objetivo específico #1 .....	27
11.1.1.	Diagnóstico de la maquinaria.....	27
11.1.2.	Codificación de equipos.....	31
11.1.3.	Criticidad de la maquinaria.....	32
11.1.4.	Análisis de la criticidad .....	34
11.1.5.	Evaluación de desempeño operativo.....	36
11.1.6.	Pérdidas económicas debido a los paros no programados .....	37
11.2.	Objetivos específicos #2 .....	38
11.2.1.	Localización del proyecto.....	38
11.2.2.	Geografía y clima .....	38
11.2.3.	Demografía .....	38
11.2.4.	Definición del proceso de transformación.....	38
11.2.5.	Ingeniería del proyecto .....	40
11.2.6.	Capacidad de producción .....	40
11.2.7.	Capacidad instalada .....	41
11.2.8.	Capacidad efectiva .....	41
11.2.9.	Capacidad real .....	41
11.2.10.	Obras Físicas.....	45
11.2.11.	Mano de obra, herramientas y repuestos.....	46
11.2.12.	Equipo interno:.....	47

11.2.13.	Recursos materiales.....	47
11.2.14.	Repuestos críticos y no críticos (inventario mínimo):.....	48
11.2.15.	Consumibles (mensual):.....	49
11.16.	Estudio financiero .....	50
11.16.1.	Detalles de muebles y encerres.....	50
11.16.2.	Consumibles mensuales .....	51
11.16.3.	Detalle de mano de obra .....	52
11.16.4.	Provisiones de gastos .....	52
11.16.5.	Detalles de servicios y otros gastos .....	53
11.16.6.	Detalles de inversión.....	54
11.16.7.	Depreciación.....	54
11.16.8.	Proyección de costos anuales .....	55
11.16.9.	Ingreso anual proyectado .....	57
11.16.10.	Estado de resultado.....	57
11.16.11.	Flujo de efectivo .....	59
11.17.	Estudio de mercado .....	61
11.17.1.	Segmentación .....	61
11.17.2.	Tamaño y crecimiento .....	61
11.17.3.	Competencia.....	62
11.17.4.	Tendencias .....	62
11.17.5.	Análisis de la oferta .....	64
11.17.6.	Análisis de precios .....	64
11.17.7.	Análisis de los canales de distribución.....	64
11.17.8.	Modelo canvas.....	66
11.17.9.	Las 5 fuerzas de Porter .....	66
11.18.	Objetivo específico 3: Elaborar un plan de mantenimiento preventivo con procedimientos, cronogramas y controles de calidad para la maquinaria. ...	68
11.19.	Impacto económico y social .....	68
12.	Conclusiones .....	70
13.	Recomendaciones .....	72

14.	Referencias .....	73
15.	Anexos .....	76
15.1.1.	Ficha de observación (instrumento cualitativo).....	77
15.1.2.	Lista de verificación o checklist (instrumento cuantitativo) .....	77
15.1.3.	Formulario de registro de fallas (instrumento mixto) .....	79
15.2.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRILLO SAN JUAN .....	80
15.2.1.	Objetivo general del plan .....	80
15.2.2.	Objetivos específicos del plan .....	80
15.2.3.	Alcance del plan.....	80
15.2.4.	Frecuencia de mantenimiento preventivo.....	80
15.2.5.	Actividades de mantenimiento por equipo.....	81
15.2.6.	Registro y control .....	83
15.2.7.	Conclusión .....	85

## Índice de tablas

<i>Tabla 1 Variables y categorías</i> .....	20
<i>Tabla 2 Instrumentos de recolección de datos</i> .....	23
<i>Tabla 3 Diagnóstico individual de la maquinaria</i> .....	27
<i>Tabla 4 Codificación de equipos</i> .....	31
<i>Tabla 5 Rango de criterios usados para el análisis de criticidad</i> .....	32
<i>Tabla 6 Puntuación análisis de criticidad</i> .....	33
<i>Tabla 7 Criticidad de la maquinaria</i> .....	34
<i>Tabla 8 Resultados de la criticidad</i> .....	35
<i>Tabla 9 Evaluación de desempeño operativo</i> .....	36
<i>Tabla 10 Cálculos derivados del desempeño</i> .....	37
<i>Tabla 11 Capacidad de producción</i> .....	42
<i>Tabla 12 Equipo interno requerido</i> .....	47
<i>Tabla 13 Herramientas e instrumentos necesarios</i> .....	47
<i>Tabla 14 Inventario de repuestos críticos y no críticos</i> .....	48
<i>Tabla 15 Consumibles mensuales</i> .....	49
<i>Tabla 16 Detalles de muebles y enceres</i> .....	50
<i>Tabla 17 Costos consumibles mensuales</i> .....	51
<i>Tabla 18 Costos mano de obra</i> .....	52
<i>Tabla 19 Provisiones de gastos</i> .....	52
<i>Tabla 20 Detalles de servicios y otros gastos</i> .....	53
<i>Tabla 21 Detalles de inversión</i> .....	54
<i>Tabla 22 Depreciación</i> .....	54
<i>Tabla 23 Proyección de costos anuales</i> .....	56
<i>Tabla 24 Ingreso anual proyectado</i> .....	57
<i>Tabla 25 Estado de resultado</i> .....	58
<i>Tabla 26 Flujo de efectivo</i> .....	60
<i>Tabla 27 Modelo canvas</i> .....	66

## Índice de figuras

<i>Figura 1 Localización del proyecto</i> .....	38
<i>Figura 2 Proceso de transformación</i> .....	40
<i>Figura 3 Distribución actual de la empresa</i> .....	45
<i>Figura 4 Distribución organizada para implementar el plan</i> .....	46
<i>Figura 5 Canales de distribución</i> .....	65

## **1. Introducción**

La agroindustria es uno de los pilares más importantes para el desarrollo económico y social de Nicaragua, sobre todo en zonas con fuerte vocación agrícola como Matagalpa. En este contexto, el procesamiento de arroz en granza destaca por ser una de las actividades clave, ya que no solo garantiza un alimento esencial en la mesa de las familias, sino que también genera empleo e ingresos en las comunidades rurales. Para que esta actividad se mantenga competitiva y eficiente, es indispensable que la maquinaria funcione en buenas condiciones, de manera que se asegure la continuidad del proceso, la calidad del producto final y el cumplimiento de los compromisos comerciales.

La empresa Trillo San Juan, ubicada en San Isidro, Matagalpa, se dedica al procesamiento industrial de arroz en granza, utilizando principalmente secadoras y trilladoras. Sin embargo, en los últimos años ha enfrentado dificultades técnicas por no contar con un plan de mantenimiento preventivo bien estructurado. Esto ha provocado paradas inesperadas, fallas constantes y consecuencias que afectan directamente la productividad y la estabilidad económica de la empresa.

Entre los principales problemas generados por esta situación se encuentran retrasos en el procesamiento, menor disponibilidad de maquinaria, gastos elevados en reparaciones imprevistas, desgaste prematuro de piezas críticas y un aumento considerable de los costos operativos.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo constituye una estrategia fundamental para mejorar la productividad, garantizar la continuidad operativa y prolongar la vida útil de los equipos. Al establecer rutinas planificadas de inspección, lubricación, ajuste y reemplazo de componentes críticos, es posible reducir los tiempos de inactividad, aumentar la confiabilidad del sistema y optimizar el uso de la maquinaria. Por ello, este estudio se orienta a analizar las condiciones actuales de la empresa y proponer un plan que contribuya a elevar sus niveles de eficiencia y competitividad dentro del sector agroindustrial.

Este tipo de investigación es de enfoque mixto debido a que contiene aspectos cualitativos y cuantitativos, es de tipo descriptivo por que identifica las fallas e incidencias ocurridas en el trillo San Juan, es de corte transversal debido a

que la información es recolecta en un solo periodo para posteriormente ser analizada y discutida; la muestra es por conveniencia ya que se conocía la cantidad de personas que laboraban en dicha área.

El presente estudio está estructurado a partir de numerales, donde se aborda el tema en estudio, antecedentes investigados de acuerdo a la variable en estudio, planteamiento del problema, justificación, Objetivos general y específicos, preguntas de investigación o hipótesis, limitaciones del estudio, contexto de investigación, marco teórico con todas las dimensiones e indicadores que sustentan el estudio, el diseño metodológico cómo se ha realizado la investigación, la elección del tipo de enfoque, estudio, población y muestra, las técnicas de recolección y las variables. Análisis y discusión de los resultados encontrados, las conclusiones que dan respuesta a los objetivos, recomendaciones (plan) a partir de los hallazgos, asimismo incluye las referencias consultadas y los anexos.

## **2. Antecedentes**

Este apartado muestra los antecedentes teóricos que resaltan estudios relacionados al mantenimiento preventivo, con el objetivo de fijar las bases de la investigación con estudios ya realizados.

### **A nivel internacional**

Correspondiente a la investigación elaborada por (Sifuentes Peramas & Chávez Milla, 2020), en la ciudad de Chimbote ubicada en Perú realizaron un estudio titulado “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para reducir costos en la empresa Agroindustrial Atlantic SAC” en Perú. El objetivo fue establecer un plan que optimizara los recursos y redujera los tiempos de inactividad de la maquinaria. La investigación fue de tipo descriptivo, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Los resultados evidenciaron una disminución del 20% en los costos de mantenimiento y un aumento del 15% en la disponibilidad de equipos. Los autores concluyeron que la planificación y seguimiento de rutinas preventivas mejora la eficiencia operativa y prolonga la vida útil de los equipos.

Relación con el estudio actual: Este antecedente aporta evidencia sobre la rentabilidad de aplicar un plan preventivo en empresas agroindustriales, reforzando la necesidad de implementarlo en Trillo San Juan para reducir costos y fallas.

### **A nivel nacional**

En Nicaragua, San Isidro- Matagalpa, el estudio realizado por (Molinares Urbina, Salmerón Roque, & Treminio Icabalceta, 2023) realizaron un estudio titulado “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas secadoras de arroz de la empresa Trillo San Juan” en San Isidro, Matagalpa. El objetivo fue evaluar las condiciones actuales de la maquinaria y establecer un plan básico de mantenimiento. El estudio se desarrolló con metodología descriptiva y observacional. Los resultados mostraron deficiencias en la lubricación, falta de registros de mantenimiento y escaso control de calidad.

Relación con el estudio actual: Este antecedente local guarda relación directa con la presente investigación, ya que aborda el mismo entorno productivo y

evidencia la necesidad de un plan de mantenimiento preventivo más estructurado y sostenible en la empresa.

### **A nivel local**

Otra investigación realizada en Matagalpa por (Marín & Aguinaga Arauz, 2015) en su tesis “Plan de mantenimiento preventivo de máquina pulidora de arroz modelo VJ-III-40” presentada en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), plantearon como objetivo diseñar un plan de mantenimiento que garantizara la operatividad de la maquinaria en una planta procesadora de arroz. La investigación fue de tipo descriptivo, con enfoque técnico-aplicado. Entre los resultados se logró disminuir el tiempo de inactividad en un 30% y se establecieron cronogramas detallados para limpieza, lubricación y ajuste.

Relación con el estudio actual: Este antecedente nacional es directamente comparable, ya que se desarrolla en el mismo rubro del arroz y demuestra la aplicabilidad de planes preventivos en maquinarias similares a las utilizadas por Trillo San Juan.

### 3. Planteamiento del problema

La empresa Trillo San Juan, ubicada en San Isidro, Matagalpa, se dedica a la producción agrícola e industrial, enfocándose principalmente en el procesamiento de arroz en granza mediante el uso de secadoras y trilladoras. El correcto funcionamiento de estas maquinarias es esencial para garantizar la continuidad operativa, los tiempos de entrega y la calidad del producto.

En los últimos años, la empresa ha enfrentado frecuentes fallas técnicas y paros no programados debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo estructurado. Esto ha generado diversas consecuencias negativas:

#### 1. Operativas

- Retrasos en el procesamiento de arroz, afectando los ciclos productivos.
- Disminución de la disponibilidad de maquinaria.

#### 2. Económicas

• Pérdidas por interrupción de operaciones, desperdicio de materia prima y costos imprevistos de reparación.

- Incremento significativo en los costos operativos.

#### 3. Técnicas

• Desgaste prematuro en componentes críticos (zarandas, bandas transportadoras, sinfines, cojinetes, ejes y motores eléctricos).

- Ineficiencia energética por operación en condiciones subóptimas.

Actualmente, la empresa aplica un modelo de mantenimiento correctivo, interviniendo los equipos solo cuando ocurre una falla. Esta práctica reactiva se traduce en:

• Reparaciones de emergencia con poca disponibilidad de repuestos o técnicos especializados.

• Falta de lubricación, ajustes, alineaciones, limpieza preventiva y revisiones periódicas.

• Ausencia de registros históricos confiables y procedimientos estandarizados.

- Una cultura organizacional poco orientada al cuidado de los equipos.

En conjunto, esta situación ha limitado la productividad, reducido la vida útil de la maquinaria e incrementado los costos operativos de la empresa.

Por tanto, es de suma importancia plantear la siguiente interrogante: **¿Puede el mantenimiento preventivo mejorar la productividad del Trillo San Juan?**

#### 4. Justificación

El adecuado funcionamiento de la maquinaria en el procesamiento de arroz en granza es fundamental para garantizar la continuidad operativa, el cumplimiento de los tiempos de entrega y la competitividad de la empresa Trillo San Juan en el mercado. Actualmente, la organización depende de un enfoque de mantenimiento correctivo, lo que ha ocasionado interrupciones en la producción, incremento de costos operativos, reducción de la vida útil de los equipos e insatisfacción de los clientes debido a los retrasos en la entrega.

Este trabajo de investigación tiene como propósito realizar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo para el trillo san juan, a través del estudio se identifica el funcionamiento actual, las incidencias que se han presentado como también la frecuencia.

La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo permitirá establecer rutinas sistemáticas de inspección, limpieza, lubricación, ajustes y reemplazo de componentes antes de que se produzcan fallas críticas. Esto contribuirá a:

- Eficiencia operativa: Mayor disponibilidad de las secadoras y trilladoras, evitando paros no programados.
- Reducción de costos: Disminución de reparaciones de emergencia y un mejor control del presupuesto de mantenimiento.
- Prolongación de la vida útil de los equipos: Prevención del desgaste prematuro de componentes críticos.
- Ahorro energético: Operación de la maquinaria en condiciones óptimas que reduzcan el consumo de electricidad y combustible.
- Gestión organizacional: Establecimiento de registros históricos, procedimientos estandarizados y una cultura de mantenimiento planificado.

Además, este estudio es pertinente porque no solo beneficiará a la empresa Trillo San Juan en términos de productividad y rentabilidad, sino que también puede servir como modelo de referencia para otras agroindustrias de la región que enfrentan problemas similares.

A su vez, será de gran aporte para los estudiantes de las carreras que se involucran con el mantenimiento industrial, un referente para las investigaciones

futuras ya que contiene la identificación de incidencias, fallas como afecta a la productividad de las empresas según los cálculos en el estudio financiero.

## **5. Objetivos de investigación**

### **5.1. Objetivo General**

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Trillo San Juan, San Isidro-Matagalpa en el segundo periodo del año 2025.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar el estado actual de la maquinaria utilizada en el secado y trillado dentro de la empresa.
- Evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo con procedimientos, cronogramas y controles de calidad para la maquinaria.

## **6. Preguntas de investigación / Hipótesis de investigación**

¿La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Trillo San Juan mejorará la eficiencia operativa, reducirá fallas en la maquinaria y optimizará los costos de operación en comparación con el mantenimiento correctivo actual?

## **7. Limitaciones del estudio**

La investigación realizada presenta algunas limitaciones que es importante tener en cuenta al momento de interpretar sus resultados. En primer lugar, el estudio se enfoca únicamente en la empresa Trillo San Juan, ubicada en San Isidro, Matagalpa. Esto restringe la posibilidad de generalizar los hallazgos a otras agroindustrias que puedan diferir en infraestructura, capacidad instalada o disponibilidad de personal. Además, el trabajo se desarrolla durante el primer periodo del año 2025, lo que limita la información a un marco de tiempo específico y deja fuera posibles variaciones en otros momentos del ciclo productivo.

Otra limitación relevante es la poca disponibilidad de datos históricos sobre fallas y mantenimientos, ya que la empresa no cuenta con registros estandarizados ni sistemas digitales para llevar control. Esta situación puede afectar la precisión del diagnóstico inicial y hace necesario apoyarse principalmente en entrevistas con el personal y en la observación directa. De igual forma, el estudio se centra en diseñar un plan de mantenimiento preventivo, pero no incluye su implementación completa ni el análisis a largo plazo de su impacto en la productividad y los costos de operación.

Por último, factores externos como la disponibilidad de repuestos especializados, la variación en el personal técnico o los cambios en el mercado también podrían incidir en la puesta en práctica del plan, sin que sea posible controlarlos dentro del alcance de este trabajo.

## **8. Contexto de la Investigación**

### Ubicación geográfica del proyecto

La empresa Trillo San Juan está ubicada KM 116 carretera panamericana norte, tramo Sébaco-San Isidro, en el departamento de Matagalpa.

### Geografía y clima

La región tiene un clima tropical de sabana, con una estación lluviosa intensa (mayo–noviembre) y una seca marcada (diciembre–abril), donde los ríos como el Río Viejo son vitales para la agricultura, aunque también representan riesgo de inundaciones en temporada de lluvias, mientras que las zonas altas presentan microclimas más húmedos y frescos.

### Demografía

El área en cuestión, con una extensión de 13,981.60 m<sup>2</sup>, cuenta con un total de 10 trabajadores, lo que refleja una baja densidad laboral con relación al espacio disponible. Esta distribución demográfica laboral indica una organización donde el personal posiblemente se especializa en tareas extensivas o de supervisión.

### Actividades económicas

En el KM 116 de la Carretera Panamericana Norte (tramo Sébaco-San Isidro, Matagalpa), las principales actividades económicas giran en torno a la agricultura, con cultivos como caña de azúcar, arroz, hortalizas y café, aprovechando los suelos fértiles del valle de Sébaco y el clima tropical de transición; también destaca la ganadería, así como el comercio y transporte de insumos agrícolas debido a su ubicación estratégica en la Panamericana, que conecta con mercados regionales. Además, existen pequeños negocios de venta de alimentos, talleres mecánicos y servicios logísticos para el tráfico constante de la carretera. En áreas cercanas a San Isidro, se observa cierta actividad vinculada al procesamiento de granos básicos y café, aunque en menor escala comparada con el dinamismo agropecuario del corredor.

### Aspectos culturales y sociales

Están marcados por una identidad rural y tradición agrícola, donde predominan festividades religiosas (como las fiestas patronales en honor a San Isidro Labrador, con procesiones, música de chicheros y bailes folclóricos), así como

una vida comunitaria arraigada en cooperativas agrícolas y pequeñas familias campesinas. La gastronomía local incluye platillos como el gallo pinto, nacatamales y quesillos, influenciados por la cultura mestiza del norte de Nicaragua.

#### Aspectos ambientales

Los aspectos ambientales están influenciados por su ubicación entre el valle fértil de Sébaco y las zonas montañosas circundantes, presentando una biodiversidad característica de la región centro-norte de Nicaragua. La vegetación predominante incluye cultivos extensivos (caña de azúcar, arroz, hortalizas) y, en áreas menos intervenidas, pastizales y bosques secundarios, con especies como madroños, guanacastes y arbustos tropicales. La fauna local está compuesta por aves (loros, garzas, chocoyos), mamíferos pequeños (armadillos, zorros) y reptiles (iguanas, serpientes), aunque su presencia se ha reducido por la expansión agrícola.

#### Situación actual de la empresa

La empresa Trillo San Juan opera en una zona estratégica para la producción arroceras, beneficiándose de la cercanía a los cultivos del valle de Sébaco (principal zona arroceras del país) y de la conectividad vial para la distribución. Actualmente, la planta enfrenta desafíos como la variabilidad climática (sequías o lluvias excesivas que afectan la calidad del grano), la competencia con otras procesadoras de la región y los altos costos energéticos (combustible/electricidad) para el secado mecánico. Aunque cuenta con infraestructura suficiente (13,981.60 m<sup>2</sup>) y un equipo operativo reducido (10 trabajadores), su eficiencia depende de la modernización de maquinaria (para reducir pérdidas de grano) y el acceso a mercados formales que valoren productos de mayor calidad.

## 9. Marco Teórico

El presente apartado muestra todas las dimensiones e indicadores que sustentan el estudio, información necesaria para realizar con profundidad el análisis y discusión de resultados.

### 9.1. Mantenimiento industrial

“El mantenimiento industrial es el conjunto de acciones técnicas y administrativas orientadas a asegurar el funcionamiento continuo y eficiente de los equipos, instalaciones y sistemas utilizados en los procesos productivos. Su objetivo principal es prevenir fallos, corregir averías y mejorar el rendimiento de los activos industriales.” (Universidad Europea, 2025)

En el contexto nicaragüense, (Herrera Cruz, López, & Jarquín , 2022) presentaron la tesis “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento industrial para mejorar la eficiencia de los molinos de la Compañía Cervecera de Nicaragua”, donde analizan cómo estructurar planes técnicos y organizativos de mantenimiento para una planta industrial. Este estudio demuestra que los cronogramas planificados, la formación del personal y el uso de registros técnicos son elementos clave para mejorar la eficiencia operativa.

Por su parte, la investigación titulada “Gestión del mantenimiento industrial en la empresa Olam Nicaragua S. A en el periodo 2019” (Hoot Herrera & Hurtado Aguilar, 2019) expone cómo la falta de un sistema formal de mantenimiento en empresas similares conlleva fallas frecuentes, ausencia de registros y elevados costos imprevistos.

#### 9.1.1. *Mantenimiento preventivo*

(Alex, 2023) lo define de la siguiente manera “El mantenimiento preventivo se basa en la realización de actividades planificadas y sistemáticas para evitar fallos y mantener los equipos en condiciones óptimas. Este enfoque implica inspecciones periódicas, lubricación, ajustes, limpieza y reemplazo programado de piezas desgastadas. El objetivo principal del mantenimiento preventivo es prevenir problemas antes de que ocurran, reduciendo los riesgos de tiempos de inactividad no planificados y costosas reparaciones.”

### **9.1.2. Mantenimiento correctivo**

“El mantenimiento correctivo se lleva a cabo después de que ocurre una avería o fallo en un equipo. En este enfoque, se realiza la reparación necesaria para restaurar el funcionamiento normal de los equipos y reanudar la producción. Si bien el mantenimiento correctivo puede ser inevitable en algunos casos, su objetivo es minimizar el tiempo de inactividad y las interrupciones no planificadas a través de una respuesta rápida y eficiente a los fallos.” (Alex, 2023)

### **9.1.3. Mantenimiento predictivo**

“El mantenimiento predictivo se basa en la monitorización continua de los equipos y la recopilación de datos en tiempo real para predecir la necesidad de mantenimiento. Se utilizan tecnologías y herramientas avanzadas, como el análisis de vibraciones, la termografía y el análisis de aceite, para detectar signos tempranos de problemas y degradación en los equipos. Al predecir el momento óptimo para el mantenimiento, se pueden programar las intervenciones en los momentos más convenientes, evitando tiempos de inactividad innecesarios y costosos.” (Tomás, 2023)

## **9.2. Codificación de equipos**

“La codificación industrial es el proceso mediante el cual se asigna un identificador único a cada equipo, producto, ítem o sistema dentro de una empresa. La empresa puede tener una o más instalaciones y sus equipos pueden ser pocas decenas o miles de ellos. La codificación industrial identifica no sólo equipos físicos tangibles, sino también elementos no tangibles como puede ser el software.” (González, 2021)

## **9.3. Criticidad**

Según (Vedan, 2025) la describe de la siguiente manera. “En el mantenimiento la criticidad es un indicador que se usa para determinar el grado de importancia de uno o varios activos para un determinado proceso de producción”.

## **9.4. Eficiencia operativa**

“La eficiencia operativa representa la capacidad de una organización para optimizar sus procesos internos, reducir costos y maximizar la productividad utilizando los recursos disponibles de la manera más inteligente posible. No se trata

simplemente de trabajar más rápido, sino de trabajar de manera más estratégica y smart.” (itcons.app, 2025)

### **9.5. Paros no programados**

El sitio web (MEXICO INDUSTRY, 2021) nos explica que “en la industria manufacturera el tiempo de paro de los equipos, en particular el tiempo no planeado, representa un problema importante para las empresas; estos paros evidentemente no programados ocasionan un bajo rendimiento que se traduce en clientes decepcionados, todo a causa de las fallas en la maquinaria.”

### **9.6. Viabilidad técnica**

(Martins, 2025) lo describe de la siguiente manera “con el estudio de viabilidad técnica se revisan los recursos técnicos disponibles para el proyecto. Con este estudio determinas si cuentas con el equipamiento correcto y suficiente, y con los conocimientos técnicos necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto.”

### **9.7. Viabilidad económica**

“Un estudio de viabilidad económica se centrará en evaluar los factores económicos del proyecto para determinar su rentabilidad financiera.” (INFINITIA, 2021)

#### **9.7.1. Modelo canvas**

“El modelo de negocio **Canvas** es una herramienta que se utiliza para comprender el funcionamiento de una empresa. Su principal ventaja es que permite visualizar con poco esfuerzo cuáles son los elementos más importantes y cómo interactúan entre ellos. Además, es un método que se puede aplicar tanto para empresas existentes como para proyectos nuevos. En este artículo, veremos cómo funciona y sus ventajas.” (Ruiz, 2025)

#### **9.7.2. Fuerzas de Porter**

“El modelo de las 5 Fuerzas de Porter, llamado así por su creador, Michael E. Porter, nos obliga a poner el foco del análisis en: los clientes, los proveedores, los productos sustitutos, los nuevos competidores potenciales y la competencia. Gracias al análisis de las amenazas de estas fuerzas competitivas, podemos

determinar nuestra posición en el mercado y entender por qué tenemos la cuota de mercado actual.” (Alonso, 2025)

En síntesis, las teorías y estudios revisados muestran que un plan de mantenimiento preventivo, sustentado en registros técnicos y estrategias organizativas, puede reducir fallas, costos imprevistos y mejorar la disponibilidad de la maquinaria. Este marco sustenta la implementación del proyecto propuesto para Trillo San Juan.

## **10. Diseño metodológico**

El siguiente apartado resalta enfoques, métodos, técnicas y procedimientos empleados para la recolección y el tratamiento de la información, permitiendo asegurar la coherencia interna del trabajo y la validez de los resultados obtenidos.

### **10.1. Tipo de diseño mixto**

Es mixto ya que integra tanto el enfoque cualitativo como el cuantitativo para obtener una visión más completa del problema y sus posibles soluciones. El enfoque cualitativo se aplicará a través de entrevistas y observaciones directas al personal encargado de la operación y mantenimiento de la maquinaria, por su parte el enfoque cuantitativo se empleará en la recolección y análisis de datos relacionados a la frecuencia de fallas, tiempos de parada, costos de reparación y proyección económica de la propuesta de mantenimiento preventivo.

### **10.2. Tipo de investigación**

Definición del tipo de investigación:

- Según el nivel de profundidad (exploratoria, descriptiva, correlacional, explicativa): La investigación es de tipo descriptiva y explicativa, ya que caracteriza la situación actual del mantenimiento que se implementa en la empresa, identificando fallas recurrentes, consecuencias técnicas y económicas, siendo descriptiva por lo antes mencionado y explicativa porque busca determinar las causas de los problemas (falta de planificación, ausencia de registros, intervenciones correctivas) y proponer una solución fundamentada mediante un plan de mantenimiento preventivo.
- Según el área de estudio y modalidad de la investigación (educativa, científica, humanística, industrial, científico-sociales; investigación acción participativa, investigación acción educativa): Se enmarca en el área industrial con modalidad de investigación acción participativa, dado que el proceso involucra la participación de los trabajadores de la empresa en el diagnóstico, validación y diseño del plan de mantenimiento preventivo.

- Según la manipulación de las variables (experimental, no experimental, cuasiexperimental): La investigación es no experimental ya que no se manipulan las variables de forma controlada en un entorno artificial, sino que se observa la realidad de la empresa tal como ocurre y se plantea una propuesta de mejora basada en la información recopilada.

- Según el alcance temporal (longitudinal, transversal): Es de tipo transversal ya que se lleva a cabo en un periodo de tiempo específico (segundo semestre del año 2025).

- Según el enfoque filosófico [Explicar paradigma]: Se orienta bajo el paradigma pragmático el cual es propio de los diseños mixtos, que busca integrar métodos cualitativos y cuantitativos para dar respuesta a un problema real.

#### 10.4. Variables y categoría (operacionalización de variables)

Tabla 1 Variables y categorías

<b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>					
<b>Objetivo Específico</b>	<b>Variable</b>	<b>Subvariables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
1. Diagnosticar el estado actual de la maquinaria utilizada en el secado y trillado dentro de la empresa.	Estado de la maquinaria	Condiciones de operación Fallas frecuentes	Porcentaje de equipos en funcionamiento óptimo Número y tipo de fallas registradas por equipo	Observación Revisión de documentos	Lista de verificación Formato de registro de fallas
2. Evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa.	Viabilidad técnica y económica	Costos de implementación Beneficios esperados Recursos necesarios	Costo estimado del plan Reducción de paros y costos de reparación Disponibilidad de personal y repuestos	Análisis cuantitativo Entrevista o encuesta	Formato de presupuesto Indicadores de eficiencia Cuestionario al personal técnico

<p><b>3.</b> Proponer un plan de mantenimiento preventivo con procedimientos, cronogramas y controles de calidad para la maquinaria.</p>	<p>Plan de mantenimiento preventivo</p>	<p>Procedimientos Cronogramas</p>	<p>Número de rutinas y pasos estandarizados. Frecuencia de mantenimiento planificada.</p>	<p>Encuesta o entrevista Observación Revisión de registros</p>	<p>Cuestionario al personal técnico. Cronograma de actividades.</p>
--	---	-----------------------------------	---	--	---

## **10.5. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos**

La recolección de datos para este estudio se basó en técnicas tanto cualitativas como cuantitativas, con el propósito de obtener información relevante sobre las condiciones operativas, el estado de la maquinaria y la eficacia de las prácticas de mantenimiento actuales en las maquinarias.

Técnicas aplicadas

### **10.5.1. Técnicas cualitativas:**

La técnica utilizada fue la entrevista estructurada y no estructurada dirigidas al personal que se encarga de realizar el mantenimiento actual dentro de la empresa (correctivo) y a los operarios de la maquinaria. Por medio de estas entrevistas se identificaron las fallas más frecuentes, las rutinas de mantenimiento ejecutadas, las percepciones sobre la eficiencia del equipo y la organización del trabajo.

Según (Lázaro Gutiérrez, 2021) describe la entrevista como “Una conversación provocada por el entrevistador, dirigida a un número relevante de sujetos que han sido elegidos en base a un plan de investigación. Tiene una finalidad cognoscitiva y está guiada por el entrevistador sobre la base de un esquema determinado de interrogación.”

A su vez también se aplicó la técnica de la observación directa. La cual nos facilitó el registro del funcionamiento real de las maquinarias. “La observación constituye el primer peldaño de todos los métodos de investigación en los que necesariamente se inicia el proceso recopilando información sobre aquello que se desea estudiar. La naturaleza de esta recolección de datos variará dependiendo de si se trata de una investigación cuantitativa o cualitativa.” (Etecé E. e., 2025)

### **10.5.2. Técnicas cuantitativas:**

Se implementaron listas de chequeo y formularios de inspección como instrumentos para recopilar datos numéricos sobre las frecuencias de fallas, tiempos de parada, consumo de repuestos y costos de operación. Los cuales proporcionaron una base objetiva para el análisis estadístico y la comparación de la eficiencia del mantenimiento preventivo.

Las listas de chequeo o checklist se describen como “una herramienta de control. Sirven para verificar los asuntos pendientes y resueltos, y pueden aplicarse a las labores diarias de un trabajador, lo mismo que a los procesos y subprocesos en marcha en un área entera de trabajo”, según se menciona en el sitio web “concepto”. (Etecé E. , 2022)

*Tabla 2 Instrumentos de recolección de datos*

<b>Instrumentos de recolección de datos</b>		
<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Descripción del diseño del instrumento</b>
Entrevista estructurada y no estructurada	Guía de entrevista	Conjunto de preguntas abiertas y cerradas centradas en 3 aspectos: fallas comunes, prácticas de mantenimiento y desempeño.
Observación directa	Ficha de observación	Formato con ítems sobre el estado operativo, seguridad, limpieza y funcionamiento de cada equipo.
Lista de chequeo	Lista de control técnico	Documento con verificación de componentes, fechas de revisión, resultado de la inspección y observaciones.
Formulario de inspección	Formulario de registro de fallas	Tabla estructurada para anotar frecuencia de fallas, tiempo de parada, costos y repuestos utilizados.

Detallar el procedimiento de recolección de datos

El procedimiento de recolección de datos se desarrolló de la siguiente manera:

- **Planificación:** En esta etapa se elaboraron instrumentos y se programaron las visitas realizadas a la empresa Trillo San Juan durante el proceso.
- **Aplicación de entrevista:** Se realizaron entrevistas presenciales al personal técnico y a los operarios, garantizando la confidencialidad y validez de la información.
- **Observación directa:** Se observó el funcionamiento de las máquinas durante los procesos de secado y trillado, registrando datos mayormente sobre condiciones del entorno y de las mismas máquinas.
- **Recolección de datos cuantitativos:** Se completaron las listas de chequeo y formularios durante las jornadas.

#### **10.6. Confiabilidad y validez de los instrumentos**

Los instrumentos utilizados en la presente investigación fueron revisados por una especialista en ingeniería industrial, donde se realizó con el objetivo de aplicar de una manera correcta y concisa los instrumentos para recolectar datos que nos ayudaran a la investigación y lograr darle salida a la problemática.

#### **10.7. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de la información**

El procesamiento y análisis de la información constituye una etapa fundamental dentro del desarrollo de la investigación, ya que permite organizar e interpretar los datos recolectados en resultados claros y relevantes. En este estudio, fue aplicado un enfoque cuantitativo, orientado a describir de manera objetiva el estado actual de la maquinaria empleada en el proceso de secado y trillado de arroz dentro de la empresa. Este enfoque nos facilitó la identificación de patrones de fallas, frecuencia de averías, tiempos de parada y otros factores asociados al desgaste de los equipos y a la ausencia de un plan formal de mantenimiento preventivo.

La información recopilada mediante entrevistas, observación directa y registros internos fue organizada de manera sistemática según categorías, esto permitió

establecer relaciones entre variables como tipo de maquinaria, frecuencia de uso, fallas recurrentes y condiciones operativas.

Los mismos datos fueron trasladados a tablas y cuadros que facilitaron su lectura e interpretación, estas herramientas ayudaron a expresar de manera cuantitativa aspectos como la cantidad de fallas registradas por máquina, el tiempo promedio de reparación y la disponibilidad operativa de los equipos.

Se definieron categorías específicas para agrupar datos similares tales como “componentes críticos”, “modos de falla”, “causas probables” y “frecuencia de mantenimiento”. Esta clasificación permitió analizar tendencias y determinar puntos claves dentro del sistema de mantenimiento.

Los datos más relevantes se representaron mediante gráficos de barras y diagramas comparativos, los cuales facilitaron visualizar los niveles de incidencia de fallas y la relación entre tiempo de operación y deterioro de componentes.

Los instrumentos empleados para la obtención de la información fueron seleccionados según su pertinencia y capacidad para aportar datos confiables:

**10.7.1. Guía de entrevista estructurada:**

Aplicada al personal encargado de la operación y mantenimiento de la maquinaria, con el fin de obtener información sobre rutinas de trabajo, prácticas de reparación, tiempos de respuesta ante fallas y percepción del estado general del equipo.

**10.7.2. Ficha de observación directa:**

Permitió registrar en sitio las condiciones reales del funcionamiento de las máquinas, el nivel de desgaste de las piezas, la limpieza de los sistemas y el comportamiento del operador ante situaciones de riesgo o falla.

**10.7.3. Checklist de verificación técnica:**

Se utilizó para evaluar aspectos específicos como tensión de correas, nivel de lubricación de rodamientos, alineación de ejes, estado de bandas transportadoras y funcionamiento de motores eléctricos. Este instrumento fue clave para ayudarnos a identificar puntos críticos que requieren de una atención inmediata.

#### **10.7.4. Registros de fallas y mantenimientos:**

Se consultaron documentos internos de la empresa, donde se detallan reparaciones realizadas, componentes sustituidos, periodos de parada y costos asociados. Estos mismos sirvieron para establecer tendencias de desgaste y estimar la vida útil de los equipos.

## 11. Análisis y discusión de resultados

En este capítulo expone la interpretación de los datos obtenidos a través de los instrumentos aplicados durante la investigación. En esta sección se contrastan los hallazgos con los objetivos planteados y con el marco teórico, permitiendo identificar tendencias, relaciones y aspectos relevantes que influyen directamente en el fenómeno estudiado.

### 11.1. Objetivo específico #1

- Diagnosticar el estado actual de la maquinaria utilizada en el secado y trillado dentro de la empresa.

#### 11.1.1. Diagnóstico de la maquinaria

El estado de la maquinaria es el que define la calidad del grano durante el proceso, por medio de la observación, entrevistas al encargado y revisando la documentación interna con la que cuenta la empresa se recolectaron los siguientes datos:

Tabla 3 Diagnóstico individual de la maquinaria

DIAGNÓSTICO INDIVIDUAL DE LA MAQUINARIA		
Maquinaria	Principales hallazgos	Riesgos asociados
Secadora #1	Rodamientos del ventilador con desgaste progresivo. Acumulación de residuos en ductos internos, lo que genera una reducción de eficiencia. Tornillería del motor y ventilador con aflojamiento intermitente.	Menor eficiencia térmica. Consumo elevado de combustible (cascarilla). Riesgo de sobrecalentamiento.

	Falta de lubricación en varios puntos inspeccionados.	
Secadora #2	Acumulación de cascarilla en rejillas y cámaras de aire. Tornillo sinfín interno presenta desgaste parcial en las paletas. Falta de calibración anual en el medidor de temperatura.	Riesgo de atasco en el flujo de grano. Pérdida de eficiencia mecánica del sistema. Disminución de uniformidad en el secado.
Secadora #3	Ausencia de lubricación durante los ciclos de operación. Rodamientos del ventilador con desgaste progresivo. Sensor de temperatura con lecturas fluctuantes por conexión floja.	La vibración puede causar desajustes en sensores o soportes internos. Disminución del flujo de aire caliente en zonas específicas.
Trilladora	Desgaste en las zarandas que afecta la calidad de separación. Elevadores de cangilones con desalineación leve. Vibración excesiva en el rotor trillador por desbalanceo.	Disminución de la eficiencia operativa. Incremento de fallas mecánicas y paros no programados. Deterioro de la calidad del producto final. Aumento de costos operativos y de mantenimiento.
Sistema de transporte	Falta de lubricación en varios tramos de cadena.	Incremento del desgaste y fallas prematuras en componentes móviles.

	<p>Poleas con desgaste superficial.</p> <p>Elevadores con residuos que reducen capacidad.</p> <p>Alineación irregular.</p>	<p>Disminución de la capacidad y eficiencia del transporte de grano.</p> <p>Riesgo de desalineación crítica y desprendimiento de componentes.</p> <p>Aumentos de costos por mantenimiento correctivo.</p>
--	--	---

### ➤ Interpretación del diagnóstico

El análisis realizado sobre la maquinaria involucrada en el proceso de secado y trillado de arroz en granza revela una serie de hallazgos técnicos que reflejan el estado actual de los equipos y los riesgos operativos asociados. La información presentada permite comprender el nivel de deterioro de cada máquina, las causas probables de sus fallas y el impacto que estas condiciones generan en la eficiencia global del sistema productivo.

#### • Secadora #1:

Presenta un conjunto de fallas relacionadas con desgaste mecánico, falta de mantenimiento preventivo y condiciones operativas inadecuadas. El desgaste progresivo de los rodamientos del ventilador sugiere que el equipo ha estado funcionando con lubricación insuficiente o con exceso de horas de trabajo continuo sin sustitución preventiva. Este daño provoca vibraciones, ruidos extraños y pérdida de eficiencia en la transferencia de aire caliente.

Asimismo, se observó una acumulación considerable de residuos en los ductos internos, lo que afecta directamente la circulación del aire y reduce la eficiencia térmica del secado. Las obstrucciones generan una mayor demanda de combustible (casarilla), ya que el sistema necesita compensar la pérdida de calor.

Adicionalmente, la tornillería del motor y el ventilador presenta aflojamiento intermitente, indicio de vibraciones excesivas o falta de revisiones periódicas. Este problema compromete la estabilidad del conjunto mecánico y puede derivar en fallas estructurales, la falta de lubricación en varios puntos inspeccionados confirma la ausencia de rutinas preventivas, lo que acelera el desgaste general de la máquina.

- **Secadora #2:**

Los hallazgos se relacionan principalmente con acumulación de materiales, desgaste mecánico moderado y ausencia de calibraciones técnicas esenciales. La presencia de cascarilla acumulada en rejillas y cámaras de aire limita el paso adecuado de flujo térmico, lo que disminuye la uniformidad del secado y aumenta el riesgo de obstrucciones.

El tornillo sinfín interno muestra desgaste parcial en sus paletas, lo que afecta la capacidad de transporte del grano y genera pérdidas de eficiencia mecánica. Esto implica que el flujo del grano no es constante y puede provocar retrasos o atascos en el proceso.

La falta de calibración anual en el medidor de temperatura es un aspecto crítico, ya que afecta la precisión del control térmico y las lecturas incorrectas puede generar secado insuficiente o sobrecalentamiento del producto.

- **Secadora #3:**

La última secadora, aunque operativa, presenta fallas directamente relacionadas con la lubricación y el control electrónico; la ausencia de lubricación adecuada durante los ciclos de operación acelera el desgaste de componentes móviles, especialmente en los rodamientos del ventilador que muestran un deterioro progresivo.

Además, el sensor de temperatura registra lecturas fluctuantes debido a conexiones flojas, lo que compromete la exactitud del control térmico y genera zonas con menor entrada de calor o temperatura inconsistente, afectando la calidad del secado.

- **Trilladora:**

La trilladora muestra problemas estructurales que pueden afectar tanto la calidad del grano como la estabilidad operativa del equipo. El desgaste en la zaranda entorpece la capacidad de separación, lo que incrementa la presencia de impurezas y granos partidos en el producto final, esto afecta la calidad comercial del arroz y puede generar rechazo o reclamos por parte de los productores.

Los elevadores de cangilones presentan una desalineación leve, lo cual incrementa el desgaste en bandas, cangilones y rodamientos aumentando el riesgo de fallas súbitas. De igual forma, el rotor trillador presenta vibración excesiva por

desbalanceo, que acelera la fatiga mecánica y representa una amenaza para la integridad estructural del equipo.

– **Sistema de transporte:**

Este sistema exhibe fallas relacionadas con lubricación insuficiente, desgaste en componentes y presencia de residuos que afectan la capacidad del traslado de grano. La falta de lubricación en las cadenas produce aumento de fricción y acelera el desgaste de ejes y poleas, las poleas presentan desgaste superficial que comprometen la tracción y alineamiento.

La acumulación de residuos en los elevadores reduce la capacidad efectiva del transporte y puede generar atascos o pérdida de fluidez en el proceso, asimismo, la alineación irregular es un factor crítico que afecta la vida útil de los componentes y aumenta el riesgo de desprendimiento.

El diagnóstico evidencia que la maquinaria presenta un patrón recurrente de desgaste, falta de lubricación, acumulación de residuos, desajustes mecánicos y ausencia de calibraciones regulares. Estos factores afectan la eficiencia general del proceso productivo, aumentan los costos de operación y elevan el riesgo de fallas mecánicas que pueden generar paros no programados.

La información obtenida reafirma la necesidad urgente de implementar un plan de mantenimiento preventivo, que asegure continuidad operativa, disminución de riesgos y una mejora sostenible en la calidad del proceso agroindustrial.

**11.1.2. Codificación de equipos**

Se asignó una codificación a la maquinaria actual de la empresa debido a que no cuentan con una codificación actual. La cual sería la siguiente:

*Tabla 4 Codificación de equipos*

<b>N°</b>	<b>Máquina o equipo</b>	<b>Código</b>
1	Secadora de arroz 300qq	SEC-001
2	Secadora de arroz 300qq	SEC-002
3	Secadora de arroz 350qq	SEC-003
4	Trilladora de arroz	TRI-001

### 11.1.3. Criticidad de la maquinaria

Basándonos en el concepto descrito en el marco teórico se realizó el estudio de la criticidad de la maquinaria para determinar los activos importantes que requieren más atención debido a su frecuencia de fallas.

Criterio para realizar la criticidad

- Frecuencia de falla (FF)
- Impacto operacional (IO)
- Flexibilidad operacional (FO)
- Costos de mantenimiento (COM)
- Impacto de seguridad e higiene (SAH)

Formula.

- Índice de criticidad: Frecuencia X consecuencia.
- Frecuencia: Rango de fallas en un tiempo determinado
- Consecuencia: (Impacto operacional X Flexibilidad + costos de mantenimiento + impacto de seguridad, ambiente e higiene)

Rango de los criterios utilizados para el análisis de la criticidad con su respectiva ponderación.

Tabla 5 Rango de criterios usados para el análisis de criticidad

<b>Frecuencia de fallas</b>	<b>Valor</b>
Alta (1 falla a la semana)	5
Mediana (1-2 falla mensual)	3
Baja (2 fallas cada mes)	2
Muy baja (1-2 fallas al año)	1
<b>Impacto Operacional</b>	<b>Valor</b>
Afecta más del 60% la producción	5
Afecta entre el 30-60% la producción.	3
Afecta menos del 30% la producción	2
No genera ningún impacto significativo	1
<b>Flexibilidad operacional</b>	<b>Valor</b>
No existe opción de repuesto en almacén	5
Hay opción de repuesto compartido almacén	3
Función de repuesto disponible	1
<b>Costos de mantenimiento</b>	<b>Valor</b>

Mayor o igual a C\$9,000.00	5
Inferior a C\$ 9,000.00	2
<b>Impacto de seguridad e higiene</b>	<b>Valor</b>
Riesgo alto sobre las personas y el medio ambiente	5
Riesgo medio sobre persona y medio ambiente	3
Riesgo bajo o casi nulo sobre personas y medio ambiente	2
No provoca ningún tipo de daño a personas	1

Tabla 6 Puntuación análisis de criticidad

Equipos	SEC-001	SEC-002	SEC-003	TRI-001
<b>Frecuencia de fallas</b>				
Alta (1 falla a la semana)				
Mediana (1-2 falla mensual)				
Baja (2 fallas cada mes)				
Muy baja (1-2 fallas al año)				
<b>Impacto Operacional</b>				
Afecta más del 60% la producción				
Afecta entre el 30-60% la producción.				
Afecta menos del 30% la producción				
No genera ningún impacto significativo				
<b>Flexibilidad operacional</b>				
No existe opción de repuesto en almacén				
Hay opción de repuesto compartido almacén				
Función de repuesto disponible				
<b>Costos de mantenimiento</b>				
Mayor o igual a C\$9,000.00				
Inferior a C\$ 9,000.00				
<b>Impacto de seguridad e higiene</b>				
Riesgo alto sobre las personas y el medio ambiente				
Riesgo medio sobre persona y medio ambiente				
Riesgo bajo o casi nulo sobre personas y medio ambiente				

No provoca ningún tipo de daño a personas				
---	--	--	--	--

Tabla 7 Criticidad de la maquinaria

Equipo	FF	IO	FO	COM	SAH	Consecuencia	IC
SEC-001	3	3	5	5	2	22	66
SEC-002	2	2	3	2	2	10	20
SEC-003	2	2	3	2	2	10	20
TRI-001	3	3	5	5	2	22	66

#### 11.1.4. Análisis de la criticidad

La tabla proporcionada muestra la evaluación cuantitativa de cuatro equipos usados en el proceso de secado y trillado de arroz en granza, para los cuales se analizaron 5 criterios: frecuencia de fallas (FF), impacto operacional (IO), flexibilidad operacional (FO), costos de mantenimiento (COM) y seguridad e higiene (SAH). A partir de estos valores se calculó la consecuencia y finalmente el índice de criticidad (IC), que permite priorizar los equipos dentro del plan de mantenimiento preventivo.

##### Frecuencia de fallas (FF):

- SEC-001 y TRI-001 presentan una frecuencia de fallas moderada (3) que equivale a 1-2 fallas mensuales, esto indica desgastes recurrentes, deficiencias acumuladas y falta de mantenimiento preventivo.
- SEC-002 y SEC-003 muestran una frecuencia baja (2), lo que significa que sus fallas son menos recurrentes y el equipo mantiene un desempeño más estable.

Observación: Los equipos con FF=3 requieren atención prioritaria para evitar que la falta de mantenimiento incremente la tasa de fallas a niveles altos.

##### Impacto operacional (IO):

- SEC-001 y TRI-001 tienen una IO de 3, lo cual implica que una falla afecta entre un 30-60% de la producción. En el caso particular de la trilladora esta afectación puede incluir pérdidas de calidad del producto final.

- SEC-002 y SEC-003 muestran un IO de 2, lo que representa un impacto menor al 30% en caso de falla.

Observación: Las máquinas con IO=3 son esenciales para la continuidad del proceso y su falla ocasiona retrasos significativos.

**Flexibilidad operativa (FO):**

- SEC-001 y TRI-001 tienen FO=5, el valor más alto, lo que significa ausencia de repuestos disponibles en almacén. Este factor es crítico, pues ante una falla el tiempo de paro se prolonga.

- SEC-002 y SEC-003 cuentan con FO=3, indicando disponibilidad parcial de repuestos o sustitutos.

Observación: La falta de flexibilidad convierte a la SEC-001 y TRI-001 en equipos estratégicos que requieren un plan de abastecimientos de repuestos.

**Costos de mantenimiento (COM):**

- SEC-001 y TRI-001 tienen costos elevados (COM=5), asociados a componentes costosos, mano de obra especializada y necesidad de intervenciones frecuentes.

- SEC-002 y SEC-003 muestran costos menores (COM=2), lo que hace su mantenimiento menos demandante.

Observación: Los costos elevados aumentan la consecuencia y justifican priorizar acciones preventivas para reducir reparaciones mayores.

**Seguridad e higiene (SAH):**

- Todos los equipos tienen un valor SAH=2, lo cual implica un riesgo medio para el personal o el proceso.

Observación: Aunque no existe una variación marcante, el riesgo siempre debe valorarse dentro de los procedimientos de mantenimiento.

*Tabla 8 Resultados de la criticidad*

Resultados de la criticidad		
Equipo	Índice de criticidad	Estado
SEC-001	66	Criticidad alta
SEC-002	20	Criticidad media-baja
SEC-003	20	Criticidad media-baja
TRI-001	66	Criticidad alta

La evaluación muestra una clara diferenciación entre los equipos más críticos y los secundarios:

- La secadora #1 y la trilladora constituyen la mayor amenaza para la continuidad del proceso productivo debido a su combinación de fallas recurrentes, alto impacto, falta de repuestos y costos elevados.
- Las secadoras #2 y #3 presentan un comportamiento estable y menor severidad de falla, por lo que su mantenimiento puede ser programado sin urgencia.

### 11.1.5. **Evaluación de desempeño operativo**

Tabla 9 Evaluación de desempeño operativo

Equipo	Horas operativas	Horas totales programadas	N° de fallas (año)	Horas de reparación (totales)	N° de reparaciones (año)
SEC-001	320	360	2	16	2
SEC-002	320	360	0	0	0
SEC-003	320	360	0	0	0
TRI-001	320	360	2	20	2

Cálculos derivados: Con los datos recolectados se realizaron cálculos para determinar la disponibilidad de la maquinaria, el tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio entre reparaciones (MTTR).

(Rosales, 2023) define la disponibilidad como “la probabilidad de que un sistema, equipo o componente realice la función prevista cuando sea requerido. Se expresa en porcentaje y tiene en cuenta tanto la confiabilidad como la mantenibilidad del sistema.”

En el sitio web (eurofins, 2025) definen el tiempo medio entre fallas como “un indicador de mantenimiento muy importante para cualquier empresa que quiera llevar el control de sus activos, equipos, maquinaria, y cuyas siglas en inglés significan Mean Time Between Failures o en español Tiempo Medio Entre Fallos.”

Por otro lado, el tiempo medio entre reparaciones es “es una métrica ampliamente utilizada que estima el tiempo promedio en que un sistema probablemente necesitará para ser reparado antes de poder reanudar su operación normal. También se le conoce, en algunas ocasiones, como tiempo medio de resolución, recuperación o respuesta.” (Kirvan, 2025)

Por los conceptos antes mencionados, en la siguiente tabla se reflejan los valores que ayudan a medir los 3 valores en la evaluación del desempeño operativo.

Tabla 10 Cálculos derivados del desempeño

Equipos	Disponibilidad	MTBF	MTTR
<b>SEC-001</b>	88.89%	160 horas	8 horas
<b>SEC-002</b>	88.89%	N/A	N/A
<b>SEC-003</b>	88.89%	N/A	N/A
<b>TRI-001</b>	88.89%	160 horas	10 horas

### **11.1.6. Pérdidas económicas debido a los paros no programados**

Tanto la secadora #1 como la trilladora presentan paros no programados en lo que va del año, en donde una estuvo detenida por 16 horas totales y la otra por 20 horas totales; teniendo en cuenta que la secadora se demora de 12 a 13 horas para reducir el porcentaje de humedad del arroz al 12% en capacidad máxima (300qq) y que la trilladora se demora alrededor de 6 horas en trillar esa cantidad. Se realizaron los siguientes cálculos:

Para la secadora: Si se secan 300 qq en un tiempo de 13 horas, haciendo una regla de 3 ( $16 \times 300 / 13$ ) nos da un total de 369.20 qq de arroz que pudieron haberse secado en las 16 horas que estuvo detenida la secadora a un precio de C\$ 33.00 el proceso por qq, genera pérdidas económicas de C\$ 12,183.60 al estar fuera de servicio dicho equipo.

Para la trilladora: Es una maquinaria capaz de trillar 300 qq de arroz en un tiempo de alrededor de 6 horas, siendo un valor de 1000 qq que no se pudieron trillar por el tiempo de parada que tuvo la trilladora de 20 horas totales, con pérdidas económicas de C\$ 33,000.00.

## 11.2. Objetivos específicos #2

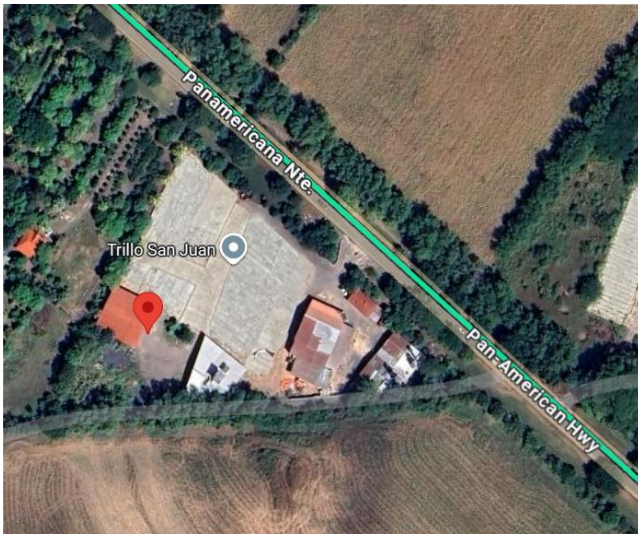
- Evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa.

### Estudio técnico

#### 11.2.1. Localización del proyecto

La empresa Trillo San Juan está ubicada KM 116 carretera panamericana norte, tramo Sébaco-San Isidro, en el departamento de Matagalpa.

Figura 1 Localización del proyecto



#### 11.2.2. Geografía y clima

La región tiene un clima tropical de sabana, con una estación lluviosa intensa (mayo–noviembre) y una seca marcada (diciembre–abril), donde los ríos como el Río Viejo son vitales para la agricultura, aunque también representan riesgo de inundaciones en temporada de lluvias, mientras que las zonas altas presentan microclimas más húmedos y frescos.

#### 11.2.3. Demografía

El área en cuestión, con una extensión de 13,981.60 m<sup>2</sup>, cuenta con un total de 10 trabajadores, lo que refleja una baja densidad laboral con relación al espacio disponible. Esta distribución demográfica laboral indica una organización donde el personal posiblemente se especializa en tareas extensivas o de supervisión.

#### 11.2.4. Definición del proceso de transformación

La implementación del plan de mantenimiento preventivo en Trillo San Juan se realizará mediante un proceso estructurado y secuencial, que garantiza la correcta

operación de la maquinaria y la continuidad de los servicios de secado y trillado. Este proceso puede describirse en las siguientes etapas:

1) Diagnóstico inicial de la maquinaria: Se evalúa el estado actual de los equipos en la empresa, identificando fallas, desgastes, niveles de lubricación y problemas recurrentes.

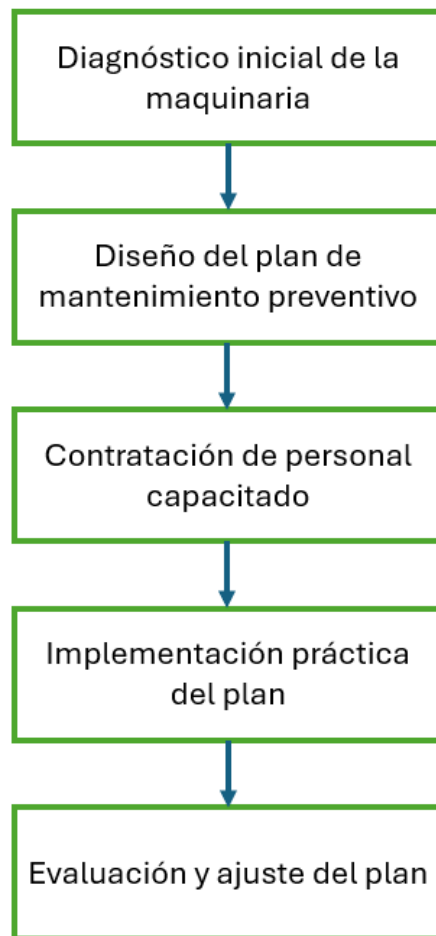
2) Diseño del plan de mantenimiento preventivo: Consiste en definir procedimientos de mantenimiento preventivo y uso adecuado de herramientas, elaboración de cronogramas de inspección, inventario, calendario de actividades, limpieza, lubricación, ajustes y sustitución de componentes críticos. A su vez también se establecen controles de calidad y métricas de seguimiento.

3) Contratación de personal capacitado: En este paso se busca formar un equipo capaz de llevar a cabo las actividades establecidas para cada equipo en la empresa.

4) Implementación práctica del plan: Consiste en ejecutar las tareas de mantenimiento según los cronogramas establecidos y el uso de registros físicos o digitales para documentar cada intervención realizada.

5) Evaluación y ajuste del plan: Revisión periódica de los resultados obtenidos, ajustes de procedimientos y cronogramas en función de la experiencia y eficiencia observada y el establecimiento de un ciclo continuo de mejora.

Figura 2 Proceso de transformación



### **11.2.5. Ingeniería del proyecto**

El éxito de un proyecto agroindustrial, como una planta de procesamiento de arroz, depende en gran medida de la correcta definición de su tamaño, entendido como la capacidad de producción instalada y la escala de operación necesaria para garantizar rentabilidad y sostenibilidad a mediano y largo plazo.

### **11.2.6. Capacidad de producción**

La capacidad es el volumen de producción o número de unidades que puede alojar, recibir, almacenar o producir una instalación en un periodo de tiempo específico. A menudo, la capacidad determina los requerimientos de capital y, por consiguiente, una gran parte del costo fijo. La capacidad también determina si se cumplirá la demanda o si las instalaciones estarán desocupadas.

### **11.2.7. Capacidad instalada**

La capacidad de diseño es la producción teórica máxima de un sistema en un periodo dado bajo condiciones ideales. Normalmente se expresa como una tasa, como el número de toneladas de acero que se pueden producir por semana, por mes o por año.

### **11.2.8. Capacidad efectiva**

La capacidad efectiva es la capacidad que una empresa espera alcanzar dadas las restricciones operativas actuales. A menudo la capacidad efectiva es menor que la capacidad diseñada debido a que la instalación puede haber sido diseñada para una versión anterior del producto o para una mezcla de productos diferente que la que se produce actualmente.

### **11.2.9. Capacidad real**

Es aquella máxima obtenida de forma real en condiciones normales y considerando que durante todo el tiempo disponible no es posible estar en tiempo de transformación, sino que inevitablemente hay tiempos de parada mínimos para preparar y reparar las máquinas e instalaciones.

Tabla 11 Capacidad de producción

Nombre del equipo	Capacidad instalada	Capacidad efectiva	Capacidad real	Utilización y eficiencia
SECADORA #1	Capacidad del equipo, por las horas del día, por los días de la semana: $300 \times 2 \times 7 = 4,200$ qq semanales	Capacidad del equipo, por las horas que se laboraran (turno), por los días que se producirá: $300 \times 1 \times 7 = 2,100$ qq semanales	Capacidad del equipo, por las horas que se utilizará, por los días que se producirá: $300 \times 1 \times 6 = 1,800$ qq semanales	Utilización= capacidad real sobre la capacidad instalada por 100% $CR = 1,800$ $CI = 4,200 \times 100\%$ = 42.86% de utilización Eficiencia= capacidad real, sobre la capacidad efectiva por el 100% $CR = 1,800$ $CE = 2,100 \times 100\%$ = 85.71% de eficiencia

SECADORA #2	<p>Capacidad del equipo, por las horas del día, por los días de la semana:  <math>300 \times 2 \times 7 = 4,200</math> qq semanales</p>	<p>Capacidad del equipo, por las horas que se laboraran (turno), por los días que se producirá:  <math>300 \times 1 \times 7 = 2,100</math> qq semanales</p>	<p>Capacidad del equipo, por las horas que se utilizará, por los días que se producirá:  <math>300 \times 1 \times 6 = 1,800</math> qq semanales</p>	<p>Utilización= capacidad real sobre la capacidad instalada por 100%  <math>CR = 1,800</math>  <math>CI = 4,200 \times 100\%</math>  <math>= 42.86\%</math> de utilización  Eficiencia= capacidad real, sobre la capacidad efectiva por el 100%  <math>CR = 1,800</math>  <math>CE = 2,100 \times 100\%</math>  <math>= 85.71\%</math> de eficiencia</p>
-------------	---	--	--	--

SECADORA #3	<p>Capacidad del equipo, por las horas del día, por los días de la semana:  <math>400 \times 2 \times 7 = 5,600</math> qq  semanales</p>	<p>Capacidad del equipo, por las horas que se laboraran (turno), por los días que se producirá:  <math>350 \times 1 \times 7 = 2,450</math> qq  semanales</p>	<p>Capacidad del equipo, por las horas que se utilizará, por los días que se producirá:  <math>350 \times 1 \times 6 = 2,100</math> qq  semanales</p>	<p>Utilización= capacidad real sobre la capacidad instalada por 100%  <math>CR = 2,100</math>  <math>CI = 5,600 \times 100\%</math>  <math>= 37.5\%</math> de utilización  Eficiencia= capacidad real, sobre la capacidad efectiva por el 100%  <math>CR = 2,100</math>  <math>CE = 2,450 \times 100\%</math>  <math>= 85.71\%</math> de eficiencia</p>
TRILLADORA	<p>Capacidad del equipo, por las horas del día, por los días de la semana:  <math>300 \times 4 \times 7 = 8,400</math> qq  semanales</p>	<p>Capacidad del equipo, por las horas que se laboraran (turno), por los días que se producirá:  <math>300 \times 1 \times 6 = 1,800</math> qq  semanales</p>	<p>Capacidad del equipo, por las horas que se utilizará, por los días que se producirá:  <math>300 \times 1 \times 6 = 1,800</math> qq  semanales</p>	<p>Utilización= capacidad real sobre la capacidad instalada por 100%  <math>CR = 1,800</math>  <math>CI = 8,400 \times 100\%</math></p>

		300 x 2 x 6= 3,600 qq semanales		= 21.43% de utilización Eficiencia= capacidad real, sobre la capacidad efectiva por el 100% CR=1,800 CE= 3,600 x 100% = 50% de eficiencia
--	--	---------------------------------------	--	---

### 11.2.10. Obras Físicas

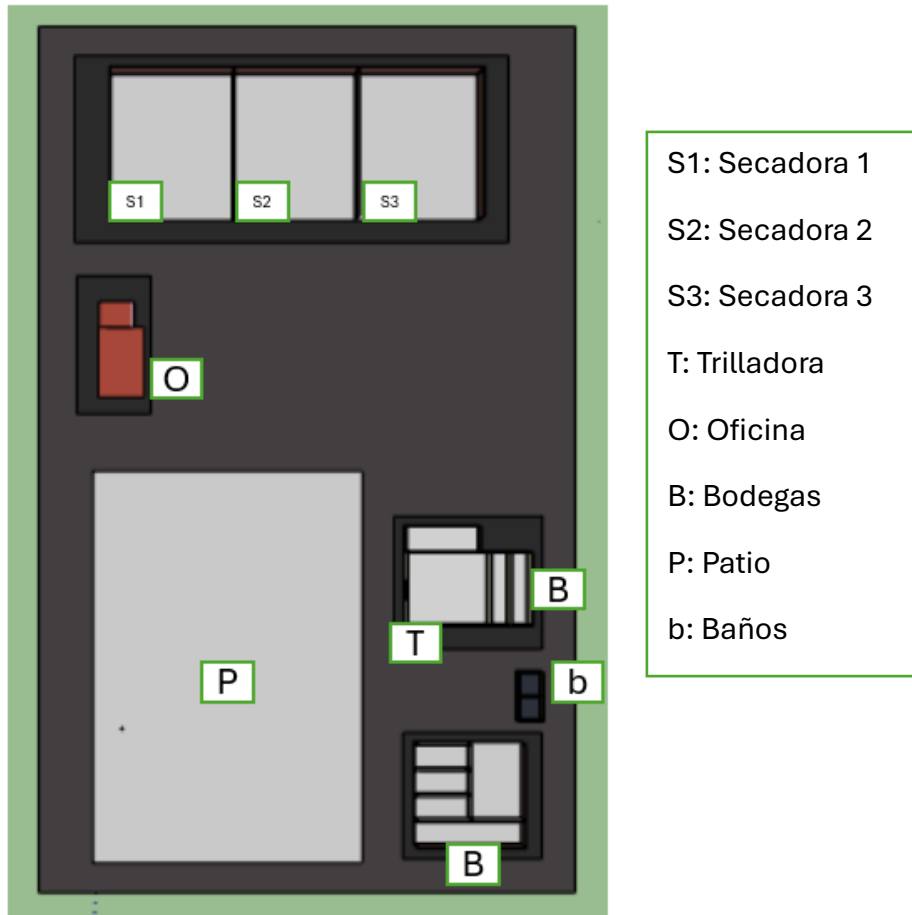
Se mostrarán 2 imágenes, las cuales consisten en la distribución actual de la empresa y en como consideramos que sería la mejor distribución para realizar un mantenimiento preventivo más ordenado dentro de la empresa.

Figura 3 Distribución actual de la empresa



La primera imagen refleja la distribución actual de la empresa donde se refleja dónde están ubicados los equipos de esta misma, una secadora separada de las otras 2 y el área de trillado en medio de las secadoras.

Figura 4 Distribución organizada para implementar el plan



En la segunda imagen se muestra la distribución que consideramos óptima para que el plan que se quiere implementar se realice de manera más ordenada dentro de la empresa.

#### **11.2.11. Mano de obra, herramientas y repuestos**

Los recursos materiales son los bienes tangibles utilizados en un proceso, como materias primas, equipos, maquinaria, y herramientas. Los recursos humanos son las personas con habilidades y conocimientos necesarios para realizar tareas específicas.

### 11.2.12. *Equipo interno:*

Tabla 12 Equipo interno requerido

<b>Cargo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Capacitación requerida</b>
Ingeniero de mantenimiento	1	Supervisar ejecución del plan. Reportes a gerencia. Gestión de repuestos.	Gestión de mantenimiento, uso de sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora.
Técnicos especializados	2	Ejecutar mantenimiento en secadoras, trilladoras, zarandas. Diagnóstico de fallas.	Mantenimiento agroindustrial, seguridad eléctrica.
Auxiliar de operaciones	1	Apoyo logístico y registro	Mantenimiento agroindustrial

### 11.2.13. *Recursos materiales*

Herramientas e instrumentos:

Tabla 13 Herramientas e instrumentos necesarios

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Estantería metálica reforzada	2
2	Gabinetes para herramientas (tipo torre)	1
3	Mesa para lubricación y limpieza	1
4	Banco de trabajo metálico	1
5	Carro móvil porta herramientas	1
6	Contenedores plásticos con tapa	5
7	Banco metálico o silla industrial	1
8	Bandejas para piezas desmontadas	2
9	Juego de llaves combinadas métrico y estándar	1
10	Juego de dados con carraca	1
11	Martillo de bola y goma	2

12	Juego de alicates varios (punta, corte, presión)	1
13	Juego de destornilladores planos y de cruz	1
14	Prensa de banco	1
15	Engrasadora manual	1
16	Vasos para grasa y aceite	2
17	Lámpara portátil / tipo taller	1
18	Set de escobas, recogedor, paños	1
19	Casco de seguridad	3
20	Guantes anticorte (pares)	3
21	Gafas de seguridad (pares)	3
22	Botas punta de acero (pares)	3
23	Extintor ABC	1
<b>TOTAL</b>		<b>39</b>

#### 11.2.14. Repuestos críticos y no críticos (inventario mínimo):

Tabla 14 Inventario de repuestos críticos y no críticos

<b>INVENTARIO DE REPUESTOS</b>			
<b>Repuestos críticos</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Especificación</b>	<b>UM</b>	<b>Cantidad sugerida</b>
Rodamiento 6205	Para ejes medianos	Unidades	4
Rodamiento 6206	Elevadores y ventiladores	Unidades	4
Rodamiento 6306/6307	Ejes de transmisión grandes	Unidades	4
Rodamiento 22212/22214	Ventilador principal / zaranda	Unidades	2
Juego de bandas tipo B o C	Motor / reductor / ventilador	Juegos	2
Cangilones para elevador	Plástico o acero	Unidades	30
Aceite para reductores ISO VG 220/320	Galón	Galón	2
Grasa EP2 alta temperatura	Tubo 14 oz	Tubos	4

Ejes para ventiladores o sinfines	Hecho en torno local	Por tipo	1
<b>TOTALES</b>			53
<b>Repuestos no críticos</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>	<b>UM</b>	<b>Cantidad sugerida</b>
Malla para zaranda	Limpieza / selección	Juego	1
Empaques de goma para compuertas	Sellado	Rollo	1
Rodillos para banda transportadora	Alineación	Unidades	3
Cables eléctricos THHN #8 / #2	Alimentación	Metros	25
Pintura anticorrosiva	Protección	Galones	2
<b>TOTALES</b>			<b>32</b>

### 11.2.15. Consumibles (mensual):

Tabla 15 Consumibles mensuales

<b>ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>UM</b>	<b>Cantidad</b>
1	Grasa para rodamientos	cartucho	10
2	Aceite lubricante (galón ISO 68/100)	galón	2
3	Trapos / paños industriales	paquete	1
4	Solvente / desengrasante industrial	galón	1
5	Guantes para trabajo general	pares	8
6	Mascarillas	unidades	50
7	Lija / abrasivos	hojas	5
8	Cinta aislante	rollos	3
9	Lubricante multiusos (tipo WD-40)	lata	1
10	Silicón industrial / sellador	tubo	2
11	Cinta métrica / marcadores / tiza industrial	paquete	1
12	Jabón líquido / cloro (limpieza del área)	litro	1

## 11.16. Estudio financiero

### 11.16.1. Detalles de muebles y encerres

Este apartado refleja los tipos de herramientas y muebles, cantidad, precio unitario y precio total que la empresa deberá de comprar como parte de la inversión inicial para la implementación del plan.

Tabla 16 Detalles de muebles y encerres

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1	Estanteria metálica reforzada	2	C\$ 6,000.00	C\$12,000.00
2	Gabinetes para herramientas (tipo torre)	1	C\$ 4,500.00	C\$ 4,500.00
3	Mesa para lubricación y limpieza	1	C\$ 3,000.00	C\$ 3,000.00
4	Banco de trabajo metálico	1	C\$ 5,000.00	C\$ 5,000.00
5	Carro móvil porta herramientas	1	C\$ 2,200.00	C\$ 2,200.00
6	Contenedores plásticos con tapa	5	C\$ 150.00	C\$ 750.00
7	Banco metálico o silla industrial	1	C\$ 900.00	C\$ 900.00
8	Bandejas para piezas desmontadas	2	C\$ 200.00	C\$ 400.00
9	Juego de llaves combinadas métrico y estándar	1	C\$ 700.00	C\$ 700.00
10	Juego de dados con carraca	1	C\$ 850.00	C\$ 850.00
11	Martillo de bola y goma	2	C\$ 250.00	C\$ 500.00
12	Juego de alicates varios (punta, corte, presión)	1	C\$ 500.00	C\$ 500.00
13	Juego de destornilladores planos y de cruz	1	C\$ 300.00	C\$ 300.00
14	Prensa de banco	1	C\$ 1,800.00	C\$ 1,800.00
15	Engrasadora manual	1	C\$ 450.00	C\$ 450.00
16	Vasos para grasa y aceite	2	C\$ 100.00	C\$ 200.00
17	Lámpara portátil / tipo taller	1	C\$ 250.00	C\$ 250.00
18	Set de escobas, recogedor, paños	1	C\$ 200.00	C\$ 200.00
19	Casco de seguridad	3	C\$ 250.00	C\$ 750.00
20	Guantes anticorte (pares)	3	C\$ 150.00	C\$ 450.00
21	Gafas de seguridad (pares)	3	C\$ 120.00	C\$ 360.00
22	Botas punta de acero (pares)	3	C\$ 1,000.00	C\$ 3,000.00
23	Extintor ABC	1	C\$ 900.00	C\$ 900.00
<b>TOTAL</b>		<b>39</b>	<b>C\$29,770.00</b>	<b>C\$39,960.00</b>

### 11.16.2. Consumibles mensuales

Se refiere a los recursos consumibles que la empresa deberá de adquirir de forma mensual los artículos de la numeración 1 al 12 con un color verde para su identificación y los artículos de la numeración del 13 al 26 que están identificados con un color amarillo, representan los repuestos que debe adquirir la empresa de manera inicial para mantener en inventario.

Tabla 17 Costos consumibles mensuales

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>UM</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1	Grasa para rodamientos	cartucho	10	C\$ 80.00	C\$ 800.00
2	Aceite lubricante (galón ISO 68/100)	galón	2	C\$ 300.00	C\$ 600.00
3	Trapos / paños industriales	paquete	1	C\$ 100.00	C\$ 100.00
4	Solvente / desengrasante industrial	galón	1	C\$ 200.00	C\$ 200.00
5	Guantes para trabajo general	pares	8	C\$ 35.00	C\$ 280.00
6	Mascarillas	unidades	50	C\$ 6.00	C\$ 300.00
7	Lija / abrasivos	hojas	5	C\$ 15.00	C\$ 75.00
8	Cinta aislante	rollos	3	C\$ 65.00	C\$ 195.00
9	Lubricante multiusos (tipo WD-40)	lata	1	C\$ 150.00	C\$ 150.00
10	Silicón industrial / sellador	tubo	2	C\$ 150.00	C\$ 300.00
11	Cinta métrica / marcadores / tiza industrial	paquete	1	C\$ 100.00	C\$ 100.00
12	Jabón líquido / cloro (limpieza del área)	litro	1	C\$ 60.00	C\$ 60.00
13	Rodamiento 6205	Unidades	4	C\$ 200.00	C\$ 800.00
14	Rodamiento 6206	Unidades	4	C\$ 250.00	C\$ 1,000.00
15	Rodamiento 6306/6307	Unidades	4	C\$ 320.00	C\$ 1,280.00
16	Rodamiento 22212/22214	Unidades	2	C\$ 2,000.00	C\$ 4,000.00
17	Juego de bandas tipo B o C	Juegos	2	C\$ 350.00	C\$ 700.00
18	Cangilones para elevador	Unidades	30	C\$ 45.00	C\$ 1,350.00
19	Aceite para reductores ISO VG 220/320	Galón	2	C\$ 600.00	C\$ 1,200.00
20	Grasa EP2 alta temperatura	Tubos	4	C\$ 120.00	C\$ 480.00
21	Ejes para ventiladores o sinfines	Por tipo	1	C\$ 1,200.00	C\$ 1,200.00
22	Malla para zaranda	Juego	1	C\$ 2,500.00	C\$ 2,500.00
23	Empaques de goma para compuertas	Rollo	1	C\$ 250.00	C\$ 250.00
24	Rodillos para banda transportadora	Unidades	3	C\$ 300.00	C\$ 900.00
25	Cables eléctricos THHN #8 / #2	Metros	25	C\$ 60.00	C\$ 1,500.00
26	Pintura anticorrosiva	Galones	2	C\$ 800.00	C\$ 1,600.00
<b>TOTAL</b>			<b>170</b>	<b>C\$ 10,256.00</b>	<b>C\$ 21,920.00</b>

### 11.16.3. *Detalle de mano de obra*

Para implementar el plan de mantenimiento preventivo se requiere contratar personal capaz de llevar a cabo las tareas de dicho plan, en la siguiente tabla estarán identificados con color verde las celdas que representan el personal que será contratado y las que no tengan ningún color representan el personal actual del trillo.

Tabla 18 Costos mano de obra

<i>Item</i>	<i>Descripción</i>		<i>Cantidad</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>Valor Total</i>
1	Ingeniero de mantenimiento		1	C\$ 11,000.00	C\$ 11,000.00
2	Técnicos especializados		2	C\$ 9,000.00	C\$ 18,000.00
3	Auxiliar de operación		1	C\$ 8,000.00	C\$ 8,000.00
4	Operario de producción		10	C\$ 9,000.00	C\$ 90,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>14</b>	<b>C\$ 37,000.00</b>	<b>C\$ 127,000.00</b>

### 11.16.4. *Provisiones de gastos*

En la siguiente tabla se reflejan las obligaciones que la empresa tiene con sus trabajadores en donde está de forma totalizada sumando el salario de la mano de obra actual con la mano de obra requerida para la implementación del plan. Las celdas que no reflejan un valor numérico significan que la empresa no paga esas obligaciones.

Tabla 19 Provisiones de gastos

<i>Item</i>	<i>Descripción</i>		<i>Cantidad</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>Valor Total</i>
1	Vacaciones		1	C\$ 10,582.91	C\$ 10,582.91
2	Décimo Tercer Mes		1	C\$ 10,582.91	C\$ 10,582.91
3	Indemnización		1	C\$ 10,582.91	C\$ 10,582.91
4	INSS Patronal		-		-
5	Inatec		-		-
<b>TOTAL</b>			<b>3</b>	<b>C\$ 31,748.73</b>	<b>C\$ 31,748.73</b>

### 11.16.5. Detalles de servicios y otros gastos

Tabla 20 Detalles de servicios y otros gastos

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1	Servicio de Agua Potable	1	C\$ 2,000.00	C\$ 2,000.00
2	Servicio de Energia Electrica	1	C\$ 81,000.00	C\$ 81,000.00
3	Servicio Telefónico	-	-	-
4	Renta de Edificio	-	-	-
5	Mant. De Maquinaria y Equipo	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>C\$ 83,000.00</b>	<b>C\$ 83,000.00</b>

En la tabla se reflejan los gastos de servicios que paga la empresa de manera mensual, donde ellos no cubren gastos por servicio telefónico debido a que no cuentan con él.

Tampoco de renta de edificio debido a que el espacio es propio y gastos de mantenimiento de maquinaria no refleja un valor numérico debido a que ellos operan por medio de mantenimiento correctivo y solo intervienen cuando una máquina presenta un paro por falla.

### 11.16.6. Detalles de inversión

El tipo de inversión que realizará la empresa Trillo San Juan es propio de ellos sin contar con la ayuda de una institución financiera que autorice un préstamo como en el caso de un banco.

Tabla 21 Detalles de inversión

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor</b>
1	Inversión ( a + b )	<b>C\$ 39,960.00</b>
	<b>a) Inversión Fija</b>	<b>C\$ 39,960.00</b>
	Maquinaria y Equipo	-
	Muebles y Enseres	C\$ 39,960.00
	<b>b) Inversión Diferida</b>	-
	Gastos de Organización	-
2	<b>Capital de Trabajo</b>	<b>C\$ 253,085.82</b>
	Materiales	C\$ 21,920.00
	Mano de Obra	C\$ 148,165.82
	Servicios	C\$ 83,000.00
	<b>Inversión Total (1 + 2)</b>	<b>C\$ 293,045.82</b>

Las celdas con color verde representan gastos combinados actuales con los que requieren inversión para el plan.

### 11.16.7. Depreciación

La empresa no requiere adquirir maquinaria o equipo para implementar el plan, pero la depreciación se les aplicarán a las herramientas que deberá de comprar como inversión inicial.

Tabla 22 Depreciación

<b>N°</b>	<b>Depreciaciones</b>	<b>Valor Inicial</b>	<b>Años de Vida Útil</b>	<b>Valor Residual</b>	<b>Depreciación Anual</b>
1	Maquinaria y equipo	-	-	-	-
2	Muebles y Enseres	C\$ 39,960.00	5	C\$ 1,998.00	C\$ 7,592.40
3	Obras Civiles				
	<b>TOTAL</b>	<b>C\$ 39,960.00</b>	<b>5</b>	<b>C\$ 1,998.00</b>	<b>C\$ 7,592.40</b>

**11.16.8.      *Proyección de costos anuales***

Es una proyección de costos en un plazo de 5 años a futuro en donde se reflejan los costos directos y variables, donde los directos se mantienen estables durante los 5 años y los variables presentan un incremento del 10% a partir del segundo año.

Tabla 23 Proyección de costos anuales

N°	Detalle	Producción					
		1	2	3	4	5	Total
1	Costos Totales ( a + b )	C\$ 3,171,617.16	C\$ 3,197,921.16	C\$ 3,226,855.56	C\$ 3,258,683.40	C\$ 3,293,694.02	C\$ 16,148,771.30
	a) Costos Fijos	C\$ 2,908,577.16	C\$ 2,908,577.16	C\$ 2,908,577.16	C\$ 2,908,577.16	C\$ 2,908,577.16	C\$ 14,542,885.80
	Depreciación	C\$ 7,592.40	C\$ 7,592.40	C\$ 7,592.40	C\$ 7,592.40	C\$ 7,592.40	C\$ 37,962.00
	Amortización Inversión Diferida	-	-	-	-	-	-
	Mano de Obra	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 9,524,923.80
	Servicios	C\$ 996,000.00	C\$ 996,000.00	C\$ 996,000.00	C\$ 996,000.00	C\$ 996,000.00	C\$ 4,980,000.00
	a) Costos Variables	C\$ 263,040.00	C\$ 289,344.00	C\$ 318,278.40	C\$ 350,106.24	C\$ 385,116.86	C\$ 1,605,885.50
	Materiales	C\$ 263,040.00	C\$ 289,344.00	C\$ 318,278.40	C\$ 350,106.24	C\$ 385,116.86	C\$ 1,605,885.50
	Costo Financiero (Intereses)	-	-	-	-	-	-
	Otros	-	-	-	-	-	-

### **11.16.9. Ingreso anual proyectado**

Igual que la proyección de costos anuales tienen un tiempo de 5 años futuros, en donde se aprecia la producción anual, los precios de ventas y las ganancias totales. Donde a partir del segundo año hay un incremento del 10% en la producción y en los precios de venta, todo esto después de implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 24 Ingreso anual proyectado

Ingresos Anuales Proyectados				
Año	Descripción	Producción	Precio de venta	Ingreso Total
1	Arroz secado y trillado (qq)	96,000	C\$ 33.00	C\$ 3,168,000.00
Total Anual		96,000	C\$ 33.00	C\$ 3,168,000.00
2	Arroz secado y trillado (qq)	105,600	C\$ 36.30	C\$ 3,484,800.00
3	Arroz secado y trillado (qq)	116,160	C\$ 39.93	C\$ 3,833,280.00
4	Arroz secado y trillado (qq)	127,776	C\$ 43.92	C\$ 4,216,608.00
5	Arroz secado y trillado (qq)	140,554	C\$ 48.32	C\$ 4,638,268.80
<b>TOTAL</b>		<b>586,090</b>	<b>C\$ 201.47</b>	<b>C\$ 19,340,956.80</b>

### **11.16.10. Estado de resultado**

Es una manera de representar los ingresos, costos y gastos de una empresa en un tiempo determinado, se está trabajando con un tiempo futuro de 5 años donde se reflejan los ingresos y los costos de la empresa durante este tiempo con un incremento en ambos años con año descrito anteriormente.

Tabla 25 Estado de resultado

N°	Detalle	Producción					
		1	2	3	4	5	Total
1	Ingresos	<b>C\$3,168,000.00</b>	<b>C\$ 3,484,800.00</b>	<b>C\$ 3,833,280.00</b>	<b>C\$ 4,216,608.00</b>	<b>C\$ 4,638,268.80</b>	<b>C\$ 19,340,956.80</b>
	<b>Arroz secado y trillado (qq)</b>	C\$ 3,168,000.00	C\$ 3,484,800.00	C\$ 3,833,280.00	C\$ 4,216,608.00	C\$ 4,638,268.80	<b>C\$ 19,340,956.80</b>
2	Costos Totales ( a + b )	<b>C\$3,171,617.16</b>	<b>C\$ 3,197,921.16</b>	<b>C\$ 3,226,855.56</b>	<b>C\$ 3,258,683.40</b>	<b>C\$ 3,293,694.02</b>	<b>C\$ 16,148,771.30</b>
	<b>a) Costos Fijos</b>	<b>C\$ 2,908,577.16</b>	<b>C\$ 2,908,577.16</b>	<b>C\$ 2,908,577.16</b>	<b>C\$ 2,908,577.16</b>	<b>C\$ 2,908,577.16</b>	<b>C\$ 14,542,885.80</b>
	Depreciación	C\$ 7,592.40	C\$ 7,592.40	C\$ 7,592.40	C\$ 7,592.40	C\$ 7,592.40	C\$ 37,962.00
	Amortización Inversión Diferida	-	-	-	-	-	-
	Mano de Obra	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 9,524,923.80
	Servicios	C\$ 996,000.00	C\$ 996,000.00	C\$ 996,000.00	C\$ 996,000.00	C\$ 996,000.00	C\$ 4,980,000.00
	<b>a) Costos Variables</b>	<b>C\$ 263,040.00</b>	<b>C\$ 289,344.00</b>	<b>C\$ 318,278.40</b>	<b>C\$ 350,106.24</b>	<b>C\$ 385,116.86</b>	<b>C\$ 1,605,885.50</b>
	Materiales	C\$ 263,040.00	C\$ 289,344.00	C\$ 318,278.40	C\$ 350,106.24	C\$ 385,116.86	C\$ 1,605,885.50
	Costo Financiero (Intereses)	-	-	-	-	-	-
	Otros	-	-	-	-	-	-
3	Utilidad Bruta ( 1 - 2 )	<b>-C\$ 3,617.16</b>	<b>C\$ 286,878.84</b>	<b>C\$ 606,424.44</b>	<b>C\$ 957,924.60</b>	<b>C\$ 1,344,574.78</b>	<b>C\$ 3,192,185.50</b>
4	Impuestos	<b>-C\$ 1,085.15</b>	<b>C\$ 86,063.65</b>	<b>C\$ 181,927.33</b>	<b>C\$ 287,377.38</b>	<b>C\$ 403,372.43</b>	<b>C\$ 957,655.65</b>
5	Utilidad Neta ( 3 - 4 )	<b>-C\$ 2,532.01</b>	<b>C\$ 200,815.19</b>	<b>C\$ 424,497.11</b>	<b>C\$ 670,547.22</b>	<b>C\$ 941,202.34</b>	<b>C\$ 2,234,529.85</b>

### **11.16.11. Flujo de efectivo**

En esta tabla se refleja el flujo de dinero que tendrá la empresa en un plazo de 5 años donde se puede apreciar con un color verde el valor de la inversión, donde se puede apreciar que la inversión no se recupera en los primeros 2 años sino entre el segundo y tercer año. Esto se debe a que el periodo de recuperación de una inversión se determina en el momento donde el flujo acumulado supera el costo de la inversión inicial, en este caso representado por un color celeste se puede apreciar que antes del año 3 se empiezan a percibir ganancias.

Los valores representados por un color amarillo representan el VAN y la TIR, que significan en caso del VAN el precio que vale la empresa actualmente y la TIR es la tasa interna de retorno que nos refleja la ganancia por cada córdoba invertido. En este caso una TIR del 73% refleja que por cada córdoba invertido se obtienen de ganancia 73 centavos de córdoba.

Tabla 26 Flujo de efectivo

N°	Detalle	Instalación	Producción					
		0	1	2	3	4	5	
1	Saldo Inicial	C\$ -	C\$ 253,085.82					
2	<b>INGRESOS</b>							
3	Ingresos por Ventas		C\$ 3,168,000.00	C\$ 3,484,800.00	C\$ 3,833,280.00	C\$ 4,216,608.00	C\$ 4,638,268.80	
5	<b>Total Ingresos</b>	<b>C\$ -</b>	<b>C\$ 3,168,000.00</b>	<b>C\$ 3,484,800.00</b>	<b>C\$ 3,833,280.00</b>	<b>C\$ 4,216,608.00</b>	<b>C\$ 4,638,268.80</b>	
6	<b>GASTOS</b>							
7	Préstamo por Pagar		C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -
8	Sueldos y Salarios		C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76	C\$ 1,904,984.76
9	Alquiler		C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -
10	Agua		C\$ 24,000.00	C\$ 24,000.00	C\$ 24,000.00	C\$ 24,000.00	C\$ 24,000.00	C\$ 24,000.00
11	Teléfono		C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -
12	Electricidad		C\$ 972,000.00	C\$ 972,000.00	C\$ 972,000.00	C\$ 972,000.00	C\$ 972,000.00	C\$ 972,000.00
13	Materia prima		C\$ 263,040.00	C\$ 289,344.00	C\$ 318,278.40	C\$ 350,106.24	C\$ 385,116.86	
14	Reparación y Mantenimiento		C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -
15	Publicidad		C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -
16	Impuestos		-C\$ 1,085.15	C\$ 86,063.65	C\$ 181,927.33	C\$ 287,377.38	C\$ 403,372.43	
	<b>Total Gastos</b>	<b>C\$ 293,045.82</b>	<b>C\$ 3,162,939.61</b>	<b>C\$ 3,276,392.41</b>	<b>C\$ 3,401,190.49</b>	<b>C\$ 3,538,468.38</b>	<b>C\$ 3,689,474.06</b>	
18	Flujo Neto	-C\$ 293,045.82	C\$ 5,060.39	C\$ 208,407.59	C\$ 432,089.51	C\$ 678,139.62	C\$ 948,794.74	
19	Flujo Acumulado		<b>C\$ 5,060.39</b>	<b>C\$ 213,467.98</b>	<b>C\$ 645,557.48</b>	<b>C\$ 1,323,697.10</b>	<b>C\$ 2,272,491.85</b>	
		<b>VAN</b>	C\$ 814,284.71					
		<b>TIR</b>		73%				

### **11.17. Estudio de mercado**

El mercado del arroz en Nicaragua es un sector estratégico debido a su alto consumo y su importancia en la dieta alimenticia. Este estudio analiza la demanda, oferta, competencia y tendencias para identificar oportunidades de negocio en el procesamiento de arroz, desde la recepción de granza hasta la comercialización del producto terminado.

#### **11.17.1. Segmentación**

El mercado del arroz en Nicaragua puede segmentarse en función de variables demográficas, geográficas, conductuales y de consumo, permitiendo identificar oportunidades comerciales y estrategias diferenciadas para cada grupo.

1. Por tipo de consumidor

A. Hogares (consumo directo)

B. Sector institucional

C. Industria procesadora

2. Por conducta de compra

#### **11.17.2. Tamaño y crecimiento**

El mercado del arroz en Nicaragua presenta un panorama estable con oportunidades de crecimiento selectivo. En 2024, la producción nacional alcanzó 5.5 millones de quintales, de los cuales el 87% se procesa localmente, cubriendo la mayor parte del consumo interno estimado en 4.2 millones de quintales. Sin embargo, persiste un déficit que requiere importaciones de aproximadamente 700,000 quintales, principalmente desde Honduras y Estados Unidos, generando un valor total de mercado cercano a los 120 millones de dólares anuales.

El sector ha mostrado un crecimiento sostenido del 3.2% anual en volumen entre 2019 y 2024, impulsado por el aumento poblacional y el consumo en zonas urbanas. Las proyecciones para el período 2025-2030 anticipan una moderación en este crecimiento al 2.8% anual, aunque con importantes variaciones por segmento: mientras el arroz convencional mantendría un avance del 2.5%, los nichos

especializados como el arroz fortificado y orgánico podrían crecer hasta un 8% anual, respondiendo a nuevas preferencias de consumo.

Este mercado se caracteriza por su doble dinámica: por un lado, la demanda básica garantiza estabilidad, con el arroz como producto esencial en la canasta familiar; por otro, emergen oportunidades en valor agregado y exportación, particularmente hacia mercados centroamericanos. No obstante, el sector enfrenta desafíos significativos, incluyendo la vulnerabilidad a eventos climáticos, la presión competitiva de importaciones subsidiadas y los crecientes costos de producción, factores que requieren estrategias diferenciadas para garantizar rentabilidad y sostenibilidad en el mediano plazo.

### **11.17.3. Competencia**

En la región de San Isidro, la competencia para una empresa dedicada al secado y trillado de arroz en granza presenta características particulares que combinan desafíos y oportunidades. El mercado local está dominado por tres tipos de competidores principales: pequeños molinos artesanales, cooperativas agrícolas con capacidad limitada de procesamiento, y las grandes empresas nacionales como MONISA (Nicarroz) y Arroz S.A. (La Cosecha), que, aunque no tienen plantas físicas en San Isidro, compiten activamente por la materia prima de la zona.

Las ventajas competitivas de nuestra empresa radican principalmente en su ubicación estratégica y enfoque especializado. Al estar situada directamente en San Isidro, podemos ofrecer a los productores locales menores costos de transporte y tiempos de respuesta más rápidos que los competidores externos. La capacidad para procesar lotes medianos y pequeños (50-100 quintales) nos diferencia de las grandes procesadoras que suelen exigir volúmenes mínimos más altos, lo que nos permite atender a un segmento del mercado tradicionalmente desatendido.

### **11.17.4. Tendencias**

#### **1. Modernización tecnológica:**

Las empresas del sector están invirtiendo en equipos de secado con control automatizado de temperatura y humedad, que permiten reducir pérdidas y mejorar la eficiencia energética. Los secadores móviles y las trilladoras con sistemas de limpieza

integrada están ganando popularidad entre los medianos procesadores, especialmente en zonas como San Isidro, donde la producción está dispersa.

## 2. Especialización en servicios:

Se observa una creciente demanda de servicios de maquila para pequeños y medianos productores, quienes prefieren externalizar el secado y trillado en lugar de vender su granza a grandes industrias. Las empresas que ofrecen servicios personalizados (pago por volumen procesado) con trazabilidad del grano están captando mayor participación de mercado.

## 3. Sostenibilidad operativa:

El uso de secadores solares y de biomasa se ha convertido en una ventaja competitiva importante, reduciendo costos operativos entre un 30-40% frente a los secadores tradicionales a diesel. Además, el aprovechamiento de subproductos (cascarilla para generación de energía) está agregando valor a los procesos.

## 4. Integración digital:

Las plataformas de monitoreo remoto permiten a los clientes (productores) verificar en tiempo real el estado de su grano durante el secado y trillado. Algunas empresas están implementando sistemas de pago digital vinculados a aplicaciones móviles para mayor transparencia.

## 5. Enfoque en calidad diferenciada:

Existe una tendencia creciente hacia el procesamiento especializado para mercados específicos:

- Arroz para exportación (mayores exigencias en humedad y grano entero)
- Mercado orgánico y fortificado
- Productos para industria alimentaria

### - Análisis de la demanda

La demanda del servicio de secado y trillado de arroz en San Isidro-Matagalpa, está determinada por la producción local de arroz en granza de los productores agrícolas. Durante las épocas de cosecha la necesidad de estos servicios se incrementa debido a la falta de infraestructura propia de los pequeños y medianos

productores. La empresa Trillo San Juan atiende principalmente a este segmento, lo cual garantiza una demanda relativamente estable y estacional.

El análisis proyecta que, debido al aumento en la producción de arroz en la región, la demanda de servicios tenderá a mantenerse en crecimiento moderado en los próximos años.

#### **11.17.5. Análisis de la oferta**

En la zona de Matagalpa, existen pocas empresas que ofrecen servicios de secado y trillado de arroz, lo que genera una oferta limitada frente a la creciente demanda del sector arrocero. La empresa cuenta con ventajas en cuanto a experiencia, infraestructura instalada y ubicación estratégica.

Sin embargo, el estado actual de la maquinaria (frecuentes fallas y paros) limita su capacidad de respuesta frente a la competencia, lo que evidencia la necesidad de un plan de mantenimiento preventivo que asegure una oferta eficiente y continua.

#### **11.17.6. Análisis de precios**

Los precios de los servicios de secado y trillado de arroz en la región suelen fijarse de acuerdo con el costo por quintal procesado, actualmente los precios de la empresa Trillo San Juan varían según el tipo de secado que decida el cliente (secado natural o secado artificial), siendo el precio de secado natural C\$ 22.00 por quintal y de secado natural de C\$ 33.00 por quintal.

Aunque las frecuentes fallas de maquinaria incrementen indirectamente los costos de operación, lo que puede repercutir en un aumento futuro de precios. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo permitirá reducir costos por fallas imprevistas y estabilizar los precios, manteniendo la competitividad de la empresa en el mercado.

#### **11.17.7. Análisis de los canales de distribución**

El servicio de la empresa Trillo San Juan se ofrece de forma directa a los productores de arroz de la zona quienes trasladan la materia prima hasta las instalaciones de la planta. Una vez procesado, el arroz se devuelve al cliente listo para su comercialización.

No existen intermediarios en la cadena de distribución, lo que representa una relación directa con los clientes y una ventaja en términos de fidelización, no obstante, para fortalecer este canal, la empresa debe garantizar tiempos de entrega confiables lo cual se puede lograr con una maquinaria en óptimas condiciones.

Figura 5 Canales de distribución



### 11.17.8. Modelo canvas

Tabla 27 Modelo canvas

<b>Socios Clave</b>	<b>Actividades Clave</b>	<b>Propuesta de Valor</b>	<b>Relación con el Cliente</b>	<b>Segmentos de Clientes</b>
Productores locales de arroz. Proveedores de repuestos y servicios técnicos. Instituciones financieras para financiamiento.	Recepción y secado de arroz en granza. Trillado, clasificación y empaque. Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos. Control de calidad.	Cumplimiento en tiempos de entrega. Procesos más eficientes y confiables con un plan de mantenimiento preventivo que asegura continuidad operativa. Reducción de pérdidas y costos, lo que permite ofrecer precios más competitivos.	Relación a largo plazo basada en la confianza y cumplimiento. Contratos de suministro continuo. Comunicación directa con clientes mayoristas.	Productores de arroz de la región. Consumidores finales.
	<b>Recursos Clave</b> Maquinaria. Infraestructura de almacenamiento. Personal operativo y técnico. Conocimiento técnico y experiencia agrícola-industrial.		<b>Canales</b> Alianzas con cooperativas y asociaciones de productores. Distribuidores locales y regionales. Contacto mediante ferias agrícolas y comerciales.	
<b>Estructura de Costos</b> Costos de adquisición y reparación de maquinaria Energía eléctrica y combustible. Mano de obra operativa y técnica.			<b>Fuente de Ingresos</b> Servicios de secado y trillado.	

### 11.17.9. Las 5 fuerzas de Porter

#### Rivalidad entre competidores existentes

En el sector agroindustrial del arroz en Nicaragua existe competencia entre empresas que ofrecen granos procesados con una calidad similar, mejor o peor. La eficiencia productiva y el cumplimiento de plazos son factores claves para mantener la competitividad.

Un plan de mantenimiento preventivo permitirá a Trillo San Juan reducir tiempos muertos, mejorar la calidad del producto y competir en mejores condiciones frente a rivales.

#### Amenaza de nuevos entrantes

El procesamiento de arroz requiere una inversión inicial alta en maquinaria (secadoras y trilladoras), lo cual constituye una barrera para nuevas empresas. No obstante, puede existir la posibilidad de que viendo que el funcionamiento del trillo no es el adecuado, para alguien sea una oportunidad de tomar sus clientes y posicionarse en la zona.

#### Poder de negociación de los proveedores

El poder de negociación de estos proveedores es alto, ya que algunos componentes críticos no siempre están disponibles en el mercado. Con un plan de mantenimiento preventivo se pueden programar compras y servicios, reduciendo la dependencia de reparaciones urgentes y negociando mejores condiciones.

#### Poder de negociación de los clientes

Los clientes son el eslabón más fuerte, ya que tienen varias opciones dentro de la zona. Pueden decidir llevar su grano a otra empresa que preste el servicio de secado y trillado de arroz si no reciben un servicio confiable y rápido, si la empresa no cumple con tiempos y calidad los clientes fácilmente buscarán alternativas; el mantenimiento preventivo asegura una disponibilidad de maquinaria, lo que se traduce en mayor satisfacción y fidelización de los clientes al contar con la capacidad para realizar una entrega de calidad y rápida.

#### Amenaza de productos sustitutos

Los productores no pueden sustituir el servicio de trillado ya que este es indispensable para obtener arroz comercializable.

### **11.18. Objetivo específico 3: Elaborar un plan de mantenimiento preventivo con procedimientos, cronogramas y controles de calidad para la maquinaria.**

Este apartado aborda de manera integral la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo diseñado específicamente para la maquinaria empleada en las operaciones de secado y trillado dentro de la empresa.

Su propósito central es establecer un conjunto de procedimientos técnicos, cronogramas de intervención y mecanismos de control de calidad que permitan garantizar el funcionamiento confiable, seguro y eficiente de los equipos. En este sentido, se detallan las tareas preventivas necesarias para cada máquina, considerando su criticidad, historial de fallas, condiciones de operación y recomendaciones.

Asimismo, se definen las frecuencias de mantenimiento, los recursos humanos y materiales requeridos, como también los indicadores que posibilitarán el seguimiento constante del desempeño del plan. El desarrollo de este objetivo también incluye la estructuración de formatos y registros que faciliten la trazabilidad de las actividades, la verificación de su cumplimiento mediante listas de control y evaluaciones periódicas.

### **11.19. Impacto económico y social**

El análisis del estado actual de la maquinaria en la planta evidencia que la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo ha generado repercusiones económicas y sociales significativas dentro de la organización y su entorno productivo. El comportamiento operativo registrado con una disponibilidad alrededor del 88%, cuatro paros no programados acumulados en el año y una pérdida aproximada de 40 horas de operación pone de manifiesto un funcionamiento ineficiente que afecta la capacidad productiva y eleva los costos de operación de manera considerable.

Desde el punto de vista económico, la reducción en la disponibilidad operativa limita directamente el volumen de arroz que la planta puede procesar mensualmente, lo cual se traduce en retrasos en la recepción de granza, acumulación de inventario en el patio y una menor capacidad para responder a los picos de producción. A esto se le suma el incremento en los costos de mantenimiento correctivo, especialmente en los equipos más críticos como SEC-001 y TRI-001 en donde las fallas han

requerido intervenciones extensas que acumulan horas de reparación y gastos adicionales en mano de obra, repuestos de emergencia y tiempos muertos productivos.

La falta de mantenimiento preventivo también ha provocado un deterioro en la eficiencia energética, aumentando el consumo de cascarilla y prolongando ciclos de secado, lo que incrementa el costo final de procesamiento por quintal.

En términos de calidad, la situación actual afecta el producto final, ya que las vibraciones, el desgaste de componentes y los desajustes en la trilladora provocan un incremento en la proporción de grano partido e impurezas, disminuyendo el valor comercial del arroz y afectando la competitividad de la empresa.

El impacto social también resulta evidente, esto se debe a que para el personal operativo los paros no programados generan jornadas laborales impredecibles, mayor exposición a riesgos durante reparaciones de emergencia y un ambiente de trabajo más tenso e inseguro. La presión por mantener la producción pese a fallas frecuentes afecta la moral como el bienestar general del equipo de trabajo.

En contraste, la implementación de un plan de mantenimiento preventivo tiene un efecto transformador tanto a nivel económico como social. Al programar intervenciones periódicas, asegurar la lubricación adecuada, limpiar componentes críticos, calibrar sensores y reemplazar piezas antes de que fallen, la disponibilidad operativa de la maquinaria puede alcanzar e incluso superar el 95% recuperando entre 20 y 25 horas de producción.

Esta mejora incrementa la capacidad de procesamiento, permite responder sin retrasos a la demanda de los productores y reduce de manera drástica los paros inesperados. Al disminuir el mantenimiento correctivo el cual es sustancialmente más costoso, la empresa logra un ahorro significativo, optimizando de esta manera sus recursos y prolongando la vida útil de la maquinaria.

## 12. Conclusiones

El presente estudio permitió evaluar de manera integral las condiciones operativas de la maquinaria involucrada en los procesos de secado y trillado de arroz dentro de la planta, identificando sus principales fallas, riesgos y limitaciones. A partir del análisis realizado fue posible comprender como el estado actual de los equipos afecta la continuidad productiva, la calidad del producto final y los costos operativos. El trabajo también permitió contrastar la situación actual con el potencial de mejora derivado de implementar un plan de mantenimiento preventivo estructurado y basado en criterios técnicos de confiabilidad y criticidad.

El diagnóstico técnico evidenció que la planta opera bajo un enfoque predominantemente correctivo, con problemas recurrentes como falta de lubricación, desgaste en componentes críticos, vibraciones excesivas, desalineaciones y acumulación de residuos. Estos hallazgos confirman que las fallas no solo afectan la mecánica de los equipos, sino que comprometen la estabilidad del proceso productivo, reducen la disponibilidad operativa y aumentan los riesgos de paros no programados, generando impactos económicos y productivos significativos.

El análisis de disponibilidad, MTBF, MTTR y criticidad demostró que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo es técnica y económicamente viable. Se identificó que los equipos críticos (SEC-001 y TRI-001) concentran la mayor cantidad de fallas y tiempos de reparación, lo que incrementa sus costos operativos y afecta directamente la eficiencia de la planta, la comparación entre el estado actual y los escenarios de mejora proyectados muestra que un plan preventivo puede elevar la disponibilidad alrededor de un 95%, reducir los costos correctivos y prolongar la vida útil de los equipos, justificando la inversión requerida.

La propuesta desarrollada presenta un plan de mantenimiento preventivo adaptado a las necesidades reales de la planta, con tareas específicas por equipo, frecuencia de intervención, inventario mínimo de repuestos y estrategias de seguimiento basadas en indicadores operativos. La estructura del plan garantiza un control sistemático de fallas, reduce la dependencia de reparaciones de emergencia y fortalece la confiabilidad operacional, además, incorpora elementos de monitoreo

por condición y recomendaciones organizacionales, asegurando su sostenibilidad técnica y administrativa.

En conclusión, la investigación confirma que la transición hacia un mantenimiento preventivo representa una mejora sustancial para la planta, tanto en eficiencia operativa como en costos, calidad del producto y relaciones con los productores. Los resultados obtenidos evidencian que los objetivos planteados fueron alcanzados satisfactoriamente y que la propuesta puede servir como fundamento para una gestión de mantenimiento más madura, sostenible y alineada con las exigencias del sector agroindustrial.

### **13. Recomendaciones**

Se recomienda adoptar e implementar de manera formal el plan de mantenimiento preventivo propuesto, dado que los resultados del diagnóstico y el análisis de criticidad evidencian que la dependencia del mantenimiento correctivo genera pérdidas productivas y económicas significativas. La gerencia debe de garantizar la asignación de recursos financieros, humanos y logísticos para ejecutar las actividades preventivas, incluyendo la adquisición de repuestos críticos, herramientas adecuadas y la programación de inspecciones periódicas.

Se requiere compromiso por parte del equipo técnico a seguir estrictamente las rutinas de mantenimiento establecidas, documentar cada intervención y monitorear los indicadores clave.

Se recomienda capacitar al personal en técnicas de inspección, lubricación adecuada, detección temprana de fallas y uso de instrumentos de medición, ya que el fortalecimiento de las competencias operativas contribuye directamente a disminuir fallas recurrentes.

El área administrativa debe implementar un sistema de registro y control (manual o digital) que permita ordenar la información relacionada con fallas, repuestos, tiempos de reparación y costos de mantenimiento.

Implementar espacios de comunicación periódica con los productores de la comunidad, donde se compartan: horarios de entrega óptimos, capacidad operativa de la planta, cambios temporales por mantenimiento planificados y recomendaciones sobre manejo postcosecha para evitar sobrecargas en la maquinaria.

## 14. Referencias

- A. T. (19 de Julio de 2023). *Fractal*. Obtenido de [https://www.fractal.com/es/blog/guia-completa-del-mantenimiento-industrial-estrategias-herramientas-y-mejores-practicas?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.fractal.com/es/blog/guia-completa-del-mantenimiento-industrial-estrategias-herramientas-y-mejores-practicas?utm_source=chatgpt.com)
- Alonso, M. (18 de Noviembre de 2025). *asana*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/porters-five-forces>
- DECRETO EJECUTIVO N°. 76-2006. (22 de Diciembre de 2006). *Asamblea Nacional de Nicaragua*. Recuperado el 22 de Octubre de 2025, de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2006/12/g248.pdf>
- Etecé, E. (13 de Julio de 2022). *Concepto*. Obtenido de <https://concepto.de/checklist/>
- Etecé, E. e. (20 de Mayo de 2025). *Concepto*. Obtenido de <https://concepto.de/observacion/>
- euofins*. (21 de Enero de 2025). Recuperado el 2 de Noviembre de 2025, de <https://www.euofins-environment.es/es/mtbf-mantenimiento/>
- González, C. (28 de Mayo de 2021). *aeromarine*. Recuperado el 12 de Octubre de 2025, de <https://software.aeromarine.es/que-es-la-codificacion-de-equipos-en-un-sistema-de-mantenimiento/>
- Herrera Cruz, H. M., López, L. E., & Jarquín, J. A. (Junio de 2022). *Repositorio UCC*. Obtenido de <https://repositorio.ucc.edu.ni/1262/>
- Hoot Herrera, F. N., & Hurtado Aguilar, S. N. (2019). *Repositorio UNAN*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/13423/1/20061.pdf>
- INFINITIA*. (28 de Octubre de 2021). Obtenido de <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/estudio-de-viabilidad-de-un-proyecto-como-realizarlo>
- ISO 14001:2015. (15 de Septiembre de 2015). *Online Browsing Platform*. Recuperado el 22 de Octubre de 2025, de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- itcons.app*. (18 de Septiembre de 2025). Obtenido de <https://itcons.app/que-es-la-eficiencia-operativa>
- Kirvan, P. (6 de Junio de 2025). *ComputerWeekly.es*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2025, de <https://www.computerweekly.com/es/consejo/Como-calcular-y-reducir-su-tiempo-medio-de-reparacion>

- Lázaro Gutiérrez, R. (Mayo de 2021). *Repositorio RUIdeRA*. Obtenido de <https://ruidera.uclm.es/server/api/core/bitstreams/fce7592f-03c4-4c13-9f2f-ccee2180a70b/content>
- LEY N°. 217, L. G. (27 de Marzo de 1996). *Asamblea Nacional de Nicaragua*. Recuperado el 22 de Octubre de 2025, de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/1B5EFB1E58D7618A0625711600561572?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/1B5EFB1E58D7618A0625711600561572?OpenDocument)
- Marín, M. E., & Aguinaga Arauz, J. E. (Febrero de 2015). *Repositorio UNAN*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/6632/1/6369.pdf>
- Martins, J. (13 de Mayo de 2025). *asana*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/feasibility-study>
- MEXICO INDUSTRY*. (1 de Julio de 2021). Obtenido de <https://mexicoindustry.com/noticia/los-paros-de-maquina-el-enemigo-de-toda-industria-como-mitigar-sus-efectos>
- Molinares Urbina, M. H., Salmerón Roque, A. J., & Treminio Icabalceta, M. L. (03 de Abril de 2023). *Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería*. Obtenido de <https://ribuni.uni.edu.ni/5712/1/17103.pdf>
- NTON 05 012-02. (18 de Junio de 2001). *Ministerio de energía y minas*. Recuperado el 22 de Octubre de 2025, de <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2017/05/Norma-Tecnica-de-Calidad-del-Aire.pdf>
- NTON 05 014-02. (24 de Mayo de 2002). *Asamblea Nacional de Nicaragua*. Recuperado el 22 de Octubre de 2025, de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/3d7b0c9bf4c186790625764e005d16f4?OpenDocument>
- Rosales, J. (31 de Julio de 2023). *FRACTTAL*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2025
- Ruiz, A. (18 de Abril de 2025). *es design barcelona*. Recuperado el 25 de Octubre de 2025, de <https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/design-management/que-es-el-modelo-de-negocios-canvas-y-para-que-sirve>
- Sifuentes Peramas, K. N., & Chávez Milla, H. Á. (2020). *Repositorio Institucional Universidad San Pedro*. Obtenido de <https://repositorio.usanpedro.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e774099f-980f-48f3-84d3-b4baed543107/content>
- Tomás, A. (19 de Julio de 2023). *FRACTTAL*. Obtenido de <https://www.fracttal.com/es/blog/guia-completa-del-mantenimiento-industrial-estrategias-herramientas-y-mejores-practicas>

*Universidad Europea*. (21 de Mayo de 2025). Obtenido de  
<https://universidadeuropea.com/blog/mantenimiento-industrial/>

Vedan, A. (15 de Abril de 2025). *TRACTIAN*. Recuperado el 29 de Octubre de 2025, de  
<https://traction.com/es/blog/todo-sobre-la-matriz-de-criticidad?utm>

## 15. Anexos

### 15.1. Anexo. Instrumentos utilizados para la recolección de datos

Guía de entrevista (instrumento cualitativo)

A quién se le aplicó: Encargado

Propósito: Identificar fallas frecuentes, prácticas actuales y percepción del mantenimiento.

Preguntas

- ¿Cuáles son las fallas más frecuentes que experimentan las secadoras y trilladora?
- ¿Considera adecuado el mantenimiento actual? ¿Por qué?
- ¿Qué consecuencias generan las fallas en el proceso de secado y trillado?
- ¿Cree necesaria la implementación de un mantenimiento preventivo?
- ¿Hay suficiente disponibilidad de repuestos en bodega?

**15.1.1. Ficha de observación (instrumento cualitativo)**

Lugar observado: Área de secado y trillado

Fecha: 06/09/2025

Observador: Carlos Gurdian, Dennis Cruz y Eliuth Ardón

Criterio observado	Evidencia recogida	Impacto
Estado mecánico	Rodamientos con desgaste, vibración notable en trilladora.	Alto
Limpieza	Acumulación significativa de cascarilla en ductos y elevadores.	Medio-alto
Lubricación	Presenta ausencia en puntos clave, grasa seca en poleas.	Alto
Alineación	Elevadores con leve desalineación.	Medio
Seguridad	Tornillería floja y sin señalización preventiva.	Medio
Operación	Personal con sobrecarga por fallas recurrentes.	Medio

**15.1.2. Lista de verificación o checklist (instrumento cuantitativo)**

SEC-001

Ítem	Estado	Observaciones
Lubricación	Deficiente	Puntos secos en rodamientos
Rodamientos	Desgastados	Sobrecalentamiento leve
Alineación	Aceptable	Sin desviación visible

Ductos	Obstruidos	Cascarilla acumulada
Tornillería	Floja	Vibración constante
Sensor temperatura	Bueno	Lectura estable

SEC-002

Ítem	Estado	Observaciones
Lubricación	Adecuada	Rutinas básicas se cumplen
Rodamientos	Normales	Sin sonidos inusuales
Ductos	Sucios	Suciedad moderada
Sensor temperatura	No calibrado	Desfase 3-4°C
Tornillería	Correcta	Sin aflojamientos

SEC-003

Ítem	Estado	Observaciones
Lubricación	Nula	No se lubricó en la última semana
Rodamientos	Medio desgastados	Vibración leve
Ductos	Aceptables	Limpieza reciente
Sensor temperatura	Inestable	Conexión floja
Tornillería	Firme	Estado adecuado
Flujo de aire	Débil	Zona media con baja presión

TRI-001

Ítem	Estado	Observaciones
Zarandas	Desgastadas	Huecos deformados
Rodamientos	Aceptables	Sin ruidos anormales
Rotor	Desbalanceado	Vibración alta
Elevadores	Desalineados	Afecta capacidad
Limpieza	Deficiente	Acumulación de grano

**15.1.3. Formulario de registro de fallas (instrumento mixto)**

Fecha	Equipo	Tipo de falla	Tiempo detenido	Reemplazo completo	Observaciones
03/02/2025	SEC-001	Rodamiento ventilador desgastado	12 horas	Reemplazo completo	Repuesto no estaba disponible = atraso
17/04/2025	TRI-001	Desbalanceo del rotor	14 horas	Balanceo y ajuste	Vibración generaba grano partido
29/05/2025	SEC-001	Tornillería floja	6 horas	Ajuste y fijación	Fallas recurrentes por vibración
10/07/2025	TRI-001	Desalineación en elevador	4 horas	Reajuste	Residuos aceleran desgaste

## **15.2. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRILLO SAN JUAN**

El presente plan de mantenimiento preventivo tiene como objetivo garantizar la confiabilidad operacional de las secadoras y la trilladora, reduciendo fallas recurrentes, optimizando la disponibilidad operativa y asegurando la calidad del arroz procesado. Este plan se fundamenta en el diagnóstico realizado, el análisis de criticidad y los registros de fallas los cuales evidencian la necesidad de una planificación sistemática, periódica y documentada.

### **15.2.1. Objetivo general del plan**

Asegurar el funcionamiento continuo y eficiente de las máquinas de secado y trillado mediante actividades preventivas planificadas que reduzcan fallas, costos correctivos y tiempos improductivos.

### **15.2.2. Objetivos específicos del plan**

- Reducir la frecuencia de fallas de los equipos críticos.
- Aumentar la disponibilidad operativa alrededor de un 90%.
- Establecer rutinas de inspección, lubricación, ajuste y limpieza.
- Implementar registros sistemáticos mediante formatos de control.
- Prolongar la vida útil de componentes críticos.

### **15.2.3. Alcance del plan**

Este plan se aplica a las 4 máquinas con la que cuenta la empresa y al sistema de transportar del grano dentro de las mismas, siendo las más críticas la SEC-001 y TRI-001 y con una criticidad media las máquinas SEC-002 y SEC-003. Donde el mantenimiento no se limita solo a lo mecánico, sino que también incluye tareas como lubricación, limpieza, calibración, control de residuos, entre otros.

### **15.2.4. Frecuencia de mantenimiento preventivo**

Tipo de mantenimiento	Frecuencia	Objetivo
Diario	Cada turno	Detectar anomalías inmediatas
Semanal	1 vez/semana	Control de limpieza y ajustes menores
Mensual	Cada 30 días	Lubricación profunda y revisiones completas

Trimestral	Cada 90 días	Alineación, calibraciones y correcciones mayores
Anual	1 vez al año	Revisión general, intervención profunda

**15.2.5. Actividades de mantenimiento por equipo**

SEC-001, secadora crítica (IC=66)	
Actividades diarias	Verificar ruido del ventilador. Inspección visual de fugas y vibraciones. Limpieza superficial de rejillas y entradas de aire.
Actividades semanales	Ajuste de tornillería del motor y ventilador. Limpieza parcial de ductos. Revisión de temperatura del rodamiento.
Actividades mensuales	Lubricación completa de rodamientos principales. Limpieza completa de ductos internos. Verificación de presión y flujo de aire.
Actividades trimestrales	Alineación de poleas. Inspección del motor eléctrico. Reemplazo preventivo de rodamientos críticos.
Actividades anuales	Limpieza total profunda. Balanceo del ventilador. Prueba de eficiencia térmica.

## Actividades de mantenimiento SEC-002

SEC-002, secadora (IC=20)	
Actividades diarias	Inspección visual del tronillo sinfín. Control de temperatura de salida.
Actividades semanales	Limpieza de rejillas y paleta del sinfín.
Actividades mensuales	Lubricación del sinfín y rodamientos secundarios. Calibración del sensor de temperatura.
Actividades trimestrales	Inspección interna del sistema de aire.
Actividades anuales	Reemplazo parcial de paletas desgastadas. Alineación general del sistema de transmisión.

SEC-003, secadora (IC=20)	
Actividades diarias	Verificación de fluctuaciones del sensor de temperatura.
Actividades semanales	Lubricación rápida en puntos accesibles. Inspección del flujo de aire interno.
Actividades mensuales	Lubricación profunda. Ajuste de conexiones eléctricas.
Actividades trimestrales	Limpieza completa interna. Revisión del motor y ventilador.
Actividades anuales	Reemplazo de rodamientos si la vibración aumenta.

*Actividades de mantenimiento TRI-001*

TRI-001, trilladora crítica (IC=66)	
Actividades diarias	Verificación de vibración del motor. Revisión visual de zarandas y cangilones.
Actividades semanales	Limpieza interna completa. Ajuste de tornillería.
Actividades mensuales	Lubricación del eje principal y elevadores. Alineación de elevadores de cangilones.
Actividades trimestrales	Reemplazo preventivo de zarandas dañadas. Balanceo dinámico del rotor.
Actividades anuales	Revisión general estructural. Realineación completa del sistema de transmisión.

**15.2.6. Registro y control**

Para este apartado se utilizarán los siguientes formatos: lista de verificación técnica, registro de fallas, bitácora de mantenimiento, registro de lubricación y formularios de inspección semanal

Lista de verificación técnica

<b>Equipo evaluado:</b>			
<b>Fecha:</b>			
<b>Responsable:</b>			
Ítem evaluado	Cumple	No cumple	Observaciones
Lubricación en puntos críticos			
Estado de rodamientos			
Limpieza de ductos			
Alineación de poleas / ejes			
Tensado de bandas			
Tornillería firme			

Flujo de aire adecuado			
Vibración dentro de límite			
Sensor de temperatura funcional			

### Registro de fallas

<b>Equipo:</b>						
<b>Responsable:</b>						
Fecha	Falla presentada	Síntoma	Tiempo detenido	Reparación realizada	Repuesto utilizado	Observaciones

### Bitácora de mantenimiento

<b>Elaborado por:</b>					
Fecha	Actividad realizada	Tipo (P: preventivo / C: correctivo)	Duración	Técnico responsable	Observaciones

### Registro de lubricación

<b>Equipo:</b>					
<b>Lubricante utilizado:</b>					
Fecha	Punto lubricado	Tipo de lubricante	Cantidad	Responsable	Observaciones

### Formularios de inspección semanal

<b>Fecha:</b>				
<b>Inspector:</b>				
Área / equipo	Condición observada	Nivel (Bueno / Regular / Malo)	Acción requerida	Prioridad (alta / media / baja)

### **15.2.7. Conclusión**

La implementación de este plan de mantenimiento preventivo permitirá reducir fallas recurrentes, evitar paros no programados, mejorar la eficiencia productiva y asegurar una mayor vida útil de la maquinaria. Esto impactará positivamente la calidad del producto procesado, la productividad de la planta y la satisfacción de los productores.



*¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!*



