

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN  
LA EMPRESA MOLINERA PARA REDUCIR PÉRDIDAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**DAVID RICARDO TIMOTEO LLUEN**

**ASESOR**

**ALEXANDER QUEREVALU MORANTE**

<https://orcid.org/0000-0001-5672-6829>

**Chiclayo, 2022**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO EN LA EMPRESA MOLINERA PARA  
REDUCIR PÉRDIDAS**

PRESENTADA POR:

**DAVID RICARDO TIMOTEO LLUEN**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR:

Abel Gonzales Wong  
PRESIDENTE

Joselito Sánchez Pérez  
SECRETARIO

Alexander Querevalu Morante  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

A mis padres Luis y Teresa, hermanas Mariella, Lisset, a mi hijo David Alonso y mis sobrinos Sebastián, Luis Joseph y Antonella porque son la principal fuente de inspiración para seguir adelante en las metas trazadas en mi vida. Por todo el apoyo constante e incondicional recibido.

A Dios y mi familia por estar pendientes de mí en cada momento.

A mis docentes y la formación profesional brindada en la Universidad.

A las amistades que formamos como familia en este centro de estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo, a Dios y la Virgen María por proteger cada etapa en este camino de existencia, tener la fe, constancia y perseverancia. Dándome fortaleza y seguir adelante ante cualquier obstáculo en esta investigación.

Un agradecimiento a la persona que estuvo pendiente en cada momento, apoyándome y brindándome una buena asesoría en esta investigación. Al ingeniero Alexander Querevalu Morante y a la Empresa que me brindó la información y tuvo la confianza a mi persona por realizar esta investigación.

A la plana docente y a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo por la formación y enseñanza recibida.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	12
2.1. ANTECEDENTES .....	12
2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS .....	14
2.2.1.Mantenimiento .....	14
2.2.2.Beneficios del mantenimiento .....	14
2.2.3.Objetivos del mantenimiento .....	15
2.2.4.Tipos de mantenimiento .....	15
2.2.5.Indicadores de gestión de mantenimiento.....	17
2.2.6.Criticidad .....	20
2.2.7. Grado de criticidad y prioridad en el mantenimiento .....	23
2.2.7.Prioridad de tareas de mantenimiento.....	24
2.2.8.Costo de mantenimiento .....	25
2.2.9. Árbol de fallos.....	25
2.2.10. Diagrama Ishikawa .....	26
<b>III. RESULTADOS</b> .....	27
3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....	27
3.1.1.La empresa.....	27
3.1.2.Descripción del sistema de producción .....	28
3.1.3.Diagrama de causa efecto .....	34
3.1.4.Diagrama proceso de mantenimiento .....	35
3.1.5.Diagrama de Operaciones de Proceso de pilado de arroz.....	36
3.1.6.Diagrama de Análisis de Proceso del Pilado de Arroz (minutos) .....	37
3.1.7.Maquinaria de la empresa Molinera .....	38
3.1.8.Indicadores actuales de Producción.....	49
3.1.9.Ingresos económicos utilidades percibidos en el año 2018 .....	50
3.1.10. Ingresos económicos No percibidos durante el año 2018 .....	50
3.1.11. Diagnóstico de tiempo de parada por fallas de cada máquina .....	53
3.1.12. Diagrama de Pareto .....	54

3.1.13. Descripción actual del mantenimiento .....	55
3.1.14. Costos incurridos de mantenimiento periodo 2018 .....	56
3.1.15. Indicadores actuales de mantenimiento.....	57
3.1.16. Análisis de criticidad de los equipos .....	59
3.1.17. Árbol de fallas para los equipos críticos de la empresa molinera .....	60
<b>3.2. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....</b>	<b>64</b>
3.2.1.Formato de codificación de máquinas .....	64
3.2.2.Plan de Mantenimiento Preventivo.....	64
3.2.3.Cronograma de mantenimiento preventivo .....	66
3.2.4.Plan de actividades .....	68
3.2.5.Diagrama planta en partes lógicas .....	69
3.2.6.Perfiles profesionales de trabajo para el área de mantenimiento.....	69
3.2.7.Políticas de mantenimiento.....	71
3.2.8.Nuevos indicadores después de la mejora .....	73
<b>3.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>77</b>
3.3.1.Costo de inversión de la implementación .....	77
3.3.2.Costo de herramientas y materiales .....	78
3.3.3.Estado de ganancias y pérdidas después de la implementación .....	80
3.3.4.Cálculo del VAN, Relación Beneficio/Costo (B/C), TIR y el PRI .....	81
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>V. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>84</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>86</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Maquinaria y Equipos en la empresa Molinera .....	38
Tabla 2: Ficha técnica de elevadores.....	39
Tabla 3: Ficha técnica de Zaranda.....	40
Tabla 4: Máquina separadora Superbrix .....	41
Tabla 5: Máquina prelimpiadora Satake .....	42
Tabla 6: Máquina con cámara de aspiración de cascarilla .....	43
Tabla 7: Máquina Mesa paddy .....	44
Tabla 8: Máquina clasificadora cilíndrico.....	45
Tabla 9: Máquina separadora de piedras.....	46
Tabla 10: Máquina pulidora de agua.....	47
Tabla 11: Máquina selectora de color .....	48
Tabla 12: Producción anual de arroz 2018.....	49
Tabla 13: Capacidad de diseño y producción esperada 2018.....	49
Tabla 14: Utilidades percibidas en el año 2018 .....	50
Tabla 15: Cuadro resumen de las pérdidas 2018.....	50
Tabla 16: Fallas y paradas por equipos en el año 2018.....	52
Tabla 17: Tiempo de parada mensual en horas .....	53
Tabla 18: Reporte de tiempo de parada por fallos por máquina en el año 2018 en horas (h)..	53
Tabla 19: Diagrama de Pareto por tiempo de parada a causa de averías .....	54
Tabla 20: Costos de repuesto y M.O de Mantenimiento 2018.....	56
Tabla 21: Indicadores actuales de Mantenimiento .....	58
Tabla 22: Criterios para los factores de análisis de criticidad.....	59
Tabla 23: Codificación de máquinas .....	64
Tabla 24: Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera – Elevador de Cangilones .	65
Tabla 25: Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera – Zaranda industrial .....	65
Tabla 26: Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera – Selector .....	66
Tabla 27: Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera – Clasificadores .....	66
Tabla 28: Cronograma de mantenimiento preventivo propuesto para la empresa molinera....	67
Tabla 29: Plan de actividades anual de los equipos críticos .....	68
Tabla 30: Nueva producción de sacos de arroz del periodo evaluado .....	75
Tabla 31. Nuevas utilidades del periodo evaluado.....	75
Tabla 32: Cuadro comparativo de indicadores antes y después de la mejora .....	76
Tabla 33: Costo de inversión en herramientas y materiales de la propuesta.....	78
Tabla 34: Costo de inversión y operativos de la Implementación .....	79
Tabla 35: Incrementos anuales de producción y utilidades percibidas .....	80
Tabla 36: Estado de ganancias y pérdidas después de la implementación.....	80
Tabla 37: Flujo de caja y beneficios de la propuesta al implementar el mantenimiento preventivo en la empresa molinera.....	81

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fiabilidad y Mantenibilidad.....	18
Figura 2: Disponibilidad.....	19
Figura 3: Matriz de criticidad.....	23
Figura 4: Diagrama de Árbol de Fallas .....	25
Figura 5: Diagrama de Ishikawa .....	26
Figura 6: Diagrama de flujo del proceso productivo.....	33
Figura 7: Diagrama de Ishikawa .....	34
Figura 8: Flujograma del Proceso de mantenimiento actual .....	35
Figura 9: DOP del pilado de arroz en la empresa molinera .....	36
Figura 10: DAP del pilado de arroz en la empresa molinera .....	37
Figura 11: Utilidades No percibidas en el año 2018 a causa de fallas en los equipos .....	51
Figura 12: Diagrama de Pareto por tiempo de parada a causa de averías .....	55
Figura 13: Costo de mantenimiento correctivo en la empresa molinera.....	57
Figura 14: Árbol de fallas de los Elevadores de cangilones .....	60
Figura 15: Árbol de fallas del Selector.....	61
Figura 16: Árbol de fallas de la Zaranda vibratoria .....	62
Figura 17: Árbol de fallas de los Clasificadores .....	63
Figura 18: Divisiones de planta.....	69

## RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad proponer un plan de mantenimiento preventivo en la empresa molinera para reducir pérdidas de producción y utilidades económicas.

En la primera parte se realizó el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento dentro de la empresa relacionada con las pérdidas de producción que son generadas por las fallas de los equipos. En el año 2018 se produjeron un total de 366 188 sacos de arroz dejándose de producir por fallas en sus equipos un total de 57 172 sacos de arroz de 50 kg. Asimismo, se detectaron un total de 544,5 horas de parada por el funcionamiento incorrecto de los equipos. La disponibilidad anual de los equipos fue de 86,5% y la confiabilidad de 27,6 horas, mantenibilidad de 3,65 horas; dejando de percibir S/ 8 57 587,50 en utilidades.

En la segunda parte se utilizó el análisis de criticidad, el árbol lógico de fallas, planes de mantenimiento en equipos críticos como lo son los elevadores de cangilones, el selector, zaranda vibratoria y los clasificadores. Se consideraron actividades semanales, quincenales y mensuales que deben aplicarse para el buen funcionamiento de las máquinas evaluadas y seleccionadas. Con ello, se logra incrementar la producción en 57 173 sacos de arroz de 50 kg, obteniendo nuevos ingresos promedios valorizados en S/. 857 587,50 anuales. Asimismo, la disponibilidad se incrementa en 5,5% y la confiabilidad a 48,2; la mantenibilidad se redujo en 0,8 horas y así también las horas de parada de 544,5 en 220,5 horas.

En la tercera parte se evaluó el valor actual neto (VAN) obteniendo un total de S/ 2 257 567,66; con una tasa interna de retorno (TIR) de 811%; un PRI de 0,1 y un beneficio/costo de S/. 2,8 que indica que los beneficios son mayores a los costos. Con esto se concluye que la propuesta es viable y rentable.

**Palabras Claves:** mantenimiento, modo de falla, análisis de falla

## ABSTRACT

The purpose of this research is to propose a preventive maintenance plan in the milling company to reduce production losses and economic profits

In the first part, the diagnosis of the current maintenance situation within the company related to production losses that are generated by equipment failures was carried out. In 2018, a total of 366,188 bags of rice were produced, with a total of 57,172 50-kg bags of rice not being produced due to equipment failure. Likewise, a total of 544.5 hours of downtime were detected due to the incorrect operation of the equipment. The annual availability of the equipment was 86.5% and the reliability of 27.6 hours, maintainability of 3.65 hours; ceasing to receive S/ 8,57,587.50 in profits.

In the second part, the criticality analysis, the logical fault tree, maintenance plans in critical equipment such as the bucket elevators, the selector, the vibrating screen and the classifiers were used. Weekly, fortnightly and monthly activities were considered to be applied for the proper functioning of the evaluated and selected machines. With this, it is possible to increase production by 57,173 50-kg bags of rice, obtaining new average income valued at S/. 857,587.50 per year. Likewise, availability increases by 5.5% and reliability by 48.2; maintainability was reduced by 0.8 hours and so were downtime hours from 544.5 to 220.5 hours.

In the third part, the net present value (NPV) was evaluated, obtaining a total of S/ 2,257,567.66; with an internal rate of return (IRR) of 811%; a PRI of 0.1 and a benefit/cost of S/. 2.8 indicating that the benefits are greater than the costs. With this it is concluded that the proposal is viable and profitable.

**Keywords:** maintenance, failure mode, failure analysis

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz es el segundo producto más consumido a nivel mundial y se encuentra ligado al consumo interno de los países productores como China, Indonesia e India convirtiéndose en una de las industrias con mayores movimientos por ser un producto básico para la mayor parte de la población del mundo. El primer exportador mundial de este cereal es Tailandia que exporta el 50% de su producción y en América es Uruguay con 1 millón de toneladas exportadas en el año 2017. La campaña mundial de arroz cerró con una tasa de crecimiento de 0,006 de los años 2017/2016 incrementado la cosecha en más de 4 millones de toneladas métricas. [1]

En el Perú, el arroz representa el 6% del PBI agropecuario y tiene una industria molinera que agrupa aproximadamente 600 molinos teniendo una capacidad de pilado promedio de 991, 9 t/h y solo utiliza un 30% de su capacidad instalada que resulta suficiente para una producción anual de 2,4 millones de toneladas donde la costa norte presenta mayor capacidad. [2]

En la región Lambayeque, se encuentra la mayor cantidad de industrias molineras y se han modernizado en infraestructura como en máquinas y equipos que permiten mejorar el proceso llegando a emplear selectoras electrónicas y la mayoría se encuentran agrupados en el APEMA (Asociación Peruana de Molineros de Arroz). [2]

El empleo de nueva maquinaria compete un gran desafío para su conservación y mantenimiento necesario para un mayor rendimiento y productividad, es por ello, la importancia de que la industria molinera de arroz pueda implementar un plan de mantenimiento óptimo que pueda generar una ventaja competitiva en Lambayeque, ya que, es donde abundan molinos y se requiere diferenciación. Es aquí donde se encuentra la Empresa Molinera S.A. con 20 años de experiencia dedicada a la producción de arroz en sacos y considerada una de las mejores empresas productoras y distribuidoras de este cereal, promoviendo el comercio y generando trabajo en Lambayeque.

El molino cuenta con un total de 23 máquinas para el proceso productivo. Los equipos son: La mesa Paddy, una Pre limpiadora, una Descascaradora, una Pulidora de piedra, una Calibradora de grano, una Selector, dos Balanzas, diez Elevadores, cuatro Clasificadores y una Pulidora de Agua. Se trabaja las 24 horas al día en 3 turnos y 6 días a la semana.

En el proceso de producción se presentan problemas mecánicos: rupturas de eje en el motor, válvulas dañadas, rupturas de mallas, atoramientos; estos desperfectos mecánicos son los que originan paros en los equipos y la maquinaria que causan mermas y pérdidas. En la Empresa Molinera S.A., el personal en el área de mantenimiento enfrenta muchos problemas e inconvenientes por la falta de material, repuestos para atender y solucionar las averías y situaciones de paros en cada etapa del proceso; el pedido o solicitud de un repuesto pasa de área en área y esto complica y demora la solución inmediata para avanzar con la producción. Al realizar una compra al proveedor o soporte técnico hay demora y espera en atender el pedido, lo cual origina paros y fallas en todo el proceso de pilado de arroz. En este sentido el nivel de pérdidas de los costos que se desea reducir en los cinco años será 50%.

Ante esta situación se formula la siguiente pregunta problemática: ¿Será posible la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en los equipos para reducir las pérdidas en el área de producción de la empresa? Para ello, se tiene como objetivo general el proponer un plan de mantenimiento preventivo para reducir las pérdidas y como objetivos específicos el realizar el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento en el área de producción, elaborar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos y realizar la evaluación económica de la propuesta.

Con la investigación realizada se da solución a los problemas frecuentes que afrontan las empresas molineras en el mercado lambayecano y sirve como base para conocer la importancia del mantenimiento preventivo en una empresa.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

Según Alavedra, *et al.* [3], en su investigación “*Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013*” realizada en el año 2016 tuvo como objetivos el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento en la empresa Komatsu Maquinaria Perú S.A. y determinar la relación entre la gestión del mantenimiento preventivo a través de sus indicadores MTBF y MTTR y la disponibilidad. Se concluyó que, si se quiere aumentar la disponibilidad y la confiabilidad de los camiones y disminuir las paradas imprevistas de estos se debe implementar un plan de mantenimiento preventivo ya que, existe una correlación del 79,10%. Como dice la investigación la relación que existe entre los indicadores y el mantenimiento preventivo, mejora la gestión y disminuye las paradas en los procesos, entonces vale recalcar que es positivo implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Herrera y Duany [4], en su investigación “*Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento*” realizada en el año 2016, tuvo como objetivo la implementación de un programa de mantenimiento asistido por computadora. Se concluye que la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento es importante para el control de las actividades del departamento y la codificación es vital para el control de los equipos. Para la implementación del plan de mantenimiento se buscó el compromiso de toda la organización para que este pueda ser eficiente. El 35% del mantenimiento preventivo encierra un 25% del fondo de tiempo del trabajador para atención al equipamiento 5% para la atención a los sistemas de distribución y otro 5% para el mantenimiento de entorno. Teniendo conocimiento de la implementación de programas para el control de los sistemas y actividades, es importante tener un software dentro de empresa molinera para estar al tanto de cada paso y actividad en el área de procesos. Y ser monitoreados.

Vishnu y Regikumar [5], en su investigación “*Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study*” realizada en el año 2016 tuvieron como objetivo la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, establecieron como metodología de trabajo el análisis la historia del mantenimiento realizado en una unidad del proceso realizado en la empresa Travancore Titanium Products Ltd.; posteriormente, calcularon los indicadores de disponibilidad y confiabilidad y optaron por trabajar con el mantenimiento preventivo. Los costos para establecer la estrategia de mantenimiento fueron menores a los costos en

mantenimiento correctivo de la empresa. El significado de la disponibilidad de las diez ejecuciones de simulación fue de 0,753 en diez años, esto equivale a aproximadamente 4387,7 fallos. Esta significa 901,3 días que el sistema estará fuera de funcionamiento en diez años.

Como resultado de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo fue positivo en la empresa, esto muestra que se puede ejecutar lo propuesto en nuestra empresa y así dar como resultado lo esperado, minimizar los costos y reducir pérdidas.

Ramos y Tantaleán [6] en su investigación *“Propuesta de un plan de mejora en el proceso de pilado de arroz, utilizando las herramientas de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del área de producción en la molinera San Nicolás S.R.L, Lambayeque – 2018”* realizada en el año 2018. Concluyen que por medio de la implementación de la propuesta de estudio se estima que se incrementará la productividad de la empresa en 35%. Finalmente se evaluó el beneficio costo obteniéndose S/.1.25, lo que significa que es rentable para la empresa porque por cada sol que invierta obtendría un beneficio de S/. 0.82.

Delgado [7], en su investigación *“Propuesta de un planteamiento estratégico para mejorar la gestión empresarial de la molinera Ademmy SAC Chiclayo 2019”* realizada en el año 2021 tuvieron como objeto proponer un planteamiento estratégico para mejorar la gestión empresarial de la Molinera Ademmy SAC Chiclayo. Donde concluye que se redujo de un 38% a un 7% la obtención de la materia prima fuera de Lambayeque, teniendo un ahorro de S/ 32 100 soles por costos de transporte, y que al dejar de lado al mantenimiento correctivo para iniciar el preventivo trae un ahorro de S/ 49 179 soles para le empresa. Finalmente se realizó el análisis del B/C de la propuesta de investigación obteniéndose 1.33, este indicador se refiere a que por cada sol que la empresa pueda invertir en la propuesta se obtendría un beneficio de 0.33 soles.

## **2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. Mantenimiento**

Mantenimiento es el conjunto de actividades técnicas y administrativas cuya finalidad es conservar o restituir un ítem en/a las condiciones que le permitan desarrollar su función. Se divide en dos tipos: Correctivo y Preventivo. [8]

El mantenimiento industrial se define como el conjunto de procedimientos realizados a fin de conservar en óptimas condiciones de servicios a los equipos, maquinarias, e instalaciones de una planta (fábrica), garantizando el correcto funcionamiento del proceso de producción industrial. [9]

En la actualidad, las operaciones de mantenimiento se centran en realizar estudios sobre los equipos y procesos susceptibles a fallo, aplicando técnicas estadísticas, metodologías de medición, gestión económica de procedimientos, integración multidepartamental, entre otras, que permitan planificar las tareas y recursos adecuados para evitar que se produzcan fallas o paradas en la producción. [10]

### **2.2.2. Beneficios del mantenimiento**

Los beneficios del mantenimiento son [8]:

- Reducir costos generados por las fallas de equipos en la producción.
- Optimizar el inventario de repuestos disponibles en stock, sin tener que comprar de más, ni sufrir la carencia de repuestos cuando se requieran.
- Rebajar costos de producción, a fin de producir productos más competitivos en el mercado.
- Evitar el desperdicio de recursos: materia prima, energía, mano de obra.
- Optimizar el consumo de recursos y presupuestos asignado al departamento de mantenimiento.
- Optimizar la utilización de equipos y maquinaria, prolongando su tiempo de vida.
- Brindar seguridad al personal de campo en el cumplimiento de sus actividades diarias.
- Cumplir con estándares de calidad exigidos por los consumidores y organismos reguladores.
- Garantizar el cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la actividad productiva.

- Mantener un control y supervisión sobre las tareas que ejecuta el departamento de mantenimiento.

### **2.2.3. Objetivos del mantenimiento**

El departamento de mantenimiento de una industria tiene cuatro objetivos que deben marcar y dirigir su trabajo [9].

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.
- Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación.

La misión del mantenimiento consiste en supervisar y advertir que el sistema haya bajado su fiabilidad e inmediatamente haga lo necesario para regresarlo a su condición normal. [8]

### **2.2.4. Tipos de mantenimiento**

El mantenimiento se clasifica en:

#### **a) Mantenimiento Correctivo**

Correspondiente al conjunto de actividades destinadas a corregir defectos y solucionar fallas, esperando a que ocurra el problema para brindar la solución adecuada [10].

#### **b) Mantenimiento en Uso**

Consiste en la realización de tareas cotidianas realizadas por el mismo operador de los equipos, básicamente se trata de trabajos de limpieza, inspección visual, toma de datos, lubricación, apriete de tornillos, etc. [10]

#### **c) Mantenimiento Preventivo**

Conformado por el conjunto de actividades que buscan anticiparse a la ocurrencia de un problema avería o falla, estas actividades son planificadas en el tiempo y espacio, buscando fortalecer puntos frecuentes de falla, localizando vulnerabilidades, reemplazando componentes antiguos o desgastados. [10]

**d) Mantenimiento Predictivo**

Es aquel encargado de recopilar y analizar información que permita determinar el momento y lugar adecuado para efectuar tareas de mantenimiento preventivo, conociendo e informando permanentemente el estado del equipamiento de la planta, lo cual requiere contar con instrumentos adicionales que permitan adquirir dicha información, sin embargo, permite reducir costos de mantenimiento al hacer un uso eficiente de los recursos. [10]

**e) Mantenimiento Periódico**

Es aquel mantenimiento que tiene lugar a determinado ciclo periódico de tiempo, sin importar las condiciones del equipo, en este mantenimiento se realiza una rutina de tareas predefinidas, dejando los equipos en óptimas condiciones para soportar un nuevo ciclo de trabajo. [10]

**f) Mantenimiento a Cero Horas**

Es aquel mantenimiento programado con la finalidad de llevar al equipo a un punto como si estuviera salido recién de fábrica (cero horas de funcionamiento), lo cual implica reemplazar componentes críticos, renovar piezas, reparar partes, etc. [10]

**g) Mantenimiento de Verificación**

Tiene lugar luego de realizado un cambio importante en el equipo (cambio de piezas internas), con el objetivo de comprobar las óptimas condiciones del equipo para entrar en operación nuevamente. [10]

**h) Mantenimiento de Calibración**

Consiste en la revisión y ajuste de parámetros, a fin de ubicar el equipo en su punto de funcionamiento. [10]

**i) Mantenimiento Integrado**

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilidad, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión de mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento. Tanto técnicos, profesionales, ejecutivos y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. [10]

### 2.2.5. Indicadores de gestión de mantenimiento

La norma UNE – EN 15341:2008. Estándar desarrollado para la Normalización europea ofreciendo lineamiento y utilización de indicadores en la gestión de mantenimiento. Tiene las siguientes características para la gestión del mantenimiento [8]:

- Su compromiso es saber conocer y cumplir con los objetivos.
- Tener la facilidad de medir, interpretar y entender.
- Ser peculiar en todas las actividades.
- Establecer relación entre lo solicitado y entregado.
- Debe acceder evaluar y medir el tiempo a las actividades.
- Ejecutar buenas prácticas en la empresa.
- Incentivar la mejora y competitividad.
- Seleccionar lo más resaltante.
- Ser proyectado desde el punto de vista y ser medido.
- Respuesta a la situación y adaptarse al cambio.
- Evaluar los indicadores y sean activos.
- Ejecutar estrategias para la mejora continua.

#### ➤ **Fiabilidad**

Capacidad para realizar su funcionalidad específica en unas condiciones y rendimiento a lo largo de los tiempos determinados. Puede expresarse como posibilidad de que funcione de manera correcta en las situaciones operativas de diseño a lo largo del tiempo. [10]

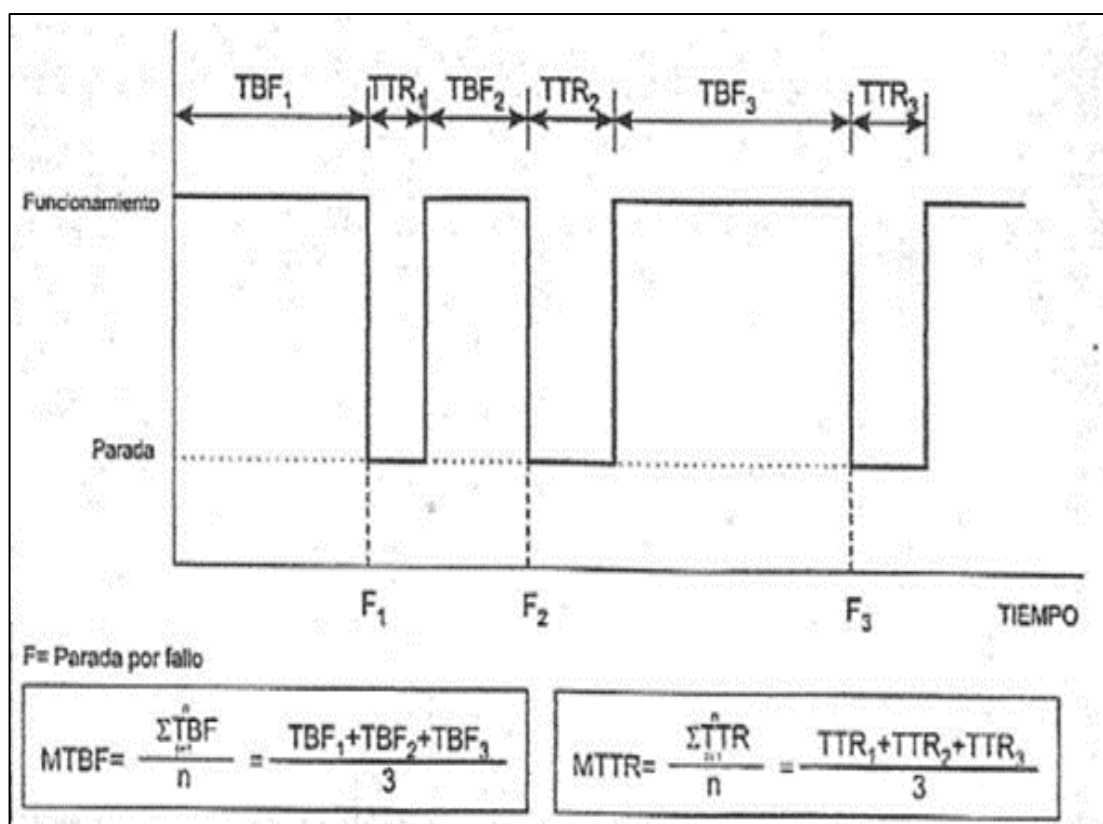
Es la posibilidad a lo largo de un lapso de tiempo determinado, en cuestión de que logre hacer su funcionalidad o actividad en las condiciones de implementación sin averías. [9]

## ➤ Mantenibilidad

Es la posibilidad de que los equipamientos, luego de fallo o avería esté funcionando en un momento dado. Una medida de la mantenibilidad es el MTTR o TMDR: Tiempo Medio de Reparación. [10]

Se manifiesta como la posibilidad de que un ítem averiado puede ponerse operativo en el tiempo dado, una vez que el mantenimiento ejecuta acciones determinadas y se efectúa con los métodos establecidos. expresarse como el inverso del MTTR. [9]

Figura 1: Fiabilidad y Mantenibilidad



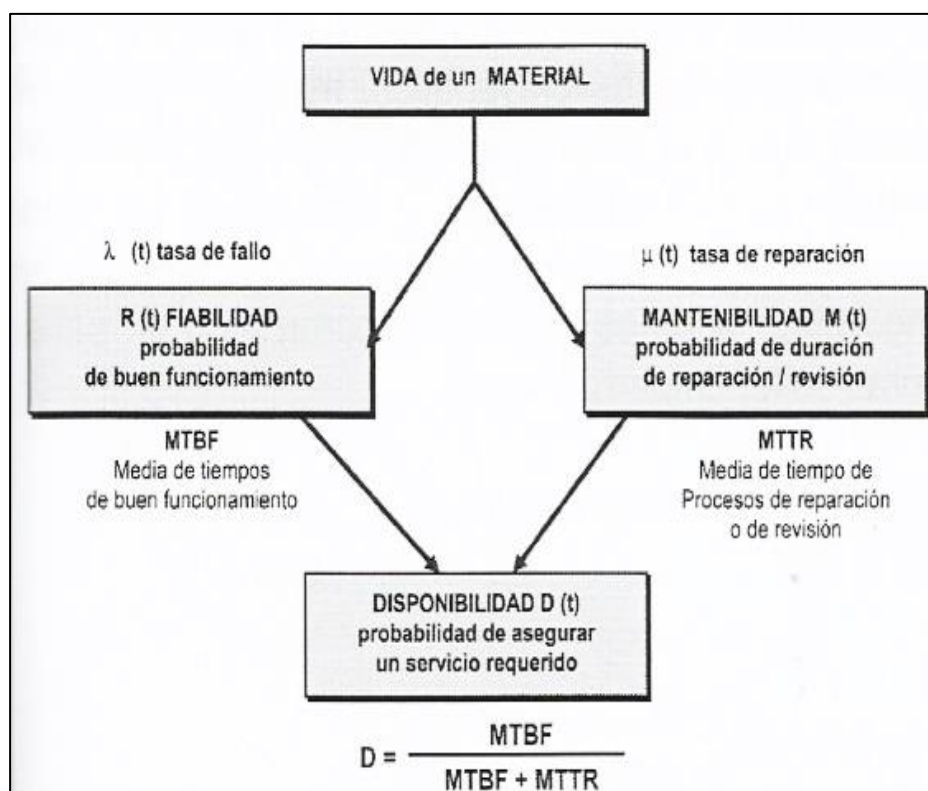
Fuente: García, 2016 [9]

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$$

## ➤ Disponibilidad

Es la funcionalidad de un ítem para desarrollar su función en un determinado momento, o a lo largo de un lapso definido. Una medida práctica de la disponibilidad de un ítem como parámetro de alusión es la determinada por la interacción entre el lapso de operación y el tiempo total que es necesario a que funcione. [10]

Figura 2: Disponibilidad



Fuente: García, 2016 [9]

O de la forma:

$$Disponibilidad = \frac{\text{Horas totales} - \text{horas de parada}}{\text{Horas totales}}$$

## ➤ **Confiabilidad**

La medida de confiabilidad de un equipo es la frecuencia con la cual ocurren las fallas en el tiempo. Si no hay fallas, el equipo es 100% confiable; si la frecuencia de las fallas es muy baja, la confiabilidad del equipo es aceptable, pero si es muy alta, el equipo es poco confiable. [10]

Un equipo con un muy buen diseño, con excelente montaje, con adecuadas pruebas de trabajo en campo y con un apropiado mantenimiento nunca debe fallar; sin embargo, la experiencia demuestra que incluso los equipos con mejores diseños, montajes y mantenimientos fallan alguna vez. [9]

La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un periodo de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno. [9]

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$$

### **2.2.6. Criticidad**

técnica que posibilita jerarquizar sistemas, grupos e instalaciones, en funcionalidad de su efecto universal, para la toma de decisiones. El análisis de criticidad posibilita del mismo modo detectar las superficies que va a tener prioridad con el mantenimiento en el proceso que ejecuta. La data tomada en un estudio de criticidad tiene que priorizar órdenes de producción y mantenimiento, así como para guiar las políticas de mantenimiento en las zonas o sistemas críticos. [8]

la finalidad de un análisis de criticidad un procedimiento que sea instrumento de apoyo en la decisión de jerarquía de procesos, sistemas y equipos de producción complejo, permitiendo subdividir los recursos que logren ser manejadas de forma controlada y auditable. [11]

La criticidad se obtiene del producto de 2 factores: La Frecuencia de Fallos por la Consecuencia del mismo.

A continuación, se muestra el cálculo y los parámetros a tener en cuenta para su uso:

$$CTR = FF \times C$$

Donde:

CTR: Criticidad total por Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/año))

C: Consecuencias de los eventos de fallos

Además, el valor de C, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$C = (IO \times FO) + CM + SHA$$

Siendo:

IO = Factor de Impacto en la Producción

FO = Factor de Flexibilidad Operacional

CM = Factor de Costes de Mantenimiento

SHA = Factor de impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente

La expresión final del modelo de priorización de CTR será la siguiente:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

- **Factor de Frecuencia de Fallos (FF) (escala 1 - 4)**
  - 4: Frecuente: mayor a 2 eventos al año
  - 3: Promedio: 1 y 2 eventos al año
  - 2: Bueno: entre 0,5 y un 1 evento al año
  - 1: Excelente: menos de 0,5 eventos al año
- **Factores de Consecuencias o Impacto Operacional (IO) (escala 1 - 10)**
  - 10: Pérdidas de producción superiores al 75%
  - 7: Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%
  - 5: Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%
  - 3: Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%
  - 1: Pérdidas de producción menor al 10%
- **Impacto por Flexibilidad Operacional (FO) (escala 1 - 4)**
  - 4: No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes.

2: Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios

1: Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños.

- **Impacto en Costes de Mantenimiento (CM) (escala 1 - 2)**

2: Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/. 20 000

1: Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a S/. 20 000

- **Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA) (escala 1 - 8)**

8: Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos

6: Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración.

3: Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas.

1: No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales.

Los resultados de la evaluación de los factores se representan en una matriz de criticidad de 4x5 donde el eje vertical está formado por cinco niveles de frecuencia de fallos, mientras que el eje horizontal está formado por cinco niveles de consecuencias de fallos. La matriz está dividida en cuatro áreas que representan cuatro niveles de criticidad. [9]

2.3. Área de criticidad

2.4. Área de sistema No Critico (NC)

2.5. Área de sistema de Media Criticidad (MC)

2.6. Área de sistema Críticos (C)

Figura 3: Matriz de criticidad

Frecuencia	5	MC	MC	C	C	C
	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		Consecuencias				

Fuente: García, 2016 [9]

### 2.2.7. Grado de criticidad y prioridad en el mantenimiento

Los equipos cumplen funciones diferentes, por ende, poseen niveles de importancia distintos dentro del proceso industrial, así mismo algunos equipos son más robustos en relación a otros que son más delicados y propensos a fallas; basados en esta premisa, cada equipo recibe un grado de criticidad en función o su potencial de falla y a su nivel de importancia, del mismo modo el costo de reemplazo y el costo de parada en un equipo es condicionante a la hora de evaluar su grado de criticidad. [9]

El grado de criticidad establece el orden jerárquico y de prioridad.

#### a) Equipos críticos

Son aquellos equipos cuya falla o avería provoca la parada de la producción, impactando fuertemente en la economía de la empresa. [9]

#### b) Equipos importantes

Son aquellos cuya falla o avería afecta significativamente la economía de la empresa, sin embargo, este daño puede ser asumido y/o recuperado. [9]

**c) Equipos necesarios**

Son aquellos equipos que son requeridos para el normal funcionamiento del proceso, sin embargo, pueden ser reemplazados o sacados de líneas por intervalos cortos de tiempo. [9]

**d) Equipos prescindibles**

Son aquellos equipos que no afectan la productividad y la economía de la empresa, por cuanto pueden permanecer parados provocando tan solo incomodidad en el proceso. [9]

**2.2.7. Prioridad de tareas de mantenimiento**

Las tareas se pueden clasificar en:

**a) Tareas urgentes**

Son aquellas que no se pueden postergar, al presentarse una tarea urgente el operador dejará lo que está haciendo hasta solucionar el problema. [10]

**b) Tareas importantes**

Su atención puede esperar ligeramente, pero deben realizarse a fin de no seguir afectando el proceso productivo. [10]

**c) Tareas de rutina**

Son aquellas que deben realizarse sí o sí dentro de un periodo de tiempo asignado, contando con la flexibilidad de realizarse en cualquier momento dentro del periodo asignado. [10]

**d) Tareas programadas**

Son aquellas que han seguido un proceso de planificación previa, se realizan por lo general en paradas de planta. Cuentan con cierta flexibilidad, la cual es establecida en el plan de acción correspondiente. [10]

**e) Tareas proactivas**

Son aquellas realizadas con el objetivo de anticipar una ocurrencia de falla, surgen de manera espontánea, y se efectúan por iniciativa propia, por experiencia, o por sentido común. [10]

**f) Tareas secundarias**

Son aquellas actividades que pueden postergarse hasta algún momento donde exista tiempo disponible para atenderlas. [10]

### 2.2.8. Costo de mantenimiento

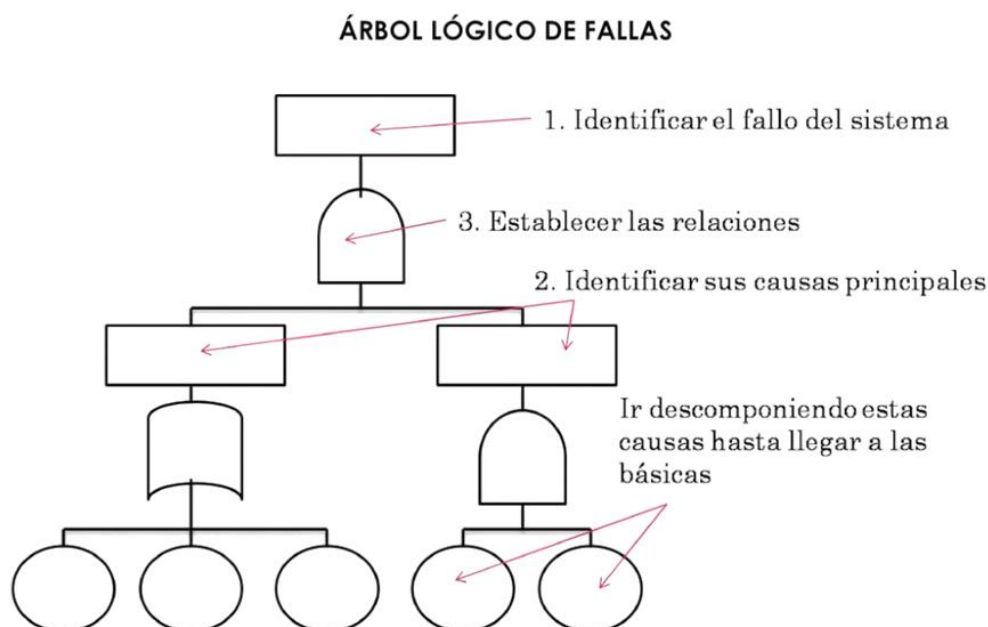
Se pueden agrupar en dos categorías [11]:

3. Los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento: costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos o refracciones, de subcontrataciones, de almacenamiento y costo de capital.
4. Costos por pérdida de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por falla en la calidad del producto debido al mal funcionamiento de los equipos.

### 2.2.9. Árbol de fallos

es un método de amplio uso para el análisis la confiabilidad de un sistema o equipos. Consiste en un procedimiento deductivo que te permite hallar las fallas a nivel componente para evitar momentos no deseados. De modo que en un sistema dado se pueden hacer tantos análisis como eventos no deseados se deseen estudiar. [14]

Figura 4: Diagrama de Árbol de Fallas

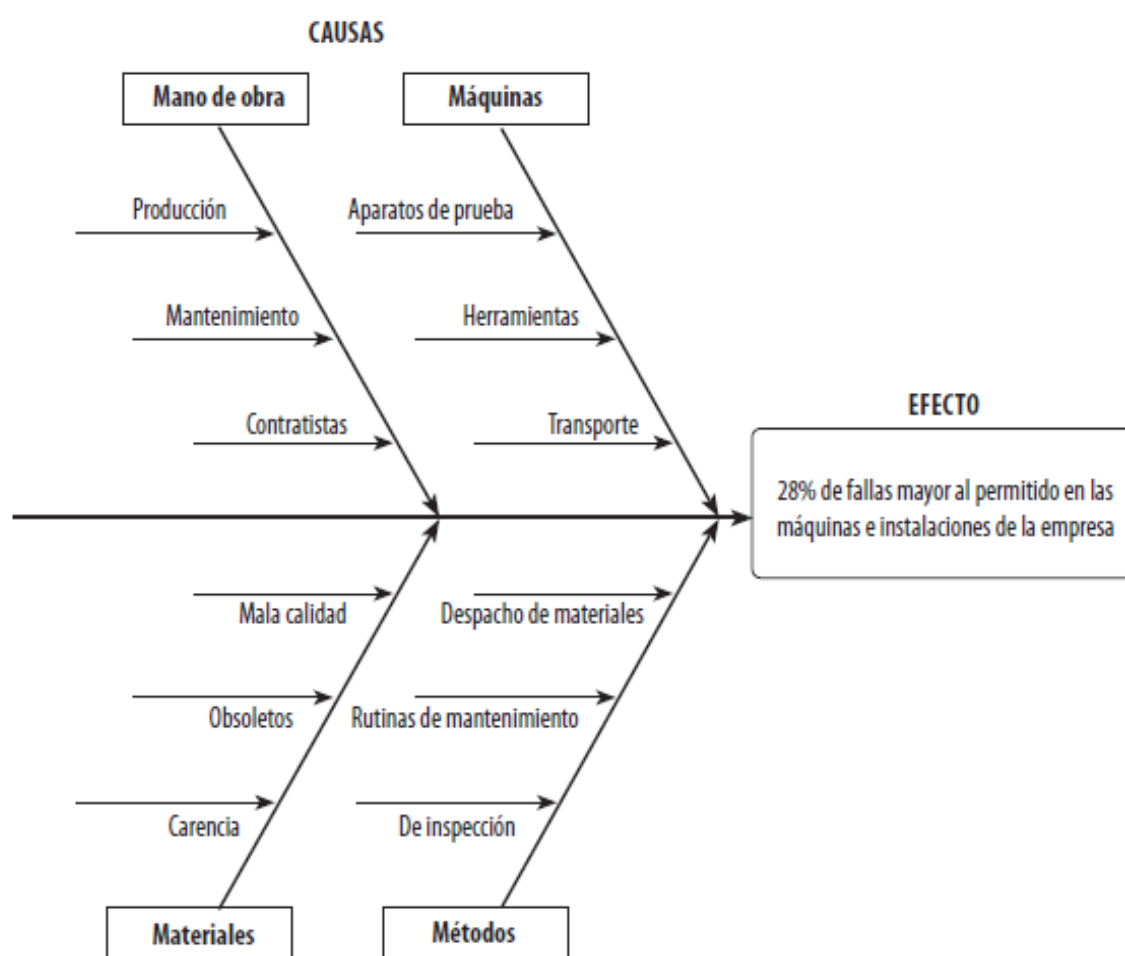


Fuente: Boero, 2012.

### 2.2.10. Diagrama Ishikawa

Se llama “diagrama Ishikawa”, “causa efecto” o “espina de pescado”, ya que la gráfica del conjunto asemeja un esqueleto de pescado y cada espina puede significar una o más causas; lo creó el japonés Kaoru Ishikawa, y nos ayuda para conocer las causas que concurren en la aparición de algún efecto que nos interese analizar. Este diagrama es muy útil durante las juntas de lluvias de ideas. [12]

Figura 5: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Dounce, 2014 [12]

### III. RESULTADOS

#### 3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

##### 3.1.1. La empresa

La Empresa Molinera S.A.C. se dedica a la producción de arroz en sacos, con 20 años de experiencia considerada como una de las mejores empresas productoras y distribuidoras de arroz, promoviendo el comercio y generando fuentes de trabajo en Lambayeque.

3. **Razón Social:** Empresa Molinera
4. **Rubro:** Alimentos Elaborados.
5. **Dirección:** Carretera Panamericana Norte
6. **Ubicación:** Lambayeque – Lambayeque
7. **Visión:** Somos una empresa Molinera comprometidos con la población lambayecana, brindando productos de buena calidad, mediante la comercialización hacia nuestros clientes y satisfacer sus necesidades.
8. **Misión:** Ser líderes en el área empresarial dentro del rubro a nivel nacional, innovando cada día con tecnología de última generación para así brindar productos de alta calidad y lograr un buen desarrollo sostenible y responsable con el medio ambiente.

##### 3.1.1.1. Principales proveedores

9. Acopiador Sullana.
10. Acopiador Valle Lambayeque
11. Acopiador Jaén
12. Acopiador Piura
13. Acopiador Chepén
14. Acopiador Chongoyape

##### 3.1.1.2. Principales clientes

15. Minoristas
16. Mayoristas

##### 3.1.1.3. Principales productos

La presentación del producto es en bolsa y sacos de 50 kg de arroz para consumo masivo.

17. Arroz Extra
18. Arroz Superior

### **3.1.2. Descripción del sistema de producción**

#### **3.1.2.1. Descripción del producto**

El arroz pilado es el producto final obtenido en el proceso del grano pilado en el molino se clasifica por su tamaño, color, pulido, limpio de materias extrañas y que tenga las condiciones aptas para el consumo. [2]

La parte fundamental de la calidad del arroz depende de las características y acondicionamiento físico que tiene cada grano de arroz; como el color, tamaño, olor y sabor. [2]

Estos factores son de mucha importancia en nuestro país para su consumo y así puedan identificar que producto están obteniendo. El arroz NIR es de mayor demanda para consumo en el mercado nacional.

#### **3.1.2.2. Descripción del proceso productivo**

En el proceso, el arroz cáscara (materia prima) entra al pilado para obtener así el arroz blanco.

##### **a) Recepción de materia prima**

Se reciben los lotes de arroz provenientes de diferentes zonas de cultivo. Los sacos son transportados a la planta de proceso, pero antes de ingresar a las instalaciones estos son pesados en una balanza de plataforma.

El encargado de la balanza a través de un sistema computarizado registra datos del vehículo y del producto como: vehículo, cliente, variedad, peso de ingreso y guía de remisión, finalmente se asigna un código de acuerdo con la zona de procedencia. Seguidamente los operarios transportan los sacos de arroz al almacén.

##### **b) Abastecimiento en tolva**

Los operarios transportan los sacos a la tolva de recepción, donde son descargados; a medida que se va descargando el lote, el supervisor inspecciona de manera visual el estado de la unidad y del producto, corroborando que no haya signos de infestación y/o proliferación de hongos. De presentarse inconvenientes en el producto inmediatamente será separado y comunicado al jefe de secado y saneamiento para que tomen las acciones pertinentes.

### c) Pre – limpia

En esta etapa del proceso se retiran la mayor cantidad de impurezas: palotes, piedras, paja, semillas objetables y menos grano inmaduro del arroz cascara, la finalidad es evitar las trabas en las máquinas y/o equipos.

El arroz que ha sido descargado en la tolva es transportado a través de una faja para luego pasar a los elevadores de cangilones que llevan el producto a una maquina pre limpiadora: **SUPER BRIX** la cual posee dos cilindros que realiza limpieza y recupera el grano integro. Sucesivamente se realiza una aspiración de vano y polvo dentro de una cámara de aire. La separación de impureza se realiza de forma controlada, así no hay contaminación al medio ambiente.

Pre limpiadora de granos **SABRECA LG300**, realiza la separación neumática de polvos e impurezas y de mayor tamaño por el cribado. Luego, mediante un sistema de transporte, el producto es llevado hacia los silos de almacén en húmedo. Deben permanecer aquí por un tiempo no mayor a 8 horas antes de ser secados.

### d) Limpieza

El arroz cáscara es colocado en una tolva con capacidad de 30 t mediante una faja transportadora, luego mediante un elevador de cangilones es dirigido hacia:

### e) Zaranda Vibratoria

En este proceso el grano ingresa limpio de impurezas ya que pasan por las mallas. Primero las impurezas mayores quedan retenidas en las mallas y el arroz pasa.

Segundo queda retenido en la malla el arroz y se elimina residuos o vanos.

Adicionalmente, por aspiración las impurezas livianas son retiradas a través de un ventilador y el sistema de captación de estas impurezas a través de un ciclón.

### f) Despedradora

Luego el grano pasa a través de una despedradora. El principio de operación es la diferencia de velocidad y de flotación.

La máquina cuenta con cribas vibratorias con inyección inferior de aire para mantener una especie de colchón que separa por peso las piedras u otros elementos del arroz, su diseño permite la inclinación, la vibración y el flujo del aire para lograr en cada caso la descontaminación o separación deseada.

### **g) Descascarado – Separación de cascara**

Paso por el cual intervienen los rodillos que retiran la cascara que tiene el arroz. El descascarado se ejecuta por tres pasos: la presión realizada por los rodillos, luego pasa por la separación de la cascarilla, después es succionada y llevada a la tolva de alimentación del horno ciclónico para su uso como combustible. El grano descascarado y no descascarado pasa a la siguiente etapa.

### **h) Separación gravimétrica (Mesa Paddy)**

Se logra la separación por los siguientes principios físicos:

#### **i) Por el peso específico:**

- a. Producto
- b. Arroz cáscara
- c. Arroz sin cáscara

#### **j) Por la rugosidad y elasticidad**

Luego se distribuye por un canal el arroz cáscara y lo descascarado por unas gavetas a través de movimientos oscilatorios.

#### **k) Separación por espesor**

La separación de los granos de menor tamaño del promedio (1 a 1,2 mm) se realiza en 6 mallas cilíndricas. La separación de los granos de mayor tamaño (2 – 2,3 mm) se realiza en 8 mallas cilíndricas. Aquí también se logra atrapar piedras del mismo espesor del grano separado.

#### **l) Pulido por abrasión**

En esta etapa se remueve la cutícula oscura que cubre el grano de arroz. Salvado o polvillo; es decir el arroz es “blanqueado”; consta de un distribuidor con regulación de flujo de alimentación de arroz el cual abastece a una sección de 6 piedras abrasivas ordenadas verticalmente cubiertas por unas cribas que ejercen una acción fuerte para separar las capas blandas (salvado) pero sin mucho esfuerzo para no deteriorar el grano.

En el pulido se genera harina la cual es separada mediante aspiración generada por un ventilador y llevada hacia un ciclón. Luego esta es colocada en sacos para su posterior venta como polvillo.

Las partículas de menor tamaño que la harina de arroz (polvillo) es recuperada en unos filtros de manga con la finalidad que no se produzca polución en el medio ambiente.

#### **m) Pulido por fricción**

La etapa anterior crea en el arroz una superficie rugosa, donde puede ver fisuras o grietas y puede acumularse harina residual. Esta puede descomponerse, absorber humedad y crear larvas de insectos o microorganismos. Por medio de esta etapa se remueve todo exceso de harina. Aquí el pulido se realiza por fricción, por medio de pulidoras horizontales que trabajan con dosificación de agua automatizada con la finalidad de ejercer un ablandamiento sobre el salvado no removido, para facilitar su extracción a baja presión.

#### **n) Separación del Ñelen**

Por medio de movimientos circulares distribuyendo el arroz en el interior de los cilindros, la separación y realiza con los granos en caída libre dentro del cilindro, los granos de espesor normal en el arroz son llevados hacia un extremo del cilindro donde son llevados hacia los clasificadores (trier) y los granos de espesor y tamaño menor (Ñelen) hacia el otro extremo, con la finalidad de separarlo.

#### **o) Clasificado por tamaño**

Esto se realiza en un cilindro de alveolos. A través de una caja de entrada, el arroz fluye al cilindro rotativo, para la separación según medida. Los granos son elevados a cierta altura. Caerán por gravedad a la bandeja por una rosca sin fin. En este primer paso de clasificado se obtiene el arrocillo e  $1/2$  y  $3/4$  juntos en el segundo grupo de clasificadores se separa el arrocillo de  $1/2$  y  $1/4$ .

#### **p) Abrillantamiento**

Este equipo trabaja con agua nebulizada para limpiar las partículas sueltas de salvado, emulsificar y esparcir el aceite de la superficie y enfriar el grano. La inyección de agua se hace normalmente en mínimas cantidades (0.2% a 0.4% en peso) su objetivo y acción es ablandar el salvado no removido, para facilitar su extracción. La presión de aire va aflojando todo material y evita pegarse sobre el producto.

**q) Selección por color**

El arroz después de ser clasificado es llevado a través de un elevador y faja transportadora hacia la etapa de seleccionado por color, separando los granos yesosos, manchados o materia de color diferente.

La selectora por color presenta bandejas vibratorias enfiladas por conductos donde se transporta los granos de arroz.

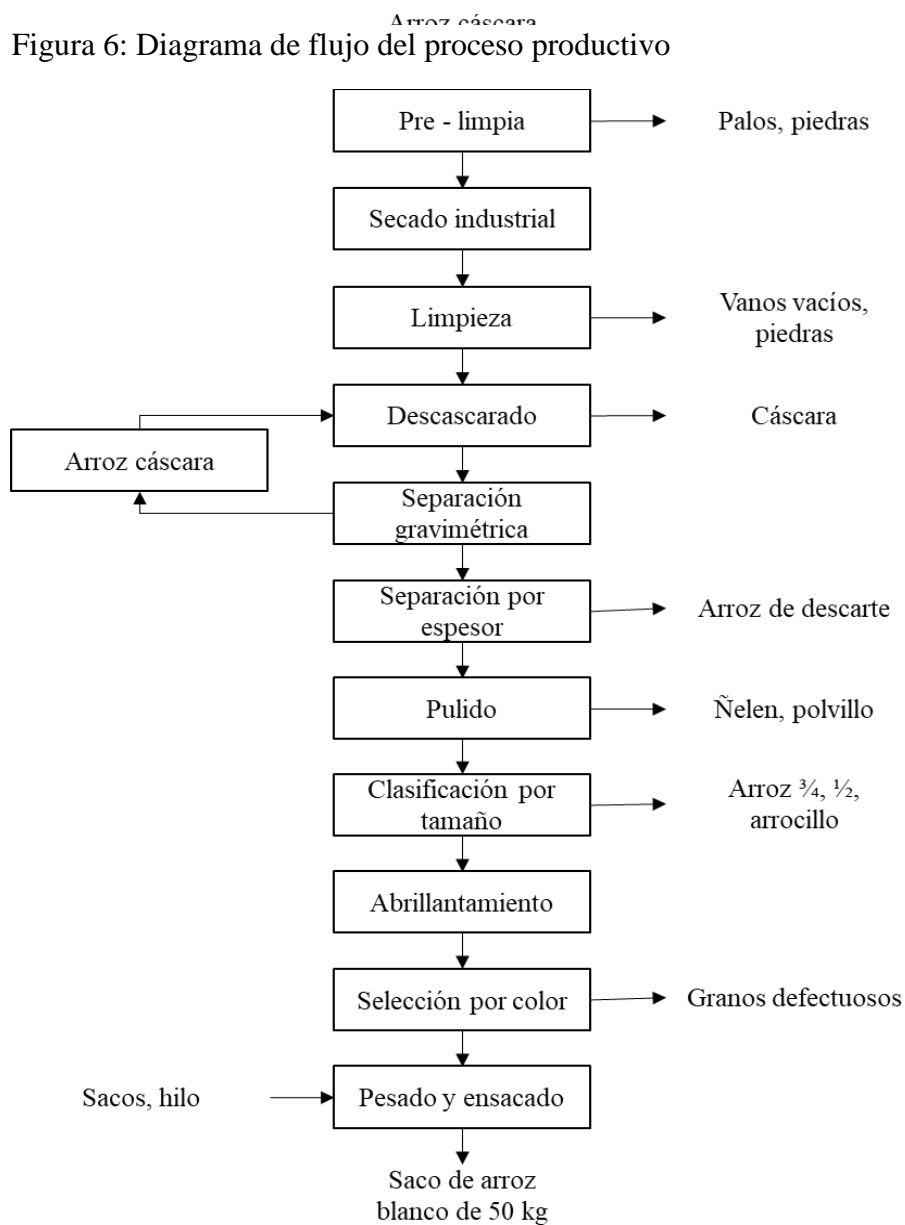
Al finalizar el proceso aprovechamos en detectar la imperfección y seleccionar el grano que cumple con los estándares.

**r) Pesado y ensacado**

El proceso de ensacado se realiza en sacos de polipropileno de 50 kg y/o 25 kg; los sacos son llevados hacia el almacén de producto terminado puestos sobre parihuelas en rumas de sacos (20 filas de alto).

### 3.1.2.3. Diagrama del proceso de pilado de arroz

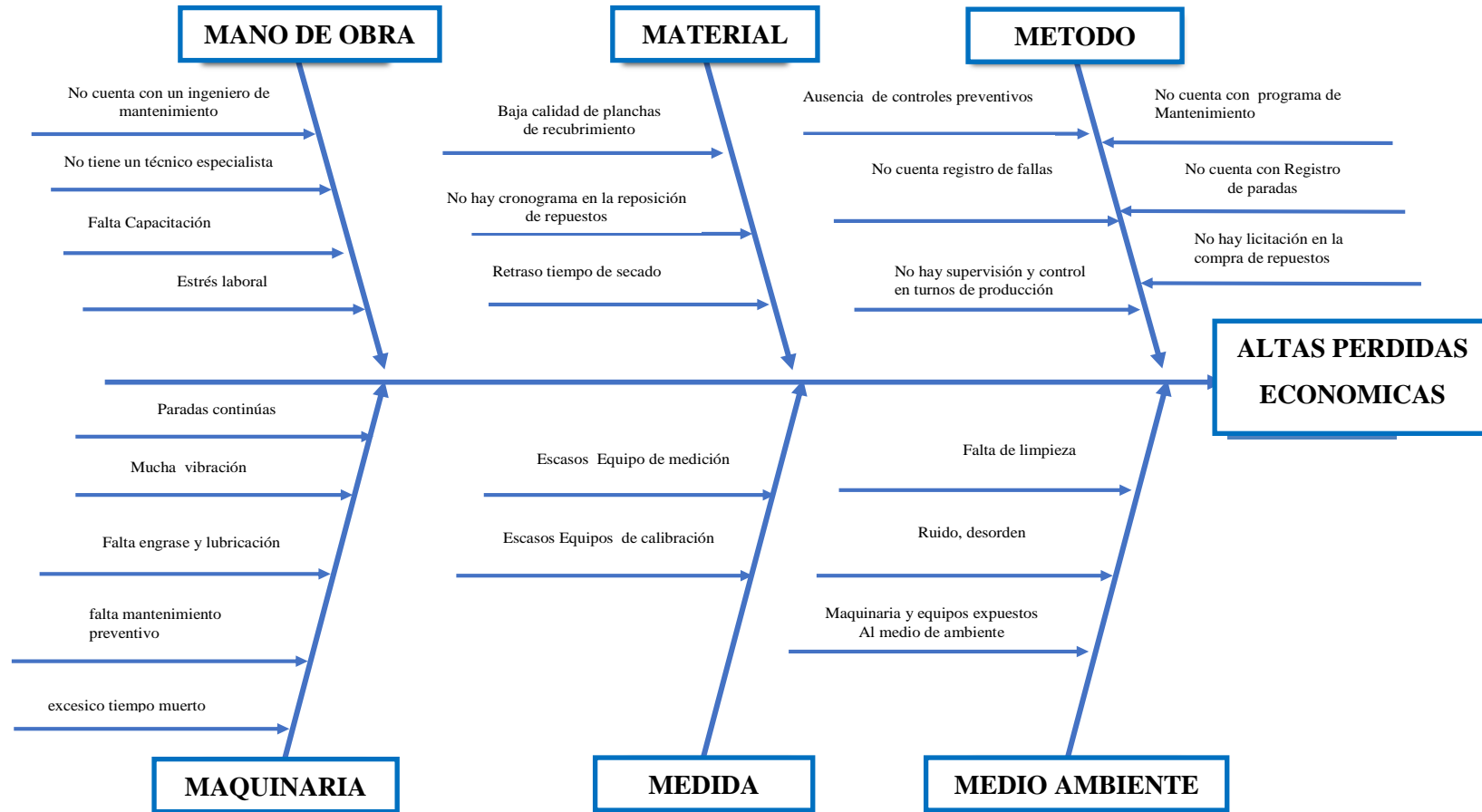
En la figura 6 se visualiza el diagrama de flujo del proceso productivo de pilado de arroz realizado por la empresa Molinera.



Fuente: Empresa Molinera

**3.1.3. Diagrama de causa efecto**

Figura 7: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Empresa molinera.

### 3.1.4. Diagrama proceso de mantenimiento

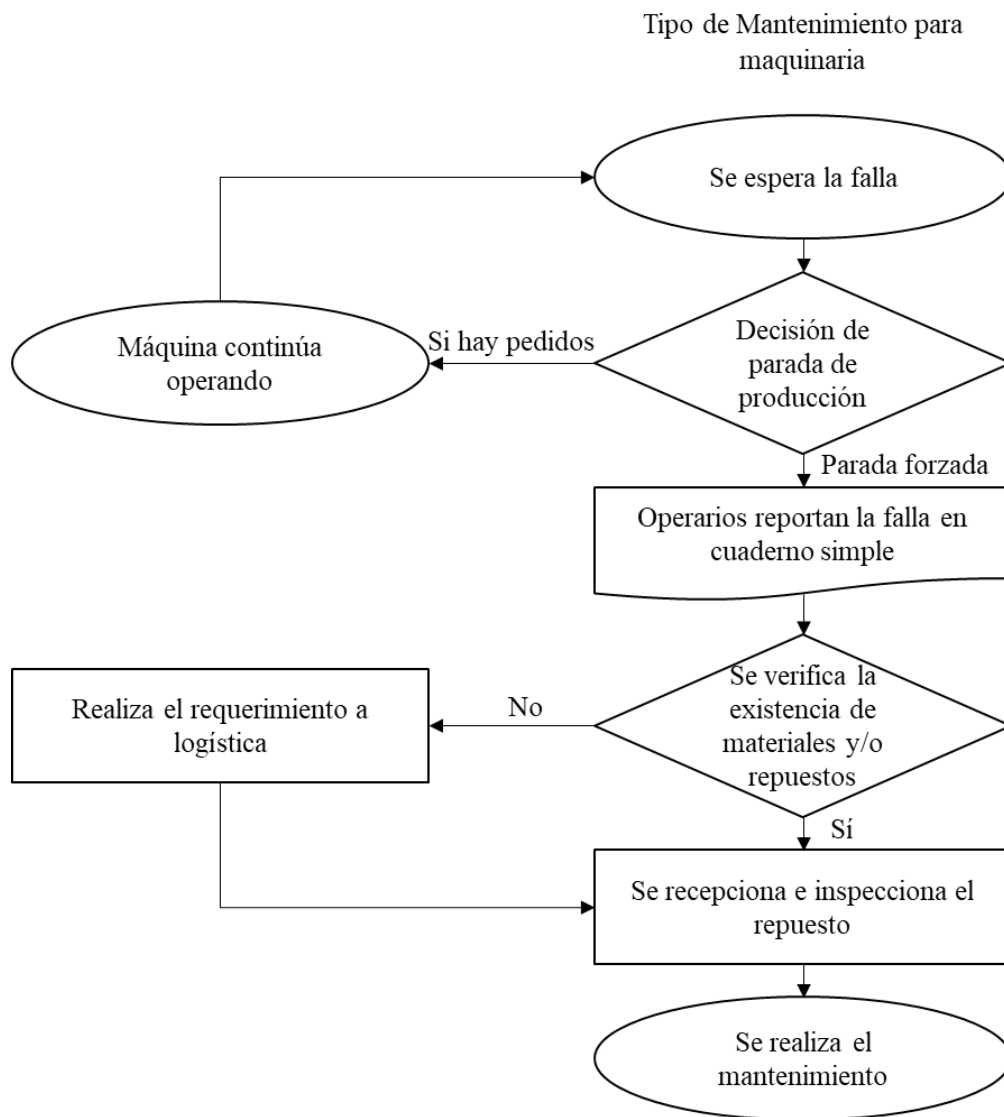
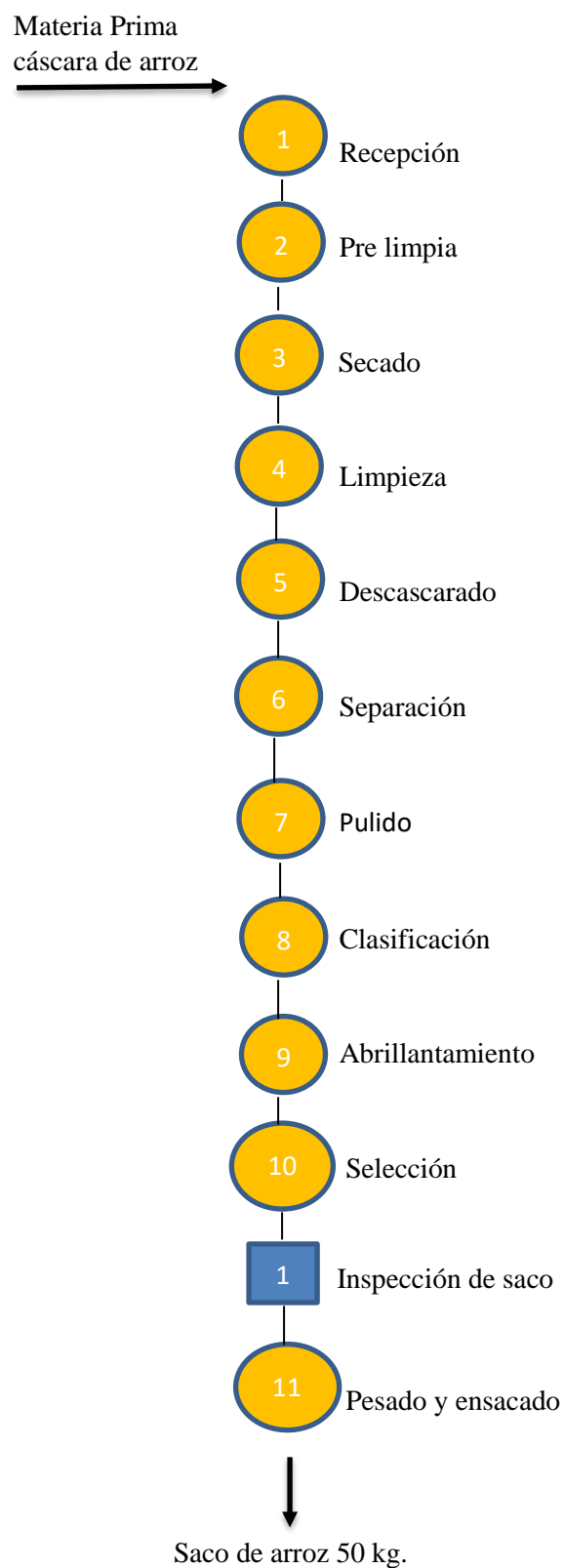


Figura 8: Flujograma del Proceso de mantenimiento actual

Fuente: Empresa Molinera.

### 3.1.5. Diagrama de Operaciones de Proceso de pilado de arroz

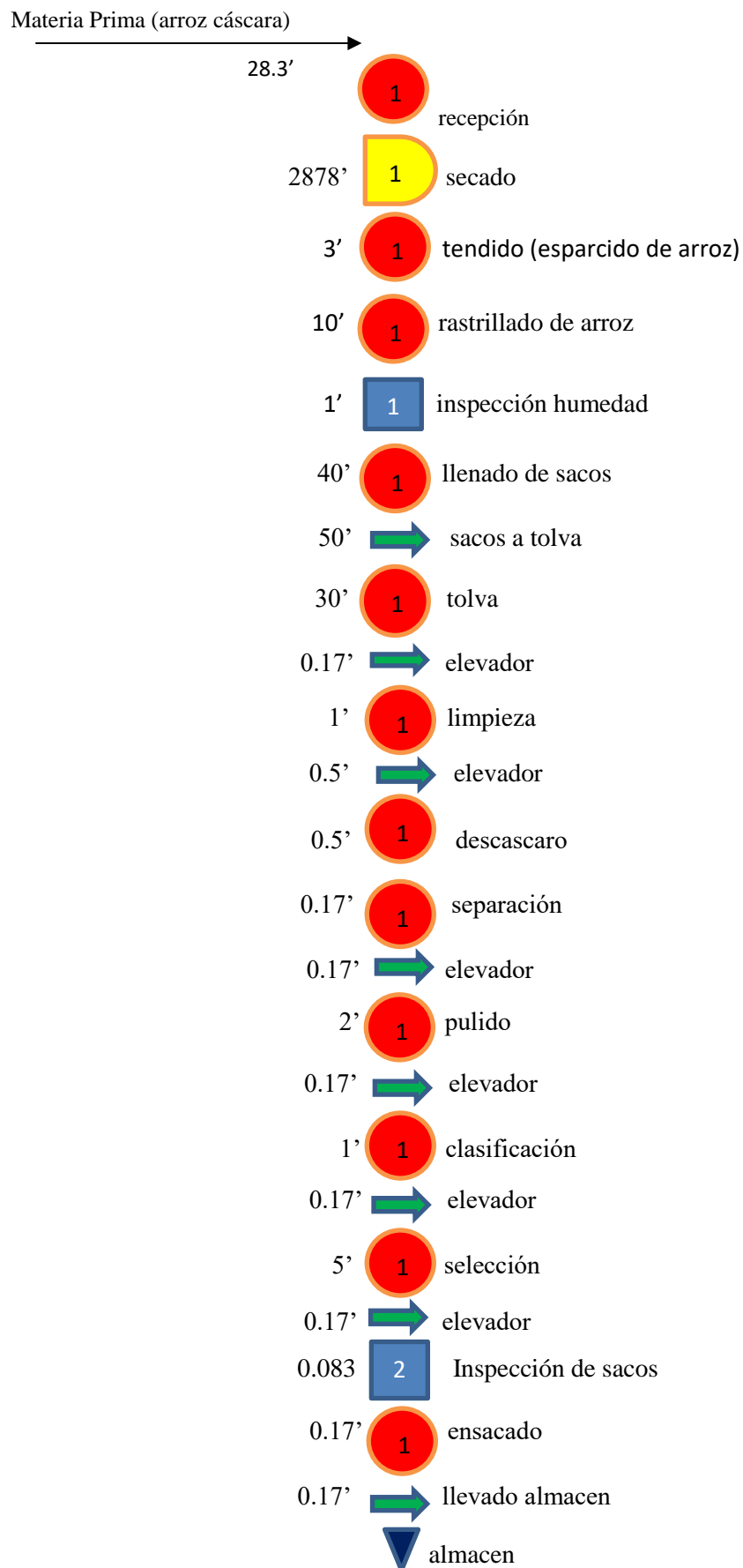
Figura 9: DOP del pilado de arroz en la empresa molinera



Fuente: Empresa Molinera

### 3.1.6. Diagrama de Análisis de Proceso del Pilado de Arroz (minutos)

Figura 10: DAP del pilado de arroz en la empresa molinera



### 3.1.7. Maquinaria de la empresa Molinera

La empresa molinera cuenta con máquinas y equipos que están el área de producción las cuales se pueden apreciar desde la tabla 2 hasta la tabla 11 se incluyen sus fichas técnicas.


Tabla 1: Maquinaria y Equipos en la empresa Molinera

<b>N°</b>	<b>Equipos y maquinarias</b>	<b>Cantidad</b>
01	Mesa Paddy	1
02	Prelimpiadora	1
03	Descascaradora	2
04	Pulidora de piedra	4
05	Calibradora	1
06	Selectora	1
07	Balanza	6
08	Elevadores	18
09	Clasificadores	3
10	Pulidora de agua	1
11	Zaranda	3

Fuente: Base de datos de la Empresa Molinera.


## a) Datos de máquinas de la Empresa Molinera

Tabla 2: Ficha técnica de elevadores

<b>Modelo</b>	SM - ELEIV
<b>Altura total</b>	7 m
<b>Capacidad</b>	4 t/h
<b>Características</b>	Facilidad de tapa removible para la realización del mantenimiento.
	


Fuente: Base de datos de la Empresa Molinera.

Tabla 3: Ficha técnica de Zaranda

<b>Modelo</b>	MPL 80
<b>Capacidad</b>	29 t/h – 32 t/h
<b>Producto Comercial</b>	Arroz
<b>Peso específico</b>	0.60 t/m <sup>2</sup>
<b>Humedad en la entrada</b>	22% - 20%
<b>Impureza en la entrada</b>	4%
<b>Impureza en la salida</b>	1,0 – 1,5% para granos con 22% - 20% humedad
<b>Área de zarandeo</b>	22 m <sup>2</sup>
<b>m<sup>2</sup> por tonelada</b>	1,36 t/h por m <sup>2</sup>
<b>Medidas</b>	3,81 x 2,70 x 1,05 (l x a x h)
<b>Ventilador</b>	7500 CFM (7,5 HP)
<b>CFM por ton/hora</b>	250 CFM por ton/hora
<b>Zarandas</b>	Juego de zarandas para Arroz, diferentes perforaciones de cribas: 22, 18, 4 x 12 y 1,5 x 22 mm Limpieza de las zarandas por pelotitas de goma
	


Fuente: Empresa Molinera.

Tabla 4: Máquina separadora Superbrix

<b>Capacidad</b>	Arroz Blanco	ZR 30	2,4 t/h
		ZR 40	3,9 t/h
	Arroz Cargo	ZR 30	3,9 t/h
		ZR 40	5,9 t/h
<b>Motor</b>	ZR 30	3 hp	
	ZR 40	4 hp	
			

Fuente: Empresa Molinera.

Tabla 5: Máquina prelimpiadora Satake

<b>Capacidad</b>	Paddy (arroz) +/- 10t/h
<b>Potencia Requerida</b>	2 x 1,0kw solo para SFI 1000 A-L
<b>Aspiración Requerida</b>	SFI 1000 A-L = 12m <sup>3</sup> /min
<b>Peso Aprox.</b>	SFI 1000 A-L = 1400kg
<b>Volumen Aprox.</b>	SFI 1000 A-L = 10,5m <sup>3</sup>
<b>Descripción</b>	Es una máquina adecuada a la limpieza de los granos tales como arroz paddy, trigo, maíz, centeno, avena, etc. La oscilación de los tamices dobles rechaza cuerpos extraños grandes e impurezas finas de los granos eficientemente.
	

Fuente: Empresa Molinera.

Tabla 6: Máquina con cámara de aspiración de cascarilla

<b>Modelo</b>	HU10SSA-L1
<b>Capacidad de entrada (t/h)</b>	3,5 -5,5
<b>Material</b>	Arroz cascara
<b>Energía (kW)</b>	9,2/6P
<b>Volumen succión de aire (m<sup>3</sup>/min)</b>	10
<b>Volumen máquina embalada (m<sup>3</sup>)</b>	1,2
<b>Motor</b>	10HP
<b>Descripción</b>	Descascarador desarrollado para descascarar el arroz en cascara con rendimiento promedio de 88% a 92% dependiendo de la variedad del arroz, calidad de los rollos de goma y de la condición operacional.
	

*Fuente:* Empresa Molinera.


Tabla 7: Máquina Mesa paddy

<b>Modelo</b>	Ps400d(2)
<b>Capacidad de salida (t/h)</b>	4-5
<b>Material</b>	Arroz
<b>Energía (kw)</b>	3,75
<b>Volumen de succión de aire (m<sup>3</sup>/min)</b>	10
<b>Presión estática (kpa)</b>	0,5
<b>Volumen máquina</b>	10,1
<b>Descripción</b>	Equipo desarrollado para separar los granos con cascara mezclados en los granos descascarados, compuesto por dos cuerpos con bandejas alveoladas.




Fuente: Empresa Molinera.

Tabla 8: Máquina clasificadora cilíndrico

<b>Modelo</b>	LRG306FB-L
<b>Capacidad de entrada (t/h)</b>	2
<b>Energía (kW)</b>	0,37 x 3
<b>Material</b>	Arroz Pulido
<b>Volumen succión de aire (m<sup>3</sup>/min)</b>	12-20
<b>Presión estática (kpa)</b>	0,3-0,5
<b>Volumen máquina (m<sup>3</sup>)</b>	5,8
<b>Dimensiones W x L x H (mm)</b>	590 x 2 895 x 3 070
<b>Descripción</b>	Clasificadora cilíndrica alveolado, TRIEUR, se utiliza para separar con alta eficiencia los granos de cereales por su longitud. Permite diferentes configuraciones de acuerdo con la capacidad y longitudes de granos deseados.
	

Fuente: Empresa Molinera.

Tabla 9: Máquina separadora de piedras

<b>Modelo</b>	SGA10B-L
<b>Capacidad (t/h)</b>	10
<b>Energía</b>	0,75 x 1    0,30 x 2
<b>Volumen succión de aire (m<sup>3</sup>/min)</b>	120 - 140
<b>Presión estática (kpa)</b>	0,5 – 1,5    0,6 – 1,5
<b>Volumen de máquina embalada</b>	8,5
<b>Descripción</b>	Separador por densidad desarrollado para separar piedras pequeñas y más pesadas que los granos de los cereales en diversas líneas de procesamiento.
	

Fuente: Empresa Molinera.


Tabla 10: Máquina pulidora de agua

<b>Modelo</b>	KB75HS(2)-L
<b>Capacidad (t/h)</b>	5 – 7,5
<b>Material</b>	Arroz
<b>Energía (kW)</b>	55 +0,37
<b>Volumen succión de aire (m<sup>3</sup>/min)</b>	50
<b>Presión estática (kpa)</b>	1,5 - 2,5
<b>Peso bruto sin motor (kg)</b>	910
<b>Volumen máquina embalada (m<sup>3</sup>)</b>	3,2
<b>Descripción</b>	Pulidora horizontal de agua con acondicionadora permite un eficiente pulimento a la superficie de grano de arroz posibilitando mejorar la calidad del producto final.



Fuente: Empresa Molinera.

Tabla 11: Máquina selectora de color

<b>Modelo</b>	SPK + R1	SPK + R3	SPK +R5
<b>Capacidad (t/h)</b>	1,5 – 4,0	4,0 - 12,0	7,0 – 20,0
<b>Energía (kW)</b>	2.0	3.0	4.5
<b>Dimensiones</b>	900 x 1400 x 1770	1600 x 1400 x 1770	2400 x 1400 x 1770
<b>Descripción</b>	Nuestros clasificadores diversos y confiables del color son resultados de la experiencia larga y de la investigación perpetua y desarrollo en la clasificación de industrias.		
			

Fuente: Empresa Molinera.

### 3.1.8. Indicadores actuales de Producción

A continuación, veremos la producción anual de arroz en el año 2018.

Tabla 12: Producción anual de arroz 2018

<b>Año 2018 (Mes)</b>	<b>Días laborados</b>	<b>Producción (Sacos de 50 kg)</b>
Enero	22	31 080
Febrero	20	27 668
Marzo	20	28 245
Abril	21	30 240
Mayo	22	31 500
Junio	20	31 605
Julio	22	34 230
Agosto	22	32 603
Setiembre	20	28 455
Octubre	22	32 655
Noviembre	21	30 030
Diciembre	20	27 878
<b>TOTAL</b>	<b>252</b>	<b>366 188</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>21</b>	<b>30 516</b>

Fuente: Base de datos de la Empresa Molinera.

Como se puede apreciar en la tabla 12, la demanda aumenta y disminuye en los diferentes meses del año 2018. Se supervisó y realizó análisis de data para ver dónde estaban las fallas causantes de estos cambios e indicadores.

Tabla 13: Capacidad de diseño y producción esperada 2018

<b>Producción sacos 50 kg - 2018</b>	<b>Por día</b>	<b>Por mes</b>	<b>Por año</b>	<b>% de capacidad utilizada</b>	
Capacidad de diseño	120 sacos/h	1 920	40 320	483 840	100,0%
Producción esperada	105 sacos/h	1 680	35 280	423 360	87,5%
Producción real	91 sacos/h	1 453	30 516	366 188	75,7%

Fuente: Base de datos de la Empresa Molinera.

En la tabla 13, se muestra la capacidad de diseño (100%), la producción esperada (87,5%) y la producción real (75,7%) que actualmente tiene la empresa objeto de estudio, y se observa que se deja de aprovechar el 11,8% de su capacidad esperada.

### 3.1.9. Ingresos económicos utilidades percibidos en el año 2018

La empresa molinera durante el año 2018, percibió S/ 5 492 812,5 en utilidades, esta información sirve para comparar con el resultado luego de la propuesta.

Tabla 14: Utilidades percibidas en el año 2018

<b>Año 2018 (Mes)</b>	<b>Días laborados</b>	<b>Producción (Sacos de 50 kg)</b>	<b>Utilidad por venta de cada saco</b>	<b>Utilidades anuales percibidas (S/)</b>
Enero	22	31 080	S/ 15,00	S/ 466 200,00
Febrero	20	27 668	S/ 15,00	S/ 415 012,50
Marzo	20	28 245	S/ 15,00	S/ 423 675,00
Abril	21	30 240	S/ 15,00	S/ 453 600,00
Mayo	22	31 500	S/ 15,00	S/ 472 500,00
Junio	20	31 605	S/ 15,00	S/ 474 075,00
Julio	22	34 230	S/ 15,00	S/ 513 450,00
Agosto	22	32 603	S/ 15,00	S/ 489 037,50
Setiembre	20	28 455	S/ 15,00	S/ 426 825,00
Octubre	22	32 655	S/ 15,00	S/ 489 825,00
Noviembre	21	30 030	S/ 15,00	S/ 450 450,00
Diciembre	20	27 878	S/ 15,00	S/ 418 162,50
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 5 492 812,50</b>

Fuente: Base de datos de la Empresa Molinera.

### 3.1.10. Ingresos económicos No percibidos durante el año 2018

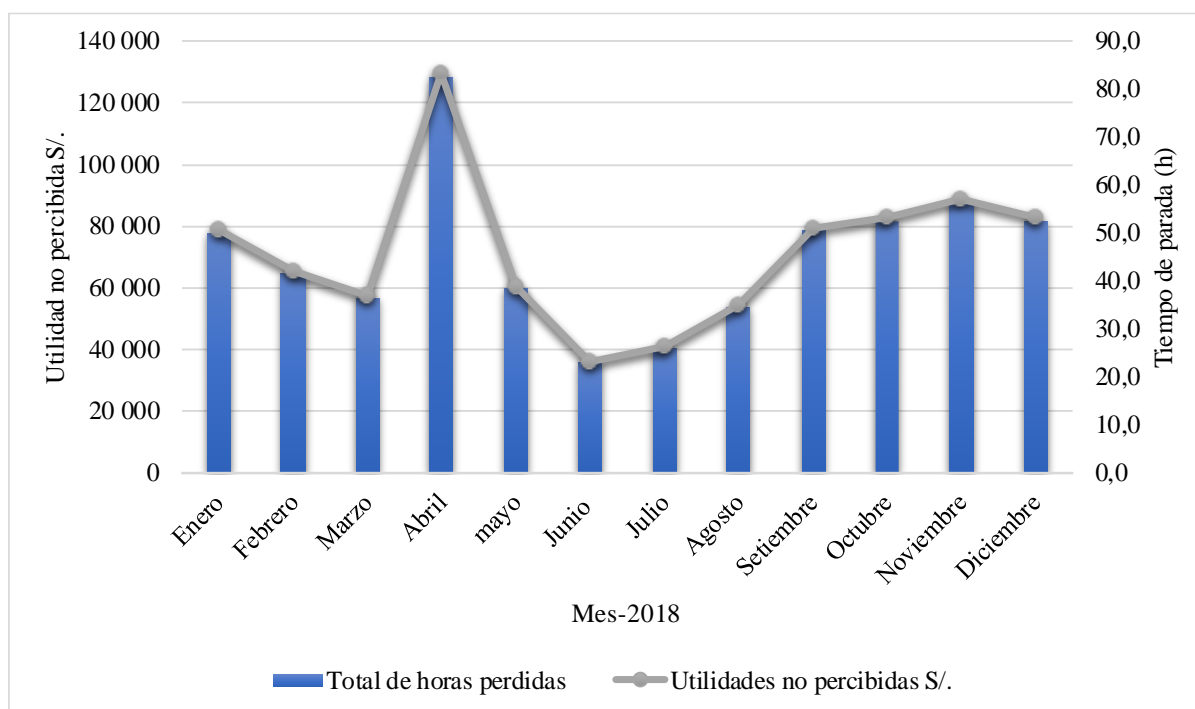
La empresa molinera durante el año 2018, dejó de percibir S/ 857 587,5 en utilidades, esto producto de las constantes paradas a causa de fallos en los equipos.

Tabla 15: Cuadro resumen de las pérdidas 2018

<b>MES</b>	<b>Total de horas perdidas</b>	<b>Total de sacos que deja de producir</b>	<b>Utilidades no percibidas S/.</b>
Enero	50,0	5 250	S/ 78 750,00
Febrero	41,5	4 358	S/ 65 362,50
Marzo	36,5	3 833	S/ 57 487,50
Abril	82,5	8 663	S/ 129 937,50
mayo	38,5	4 043	S/ 60 637,50
Junio	23,0	2 415	S/ 36 225,00
Julio	26,0	2 730	S/ 40 950,00
Agosto	34,5	3 623	S/ 54 337,50
Setiembre	50,5	5 303	S/ 79 537,50
Octubre	52,5	5 513	S/ 82 687,50
Noviembre	56,5	5 933	S/ 88 987,50
Diciembre	52,5	5 513	S/ 82 687,50
<b>TOTAL</b>	<b>544,5</b>	<b>57 173</b>	<b>S/ 857 587,50</b>

Fuente: Empresa Molinera

Figura 11: Utilidades No percibidas en el año 2018 a causa de fallas en los equipos



La pérdida que tiene la empresa, en cuanto a utilidades no percibidas a causa de las constantes averías ocurridas asciende a **S/. 857 587,5** en un total de 544,5 horas de parada al transcurrir el año 2018. Suma importante que la empresa deja de aprovechar para fines de crecimiento.

Tabla 16: Fallas y paradas por equipos en el año 2018

Equipo	Falla	Frecuencia	Tiempo de falla (horas)	Total (horas)
Abrillantadora	Atascamiento	10	13,5	13,5
Balanza	Válvula dañada	6	7,5	7,5
Calibradora	Desajuste de prisioneros	1	1	1
Ciclón	Ruptura	1	1,5	2,5
	Suciedad	1	1	
Cilindro clasificador	Desgaste de paletas	1	2	2
Clasificadora	Desgaste de mallas	1	6	34,5
	Falla en filtros de aire	1	3	
	Ruptura de fajas	7	25,5	
Descascaradora	Chumaceras falta engrase	1	1	9
	Desgaste chapa perforada	1	2	
	Ruptura del eje del motor	3	6	
Despedregadora	Falla motor	1	1	2,5
	Rodamientos desgaste	1	1,5	
Elevador	Atascamiento	12	52	152,5
	Cadena falta lubricación	4	14,5	
	Catalina falta lubricación	4	12	
	Chumaceras falta engrase	2	5	
	Desajuste prisioneros	1	2	
	Falta lubricación de piñón	2	8	
	Ruptura de cangilones	7	53	
Embolsadora	Ruptura de fajas	1	6	5,5
	Falla en sellado horizontal	1	1	
	Falta engrase en rodamientos	1	1,5	
	Reductores falta lubricación	1	1,5	
Exclusa	Rodamientos falta engrase	1	1,5	9,5
	Ruptura de paletas	1	2	
	Ruptura de rodajes	4	7,5	
Faja transportadora	Falta de engrase	1	1	10
	Falta engrase en rodamientos	1	1,5	
	Puente colgante falta engrase	1	0,5	
	Rodamientos	1	1,5	
	Ruptura en empalme	2	4	
	Suciedad en tornillos	1	1,5	
Mesa Paddy	Atascamiento	1	1	4
	Sistema de transmisión falla	3	3	
Pre limpia	Excéntricas falta engrase	1	1	9,5
	Falta engrase excéntricas	2	2	
	Rodajes falta lubricación	2	2	
	Ruptura de fajas	1	1,5	
	Ruptura templadores	1	2	
	Sistema de transmisión falla	1	1	
Pulidor cónico	Rodajes falta lubricación	1	1	6,5
	Ruptura de fajas	2	3,5	
	Suciedad	1	2	
Pulidor de agua	Falla sistema de transmisión	1	1	6,5
	Manguera rota	1	1,5	
	Ruptura atomizador	1	2	
	Ruptura de manguera	1	2	
Pulidor de color	Falla de filtros	1	2,5	2,5
Selectora	Desconfiguración en tarjetas	2	48	129
	Falta eyectores	1	16	
	Falta filtro de aceite	1	12	
	Lámpara dañada	4	44	
	Ruptura de fajas	1	9	
Sin fin	Falta engrase chumaceras	2	2,5	12,5
	Falta limpieza discos	2	1,5	
	Rodamientos falta engrase	3	3	
	Ruptura de fajas	3	5,5	
Ventilador	Desbalance en turbina	1	1	3,5
	Suciedad en cabezales	1	1,5	
	Suciedad en el pozo	1	1	
Zaranda	Desbalance	1	3	120,5
	Desbalance en excéntricas	4	13	
	Desgaste de mallas	4	24	
	Desgaste esféricas	1	4	
	Rodamientos falta engrase	1	2,5	
	Ruptura de fajas	1	5	
Ruptura de malla	9	69		
<b>Total</b>		<b>149,00</b>	<b>544,50</b>	<b>544,50</b>

En la tabla 16, se visualiza la descripción y el tiempo de fallas por cada equipo en el año 2018 cuya base de datos se visualiza en el Anexo 5. Donde se muestra que el Elevador es el equipo que presenta más fallas (33) con un tiempo total de 152,5 horas, seguido del equipo Selectora (9 fallas) con un tiempo de 129 horas de parada luego se encuentra el equipo Zaranda con 21 fallas representadas en 120,5 horas de parada y finalmente el clasificador (9 fallas) representadas en 34,5 horas. Estos equipos presentan una mayor incidencia. El tiempo total de parada a causa de fallas en el año 2018 fue 544,5 horas.

Tabla 17: Tiempo de parada mensual en horas

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
50,0	41,5	36,5	82,5	38,5	23,0	26,0	34,5	50,5	52,5	56,5	52,5	<b>544,5</b>

Fuente: Base de datos de la Empresa Molinera.

### 3.1.11. Diagnóstico de tiempo de parada por fallas de cada máquina

El diagnóstico se tomó para ver las fallas de equipos y máquinas en el área de producción de la empresa molinera. En la tabla 18 se observa el reporte del tiempo de fallas de cada uno de los equipos con relación a los meses en el año 2018.

Tabla 18: Reporte de tiempo de parada por fallos por máquina en el año 2018 en horas (h)

Equipo - máquina	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Abrillantadora	0	2	1	2	0	0	1	2	1	2,5	1	1	13,5
Balanza	0	1,5	0	0	1	0	0	1,5	0	1	2,5	0	7,5
Calibradora	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
Ciclón	0	1,5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2,5
Cilindro Clasificador	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0
Clasificadores	0	0	3	0	0	4	0	0	3,5	4	16	4	34,5
Descascaradora	2	0	0	2	0	0	2	1	0	2	0	0	9,0
Despedregadora	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
Elevador	10	19	13,5	3	14	19	0	11	16	13,5	3,5	30	152,5
Embolsadora	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1	0	1,5	1,5	5,5
Exclusa	0	4	0	0	2	0	0	0	0	3,5	0	0	9,5
Faja transportadora	2	1	0	0	3,5	0	0	0	1,5	2	0	0	10,0
Mesa paddy	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	4,0
Pre limpia	0	1,5	2	1	0	0	1	2	1	1	0	0	9,5
Pulidor cónico	0	0	4	0	0	0	0	0	1,5	0	0	1	6,5
Pulidor de agua	0	0	0	1,5	0	0	0	0	4	0	1	0	6,5
Pulidor de color	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
Selectora	12	0	0	61	0	0	11	0	9	12	24	0	129,0
Sinfin	1	1	1,5	2,5	2,5	0	0	1	0	0	1	2	12,5
Ventilador	0	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	3,5
Zaranda	22	9	9	2,5	11	0	11	15	12	11	6	12	120,5
<b>Total</b>	50,0	41,5	36,5	82,5	38,5	23,0	26,0	34,5	50,5	52,5	56,5	52,5	<b>544,5</b>

Fuente: Empresa Molinera

En la tabla 18 se muestra el reporte de los tiempos de parada a causas de fallas en cada mes siendo el mes de abril con mayor tiempo de parada (82,5 h) y el mes de junio el de menor incidencia (23 h).

Esto a la vez indica que las máquinas o equipos tienen constantes problemas en el proceso de producción para tomar acciones y solucionar la situación. Los equipos con mayor tiempo de fallas fueron el elevador, la selectora, la zaranda y los clasificadores.

### 3.1.12. Diagrama de Pareto

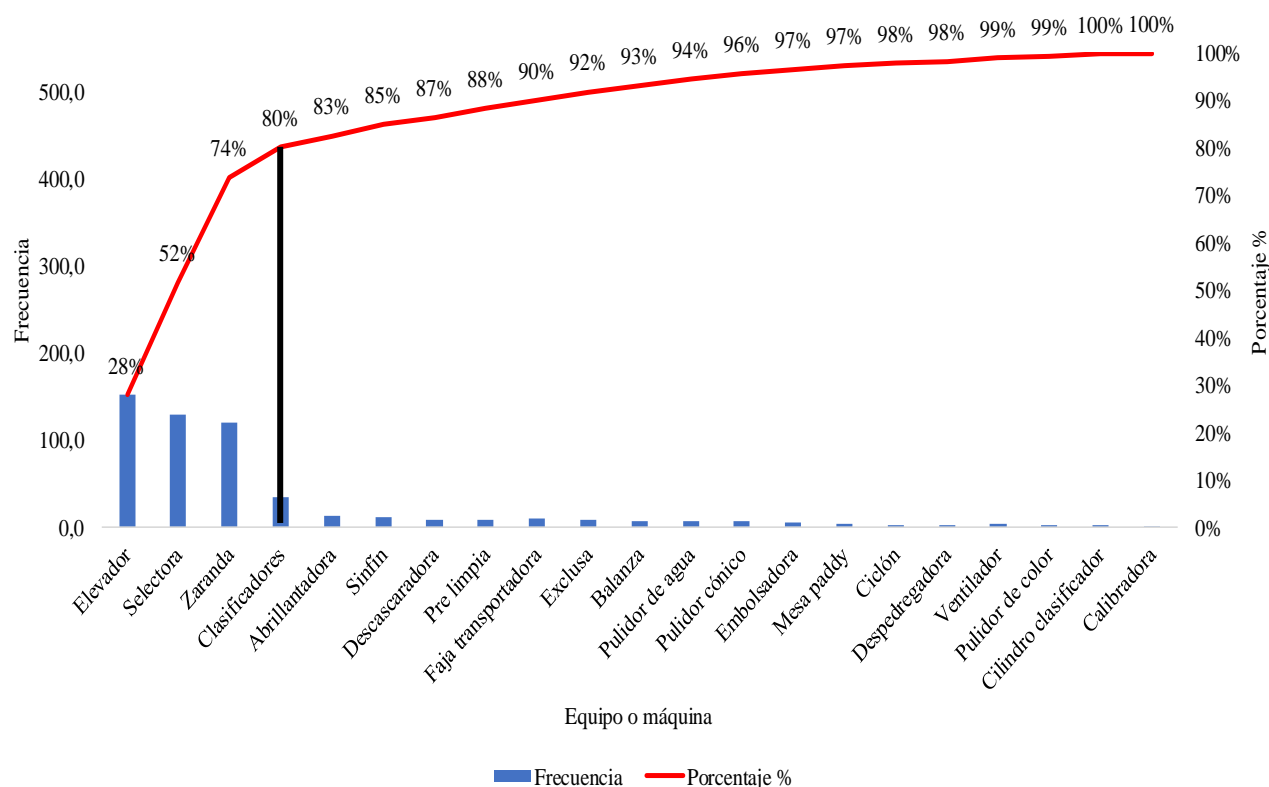
Tabla 19: Diagrama de Pareto por tiempo de parada a causa de averías

Equipo - máquina	Tiempo de parada	%	Acumulado
Elevador	152,5	28%	28%
Selectora	129,0	24%	52%
Zaranda	120,5	22%	74%
Clasificadores	34,5	6%	80%
Abrillantadora	13,5	2%	83%
Sinfín	12,5	2%	85%
Faja transportadora	10,0	2%	87%
Pre limpia	9,5	2%	89%
Exclusa	9,5	2%	90%
Descascaradora	9,0	2%	92%
Balanza	7,5	1%	93%
Pulidor de agua	6,5	1%	94%
Pulidor cónico	6,5	1%	96%
Embolsadora	5,5	1%	97%
Mesa paddy	4,0	1%	97%
Ventilador	3,5	1%	98%
Ciclón	2,5	0%	99%
Despedregadora	2,5	0%	99%
Pulidor de color	2,5	0%	99%
Cilindro clasificador	2,0	0%	100%
Calibradora	1,0	0%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>544,50</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Empresa Molinera

De acuerdo al análisis desarrollado mediante este diagrama, los equipos causantes del 80% de los problemas son el elevador, la selectora, la zaranda y los clasificadores; por este motivo la investigación se centró en estos equipos ya mencionados.

Figura 12: Diagrama de Pareto por tiempo de parada a causa de averías



### 3.1.13. Descripción actual del mantenimiento

La empresa Molinera no cuenta con un plan de mantenimiento establecido, le falta organización dentro del departamento de mantenimiento para el buen funcionamiento de los equipos ya que esta se encuentra dirigida por el jefe de producción que no tiene los conocimientos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento y no tiene personal capacitado a su cargo para esta área. Esta no tiene un control o historial de la maquinaria y/o equipos con sus motivos que constaten las fallas, teniendo un conocimiento ligero de las situaciones que pasaron en el transcurso de tiempo. La mayor parte del mantenimiento se realiza mediante contratación externa para el reparo de las máquinas sin importarles los costos a los que se incurre por la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo. A continuación, se detallan las causas más relevantes que no permiten un buen desempeño en el área de mantenimiento de la empresa Molinera:

4. Sus equipos no se encuentran codificados.
5. Hay ausencia de actividades de prevención.
6. Ausencia de registro de fallas, averías.
7. Falta un cronograma de supervisión y mantenimiento.

8. No hay guía o registro de ciclo de vida y funcionamiento de la maquinaria.
9. No hay capacitaciones necesarias para el personal de mantenimiento.

Los criterios que se tomaron para realizar esta propuesta se deben fundamentalmente en que la entidad no cuenta con un control de mantenimiento, lo que realmente es llamativo es que la empresa solo cuenta con un área de mantenimiento, pero en este no existe un responsable experto que verdaderamente se encargue de atender las herramientas de trabajo y solo aquel trabajador que se encontraba de turno en la empresa era el encargado pero sin la capacidad de resolver o prevenir fallas o paros de los equipos. Es por ello que la producción paraba y se esperaba por mucho tiempo (durando hasta un día sin laboral) que venga un trabajador externo para dar solución a esta problemática. Además, la empresa no cuenta con un historial de reporte de fallas solo se mencionan en hojas sin la formalidad del caso. En este sentido se logró formular un plan detallado de las actividades a realizar, donde se debe tener claro de la necesidad de contratar a un ingeniero mecánico, técnico mecánico y operario; con el fin de atender a las maquinarias/equipos.

### 3.1.14. Costos incurridos de mantenimiento periodo 2018

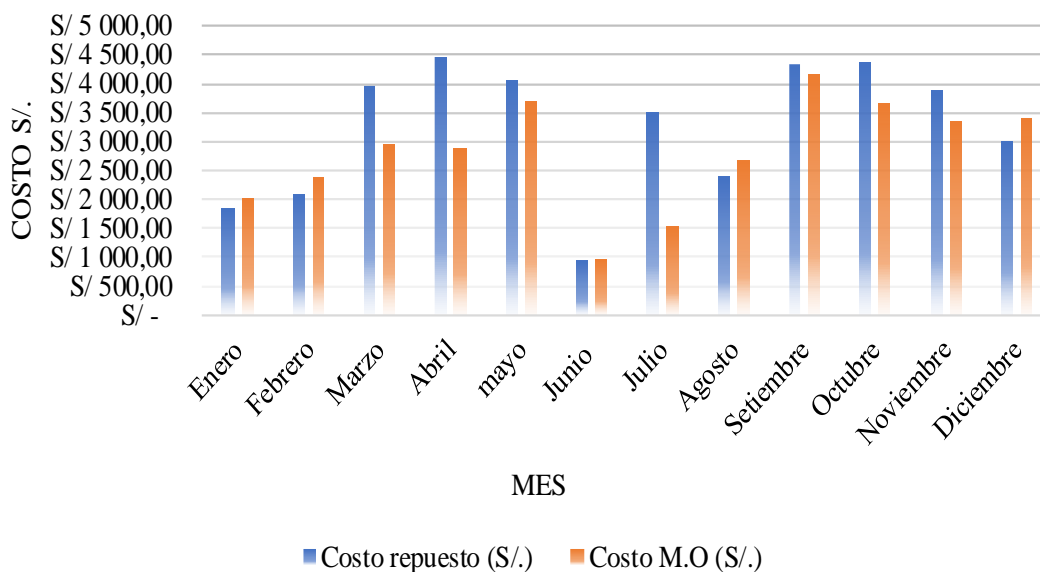
Los costes de mano de obra ociosa y de mantenimiento, así como de materiales y repuestos ascendieron a S/ 72 590,00 durante el año 2018.

Tabla 20: Costos de repuesto y M.O de Mantenimiento 2018

MES	Costo repuesto (S/.)	Costo M.O (S/.)	Costo total (S/.)
Enero	S/ 1 822,00	S/ 2 020,00	S/ 3 842,00
Febrero	S/ 2 090,00	S/ 2 400,00	S/ 4 490,00
Marzo	S/ 3 975,00	S/ 2 940,00	S/ 6 915,00
Abril	S/ 4 465,00	S/ 2 890,00	S/ 7 355,00
mayo	S/ 4 075,00	S/ 3 685,00	S/ 7 760,00
Junio	S/ 950,00	S/ 955,00	S/ 1 905,00
Julio	S/ 3 505,00	S/ 1 535,00	S/ 5 040,00
Agosto	S/ 2 405,00	S/ 2 660,00	S/ 5 065,00
Setiembre	S/ 4 348,00	S/ 4 155,00	S/ 8 503,00
Octubre	S/ 4 390,00	S/ 3 665,00	S/ 8 055,00
Noviembre	S/ 3 870,00	S/ 3 365,00	S/ 7 235,00
Diciembre	S/ 3 000,00	S/ 3 425,00	S/ 6 425,00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 38 895,00</b>	<b>S/ 33 695,00</b>	<b>S/ 72 590,00</b>

Fuente: Empresa Molinera.

Figura 13: Costo de mantenimiento correctivo en la empresa molinera



Fuente: Empresa molinera

En la tabla 20, se muestra que los costes de mantenimiento con un total de 544,5 horas de paros, nos indica que originado un costo total de **S/. 72 590,00** en reparaciones.

### 3.1.15. Indicadores actuales de mantenimiento

Los indicadores evaluados fueron la disponibilidad y la fiabilidad de los equipos. Para la disponibilidad se empleó la fórmula (1) y para la confiabilidad la fórmula (2) y para la mantenibilidad la formula (3)

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ producción - Horas\ de\ paradas}{Horas\ de\ producción} \dots \dots \dots (1)$$

$$Confiabilidad = MTBF = \frac{\sum TBF}{n} \dots \dots \dots (2)$$

$$Mantenibilidad = MTTR = \frac{\sum TTR}{n} \dots \dots \dots (3)$$

Tabla 21: Indicadores actuales de Mantenimiento

Mes	Horas Programadas	Horas de Parada	N° Averías	Disponibilidad	Confiabilidad MTF	Mantenibilidad MTF
Enero	352	50	10	85,8%	35,20	5,00
Febrero	320	41,5	14	87,0%	22,86	2,96
Marzo	320	36,5	14	88,6%	22,86	2,61
Abril	336	82,5	16	75,4%	21,00	5,16
Mayo	352	38,5	15	89,1%	23,47	2,57
Junio	320	23	3	92,8%	106,67	7,67
Julio	352	26	6	92,6%	58,67	4,33
Agosto	352	34,5	11	90,2%	32,00	3,14
Setiembre	320	50,5	18	84,2%	17,78	2,81
Octubre	352	52,5	15	85,1%	23,47	3,50
Noviembre	336	56,5	13	83,2%	25,85	4,35
Diciembre	320	52,5	14	83,6%	22,86	3,75
<b>Total</b>	<b>4032</b>	<b>544,5</b>	<b>149</b>	<b>86,5%</b>	<b>27,06</b>	<b>3,65</b>

Fuente: Empresa molinera.

Como se observa en la tabla 21, la planta tiene una disponibilidad actual de 86,5%, una confiabilidad de 27,06 horas y una mantenibilidad de 3,65 horas. Sin embargo, es de vital importancia evitar que existan fallos en los equipos ya que el proceso de pilado de arroz es un sistema continuo, es decir, si falla una máquina, se para todo el proceso y es allí donde surgen las pérdidas de producción.

### 3.1.16. Análisis de criticidad de los equipos

Se realizó el análisis de criticidad donde se consideró la frecuencia de fallos y las consecuencias de cada uno de los equipos.

Tabla 22: Criterios para los factores de análisis de criticidad

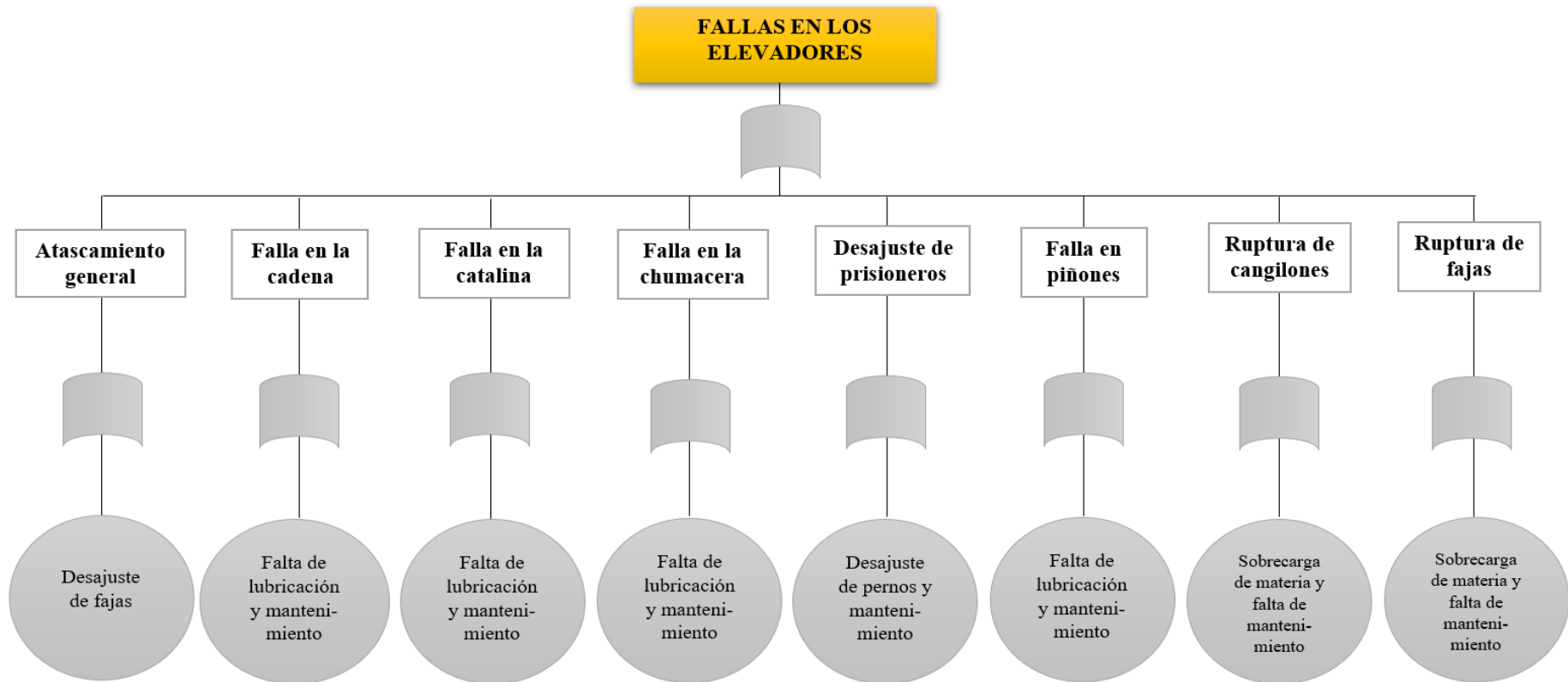
Máquina y/o equipo	Frecuencia de fallos	IO	FO	CM	SHA	C = (IOxFO)+CM+SHA	Nivel de criticidad F*C	Criticidad
Abrillantadora	4	1	3	1	1	5	20	Media Criticidad
Balanza	4	1	3	1	1	5	20	Media Criticidad
Calibradora	2	1	2	1	1	4	8	No Críticos
Ciclón	3	1	1	1	1	3	9	Media Criticidad
Cilindro clasificador	2	1	1	1	1	3	6	No Críticos
Clasificadora	4	1	3	1	6	10	40	Crítico
Descascaradora	4	1	3	1	1	5	20	Media Criticidad
Despedregadora	3	1	2	1	3	6	18	Media Criticidad
Elevador	4	2	4	2	6	16	64	Crítico
Embolsadora	4	1	2	1	1	4	16	Media Criticidad
Exclusa	4	1	3	1	1	5	20	Media Criticidad
Faja transportadora	4	1	2	1	1	4	16	Media Criticidad
Mesa Paddy	4	1	2	1	1	4	16	Media Criticidad
Pre limpia	4	1	3	1	1	5	20	Media Criticidad
Pulidor cónico	4	1	2	1	1	4	16	Media Criticidad
Pulidor de agua	4	1	3	1	1	5	20	Media Criticidad
Pulidor de color	3	1	2	1	1	4	12	No Críticos
Selectora	4	1	4	2	3	9	36	Crítico
Sinfín	4	1	3	1	1	5	20	Media Criticidad
Ventilador	4	1	2	1	1	4	16	Media Criticidad
Zaranda	4	2	3	2	6	14	56	Crítico

La tabla 22 del análisis de criticidad nos indica que el mayor índice de frecuencia de fallos son el Elevador, los clasificadores, la Selectora y la Zaranda. Teniendo en cuenta esta evidencia se tomó las acciones respectivas para reducir esta frecuencia de fallas y así mejorar la producción en el pilado de arroz. Se jerarquizó a estas 4 máquinas como prioridad, pero sin descuidar las demás porque es un sistema continuo.

### 3.1.17. Árbol de fallas para los equipos críticos de la empresa molinera

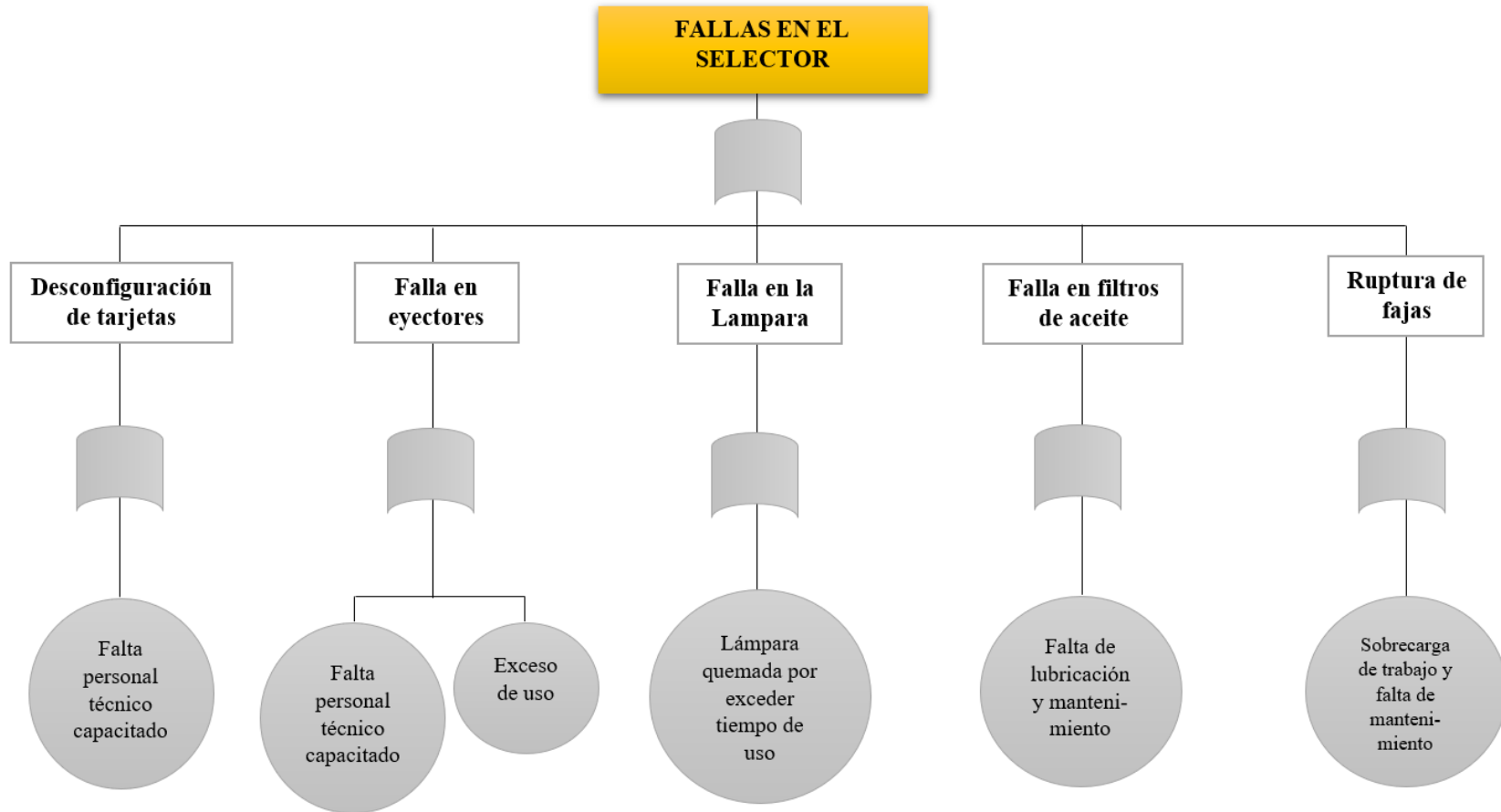
Se elaboró un árbol lógico de fallas para cada uno de los equipos críticos para identificar las causas de cada fallo y poder plantear las mejoras en los planes de mantenimiento.

Figura 14: Árbol de fallas de los Elevadores de cangilones



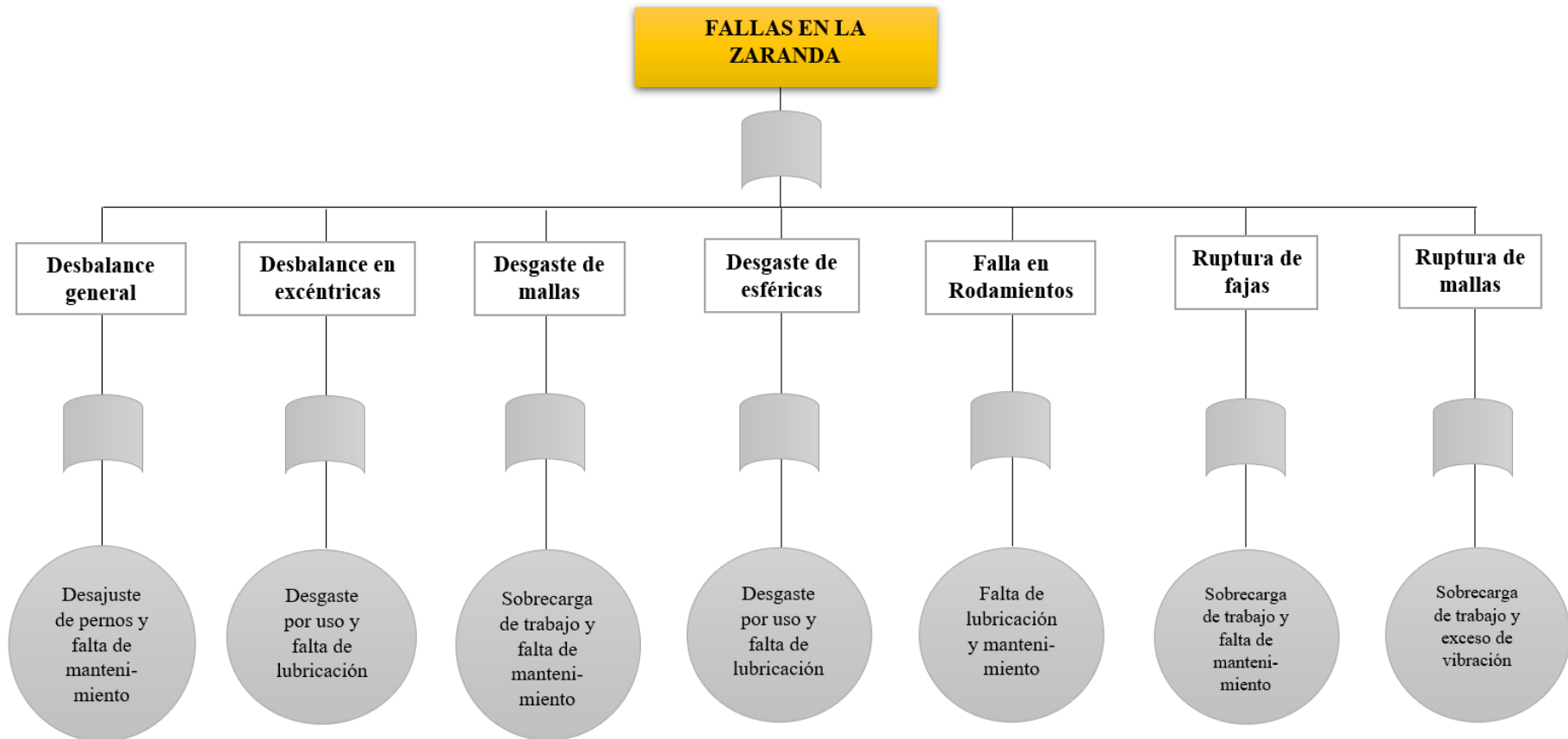
Fuente: Empresa molinera.

Figura 15: Árbol de fallas del Selector



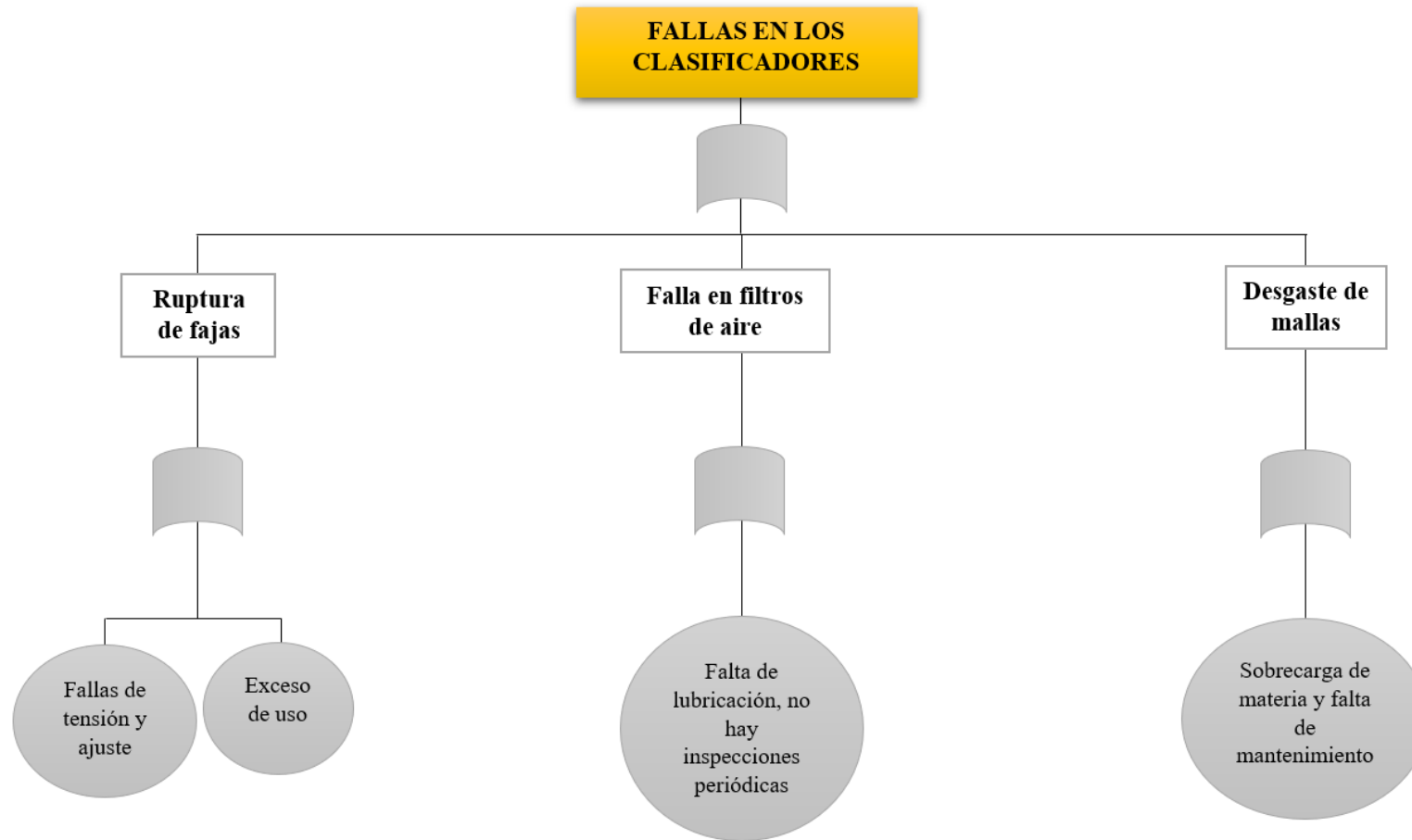
Fuente: Empresa molinera.

Figura 16: Árbol de fallas de la Zaranda vibratoria



Fuente: Empresa molinera.

Figura 17: Árbol de fallas de los Clasificadores



Fuente: Empresa molinera.

### 3.2. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo se codificaron las máquinas de la empresa Molinera y se realizaron los formatos necesarios (Ver Anexo 4) para darle cumplimiento en su totalidad.

#### 3.2.1. Formato de codificación de máquinas

Mediante el método de codificación de todas las máquinas y los equipos se facilitará identificarlas por el personal y localizarlas de una manera más rápida y efectiva.

Para la codificación se empleó las iniciales de sus nombres en la parte alfabética y el número correspondiente según la cantidad en la parte numérica.

Tabla 23: Codificación de máquinas

<b>Máquina y/ Equipo</b>	<b>Código</b>	<b>Cantidad</b>
Mesa Paddy	MP01	1
Prelimpiadora	PL01	1
Descascaradora	DC01	2
Pulidora de piedra	PP01	4
Calibradora	CL01	1
Selectora	SL01	1
Balanza	BL01	6
Elevadores	EL01	18
Clasificadores	CF01	3
Pulidora de agua	PA01	1

Fuente: Empresa molinera.

#### 3.2.2. Plan de Mantenimiento Preventivo

Parte fundamental para comenzar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos en estado crítico según el análisis de criticidad es conocer el proceso productivo y las funciones de cada uno de ellos que se detalló en el objetivo uno de la investigación.

Teniendo como base la situación actual del mantenimiento dentro de la empresa, se detalló en el plan de mantenimiento preventivo para los elevadores, la zaranda, el selector y los clasificadores.

Tabla 24: Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera – Elevador de Cangilones

<b>Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera</b>				
<b>Equipo / Máquina</b>	<b>ELEVADOR DE CANGILONES</b>			
<b>Tareas de mantenimiento</b>	<b>Material</b>	<b>Personal encargado</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo aproximado (min)</b>
Supervisión e inspección	Trapo industrial, juego de llaves y Multitester	Técnico Mecánico/electricista	Semanal	30
Limpieza y retiro de residuos	Trapo industrial y aire comprimido	Técnico Mecánico/electricista	Diario	10
Ajuste y engrase de chumacera	Grasa industrial y llave #17	Técnico Mecánico/electricista	Quincenal	10
Engrase de cadena	Grasa industrial y llave #14	Técnico Mecánico/electricista	Quincenal	10
Ajuste de prisioneros	Llave #14	Técnico Mecánico/electricista	Semanal	5
Engrase de piñones	Grasa industrial y llave #15	Técnico Mecánico/electricista	Quincenal	10
Engrase de catalinas	Grasa industrial y llave #15	Técnico Mecánico/electricista	Quincenal	10
Limpieza de cangilones	Trapo industrial y aire comprimido	Técnico Mecánico/electricista	Diario	10
Inspección de tensión de fajas	Trapo industrial y llave #22	Técnico Mecánico/electricista	Semanal	20
Cambio de fajas	Trapo industrial y Faja	Técnico Mecánico/electricista	Semestral	30

Fuente: Empresa molinera.

Tabla 25: Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera – Zaranda industrial

<b>Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera</b>				
<b>Equipo / Máquina</b>	<b>ZARANDA INDUSTRIAL</b>			
<b>Tareas de mantenimiento</b>	<b>Material</b>	<b>Personal encargado</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo aproximado (min)</b>
Inspección, ajuste y tensión	Llave #14 y #17 y trapo industrial	Técnico Mecánico/electricista	Semanal	20
Ajuste de pernos de malla	Llave #14 y #17	Técnico Mecánico/electricista	Semanal	10
Engrase excéntricas	Grasa industrial	Técnico Mecánico/electricista	Quincenal	10
Engrase esféricas	Grasa industrial	Técnico Mecánico/electricista	Quincenal	10
Engrase rodamientos	Grasa industrial	Técnico Mecánico/electricista	Quincenal	10
Revisión de templadores de la faja	Llave #22	Técnico Mecánico/electricista	Semanal	20
Cambio de Faja	Faja, llave stilson	Técnico Mecánico/electricista	Semestral	30
Limpieza de malla y tolva	Trapo y escobilla industrial y aire comprimido	Técnico Mecánico/electricista	Diario	20

Fuente: Empresa molinera.

Tabla 26: Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera – Selector

Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera				
Equipo / Máquina	SELECTOR			
Tareas de mantenimiento	Material	Personal encargado	Frecuencia	Tiempo aproximado (min)
Verificación y test de tarjeta e inyectores	Trapo industrial, aire comprimido y multitest	Técnico Mecánico/electricista	Semanal	10
Cambio de eyectores	Eyector, trapo industrial y aire comprimido	Técnico Mecánico/electricista	Anual	30
Cambio de lámparas	Lámpara led, trapo industrial y multitest	Técnico Mecánico/electricista	Semestral	30
Lubricación de filtros	Aceite industrial Motul A3	Técnico Mecánico/electricista	Mensual	10
Revisión de templadores de la faja	Trapo industrial y Llave #22	Técnico Mecánico/electricista	Semanal	20
Cambio de Faja	Faja, llave stilson	Técnico Mecánico/electricista	Semestral	30

Fuente: Empresa molinera.

Tabla 27: Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera – Clasificadores

Plan de Mantenimiento Preventivo Empresa Molinera				
Equipo / Máquina	CLASIFICADORES			
Tareas de mantenimiento	Material	Personal encargado	Frecuencia	Tiempo aproximado (min)
Revisión de templadores de la faja	Trapo industrial y Llave #22	Técnico Mecánico/electricista	Semanal	20
Cambio de Faja	Faja, llave stilson	Técnico Mecánico/electricista	Semestral	30
Inspección y limpieza de mallas	Trapo y escobilla industrial y aire comprimido	Técnico Mecánico/electricista	Diario	20
Cambio de Malla	Malla, llave stilson y juego de llaves	Técnico Mecánico/electricista	Semestral	30

Fuente: Empresa molinera.

En las tablas 24,25, 26 y 27 se muestra la propuesta del plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de la empresa Molinera, la cual nos muestra las actividades a realizar, ya sea de manera diaria, semanal, quincenal, mensual, semestral o anual. Para desarrollo de los planes de mantenimiento se tomó la experiencia de los trabajadores, manuales de máquinas y equipos.

### 3.2.3. Cronograma de mantenimiento preventivo

Tabla 28: Cronograma de mantenimiento preventivo propuesto para la empresa molinera

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA MOLINERA																									
Máquina	Tarea de mantenimiento	MENSUAL																							
		SEMANA 01						SEMANA 02						SEMANA 03						SEMANA 04					
		1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27
ELEVADORES DE CANGILONES	Supervisión e inspección	S						S						S						S					
	Limpieza y retiro de residuos	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Ajuste y engrase de chumacera													Q											Q
	Engrase de cadena													Q											Q
	Ajuste de prisioneros	S						S						S						S					
	Engrase de piñones													Q											Q
	Engrase de catalinas													Q											Q
	Limpieza de cangilones	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Inspección de tensión de fajas	S						S						S						S					
Cambio de fajas																								SM	
ZARANDA INDUSTRIAL	Inspección, ajuste y tensión	S						S					S						S						
	Ajuste de pernos de malla	S						S					S						S						
	Engrase excéntricas												Q											Q	
	Engrase esféricas												Q											Q	
	Engrase rodamientos												Q											Q	
	Revisión de templadores de la faja	S						S					S						S						
	Cambio de Faja																							SM	
Limpieza de malla y tolva	S						S					S						S							
SELECTOR	Verificación de tarjeta e inyectores	S						S					S						S						
	Cambio de eyectores																							A	
	Cambio de lámparas																							SM	
	Lubricación de filtros																							M	
	Revisión de templadores de la faja	S						S					S						S						
	Cambio de Faja																							SM	
CLASIFICADORES	Revisión de templadores de la faja	S						S					S						S						
	Cambio de Faja																							SM	
	Inspección y limpieza de mallas	S						S					S						S						
	Cambio de Malla																							SM	

LEYENDA DE CRONOGRAMA	
D	Diario
S	Semanal
Q	Quincenal
M	Mensual
SM	Semestral
A	Anual

Observaciones:
----------------

### 3.2.4. Plan de actividades

El plan de actividades de mantenimiento preventivo requiere de 324 horas, las cuales se acoplarán y realizarán en horarios donde no haya producción y no implicar los tiempos de producción.

**Tabla 29: Plan de actividades anual de los equipos críticos**

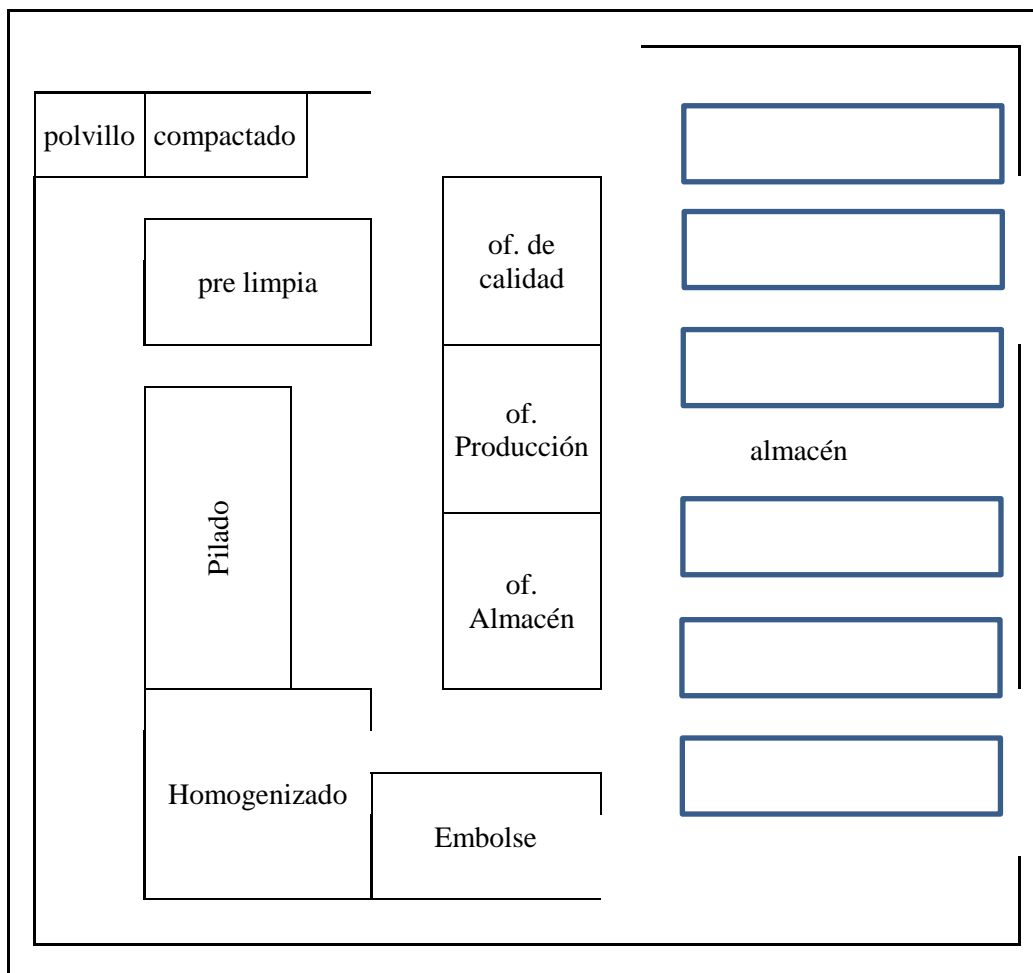
Máquina	Tarea de mantenimiento	n°/año	Tiempo unit (min)	Tiempo total (min) anual	Tiempo total (h) anual
<b>ELEVADORES DE CANGILONES</b>	Supervisión e inspección	48	30	1440	24
	Limpieza y retiro de residuos	288	10	2880	48
	Ajuste y engrase de chumacera	24	10	240	4
	Engrase de cadena	24	10	240	4
	Ajuste de prisioneros	48	5	240	4
	Engrase de piñones	24	10	240	4
	Engrase de catalinas	24	10	240	4
	Limpieza de cangilones	288	10	2880	48
	Inspección de tensión de fajas	48	20	960	16
	Cambio de fajas	12	30	360	6
<b>ZARANDA INDUSTRIAL</b>	Inspección, ajuste y tensión	48	20	960	16
	Ajuste de pernos de malla	48	10	480	8
	Engrase excéntricas	24	10	240	4
	Engrase esféricas	24	10	240	4
	Engrase rodamientos	24	10	240	4
	Revisión de templadores de la faja	48	20	960	16
	Cambio de Faja	12	30	360	6
	Limpieza de malla y tolva	48	20	960	16
<b>SELECTOR</b>	Verificación de tarjeta e inyectores	48	10	480	8
	Cambio de eyectores	12	30	360	6
	Cambio de lámparas	12	30	360	6
	Lubricación de filtros	12	10	120	2
	Revisión de templadores de la faja	48	20	960	16
	Cambio de Faja	12	30	360	6
<b>CLASIFICADOS</b>	Revisión de templadores de la faja	48	20	960	16
	Cambio de Faja	12	30	360	6
	Inspección y limpieza de mallas	48	20	960	16
	Cambio de Malla	12	30	360	6
<b>TOTAL</b>					<b>324</b>

Fuente: Empresa molinera.

### 3.2.5. Diagrama planta en partes lógicas

En la siguiente figura estamos mostrando la división de la planta en partes lógicas. Mostrando las áreas en el proceso de producción, oficinas y almacén.

Figura 18: Divisiones de planta.



Fuente: Empresa molinera.

### 3.2.6. Perfiles profesionales de trabajo para el área de mantenimiento

Se consideró el perfil profesional de trabajo para el personal involucrado dentro del plan de mantenimiento preventivo.

#### a) Perfil Jefe De Mantenimiento

Persona que tiene la formación calificada para cumplir la función de gestionar el mantenimiento en la empresa molinera. Supervisando, orientando, capacitando al personal dentro del área de producción.

Responsable con que se ejecute el plan de mantenimiento preventivo en la empresa evitando los inconvenientes de paradas no planificadas.

El jefe de mantenimiento rinde informes al jefe de planta o de producción.

**Tareas o funciones:**

- Diseñar, elaborar, ejecutar y supervisar el plan de mantenimiento.
- Planifica la política de mantenimiento, con el fin de mejorar el mantenimiento preventivo.
- Gestionar las funciones y/o actividades de mantenimiento preventivo.
- Gestionar, supervisar y coordinar las ordenes de servicio para reparación, instalación y mantenimiento.
- Realizar un buen funcionamiento de los equipos y/o maquinarias en la empresa.
- Actualizar manuales de mantenimiento preventivo y verificar la ejecución de dicho mantenimiento.
- Designar, delegar y asignar funciones al personal, los trabajos de mantenimiento.
- Coordinar con el jefe de seguridad acciones de mantenimiento en las instalaciones para así evitar accidentes.
- Motivar, direccionar y gestionar al personal de mantenimiento.

**b) Técnico en Mantenimiento** Técnico preparado y capacitado en saber el funcionamiento de los equipos correctamente. Observan, supervisan, diagnostican y reparan los daños o averías. Realizan inspecciones y revisiones en el área de producción a cada máquina y/o equipo. Coordinan, controlan, asignan y ejecutan las actividades programadas de mantenimiento preventivo. Haciendo su reporte al jefe de Mantenimiento.

**Perfil profesional**

- Conocimiento y dominio del inglés.
- Conocimiento de las técnicas de mantenimiento.
- Conocimiento de los equipos eléctricos, mecánicos y electromecánicos.
- Conocimiento e interpretación de los planos mecánicos, eléctricos y electrónicos.
- Manejo y habilidad en las estrategias de mantenimiento preventivo.
- Comprensión al funcionamiento de cada máquina

- Observación y detalle para detectar fallas en las máquinas.
- Enfoque metódico y lógico para solucionar los problemas.
- Facilidad de palabra al explicar el error en la máquina a los operadores.
- Capaz de desarrollar informes y reportes en el mantenimiento y reparaciones ejecutadas.
- Administrar el stock de repuestos.
- Trabajar bajo presión y cumplir con las metas trazadas.

### **3.2.7. Políticas de mantenimiento**

#### **a) Políticas de Mantenimiento**

El área de mantenimiento tiene como objetivo principal mantener en buen estado toda máquina y/o equipo para que haya un óptimo proceso de producción.

En la política de mantenimiento es necesario un plan de operaciones, conocido y aprobado por el directorio de la empresa molinera.

- Determinar el puesto o perfil del personal de mantenimiento a cargo.
- Determinar que será tipo de mantenimiento preventivo.
- Fijar lugar, fecha y hora donde se realizará el trabajo.
- Fijar la hora y tiempo cuando comienzan el mantenimiento de las máquinas y/o equipos.
- Indicar que máquina y/o equipo tendrán el mantenimiento.
- Realizar señalización en el área de producción.
- Tener un stock de repuestos y equipos.
- Tener un inventario de equipos y kits de herramientas con el cual realizaran el trabajo.
- Contar con la información técnica de los equipos, diagramas y planos.
- Contar con un plan de seguridad.

#### **Informe o reporte**

- Que máquina y/o equipo ha tenido mantenimiento.
- Evaluación y resultado de las máquinas o equipos.
- El tiempo que duro la reparación o mantenimiento.
- Que personal estuvo en el mantenimiento.
- Informe o inventario de los repuestos o piezas que se utilizaron.
- Condiciones y operatividad de la maquina después del mantenimiento.

- Conclusiones y/o resumen ejecutivo.

#### **b) Objetivos**

- Describir los lineamientos de forma específica para que en el área de mantenimiento puedan desempeñarse las operaciones y procesos óptimamente.
- Capacitar, orientar e instrumentar al ingreso del nuevo personal, sus obligaciones y responsabilidades en el área de mantenimiento.

#### **c) Misión**

El área de mantenimiento tiene como misión implementar, mejorar y asegurar las actividades de mantenimiento preventivo en el área de producción. Para salir beneficiosos garantizando un buen funcionamiento dentro de la empresa molinera, reduciendo costes, tener más rentabilidad, reduciendo averías, aumentar la disponibilidad de las máquinas y una buena estabilidad en la producción.

#### **d) Visión**

Mejorar e innovar nuestro proceso de producción, con el objetivo de tener un buen mantenimiento preventivo de manera eficiente. Teniendo un mejoramiento y compromiso de minimizar pérdidas.

#### **e) Estrategias**

En el área de mantenimiento tendrá que plasmar en práctica estrategias funcionales:

- Planeamiento de actividades.
- Reuniones con el personal del área de producción.
- Reportes e informes diarias, semanales y mensuales. Bitácoras y panfletos.
- Evaluar el desempeño del personal.
- Capacitaciones y talleres al personal.
- Portar uniforme en su desempeño y la seguridad respectiva. EPP.

### 3.2.8. Nuevos indicadores después de la mejora

#### 3.2.8.1. Reducción de Tiempo de parada

*Tiempo de reducción* = Tmantenimiento correctivo – Tmantenimiento preventivo

$$\textit{T tiempo de reducción} = 544,5 \text{ h} - 324 \text{ h}$$

$$\textit{T tiempo de reducción} = 220,5 \text{ h}$$

$$\textit{T tiempo de reducción} = \frac{220,5}{544,5} \times 100$$

$$\textit{T tiempo de reducción} = 40,5\%$$

La propuesta a implementar disminuye en un 40,5% el total de las horas de parada.

#### 3.2.8.2. Indicadores de mantenimiento

##### a) Disponibilidad

Para calcular el nuevo indicador de disponibilidad se consideró:

**Tiempo programado de trabajo:** 4 032 horas

**Tiempo inactivo o de parada:** 324 h, se obtiene al restar el tiempo total de parada del mantenimiento correctivo (actual) y las horas de parada con el mantenimiento correctivo (después de la mejora).

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{horas de parada}}{\text{Horas totales}} \times 100$$

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{4\ 032 \text{ h} - 324 \text{ h}}{4\ 032 \text{ h}} \times 100$$

$$\textit{Disponibilidad} = 92,0\%$$

La disponibilidad incrementa en 5,5% en comparación con la disponibilidad inicial

##### b) Confiabilidad

**Tiempo programado de trabajo:** 4 032 horas

**Tiempo inactivo o de parada:** 324 h, se obtiene al restar el tiempo total de parada del mantenimiento correctivo (actual) y las horas de parada con el mantenimiento correctivo (después de la mejora).

**Número de fallas:** para la obtención de este valor se consideró el número de fallas de los equipos que no se le realizará mantenimiento preventivo los cuales suman un total de 77 fallas.

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$$

$$MTBF = \frac{4\,032\text{ h} - 324\text{ h}}{77}$$

$$MTBF = 48,2\text{ h}$$

El tiempo promedio hasta el fallo incrementó en 21,1 horas.

### c) **Mantenibilidad**

**Tiempo total en reparar:** Es la diferencia del tiempo total de parada con el mantenimiento correctivo (actual) y las horas de parada con el mantenimiento correctivo (mejora).

**Número de fallas:** para la obtención de este valor se consideró el número de fallas de los equipos que no se le realizará mantenimiento preventivo los cuales suman un total de 77 fallas.

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$$

$$MTTR = \frac{544,5\text{ h} - 324\text{ h}}{77}$$

$$MTTR = 2,86\text{ h}$$

El tiempo promedio de reparación se redujo a 2,86 horas

### **3.2.8.3. Incremento de producción después de la mejora**

En la tabla 30 se observa que la cantidad de sacos producidos con la propuesta de mejora planteada a 423 360 anual para beneficio de la empresa.

Tabla 30: Nueva producción de sacos de arroz del periodo evaluado

<b>Año 2018 (Mes)</b>	<b>Días laborables</b>	<b>Horas netas de producción</b>	<b>Producción sacos/h</b>	<b>Producción total</b>
Enero	22	352	105	36 960
Febrero	20	320	105	33 600
Marzo	20	320	105	33 600
Abril	21	336	105	35 280
Mayo	22	352	105	36 960
Junio	20	320	105	33 600
Julio	22	352	105	36 960
Agosto	22	352	105	36 960
Setiembre	20	320	105	33 600
Octubre	22	352	105	36 960
Noviembre	21	336	105	35 280
Diciembre	20	320	105	33 600
<b>TOTAL</b>	<b>252</b>	<b>4032,0</b>	<b>1260</b>	<b>423 360</b>

Fuente: Empresa molinera.

### 3.2.8.4. Incremento de utilidades después de la mejora

En lo que respecta a las utilidades, estas se incrementan a S/ 6 350 400,00 soles con el desarrollo de la propuesta de mejora, lo cual resulta beneficioso para la empresa molinera.

Tabla 31. Nuevas utilidades del periodo evaluado

<b>Año 2018 (Mes)</b>	<b>Días laborados</b>	<b>Producción (Sacos de 50 kg)</b>	<b>Utilidad por venta de cada saco</b>	<b>Utilidades anuales percibidas (S/)</b>
Enero	22	36 960	S/ 15,00	S/ 554 400,00
Febrero	20	33 600	S/ 15,00	S/ 504 000,00
Marzo	20	33 600	S/ 15,00	S/ 504 000,00
Abril	21	35 280	S/ 15,00	S/ 529 200,00
Mayo	22	36 960	S/ 15,00	S/ 554 400,00
Junio	20	33 600	S/ 15,00	S/ 504 000,00
Julio	22	36 960	S/ 15,00	S/ 554 400,00
Agosto	22	36 960	S/ 15,00	S/ 554 400,00
Setiembre	20	33 600	S/ 15,00	S/ 504 000,00
Octubre	22	36 960	S/ 15,00	S/ 554 400,00
Noviembre	21	35 280	S/ 15,00	S/ 529 200,00
Diciembre	20	33 600	S/ 15,00	S/ 504 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 6 350 400,00</b>

Fuente: Empresa molinera.

### 3.2.8.5. Cuadro Comparativo de Indicadores

Con la propuesta de mantenimiento preventivo realizada, la comparación de los indicadores se visualiza en la tabla 32.

Tabla 32: Cuadro comparativo de indicadores antes y después de la mejora

INDICADOR	ANTES DE LA MEJORA			DESPUÉS DE LA MEJORA			
	VALOR	UND	OBJETIVO	VALOR	UND	VARIACIÓN	LOGRO
<b>DISPONIBILIDAD</b>	86%	%	Incrementar la disponibilidad de los equipos.	92,0%	%	5,5%	La disponibilidad incrementó en un 5,5%
<b>CONFIABILIDAD</b>	27,06	h	Incrementar la vida útil de los equipos mejorando el tiempo promedio operativo.	48,2	h	21,1	El tiempo medio operativo se incrementó en 21,1 horas.
<b>MANTENIBILIDAD</b>	3,65	h	Disminuir el tiempo promedio de reparación	2,86	h	0,8	El tiempo promedio de reparación disminuyó en 0,8 horas.
<b>TIEMPO DE PARADA</b>	544,5	h	Reducir los tiempos de parada del proceso a causa averías.	324	h	220,5	Se redujo el tiempo de parada en 220,5 horas.
<b>UTILIDADES PERCIBIDAS</b>	S/ 5 492 812,50	h	Incrementar las utilidades percibidas	S/ 6 350 400,00	h	S/ 857 587,50	Las utilidades percibidas se incrementaron en S/ 857 587,50

Fuente: Empresa molinera

### **3.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA**

Como último paso en la propuesta de mejora es la evaluación económica, ya que se tiene que tener en cuenta el costo de inversión para la implementación y desarrollo del plan de mantenimiento preventivo propuesto para ver si es viable y rentable.

#### **3.3.1. Costo de inversión de la implementación**

Para realizar la implementación de la propuesta debemos tener en cuenta todos los costos que implicará la ejecución del plan de mantenimiento preventivo. El costo de implementación ascendió a S/. 68 975,00 (Tabla 34)

##### **➤ Plan de mantenimiento**

La implementación y ejecución del plan de mantenimiento será dirigido por un ing. Mecánico Eléctrico y equipo especializado en el área de Mantenimiento de empresas que se dedican al pilado de arroz. El costo será de S/. 20 800,00

##### **➤ Capacitaciones**

La capacitación brindada al personal será sobre la actualización y ejecución del plan de mantenimiento preventivo a todas las áreas de la empresa relacionadas con los equipos y máquinas. Se ejecutará en cada tres meses al año, en un costo total de S/. 22 500,00

##### **➤ Impresión de formatos**

Para la implementación del plan de mantenimiento preventivo se elaboraron 7 formatos para el área de la empresa molinera que servirán para facilitar el manejo de los equipos dentro de la planta. Se realizará dos veces al año y tendrá un costo de S/. 600,00

##### **➤ Implementación de equipos**

Se implementarán computadoras, escritorio, sillas, impresora, útiles de oficina, estantes y kit de herramientas que son necesarios para los trabajadores. Esto genera un costo para la empresa molinera de S/ 18 800,00

### 3.3.2. Costo de herramientas y materiales

El costo de inversión en materiales y herramientas tiene un valor de S/ 6 275,00 anuales, en la tabla 33 se evidencia el detalle.

Tabla 33: Costo de inversión en herramientas y materiales de la propuesta

<b>EQUIPO</b>	<b>HERRAMIENTA Y/O MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD ANUAL</b>	<b>PRECIO S/.</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
Elevador de cangilones	Trapo Industrial	18	S/ 4,00	S/ 72,00
	Faja SKF	18	S/ 30,00	S/ 540,00
	Grasa industrial	12	S/ 15,00	S/ 180,00
Zaranda	Trapo Industrial	3	S/ 4,00	S/ 12,00
	Escobilla Industrial	3	S/ 7,00	S/ 21,00
	Lubricante 3M	36	S/ 50,00	S/ 1 800,00
	Faja SKF	6	S/ 30,00	S/ 180,00
	Grasa industrial	12	S/ 15,00	S/ 180,00
Clasificador	Trapo Industrial	3	S/ 4,00	S/ 12,00
	Escobilla Industrial	3	S/ 7,00	S/ 21,00
	Faja SKF	6	S/ 30,00	S/ 180,00
	Malla	6	S/ 50,00	S/ 300,00
Selectora	Trapo Industrial	24	S/ 4,00	S/ 96,00
	Multitester	2	S/ 25,00	S/ 50,00
	Eyector clasificador	2	S/ 250,00	S/ 500,00
	Lámpara LED	4	S/ 125,00	S/ 500,00
	Tarjeta de Módulo	1	S/ 499,00	S/ 499,00
Otros equipos	Grasa industrial	8	S/ 15,00	S/ 120,00
	Trapo Industrial	8	S/ 4,00	S/ 32,00
	Rodamiento	7	S/ 90,00	S/ 630,00
	Sinfin	2	S/ 25,00	S/ 50,00
	Faja SKF	10	S/ 30,00	S/ 300,00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 6 275,00</b>

Fuente: Empresa molinera.

Tabla 34: Costo de inversión y operativos de la Implementación

<b>COSTO DE INVERSIÓN DE LA PROPUESTA</b>							
<b>Descripción</b>	<b>Indicador</b>	<b>Recurso</b>	<b>Periodo ejecución</b>	<b>Costo (mensual)</b>	<b>Costo de inversión</b>		
Implementación del plan de mantenimiento	Contratación	Ing. Mecánico Eléctrico y su equipo especializado	4 meses	S/ 5 200,00	S/ 20 800,00	S/ 20 800,00	
Capacitaciones	Nuevos procedimientos y aplicación de los formatos		3 meses	S/ 2 500,00	S/ 7 500,00	S/ 22 500,00	
	Supervisores de mantenimiento		3 meses	S/ 3 000,00	S/ 9 000,00		
	Mantenimiento Productivo total (TPM)		3 meses	S/ 2 000,00	S/ 6 000,00		
Impresión de formatos	Formatos	Administración	2 meses	S/ 300,00	S/ 600,00	S/ 600,00	
Implementación de artículos de oficina	Computadora	3 unidades	Compra anual	S/ 3 000,00	S/ 9 000,00	S/ 18 800,00	
	Escritorio	3 unidades		S/ 900,00	S/ 2 700,00		
	Sillas	3 unidades		S/ 200,00	S/ 600,00		
	Impresora	3 unidades		S/ 700,00	S/ 2 100,00		
	Útiles de oficina	2 unidades		S/ 600,00	S/ 1 200,00		
	Estantes	2 unidades		S/ 1 600,00	S/ 3 200,00		
Herramientas y materiales de mantenimiento			Compra anual	S/ 522,92	S/ 6 275,00	S/ 6 275,00	
<b>TOTAL</b>						<b>S/ 68 975,00</b>	

Fuente: Empresa molinera

Tabla 35: Incrementos anuales de producción y utilidades percibidas

<b>Producción</b>	<b>Actual</b>	<b>Mejorado</b>	<b>Incremento Anual</b>
Sacoz de arroz	366 188	423 360	57 173
Utilidad percibida	S/ 5 492 812,50	S/ 6 350 400,00	S/ 857 587,50

Fuente: Empresa molinera

### 3.3.3. Estado de ganancias y pérdidas después de la implementación

Tabla 36: Estado de ganancias y pérdidas después de la implementación

<b>Período</b>	<b>0</b>	<b>1 año</b>	<b>2 año</b>	<b>3 año</b>	<b>4 año</b>	<b>5 año</b>
Ingresos		S/ 857 587,50	S/ 960 498,00	S/ 1 075 757,76	S/ 1 204 848,69	S/ 1 349 430,53
Costos operativos		S/ 68 975,00	S/ 77 252,00	S/ 86 522,24	S/ 96 904,91	S/ 108 533,50
GAV		S/ 6 897,50	S/ 7 725,20	S/ 8 652,22	S/ 9 690,49	S/ 10 853,35
Utilidad antes de impuestos		S/ 781 715,00	S/ 875 520,80	S/ 980 583,30	S/ 1 098 253,29	S/ 1 230 043,69
Impuesto a la renta		S/ 230 605,93	S/ 258 278,64	S/ 289 272,07	S/ 323 984,72	S/ 362 862,89
Utilidad después de impuestos		S/ 551 109,08	S/ 617 242,16	S/ 691 311,22	S/ 774 268,57	S/ 867 180,80

Fuente: Empresa molinera

En el estado de resultados observamos que para los próximos años de implementar la propuesta los ingresos que la empresa obtendrá son satisfactorios, debido a que cada año irá incrementando. Esto es, para el primer año se tendrá ingresos de S/ 857 587,50 con costos operativos de S/ 68 975,00 y un impuesto a la renta de S/ 230 605,93 mientras que el segundo año tendrá ingresos de S/ 960 498,00 con costos operativos de S/ 77 257,00 y un impuesto a la renta de S/ 258 278,64. En el tercer año tendrá ingresos de S/ 1 075 757,76 con costos operativos de S/ 86 522,24 y un impuesto a la renta de S/ 289 272,07. En el cuarto año tendrá ingresos de S/ 1 204 848,69 con costos operativos de S/96 904,91 y un impuesto a la renta de S/ 323 984,72. En el quinto año tendrá ingresos de S/ 1 349 430,53 con costos operativos de S/ 108 533,5 y un impuesto a la renta de S/ 362 862,89. Asimismo, la empresa tendrá un valor GAV de S/ 6 897,50 para el primer año, en el segundo año su valor adquiriría S/7 725,20; el tercer año percibiría un valor de S/ 8 652,22; el cuarto año tendría S/ 9 690,49 y el quinto año tendría S/ 10 853,35. En cuanto a la utilidad después de los impuestos en el primer año sería S/ 551 109,08; mientras que para el segundo año sería de S/ 617 242,16; el tercer año es de S/ 691 311,22; el cuarto año sería S/ 774 268,57; y el quinto año es de S/ 867 180,80.

### 3.3.4. Cálculo del VAN, Relación Beneficio/Costo (B/C), TIR y el PRI

Tabla 37: Flujo de caja y beneficios de la propuesta al implementar el mantenimiento preventivo en la empresa molinera

Período	0	1	2	3	4	5
Utilidad después de impuestos	-S/ 68 975,00	S/ 551 109,08	S/ 617 242,16	S/ 691 311,22	S/ 774 268,57	S/ 867 180,80
<b>COK</b>	<b>14,12%</b>					
<b>VAN</b>	<b>S/ 2 257 567,66</b>					
<b>TIR</b>	<b>811%</b>					

Beneficios	PERIODO				
	1	2	3	4	5
Ingresos Actualizados	S/ 857 587,50	S/ 960 498,00	S/ 1 075 757,76	S/ 1 204 848,69	S/ 1 349 430,53
Egresos Actualizados	S/ 306 478,43	S/ 343 255,84	S/ 384 446,54	S/ 430 580,12	S/ 482 249,74
<b>BENEFICIO/COSTO</b>	<b>2,80</b>				

El  $B/C > 1$  se concluye que el proyecto en términos financiero si es rentable desarrollarlo.

El  $VAN > 0$ , el proyecto se puede aceptar, ya que la inversión generaría ganancias por encima de la rentabilidad exigida.

El  $TIR > 0$ , conviene invertir en el proyecto ya que éste va a devolver el capital invertido más una ganancia.

Periodo de retorno de inversión:

$$PRI = -\left(\frac{\text{Efectivo Neto} * \text{Último Periodo}}{\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}}\right)$$

$$\text{Efectivo Neto} * \text{Último Periodo} = -68975 * 5 = -344,875.00$$

$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = \frac{551\,109,08}{(1+14.12\%)^1} + \frac{617\,242,16}{(1+14.12\%)^2} + \frac{691\,311,22}{(1+14.12\%)^3} + \frac{774\,226,57}{(1+14.12\%)^4} + \frac{867\,180,8}{(1+14.12\%)^5}$$

$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = 3\,432\,923,43$$

$$PRI = -\frac{-344\,875,00}{3\,432\,923,43}$$

$$PRI = 0,1$$

PRI: el proyecto recupera su costo o inversión inicial en 0 años y 1 mes y 6 días

#### IV. CONCLUSIONES

- Se realizó el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento dentro de la empresa relacionada con las pérdidas de producción que son generadas por las fallas de los equipos. Se produjeron en el año 2018 un total de 366 188 sacos de arroz dejando de producir por fallas en sus equipos un total de 57 172 sacos de arroz de 50 kg. Asimismo, se detectaron un total de 544,5 horas de parada por el funcionamiento incorrecto de los equipos. La disponibilidad anual de los equipos es de 86,5% y la confiabilidad de 27,6 horas, mantenibilidad de 3,65 horas; dejando de percibir S/ 8 57 587,50 en utilidades.
- Para el desarrollo de la investigación se utilizó el análisis de criticidad, el árbol lógico de fallas, planes de mantenimiento en equipos críticos como lo son los elevadores de cangilones, el selector, zaranda vibratoria y los clasificadores. Se consideraron actividades semanales, quincenales y mensuales que deben aplicarse para el buen funcionamiento de las máquinas evaluadas y seleccionadas. Con ello, se logra incrementar la producción en 57 173 sacos de arroz de 50 kg, obteniendo nuevos ingresos promedios valorizados en S/. 857 587,50 anuales. Asimismo, la disponibilidad se incrementa en 5,5% y la confiabilidad a 48,2; la mantenibilidad se redujo en 0,8 horas y así también las horas de parada de 544,5 en 220,5 horas.
- El plan de mantenimiento preventivo permitió obtener un valor actual neto (VAN) de S/ 2 257 567,66; una tasa interna de retorno (TIR) de 811%, un PRI de 0,1 y un beneficio/costo de S/. 2,8 que indica que los beneficios son mayores a los costos. Con esto se concluye que la propuesta es viable y rentable.

#### V. RECOMENDACIONES

- Se sugiere a la empresa en ejecutar y actualizar el plan de mantenimiento preventivo propuesto ya que permite mejoras a los equipos e ingresos económicos considerables.
- Se sugiere a la empresa en mejorar el entorno laboral de las maquinarias, para que puedan trabajar a temperaturas adecuadas, evitar daños por polvo y lograr un periodo de vida o conservación por largo plazo.
- Se sugiere a la empresa implementar un sistema integrado de gestión que involucre a todas las áreas y tener un mejor control de los procesos.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, «Reporte comercial de productos: Arroz,» Marzo 2018. [En línea]. Available: [https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio\\_exterior/estadisticas\\_y\\_publicaciones/estadisticas/informes/Reporte\\_Comercial\\_de\\_Productos\\_Arroz2017.pdf](https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/estadisticas_y_publicaciones/estadisticas/informes/Reporte_Comercial_de_Productos_Arroz2017.pdf). [Último acceso: 24 Septiembre 2019].
- [2] Ministerio de Agricultura y Riego, «La cadena alimentaria del arroz,» Julio 2018. [En línea]. Available: <http://minagri.gob.pe/portal/datero/26-sector-agrario/arroz>. [Último acceso: 24 Septiembre 2019].
- [3] C. Alavedra Flores, Y. Gastelu Pinedo, G. Méndez Orellana, C. Minaya Luna, B. Pineda Ocas, K. Prieto Gilio, K. Ríos Mejía y C. Moreno Rojo, «Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013,» *Ingeniería Industrial*, vol. III, n° 34, pp. 11-26, 2016.
- [4] M. Herrera Galán y Y. Duany Alfonzo, «Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento,» *Ingeniería Industrial*, vol. XXXVII, n° 1, 2016.
- [5] C. R. Vishnu y V. Regikumar, «Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study,» *Procedia Technology*, vol. XXV, pp. 1080-1087, 2016.
- [6] M. E. Ramos León y K. K. Tantaleán Viera, «Propuesta de un plan de mejora en el proceso de pilado de arroz, utilizando las herramientas de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del área de producción en la molinera San Nicolás S.R.L, Lambayeque – 2018,» Pimentel, 2018.
- [7] K. M. Delgado Castro, «Propuesta de un planteamiento estratégico para mejorar la gestión empresarial de la molinera Ademmy SAC Chiclayo 2019,» Lima, 2021.
- [8] J. Moubay, *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*, Madrid: Ediciones Mc Grill, 2014.
- [9] O. García Palencia, *Gestión moderna del mantenimiento industrial*, Bogotá: Ediciones de la U, 2016.
- [10] Integra Markets, *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*, Madrid: Grupo América Factorial S.A.C., 2018.
- [11] L. A. Mora Gutiérrez, *Mantenimiento; planeación, ejecución y control*, México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V., 2009.
- [12] E. Dounce Villanueva, *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*, Madrid: Ediciones Mc. Grill, 2014.
- [13] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Variación de los Indicadores de Precios de la Economía 2020,» 2020. [En línea]. Available:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe\\_de\\_precios\\_dic2020.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe_de_precios_dic2020.pdf).

- [14] Statista Research Department, «Evolución anual de la tasa de inflación en Perú desde 2015 al 2026,» 2 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://es.statista.com/estadisticas/1190212/tasa-de-inflacion-peru/?fbclid=IwAR3tZATo5UP9FCqzai27Ab3DmM-KbqNE2E6Rm58mJ-5wmP6hxrrIvciZOA4>.
- [15] C. Boero, Mntenimiento Industrial, Argentina: Editorial Científica universitaria, 2012.

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Cálculo del benéfico de la propuesta (mejorado)

Horas de para = Antes de la mejora – Después de la mejora

Incremento anual = Horas de para \*105 sacos de arroz

**Mejora = Antes de la mejora – Incremento anual**

### Anexo 2. Cálculo de costos operativos

Índice de Precios (%)	Ago.20 – Juli.20
Al consumidos a nivel nacional	2.15%
Al consumidor de Lima Metropolitana	1.97
Al por mayor a nivel nacional	1.56
Maquinaria y equipo 1/	4.79
Materiales de construcción	4.99

1/ Lima Metropolitana.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática [13]

### Anexo 3. Análisis del COK

TEA pasiva más alta del mercado 2020	7%
Tasa de utilidad deseada	25%
Tasa de inflación	1.83%
<b>Costo de oportunidad (COK)</b>	<b>1.40</b>

$$\text{COK} = (1 - \text{TEA pasiva}) * (1 + \text{utilidades}) * (1 - \text{Tasa de inflación}) - 1$$

$$\text{COK} = (1 - 7\%) * (1 + 25\%) * (1 - 1.83\%) - 1$$

$$\text{COK} = 0.1412 = 14.12\%$$

**Anexo 4. Cálculo del Estado de ganancias y pérdidas después de la implementación**

<b>Período</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ingresos	Ingreso anual año1	Ingreso anual año1 *12% + Ingreso anual año1	Ingreso anual año2 *12% + Ingreso anual año2	Ingreso anual año3 *12% + Ingreso anual año3	Ingreso anual año4 *12% + Ingreso anual año4
Costos operativos	Costos operativos año1	Costos operativos año1 *12% + Costos operativos año1	Costos operativos año2 *12% + Costos operativos año2	Costos operativos año3 *12% + Costos operativos año3	Costos operativos año4 *12% + Costos operativos año4
GAV	Costos operativos año1 *10%	Costos operativos año2 *10%	Costos operativos año3 *10%	Costos operativos año4 *10%	Costos operativos año5 *10%
Utilidad antes de impuestos	Ingresos año1 – Costos operativos año1 – GAV año1	Ingresos año2 – Costos operativos año2 – GAV año2	Ingresos año3 – Costos operativos año3 – GAV año3	Ingresos año4 – Costos operativos año4 – GAV año4	Ingresos año5 – Costos operativos año5 – GAV año5
Impuesto a la renta	Utilidad antes de impuestos año1*29.5%	Utilidad antes de impuestos año2*29.5%	Utilidad antes de impuestos año3*29.5%	Utilidad antes de impuestos año4*29.5%	Utilidad antes de impuestos año5*29.5%



### c) Formato de orden de trabajo

Este formato detallará la función que realizará cada operador, son las ordenes preventivas como prioridad y correctivas a su paso. Responsable Jefe de Mantenimiento.

Se tendrá un chequeo previo y constante del mantenimiento de cada máquina para así tener mejor funcionamiento y ejecución de todas las máquinas en el proceso de producción y evitar problemas.

EM	PLAN DE MANTENIMIENTO ORDEN DE TRABAJO			N° de orden
Equipo:			Código:	
			Serie:	
Modelo:		Marca:		
Prioridad:	Urgente ( )	Importante ( )	A realizar el día _____ ( )	
Personal responsable:				
Descripción del trabajo solicitado:  El técnico de mantenimiento debe realizar un diagnóstico a las maquinarias del pilado de arroz, por motivo de fallas o según el tiempo de los equipos. Al terminar con el análisis el técnico deberá emitir un informe, la cual deberá sugerir alguna compra de piezas para reforzar el funcionamiento de los equipos, de ser necesario la compra de unos nuevos instrumentos.				
Fecha:		Hora inicio:	Hora final:	
Código	Cantidad	fallas	Observaciones	Medidas a tomar
Responsable:				Firma y autorización

**d) Formato de rutina de mantenimiento**

Este formato es valioso por eso se incluye dentro del plan de mantenimiento preventivo, esta rutina de mantenimiento será como estrategia dentro de mantenimiento ya que al planificarse habrá mayor fiabilidad en la capacidad existente y mejor tiempo operativo. Responsable técnico operario de mantenimiento.

<b>EM</b>	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO RUTINA DE MANTENIMIENTO</b>		N° de Orden
Equipo:		Código:	
		Serie:	
Responsable:			
Operario:		Fecha:	
Inicio:		Final:	
Herramientas:		Protección:	
		Casco	
		Gafas	
		Botas	
		Protectores acústicos	
Ocupación y/o Servicio:		Área o Ambiente:	
Actividades de Mantenimiento			
Herramientas - Equipos	materiales	repuestos	
Observaciones:			
<p>El responsable técnico tendrá que ejercer su capacidad para dar mantenimiento periódico a los equipos como inspecciones regulares y pruebas de rendimiento, con la finalidad de mantener a los equipos en buen estado.</p>			

**e) Formato de reporte de averías**

Este formato es de mucha importancia ya que sabremos cómo está funcionando cada área y cada avería que tengan las máquinas y equipos. Esto nos evidenciará cada incidencia, problema y averías. Es importante ya que con este documento podremos saber dónde o qué originó las fallas. Responsable técnico de mantenimiento.

<b>EM</b>	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO REPORTE DE AVERÍAS</b>		N° de Orden
Equipo:		Código:	
		Serie:	
Prioridad:            Urgente ( <input type="checkbox"/> )            Prioritario ( <input type="checkbox"/> )            Normal ( <input type="checkbox"/> )			
Personal encargado:			
Área:			
fecha:			
Hora de reporte:		Hora término:	
Descripción detallada del reporte			
<p>El técnico tendrá que informar a detalle de las averías de los equipos de trabajo, la cual ayudará actuar de forma inmediata para corregir fallas, dando paso al buen funcionamiento de los equipos y laborar sin inconvenientes.</p>			
V°B°	Reparación	V°B° Jefe Mantenimiento	V°B° Jefe de Planta

### f) Reporte trabajo diario

Este formato nos ayudará a recopilar toda la información necesaria que necesitemos en cada actividad que se ejecuta día a día dentro de la empresa molinera. Con este documento tendremos un sistema como si fuera una auditoría a diario. Responsable técnico de mantenimiento.

EM	PLAN DE MANTENIMIENTO					N° de Orden
	REPORTE TRABAJO DIARIO					
Nombre trabajador:						
Puesto:						
Cargo:						
Turno:						
Día	1	2	3	4	5	N° horas
Lunes						
Martes						
Miércoles						
Jueves						
Viernes						
Observaciones:						
Se recopilará datos de las actividades diarias que realizan los trabajadores, durante la semana.						
Encargado:						
Firma Jefe			V°B°	Firma trabajador		

**g) Formato capacitación de personal**

Es necesario realizar capacitación al personal para que se actualicen sus conocimientos en base al nuevo plan de mantenimiento. Jefe de mantenimiento.

<b>EM</b>	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO CAPACITACIÓN DE PERSONAL</b>	<b>PLAN CAPACITACIÓN</b>
Instructor:		N° .....
Lugar:		Fecha:
Inicio:		Término:
<p>Capacitación sobre el nuevo plan de mantenimiento preventivo para los elevadores y la zaranda dentro del proceso productivo de pilado de arroz.</p>		

### Anexo 6. Descripción de fallas y tiempos de paradas 2018

Mes	Equipo - Máquina	Tipo de falla	Descripción de la falla	Acción correctiva	Horas paradas
Enero	Descascaradora	Mecánico	Ruptura del eje del motor	Cambio del eje y alineación	2,0
Enero	Selectora	Mecánico - eléctrico	Lámpara dañada	Cambio	12,0
Enero	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Ajuste de fajas	7,0
Enero	Elevador	Mecánico	Catalina falta lubricación	Mantenimiento, lubricación	3,0
Enero	Zaranda	Mecánico	Ruptura de malla	Cambio de malla	10,0
Enero	Faja transportadora	Mecánico	Rodamientos	Mantenimiento, engrase	1,5
Enero	Sinfín	Mecánico	Falta engrase chumaceras	Mantenimiento engrase	1,0
Enero	Faja transportadora	Mecánico	Puente colgante falta engrase	Mantenimiento, engrase	0,5
Enero	Zaranda	Mecánico	Ruptura de malla	Cambio de malla	12,0
Enero	Calibradora	Mecánico	Desajuste de prisioneros	Ajuste, corrección y Mtto	1,0
Febrero	Elevador	Mecánico	Ruptura de cangilones	Mantenimiento - cambio	6,0
Febrero	Elevador	Mecánico	Falta lubricación de piñón	Mantenimiento, lubricación	5,0
Febrero	Faja transportadora	Mecánico	Falta de engrase	Mantenimiento, engrase	1,0
Febrero	Exclusa	Mecánico	Ruptura de paletas	Mantenimiento-cambio	2,0
Febrero	Balanza	Mecánico - eléctrico	Válvula dañada	Cambio de válvula	1,5
Febrero	Ciclón	Mecánico	Ruptura	Mantenimiento- cambio	1,5
Febrero	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Regulación	8,0
Febrero	Exclusa	Mecánico	Ruptura de rodajes	Mantenimiento - cambio	2,0
Febrero	Sinfín	Mecánico	Rodamientos falta engrase	Mantenimiento, engrase	1,0
Febrero	Zaranda	Mecánico	Desgaste de mallas	Mantenimiento - cambio	6,0
Febrero	Zaranda	Mecánico - eléctrico	Desbalance	Ajuste o corrección Mtto	3,0
Febrero	Pre limpia	Mecánico	Ruptura de fajas	Mtto, cambio	1,5
Febrero	Mesa paddy	Mecánico	Sistema de transmisión falla	Corrección ajuste y Mtto.	1,0
Febrero	Abrillantadora	Mecánico	Atascamiento	Regulación	2,0
Marzo	Clasificadores	Mecánico	Ruptura de fajas	Cambio de fajas	3,0
Marzo	Despedregadora	Mecánico	Rodamientos desgaste	Cambio- mantenimiento	1,5
Marzo	Despedregadora	Mecánico	Falla motor	Corrección ajuste y Mtto.	1,0
Marzo	Zaranda	Mecánico	Desgaste esféricas	Cambio- mantenimiento	4,0
Marzo	Zaranda	Mecánico	Desgaste de mallas	Mantenimiento- cambio	5,0
Marzo	Pre limpia	Mecánico	Sistema de transmisión falla	Corrección ajuste y Mtto.	1,0
Marzo	Pre limpia	Mecánico	Rodajes falta lubricación	Mantenimiento- lubricación	1,0
Marzo	Elevador	Mecánico	Ruptura de cangilones	Mantenimiento-cambio	4,0
Marzo	Pulidor cónico	Mecánico	Ruptura de fajas	Mantenimiento - cambio	2,0
Marzo	Pulidor cónico	Mecánico	Suciedad	Mantenimiento- limpieza	2,0
Marzo	Sinfín	Mecánico	Ruptura de fajas	Cambio de fajas- Mtto.	1,5
Marzo	Elevador	Mecánico	Ruptura de cangilones	Cambio de pieza	6,0
Marzo	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Regulación de flujo de carga	3,5
Marzo	Abrillantadora	Mecánico	Atascamiento	Ajuste de fajas	1,0
Abril	Selectora	Mecánico - eléctrico	Lámpara dañada	Cambio	9,0
Abril	Cilindro clasificador	Mecánico	Desgaste de paletas	Mantenimiento - cambio	2,0
Abril	Zaranda	Mecánico	Rodamientos falta engrase	Mantenimiento, engrase	2,5
Abril	Pulidor de agua	Mecánico	Manguera rota	Mantenimiento - cambio	1,5
Abril	Pre limpia	Mecánico	Falta engrase excéntricas	Engrase, lubricación - Mtto.	1,0
Abril	Selectora	Mecánico	Falta eyectores	Mantenimiento- cambio	16,0
Abril	Sinfín	Mecánico	Falta engrase chumaceras	Engrase, lubricación - Mtto.	1,5
Abril	Mesa paddy	Mecánico	Sistema de transmisión falla	Ajuste, corrección y Mtto.	1,0
Abril	Embolsadora	Mecánico	Falta engrase en rodamientos	Mantenimiento-lubricación	1,5
Abril	Selectora	Mecánico - eléctrico	Desconfiguración en tarjetas	Ajuste - corrección Mtto.	24,0
Abril	Sinfín	Mecánico	Falta limpieza discos	Limpieza	1,0
Abril	Pulidor de color	Mecánico	Falla filtros	Mantenimiento, ajuste	2,5
Abril	Selectora	Mecánico	Falta filtro de aceite	Ajuste, corrección y Mtto	12,0
Abril	Descascaradora	Mecánico	Desgaste chapa perforada	Mantenimiento - cambio	2,0
Abril	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Ajuste de fajas	3,0
Abril	Abrillantadora	Mecánico	Atascamiento	Regulación flujo de carga	2,0

Fuente: Base de datos de la Empresa Molinera.

Mayo	Zaranda	Mecánico	Ruptura de malla	Cambio de malla	5,0
Mayo	Faja transportadora	Mecánico	Falta engrase en rodamientos	Mantenimiento-lubricación	1,5
Mayo	Ciclón	Mecánico	Suciedad	Limpieza	1,0
Mayo	Sinfín	Mecánico	Ruptura de fajas	Mantenimiento- cambio	2,0
Mayo	Ventilador	Mecánico	Desbalance en turbina	Corrección ajuste y Mtto.	1,0
Mayo	Ventilador	Mecánico	Suciedad en cabezales	Limpieza	1,5
Mayo	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Ajuste de fajas	5,0
Mayo	Elevador	Mecánico	Ruptura de cangilones	Mantenimiento- cambio	6,0
Mayo	Zaranda	Mecánico	Desgaste de mallas	Mantenimiento - cambio	6,0
Mayo	Faja transportadora	Mecánico	Ruptura en empalme	Mantenimiento- cambio	2,0
Mayo	Sinfín	Mecánico	Falta limpieza discos	Limpieza	0,5
Mayo	Ventilador	Mecánico	Suciedad en el pozo	Limpieza	1,0
Mayo	Exclusa	Mecánico	Ruptura de rodajes	Mantenimiento- cambio	2,0
Mayo	Balanza	Mecánico - eléctrico	Válvula dañada	Cambio de válvula	1,0
Mayo	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Regulación	3,0
Junio	Clasificadores	Mecánico	Ruptura de fajas	Cambio de fajas	4,0
junio	Elevador	Mecánico	Ruptura de cangilones	Cambio de pieza	14,0
junio	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Regulación flujo de carga	5,0
Julio	Descascaradora	Mecánico	Ruptura del eje del motor	Cambio del eje y alineación	2,0
Julio	Selectora	Mecánico - eléctrico	Lámpara dañada	Cambio	11,0
Julio	Zaranda	Mecánico	Desbalance en excéntricas	Ajuste, corrección y Mtto	4,0
Julio	Zaranda	Mecánico	Desgaste de mallas	Mantenimiento- cambio	7,0
Julio	Pre limpia	Mecánico	Excéntricas falta engrase	Engrase, lubricación - Mtto.	1,0
Julio	Abrillantadora	Mecánico	Atascamiento	Regulación de flujo de carga	1,0
Agosto	Zaranda	Mecánico	Ruptura de malla	Cambio de malla	12,0
Agosto	Elevador	Mecánico	Falta lubricación de piñón	Engrase, lubricación - Mtto.	3,0
Agosto	Mesa paddy	Mecánico	Sistema de transmisión falla	Ajuste, corrección y Mtto	1,0
Agosto	Descascaradora	Mecánico	Chumaceras falta engrase	Engrase, lubricación - Mtto.	1,0
Agosto	Elevador	Mecánico	Catalina falta lubricación	Engrase, lubricación - Mtto.	3,0
Agosto	Zaranda	Mecánico	Desbalance en excéntricas	Ajuste, corrección y Mtto	3,0
Agosto	Elevador	Mecánico	Cadena falta lubricación	Engrase, lubricación - Mtto.	5,0
Agosto	Sinfín	Mecánico	Rodamientos falta engrase	Engrase, lubricación - Mtto.	1,0
Agosto	Pre limpia	Mecánico	Ruptura templadores	Mantenimiento- cambio	2,0
Agosto	Balanza	Mecánico - eléctrico	Válvula dañada	Cambio de válvula	1,5
Agosto	Abrillantadora	Mecánico	Atascamiento	Regulación	2,0
Septiembre	Clasificadores	Mecánico	Ruptura de fajas	Cambio de fajas	3,5
Septiembre	Elevador	Mecánico	Desajuste prisioneros	Ajuste, corrección y Mtto	2,0
Septiembre	Zaranda	Mecánico	Ruptura de malla	Mantenimiento- cambio	4,0
Septiembre	Pre limpia	Mecánico	Rodajes falta lubricación	Engrase, lubricación - Mtto.	1,0
Septiembre	Pulidor de agua	Mecánico	Ruptura de manguera	Mantenimiento- cambio	2,0
Septiembre	Elevador	Mecánico	Chumaceras falta engrase	Engrase, lubricación - Mtto.	3,0
Septiembre	Selectora	Mecánico	Ruptura de fajas	Mantenimiento - cambio	9,0
Septiembre	Embolsadora	Mecánico	Falla en sellado horizontal	Mantenimiento - cambio	1,0
Septiembre	Pulidor de agua	Mecánico	Ruptura atomizador	Mantenimiento - cambio	2,0
Septiembre	Pulidor cónico	Mecánico	Ruptura de fajas	Mantenimiento - cambio	1,5
Septiembre	Elevador	Mecánico	Cadena falta lubricación	Engrase, lubricación - Mtto.	2,0
Septiembre	Zaranda	Mecánico	Ruptura de fajas	Mantenimiento - cambio	5,0
Septiembre	Elevador	Mecánico	Catalina falta lubricación	Engrase, lubricación - Mtto.	2,0
Septiembre	Zaranda	Mecánico	Desbalance en excéntricas	Ajuste, corrección y Mtto	3,0
Septiembre	Elevador	Mecánico	Ruptura de cangilones	Cambio de pieza	5,0
Septiembre	Faja transportadora	Mecánico	Suciedad en tornillos	Limpieza	1,5
Septiembre	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Regulación flujo de carga	2,0
Septiembre	Abrillantadora	Mecánico	Atascamiento	Ajuste de fajas	1,0

Fuente: Base de datos de la Empresa Molinera.

Octubre	Descascaradora	Mecánico	Ruptura del eje del motor	Cambio del eje y alineación	2,0
Octubre	Abrillantadora	Mecánico	Atascamiento	Ajuste de fajas	1,5
Octubre	Zaranda	Mecánico	Ruptura de malla	Mantenimiento- cambio	6,0
Octubre	Clasificadores	Mecánico	Ruptura de fajas	Mantenimiento- cambio	4,0
Octubre	Zaranda	Mecánico	Ruptura de malla	Cambio de malla	5,0
Octubre	Exclusa	Mecánico	Ruptura de rodajes	Mantenimiento- cambio	1,5
Octubre	Elevador	Mecánico	Cadena falta lubricación	Engrase, lubricación - Mtto.	3,5
Octubre	Balanza	Mecánico	Válvula dañada	Cambio de válvula	1,0
Octubre	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Regulación flujo de carga	4,0
Octubre	Elevador	Mecánico	Ruptura de fajas	Mantenimiento- cambio	6,0
Octubre	Faja transportadora	Mecánico	Ruptura en empalme	Mantenimiento- cambio	2,0
Octubre	Pre limpia	Mecánico	Falta engrase excéntricas	Engrase, lubricación - Mtto.	1,0
Octubre	Exclusa	Mecánico	Ruptura de rodajes	Mantenimiento - cambio	2,0
Octubre	Selectora	Mecánico - eléctrico	Lámpara dañada	Cambio	12,0
Octubre	Abrillantadora	Mecánico	Atascamiento	Regulación flujo de carga	1,0
Noviembre	Zaranda	Mecánico	Ruptura de malla	Cambio de malla	6,0
Noviembre	Clasificadores	Mecánico	Ruptura de fajas	Cambio de fajas	3,0
Noviembre	Clasificadores	Mecánico	Desgaste de mallas	Mantenimiento- cambio	6,0
Noviembre	Balanza	Mecánico	Válvula dañada	Cambio de válvula	1,5
Noviembre	Sinfín	Mecánico	Rodamientos falta engrase	Engrase, lubricación - Mtto.	1,0
Noviembre	Selectora	Mecánico - eléctrico	Desconfiguración en tarjetas	Ajuste, corrección y Mtto	24,0
Noviembre	Clasificadores	Mecánico	Falla en filtros de aire	Ajuste, corrección y Mtto	3,0
Noviembre	Clasificadores	Mecánico	Ruptura de fajas	Mantenimiento - cambio	4,0
Noviembre	Pulidor de agua	Mecánico - eléctrico	Falla sistema de transmisión	Ajuste, corrección y Mtto	1,0
Noviembre	Embolsadora	Mecánico	Rodamientos falta engrase	Engrase, lubricación - Mtto.	1,5
Noviembre	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Regulacion flujo de carga	3,5
Noviembre	Balanza	Mecánico - eléctrico	Válvula dañada	Cambio de válvula	1,0
Noviembre	Abrillantadora	Mecánico	Atascamiento	Regulación	1,0
Diciembre	Clasificadores	Mecánico	Ruptura de fajas	Cambio de fajas	4,0
Diciembre	Elevador	Mecánico	Cadena falta lubricación	Engrase, lubricación - Mtto.	4,0
Diciembre	Zaranda	Mecánico - eléctrico	Desbalance en excéntricas	Ajuste, corrección y Mtto	3,0
Diciembre	Zaranda	Mecánico	Ruptura de malla	Cambio de malla	9,0
Diciembre	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Regulacion flujo de carga	4,0
Diciembre	Abrillantadora	Mecánico	Atascamiento	Regulación	1,0
Diciembre	Elevador	Mecánico	Chumaceras falta engrase	Engrase, lubricación - Mtto.	2,0
Diciembre	Sinfín	Mecánico	Ruptura de fajas	Mantenimiento- cambio	2,0
Diciembre	Pulidor cónico	Mecánico	Rodajes falta lubricación	Engrase, lubricación - Mtto.	1,0
Diciembre	Embolsadora	Mecánico	Reductores falta lubricación	Engrase, lubricación - Mtto.	1,5
Diciembre	Elevador	Mecánico	Catalina falta lubricación	Engrase, lubricación - Mtto.	4,0
Diciembre	Mesa paddy	Mecánico	Atascamiento	Mantenimiento limpieza	1,0
Diciembre	Elevador	Mecánico	Ruptura de cangilones	Cambio de pieza	12,0
Diciembre	Elevador	Mecánico	Atascamiento	Regulación de flujo de carga	4,0

Fuente: Base de datos de la Empresa Molinera.

## Anexo 7. Imágenes del proceso productivo Acopio y secado de arroz



### Área de producción



### Inicio de producción



### Pre limpiadora



**Descascaradora**



**Mesa Paddy**





**Clasificador cilíndrico**



### Selectora de color



### Separador de piedras



**Llenado**