

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



**Propuesta de sistema de gestión de mantenimiento basado en indicadores OEE
para disminuir costos operativos en Grupo Mollicentro**

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

AUTOR

Rosaelvira Oliva Ñopo

ASESOR

Santos Confesor Gabriel Blas

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2024

**Propuesta de sistema de gestión de mantenimiento basado en indicadores OEE
para disminuir costos operativos en Grupo Mollicentro**

PRESENTADA POR
Rosaelvira Oliva Ñopo

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Ana María Caballero García

PRESIDENTE

Pedro Martin Vizconde Meléndez

SECRETARIO

Santos Confesor Gabriel Blas

VOCAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

1%

2

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

4

dominiodelasciencias.com

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Tecnologica del
Peru

Trabajo del estudiante

1%

6

www.coursehero.com

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad del Atlántico

Trabajo del estudiante

1%

8

repositorio.udec.cl

Fuente de Internet

1%

9

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

Índice

Resumen	4
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Revisión de literatura	9
Materiales y métodos	15
Resultados.....	16
Discusión	32
Conclusiones.....	33
Recomendaciones.....	34
Anexos.....	36
Referencias	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de costos de paradas por fallas.....	16
Tabla 2: Indicadores OEE.....	17
Tabla 3: Análisis ABC de equipos críticos	18
Tabla 4: Hojas de trabajo.....	19
Tabla 5: Hoja de decisión de actividades	20
Tabla 6: Plan de mantenimiento.....	21
Tabla 7: Cronograma de mantenimiento.....	26
Tabla 8: Lista de herramientas	28
Tabla 9: Lista de materiales	28
Tabla 10: Instrumentos de calibración.....	29
Tabla 11: Equipos de protección personal	29
Tabla 12: Número de trabajadores.....	29
Tabla 13: Nuevos indicadores OEE	30
Tabla 14: Costo total de la propuesta	31
Tabla 15: Estado de resultados.....	31

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo proponer sistema de gestión de mantenimiento basado en indicadores OEE para disminuir costos operativos en la empresa Grupo Mollicentro; se diagnosticó que los indicadores de eficiencia entre agosto del 2022 y febrero del 2023 fue de 55,3%; además, la empresa registró 82 paradas no programadas por fallas en la maquinarias de sus áreas de producción (secado y pilado), incurriendo en un tiempo de parada de 823.5 horas, que tuvieron un costos operativos total de S/ 1 155 721,16; que incluyen mano de obra por reparación, costos de repuestos y en utilidades no percibidas. Con la metodología de RCM se determinaron 13 equipos críticos, de los cuales 8 pertenecían al área de pilado; sin embargo, se decidió considerar todos los equipos del área de secado, pues es el PCC de la empresa. Se calcularon los nuevos indicadores de mantenimiento, dando un resultado promedio de 69.9% y se disminuyeron los costos operativos a S/ 183 308,99; es decir, se redujeron en un 84,14%; para, posteriormente, determinar la viabilidad económica de dicha propuesta, con un beneficio-costo de 1,82; un VAN de S/ 34 018,54 y un TIR de 187%.

Palabras claves: Sistema de gestión de mantenimiento, mantenimiento preventivo, indicadores OEE.

ABSTRACT

The objective of this research is to propose a maintenance management system based on OEE indicators to reduce operating costs in the Mollicentro Group company; It was diagnosed that the efficiency indicators between August 2022 and February of this year were 55,3%; In addition, the company recorded 82 unscheduled stops due to failures in the machinery in its production areas (drying and stacking), incurring a stoppage time of 823,5 hours, which had a total operating costs of S/ 1 155 721,16; which include labor for repairs, spare parts costs and foregone profits. With the RCM methodology, 13 critical pieces of equipment were determined, of which 8 belonged to the pile area; However, it was decided to consider all the equipment in the drying area, since it is the company's PCC. Maintenance activities were proposed, establishing the required labor and a MRP. The new maintenance indicators were calculated, giving an average result of 69,9%, to subsequently determine the economic viability of said proposal, with a benefit-cost of S/ 1.93; a NPV of S/ 55 057,89 and an IRR of 295%.

Keywords: Maintenance management system, preventive maintenance, OEE indicators.

Introducción

Todas las empresas productivas se ven cada día en la constante búsqueda de la mejora continua, para asegurar la calidad de sus productos y posicionarse en el mercado; sin embargo, las empresas productoras de alimentos son las más demandadas y presionadas por diversos aspectos relacionados con la inocuidad y calidad.[1] Por ello, tener un programa de mantenimiento se convierte en una gran ventaja para estas empresas, puesto que representan una inversión que a mediano y largo plazo generará reducción de costos, y se convierte en un eslabón más para conseguir sus diversos objetivos.[2]

De ahí que, las empresas alimentarias dependen cada vez más de factores como disponibilidad y confiabilidad de sus equipos, que les permitan una mejor gestión del mantenimiento y una producción continua, estandarizando parámetros de producción para asegurar la calidad desde que ingresa la materia prima hasta que llega al consumidor final.[1] Además, un sistema de gestión de mantenimiento puede reducir los costos operativos al disminuir las reparaciones por fallas imprevista.[2]

Las formas convencionales de mantenimiento han cambiado con el tiempo, siendo el mantenimiento preventivo y predictivo, con sus diversas definiciones, el más popular en todo el mundo, donde los equipos son inspeccionados y revisados para establecer los intervalos adecuados.[3]

El autor Manuel Ruiz[4] asegura que la mayoría de los países latinoamericanos, el mantenimiento constituye en la actualidad un conocimiento que no se tiene en los numerosos sectores de la economía y la poca importancia que se le brinda ha llegado al extremo de que resulta en muchos lugares muy difícil identificar su existencia.

En el Perú gran parte de las empresas alimenticias, ven el mantenimiento preventivo como un gasto innecesario y no como una inversión, dejándolo de lado, y enfocando sus recursos en realizar mantenimientos correctivos. Tal es el caso de Grupo Mollicentro.

Entre agosto del 2022 y febrero del 2023, Grupo Mollicentro registró 82 paradas no programadas por fallas en la maquinarias de sus diversas áreas, incurriendo en un tiempo de parada de 823.5 horas, que tuvieron un costos operativos total de S/ 1 155 721,16; dividiéndose en mano de obra por reparación (terceros: S/ 18 895,00 y en

operarios propios de la empresa: S/ 1 387,08), en costos de repuestos (S/ 21 298,80) y en utilidades no percibidas (S/ 1 114 140,29); cuyas causas se deben a que no cuentan con un área de mantenimiento, solo se realizan actividades correctivas, los que son realizados por terceros o, de ser acciones sencillas, por los operarios de turno, ya que no cuenta con un responsable o un área de mantenimiento. Además, no se han identificado las máquinas o equipos críticos de un total de 13, no cuenta con indicadores de gestión de mantenimiento, entre ellos coeficientes más importantes como lo son OEE: disponibilidad, efectividad y calidad, ni con equipos de calibración y medición. Por otro lado, no posee un plan de requerimiento de materiales o un inventario adecuado para el mantenimiento de sus máquinas o equipos.

Dedaquí nace la pregunta ¿en qué medida la propuesta de sistema de gestión de mantenimiento basado en indicadores de OEE disminuye los costos operativos en Grupo Mollicentro?

El objetivo general de esta investigación proponer un sistema de gestión de mantenimiento basado en indicadores OEE para disminuir costos operativos en la empresa Grupo Mollicentro, donde los objetivos específicos son diagnosticar la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Grupo Mollicentro, desarrollar la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Grupo Mollicentro, y evaluar el beneficio-costos de la propuesta de sistema de gestión de mantenimiento.

Un sistema de gestión de mantenimiento es importante porque disminuye las paradas por fallas mecánicas, asegura la calidad del producto y una producción continua del mismo, elimina la tercerización y los altos tiempos perdidos por actividades de mantenimiento; permitiendo así disminuir los costos operativos de una empresa. Además, la presente investigación servirá como base para aquellas empresas que tengan una situación problemática similar a la expuesta.

Revisión de literatura

Timoteo Lluen, David Ricardo [5] tuvo como objetivo general sugerir un plan de mantenimiento preventivo con el fin de reducir las pérdidas. Para implementar el plan de mantenimiento preventivo, se utilizó un diagrama de Pareto, un análisis de criticidad y un árbol de fallas. La disponibilidad aumentó un 5,5 % y la confiabilidad aumentó un 48,2%; la mantenibilidad disminuyó un 0,8 % y las horas de parada disminuyeron de 544,5 a 220,5 horas. Tras realizar el análisis de beneficio-costos, se concluyó que la propuesta es viable y rentable, donde por cada sol invertido se gana S/1,80.

Chávez, Eliseo & Oliva, Henry [6] Su objetivo fue determinar cómo la aplicación de un plan de actividades, índices de mantenimiento y el diagrama de Pareto afectaron la productividad del molino Galán. Tras el estudio, la productividad aumentó a un 66,89%, la eficiencia a un 81,79% y la eficacia a un 81,79%. Por último, el plan de mantenimiento preventivo mejoró la productividad del molino Galán.

Ñique Dávila, Roberto Carlos [7] para aumentar la productividad de Atlántica SRL, se creó un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en los indicadores de eficacia general de los equipos. Aplicaron el enfoque de mantenimiento productivo completo. Como resultado, la productividad aumentó en 31,86% y se espera que el OEE aumente de 65,01% a 73,90%; además, la propuesta del Sistema de Gestión de Mantenimiento generaría 14,80 soles por cada sol invertido. Se llegó a la conclusión de que el sistema de gestión de mantenimiento no solo es viable, sino que también es necesario y replicable.

Ramos León & Tentalean Viera, Kerly [8] buscaron desarrollar una propuesta para mejorar el proceso de pilado de arroz y aumentar la productividad del área de producción. Se emplearon las herramientas de fabricación eficiente (5S). Los resultados mostraron un aumento del 35% en la productividad de la empresa y se demostró que se obtendrá un beneficio de S/0,82 por cada sol invertido. Concluyeron que la aplicación de la Metodología de las 5S permite mejorar y mantener el orden, la limpieza y las condiciones organizacionales en el lugar de trabajo.

García Fernández, María Alejandra [9], con un diseño metodológico casi experimental, tuvo el objetivo de proponer e implementar un plan de gestión de

mantenimiento para aumentar la confiabilidad de las máquinas que intervienen en su proceso productivo de pilado de arroz. Como resultado, la confiabilidad de las máquinas aumentó en un 15%, se redujo el porcentaje de paradas no programadas en un 8% y se aumentó el tiempo medio entre fallas de 42 a 62 minutos. Incluso, se ahorró S/2 000 mensuales y se aumentó la eficiencia general del equipo en un 15%. Se llegó a la conclusión de que el plan de gestión de mantenimiento que se implementó fue exitoso y benefició significativamente a la empresa Comolsa SAC.

Zamora, Ignacio [10] buscó crear un plan para el mantenimiento del Molino de Bolas G. Se utilizó la estrategia FMECA para identificar, identificar y eliminar fallas. Según los resultados, se espera que la cantidad de actividades preventivas realizadas y la tasa de fallas de los componentes disminuyan, lo que aumentará la disponibilidad de los componentes y, por lo tanto, del equipo.

Requejo, Jackeline [11] investigó la Procesadora Perú SAC, donde se registró un aumento en los ingresos no percibidos debido a tres factores: problemas en la maquinaria con un 29,4%, productos defectuosos y personal sin capacitación con un 16% y 15,9%, respectivamente. El objetivo era disminuir los ingresos no percibidos de la línea de conserva de FPV, por lo que se llevó a cabo un diagnóstico. Se descubrió que la empresa tiene un OEE de 73,7% y se utilizó una matriz de ponderación para determinar los pilares que pueden aliviar estos problemas. Tras desarrollar cada uno de ellos, el resultado fue una reducción del 48,7 % en horas no planificadas y un 52,9 % en ingresos no percibidos, lo que permitió una mejora del OEE del 5,85%.

Jiménez, Roger; Gamarra, Luis & Mendoza, Marlon [12] investigaron una empresa donde los equipos de la planta carecen de análisis de criticidad y disponibilidad, lo que lleva a la gestión de mantenimiento a dirigirse de manera deficiente y dificulta la toma de decisiones. El propósito fue evaluar la importancia y la disponibilidad de los equipos para el mantenimiento mecánico de la planta de filtros de la planta de beneficios de Shougang Iron Peru, utilizando las normas SAE JA1011 y SAE 1012. El resultado fue la creación del flujograma del proceso de la Planta Filtros, que permitió realizar el análisis de disponibilidad y criticidad y conocer los sistemas que lo conforman.

Chura, Alfredo [13] creó un plan de mantenimiento que se basa en la metodología RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) para optimizar la gestión de mantenimiento. Se estimó una utilidad de \$444,033.54 y la disponibilidad del molino Comesa aumentó al 97%. Según los resultados de la implementación de la metodología RCM, se puede mejorar la gestión de mantenimiento de este equipo.

Para Socconini y Reato un sistema de gestión (SG) es una herramienta que facilita el control, la planificación, la organización y la automatización de las actividades administrativas de una organización. Un SG analiza los rendimientos y los riesgos de una empresa para satisfacer a los clientes y maximizar las ganancias. [14]

Por su parte, el SG de mantenimiento se entiende como el grupo de herramientas que permiten preservar, durante todo su ciclo de vida, la tecnología de los sistemas de producción, maximizando la disponibilidad de estas al menor costo, y asegurando una gestión de competencias para el uso y mantenimiento de estos sistemas. [15] Dicho sistema puede ser medido cuantitativamente y posicionado según tres categorías: deficiente [0%-33%>; regular [33%-67%>; o eficiente [67%-100%]. [18]

Para el desarrollo de estos sistemas se deben analizar los equipos, el conjunto total de máquinas que son necesarias para cumplir un objetivo; donde se define el término máquina como una combinación de piezas de materiales resistentes que tienen movimientos definidos y son capaces de transmitir o transformar energía. [16]

Además, un plan de mantenimiento es la forma en que se organizan las actividades de mantenimiento para garantizar que el rendimiento de cada activo sea optimizado. Para mantener estos activos en buen estado de funcionamiento, se incluyen otros procedimientos como la inspección y la limpieza. [16]

De esta manera, el mantenimiento se refiere a la función empresarial que se encarga de supervisar el estado de todas las instalaciones, tanto productivas como auxiliares y de servicios. En ese sentido, se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones que se deben realizar para garantizar que los equipos, máquinas, componentes e instalaciones involucrados dentro de un proceso industrial están en las mejores condiciones de funcionamiento, cumpliendo el propósito para el que fueron diseñados, construidos, instalados y puestos en funcionamiento. [16]

En consecuencia, el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo son los tipos de mantenimiento más comunes que se utilizan en la mayoría de las empresas a nivel regional, nacional y mundial. [16]

Primero, el mantenimiento correctivo, también llamado reactivo, es más utilizado en la pequeña y mediana empresa y consiste en realizar mantenimiento solo en el momento en que se presenta una falla o avería en alguno de los equipos o máquinas. Se pueden distinguir dos variedades: la falla no planificada o con eliminación de causas implica reparaciones de emergencia que reemplazan los componentes dañados de la máquina; la falla planificada o con eliminación de causas implica reemplazar los componentes dañados y eliminar la causa que causó la falla. [17]

Segundo, el mantenimiento preventivo es aquel que se basa en actividades planificadas para mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables para los momentos más oportunos. Además, permite detectar puntos de mejora, aumentar la confiabilidad de los equipos y las máquinas, aumentar la confiabilidad de los procesos productivos o reducir los daños en producción, instalaciones y maquinaria. [16]

Tercero, el mantenimiento predictivo consiste en el seguimiento organizado de las variables de estado del sistema mediante mediciones periódicas o continuas y su comparación con patrones preestablecidos para determinar el momento adecuado para la intervención de mantenimiento, de tal manera que dicho componente pueda reemplazarse con base en un plan, justo antes de que falle. [17]

En cuanto a indicadores, la eficiencia global de los equipos o OEE por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness), es un indicador de un equipo o grupo de máquinas que compara el número de piezas que podrían haberse producido si todo hubiera ido bien y el número de piezas sin defectos que realmente se han producido. [18] El OEE se ha convertido en un estándar mundial reconocido porque incorpora tres de los indicadores más cruciales de cualquier sector (disponibilidad, rendimiento y calidad), lo que permite identificar las causas de la pérdida, como si el equipo o la máquina estuvo detenido durante un período de tiempo, funcionó a menos de su capacidad total o se produjeron unidades defectuosas.

Junto a los indicadores de mantenimiento, también se debe considerar el método de detección de fallas, como lo es el AMEF: Análisis de modo y efecto de fallas, conocido como FMEA por sus siglas en inglés (Failure Modes and Effects Analysis). Existen 3 tipos de AMEF: de sistema, que asegura la compatibilidad de los componentes del sistema; de diseño, que se enfoca hacia los Modos de Falla asociados con la funcionalidad de un componente, causados por el diseño; de proceso; que se enfoca en la incapacidad para producir el requerimiento que se pretende. [27]

Adicional a ello, es importante reconocer que todas las actividades que se determinen necesarias dentro del plan de mantenimiento preventivo deben estar basadas en la jerarquía de control; es decir: una secuencia, en la que aumenta de forma progresiva la complejidad y la contundencia de la medida, basándose en tres etapas primordiales que son el Reconocimiento, la Evaluación y el Control. Dicha jerarquía consta de 5 pasos: eliminación, sustitución, control de ingeniería, control administrativo y equipo de protección personal. [29]

Del mismo modo, la confiabilidad es la capacidad de una máquina para realizar tareas específicas o requeridas en un período de tiempo determinado en diferentes condiciones. Es decir, es la probabilidad de fallo, el tiempo promedio de fallo y la etapa de la vida del equipo. El índice MTBF (tiempo medio de buen funcionamiento) lo mide con el cociente del tiempo total de buen funcionamiento y el número total de fallas. [16]

Además, la disponibilidad es el porcentaje de tiempo en el cual una máquina o equipo está disponible para realizar la función para la cual fue diseñado y construido. [16]

La facilidad de realizar tareas de mantenimiento en una máquina o equipo utilizando procedimientos específicos se conoce como mantenibilidad. En otras palabras, la probabilidad de que un sistema o equipo pueda ser reparado en un período de tiempo específico. El índice MTTR (tiempo medio de reparación) lo determina, a través del tiempo total de reparación entre el número total de fallas. [16]

Por último, los costes operativos, también conocidos como costes de operación o costos operacionales, son el tipo de costes en los que incurre una empresa en el desarrollo de la propia actividad del negocio. [19] El costo operativo es un gasto

primordial que se lleva a cabo en toda producción de cualquier bien o servicio, formado por toda inversión que una organización debe efectuar para continuar funcionando y comercializando. [20] Los gastos que se requieren para mantener la operación de una empresa se denominan costos operativos. [21] Algunos de los ejemplos de costes operativos son los salarios, alquiler de locales, compra de suministros y/o repuestos, etc. [19]

Materiales y métodos

La investigación de tipo aplicada y de alcance descriptivo, tuvo un enfoque cuantitativo. Además, la población está constituida por 4 elementos: planificar, hacer, verificar y actuar (Anexo 23); se determinó con un muestreo no probabilístico, tipo muestreo por cuotas.

La metodología utilizada en la presente investigación contempla principalmente una revisión de literatura de diversos artículos científicos, libros, tesis, etc. Además, se recopiló información propia de la empresa, haciendo uso de un cuestionario de gestión de mantenimiento (anexo 01) [22], para determinar la existencia o falta de un área o encargado de mantenimiento y sus herramientas para el desarrollo de sus respectivas actividades; la cantidad de máquinas y su codificación no significativa (anexo 02, 03 y 04) [23]; así como el análisis de datos: cálculo de los costos operativos generados por cada parada operativa y evaluación de los indicadores OEE [18] de la maquinaria. Del mismo modo, para realizar el diagnóstico se llevó a cabo un diagrama Ishikawa [24], de esta forma se determinarán las principales causas de estas; siguiendo la metodología, se llevó a cabo un Análisis de Criticidad [25] y un diagrama Pareto [24] para identificar aquellas máquinas que generan mayores fallas.

Para el diseño del sistema de gestión se llevó a cabo por áreas y se basó en el trabajo García Fernández (2018)[9] con la metodología de RCM [26]; se desarrolló un AMEF [27], así como el plan de mantenimiento. En base a las actividades planteadas, se elaboró el cronograma, se realizó el Plan de requerimiento de materiales(MRP) [28], se determinó el número de trabajadores que formarán parte del área de mantenimiento, así como una propuesta de inversión para la compra de equipos de calibración. Además, se calcularon los nuevos indicadores OEE.

En lo que respecta al análisis económico financiero de la propuesta, se determinó los costos del plan de mantenimiento, se realizó cotizaciones de los recursos necesarios para implementar el sistema de gestión de mantenimiento. Se realizó el análisis beneficio-costos usando el decreto Legislativo N°1488 [26] en base en los costos operativos por paradas previas al desarrollo de la propuesta, analizando los indicadores de VAN y TIR.

Resultados

Diagnóstico de la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Grupo Molicentro

Se desarrolló un cuestionario de gestión de mantenimiento (Anexo 1) y brindó como resultado que la empresa Grupo Molicentro cuenta con un 29.17% de índice de obtenido de mantenimiento (Anexo 2), considerado deficiente; demostrando que no cuenta con área o personal para el desarrollo de las actividades de mantenimiento, así como no posee un plan de requerimiento de materiales específicos para dichas actividades.

Se desarrolló el inventario de las dos áreas de producción de la empresa: secado y pilado (Anexo 6), aplicando un sistema no significativo de codificación (Anexo 3,4 y 5), con un total de dos líneas productivas y 141 equipos en total, de las cuales 121 máquinas son operativas y 20 inoperativas.

En base a los datos recopilados en la empresa, se elaboró una tabla de las paradas no programadas a detalle (Anexo 7), que incluye el costo de estas, considerando los datos de utilidades no percibidas por área y el costo de horas adicionales por operarios (Anexo 8 y 9).

Tabla 1: Resumen de costos de paradas por fallas

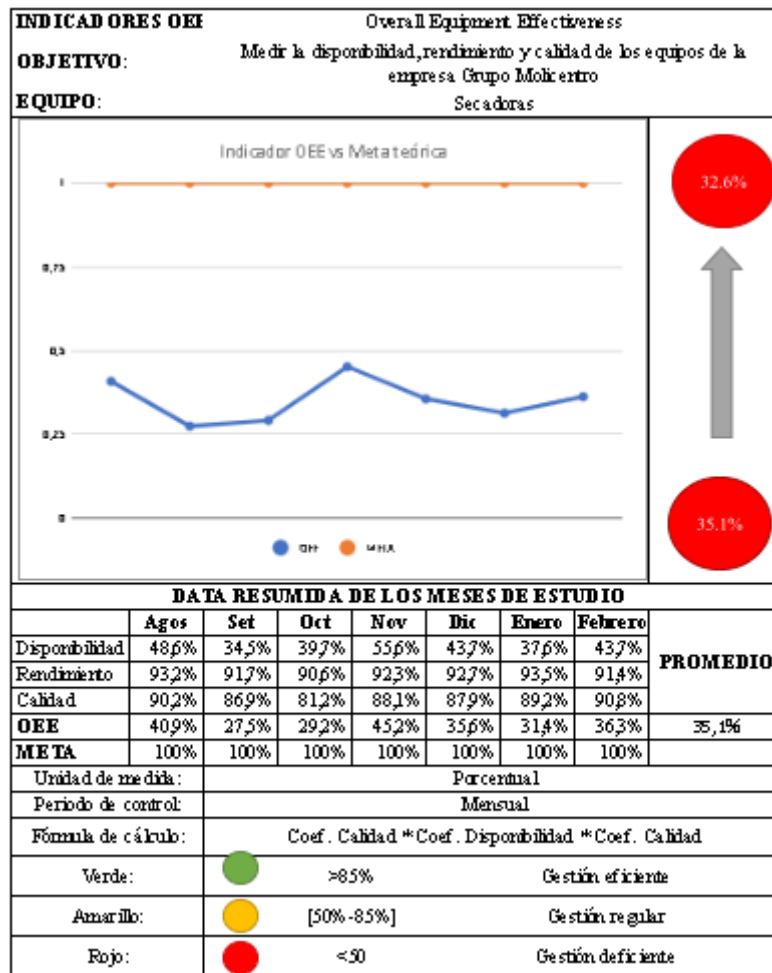
ÁREA	MÁQUINA	NÚMERO DE PARADAS	TOTAL DE HORAS	COSTOS OPERATIVOS
Pilado	Circuito de pajilla	5	90	S/.126.057,69
	Pulidora H2O	9	31	S/.45.309,02
	Tablero eléctrico	6	20,5	S/.30.960,64
	Elevador	4	14,5	S/.21.132,52
	Pulidora Zatake	6	11	S/.15.879,49
	Clasificadora	2	8,5	S/.17.813,92
	Pulidora cónica	3	7,5	S/.10.941,69
	Envasadora	1	6	S/.8.903,35
	Selectora	2	5,5	S/.9.247,24
	Ventilador de polvillo	2	4,5	S/.8.515,02
	Añejadora	1	4	S/.5.618,90
	Pre-limpia	1	4	S/.6.678,90
	Descascaradora	1	2	S/.3.434,45
	Ventilador de pajilla	1	1,5	S/.2.638,34
	Mesa Paddy	4	20	S/.28.550,13
	Compresor	1	1	S/.1.642,23
	Secadoras	9	305,5	S/.430.589,62
	Tablero de control	3	83	S/.117.274,68
	Tolva de recepción	4	37	S/.51.690,10
Horno	4	60	S/.91.768,17	
Secado	Elevador	5	34,5	S/.49.613,51
	Pre-limpia	2	28	S/.40.472,30
	Silos	3	26	S/.37.752,85
	Faja transportadora	2	13	S/.18.222,95
	Sinfin	1	5	S/.6.985,15
	TOTAL		82	823,5

Fuente: Elaboración propia.

Se registraron 82 paradas entre agosto del 2022 y febrero del 2023, con un total de 823,5 horas muertas y un costo total de S/1.155.721,16; es decir, un costo total de S/ 165.103,02 por cada mes aproximadamente; donde el equipo con mayor número de paradas son las secadoras industriales, en el área de secado, con 9 paradas y un total de 305,5 horas. Luego tenemos el circuito de pajilla en el área de pilado con 5 paradas y 90 horas muertas.

También se analizaron los índices OEE de cada equipo en base a la tabla anterior que se pueden observar en el Anexo 10; sin embargo, el análisis individual del equipo con mayor número de paradas no programadas se presenta a continuación:

Tabla 2: Indicadores OEE



Fuente: Elaboración propia

Como se observa, mientras que los coeficientes de rendimiento y calidad se mantienen cerca de la meta, el coeficiente de disponibilidad se aleja cada vez más. De este modo, el indicador OEE se reduce de igual forma hasta alcanzar un promedio de

49.8%, pasando de regular a deficiente, según los estándares establecidos por la AEC. Sin embargo, en el Anexo 8 se determina el promedio de los indicadores OEE de la planta, brindando un resultado de 53.8%

Para culminar los resultados del primer objetivo, se desarrolló el diagrama de Ishikawa (Anexo 11) donde se redactan las principales causas de los elevados costos operativos por fallas mecánicas; además, se desarrolló un análisis de criticidad (Anexo 12), cuyos parámetros se explican en el Anexo 13, se organizaron en un diagrama de Pareto (Anexo 14), y se les realizó un análisis ABC.

Tabla 3: Análisis ABC de equipos críticos

Secadoras	425	14,6%	14,6%	A
Pulidora de agua	314	10,8%	25,3%	
Horno	293,4	10,0%	35,4%	
Pulidora vertical	159,2	5,5%	40,8%	
Selectora	158,4	5,4%	46,2%	
Circuito de pajilla	158	5,4%	51,6%	
Pre-Limpia Secado	148,5	5,1%	56,7%	
Pulidora cónica	122,4	4,2%	60,9%	
Descascaradora	113,6	3,9%	64,8%	
Clasificador de grano	113,4	3,9%	68,7%	
Faja transportadora	106,5	3,6%	72,3%	
Messa Pady	104,4	3,6%	75,9%	
Tolva	100,5	3,4%	79,4%	
Silos	97,5	3,3%	82,7%	
Elevador	57,9	2,0%	84,7%	
Zaranda de arroz blanco	54,8	1,9%	86,6%	
Compresor	47	1,6%	88,2%	
Sinfin de basura	42,1	1,4%	89,6%	
Calibrador de piedra	40,3	1,4%	91,0%	C
Sinfin de ceniza	37,5	1,3%	92,3%	
Dosificador de 3/4	33,5	1,1%	93,4%	
Cámara de succión	32,8	1,1%	94,6%	
Ciclón de polvillo	31,05	1,1%	95,6%	
Sinfin pulidora de agua	26,8	0,9%	96,5%	
Sinfin de arroz blanco	26,5	0,9%	97,4%	
Cadena Transportadora	26,3	0,9%	98,3%	
Cilindro de mezclado	25,05	0,9%	99,2%	
Secador de aire	23,3	0,8%	100,0%	
2919,7				

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de criticidad se organizaron en un diagrama de Pareto para posteriormente desarrollar un ABC donde se determinaron que 13 de los equipos son realmente críticos, que corresponden a 46,4% del total de máquinas.

En base a los resultados obtenidos se determinaron las hojas de trabajos: funciones de los equipos críticos, así como sus fallas funcionales, los modos de fallas y sus

consecuencias. A continuación, se presenta una de las hojas de trabajo; las demás se adjuntan en el Anexo 15.

Tabla 4: Hojas de trabajo

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		
				Componente	Secado	
Función		Falla funcional		Modo de fallo	Secadora Industrial	
					Efectos de los fallos	
8	Secar granos húmedos a una humedad requerida o programada	A	Incapacidad de secar granos húmedos	1	Bloqueo de aire en ventiladores de motoreductor	El bloqueo de aire en ventiladores de motoreductor genera aumento de temperatura en motor, y con ello, un inadecuado proceso de secado, lo que también afecta a la calidad del producto final.
8	Secar granos húmedos a una humedad requerida o programada	A	Incapacidad de secar granos húmedos	2	Acumulación de polvo en sensor	La acumulación de polvo en el sensor de la secadora genera lecturas inadecuadas de temperatura provocando que el proceso de secado no se realice adecuadamente, lo que resulta en un aumento del tiempo de secado y una disminución de la calidad del producto final.
8	Secar granos húmedos a una humedad requerida o programada	A	Incapacidad de secar granos húmedos	3	Daño en chumaceras	El daño de chumaceras en la secadora perjudica las partes móviles de la máquina, lo que impacta negativamente en el proceso de secado del arroz y en la calidad del producto final. Además, podría aumentar la fricción y la generación de calor en el sistema, con ello, incrementar el riesgo de incendios en la secadora y en otros equipos cercanos.

Fuente: Elaboración propia

Desarrollar la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Grupo Molicentro:

En base a la investigación de García Fernández (2018)[9] y usando la codificación anterior se desarrolló el AMEF (Anexo 16), determinando las actividades de control actuales, así como el NRP. Además, en base a las hojas de trabajo se desarrolló la **hoja de decisión** en la cual se proponen actividades de mantenimiento para dichas fallas.

Tabla 5: Hoja de decisión de actividades

Hoja de decisión R.C.M																
Referencias		Referencias de Informaci						H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo Inicial	A realizarse por
F	FF	MF	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Rebobinado del motor.	Semestral	Técnico eléctrico	
1	A	2	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	Inspección y ajuste de los pernos del motor	Trimestral	Técnico mecánico	
1	B	1	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Ajuste de los cangilones	Annual	Técnico mecánico	
1	B	2	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y ajuste de los cangilones	Trimestral	Técnico mecánico	
1	C	1	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y cambio de bandas de cangilones	Semestral	Técnico mecánico	
1	D	1	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Reemplazo de la polea de transmisión	Annual	Técnico mecánico	
2	A	1	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Rebobinado del motor.	Semestral	Técnico eléctrico	
2	A	2	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Reemplazar los engranajes	Semestral	Técnico mecánico	
2	A	3	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Recubrir las hélices	Trimestral	Técnico mecánico	
2	B	1	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpia la malla	Mensual	Operario de turno	
2	B	2	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Reemplazar chumaceras	Semestral	Técnico mecánico	
3	A	1	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpia el canalón del sinfin de basura	Quincenal	Operario de turno	
3	A	2	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Cambiar las hélices del sinfin de basura	Semestral	Técnico mecánico	
3	B	1	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	Cambiar los piñones del sinfin de basura	Semestral	Técnico mecánico	
3	B	2	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Ajustar alineamiento del eje del motorreductor	Semestral	Técnico mecánico	
3	B	3	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	Cambiar las chumaceras	Annual	Técnico mecánico	
4	A	1	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Lubricar las chumaceras	Semestral	Técnico mecánico	
4	A	2	N	N	S	N	S	N	S	N	N	N	Cambiar la banda de lona	Quincenal	Técnico mecánico	
4	B	1	S	N	S	N	N	N	S	N	N	N	Cambiar los polmes	Annual	Técnico mecánico	
5	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Pintado de protección contra la corrosión de tuberías	Bienal	Técnico mecánico	
5	B	1	S	N	S	N	S	S	N	N	N	N	Lubricación de rodamientos	Semestral	Operario de turno	
5	C	1	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Pintado de protección contra la corrosión de estructura	Bienal	Técnico mecánico	
5	D	1	N	N	S	N	S	N	N	S	N	N	Inspección del flujo de carga en el silo	Semanal	Operario de turno	
6	A	1	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Inspección de flujo de carga en la base de tolva	Semanal	Operario de turno	
6	B	1	N	N	S	N	S	N	N	S	N	N	Inspección y estudio de niveles de vibraciones	Semestral	Técnico mecánico	
6	C	1	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Pintado de protección contra la corrosión de estructura	Bienal	Técnico mecánico	
7	A	1	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y ajuste de ejes	Trimestral	Técnico mecánico	
7	B	1	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Reemplazo periódico de piezas deformadas	Annual	Técnico mecánico	
7	C	1	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y ajuste de ejes del motor	Trimestral	Técnico mecánico	
7	D	1	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y limpieza del sinfin	Semanal	Operario de turno	
8	A	3	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpieza e inspección visual periódica	semestral	Técnico mecánico	
8	A	4	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpieza periódica	Mensual	Operario de turno	
8	A	5	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Lubricación periódica	Mensual	Técnico mecánico	
9	A	1	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpia los eslabones de la cadena	Mensual	Técnico mecánico	
9	A	2	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Verificar el control de carga de ceniza	Semanal	Operario de turno	
9	A	3	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Lubricar el sinfin de ceniza	Mensual	Técnico mecánico	
9	A	4	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Pintado de protección contra la corrosión de eje	Annual	Técnico mecánico	
9	A	5	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Lubricar las chumaceras	Mensual	Técnico mecánico	
10	A	1	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	Aplicar un recubrimiento protector en los eslabones de	Semestral	Técnico mecánico	
10	A	2	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Lubricar las chumaceras	Quincenal	Técnico mecánico	
11	A	1	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y ajuste de las mangueras	Trimestral	Operario de turno	
11	A	2	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpieza periodica del pase de las piedras de pulido	Mensual	Operario de turno	
11	A	3	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Cambiar las piedras de pulido	Annual	Técnico mecánico	
12	A	1	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Revisión del flujo de agua	Mensual	Operario de turno	
12	A	2	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y ajuste de ejes	Trimestral	Técnico mecánico	
12	A	3	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Rebobinado del motor.	Semestral	Técnico mecánico	
13	A	1	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpieza e inspección visual periódica de las bandejas	Semestral	Técnico mecánico	
13	A	2	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y ajuste de bandejas	Trimestral	Técnico mecánico	
13	A	3	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpieza e inspección visual periódica	Semestral	Técnico mecánico	
13	A	4	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Revisión de condiciones eléctricas	Mensual	Técnico eléctrico	
14	A	1	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y cambios de tubería	Trimestral	Técnico mecánico	
14	A	2	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Revisión de condiciones eléctricas	Mensual	Técnico eléctrico	
14	A	3	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Revisión de la presión de aire	Trimestral	Técnico mecánico	
15	A	1	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Cambiar los rodillos	Semestral	Técnico mecánico	
15	A	2	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y ajuste de ejes	Trimestral	Técnico mecánico	
15	A	3	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y ajuste del motor	Trimestral	Técnico eléctrico	
16	A	1	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	Cambiar las fajas	Semestral	Técnico mecánico	
16	A	2	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	Revisión y cambio de los filtros de aire	Trimestral	Técnico mecánico	
16	A	3	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	Reemplazo de cribas	Trimestral	Técnico mecánico	
17	A	1	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Inspección y ajuste de ejes	Trimestral	Técnico mecánico	
17	A	2	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpieza e inspección visual periódica	semestral	Técnico mecánico	
17	A	3	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Revestimiento de superficies de separación	Annual	Técnico mecánico	

Fuente: Elaboración propia

Para el **plan de mantenimiento**, se determinaron los materiales, herramientas, frecuencia y el tiempo requerido para el desarrollo de las actividades de mantenimiento determinadas en la hoja de decisión previa.

Tabla 6: Plan de mantenimiento

Área	Máquina	Función	Actividad	Descripción de actividad	Material	Herramienta	Frecuencia	Personal requerido	Estado de máquina	Tiempo Requerido
	Elevador de cangilones	Transporte de materia prima e insumos	Cambiar	Rebobinado del motor	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	40-45 min
			Ajustar	Ajuste de pernos del motor	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	15-20 min
			Cambiar	Ajuste de los cangilones	Cangilones de marca NACIONAL	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Anual	Técnico mecánico	No operativa	2 horas
			Ajustar	Reparación de los cangilones	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	15-20 min
			Cambiar	Reemplazo de bandas de cangilones	Faja de transmisión B54 y B82	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	90-120 min
			Cambiar	Reemplazo de la polea de transmisión	Poleas de transmisión de 25 cm y 10 cm	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Anual	Técnico mecánico	No operativa	240-320 min
	Pre-Limpia	Separación de los elementos presentes en la materia prima proveniente del campo de cultivo	Cambiar	Rebobinado del motor	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	40-50 min
			Cambiar	Reemplazar los engranajes	Engranajes de motor de 7,5HP marca SKF	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	50-60 min
			Recubrir	Recubrir las hélices	Líquido protector Sika Permacor Serie-82 HS	Brocha y trapo industrial	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	30-40 min
			Limpiar	Limpiar la malla	-	Lentes de protección, EPP, y escobilla	Mensual	Técnico mecánico	No operativa	60-120 min
Cambiar			Reemplazar chumaceras	Chumacera marca SKF	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	2-3 horas	

Área de secado	Sinfín de basura	Transporte de impurezas al elevador de basura	Limpiar	Limpiar el canalón del sinfín de basura	-	Guantes de trabajo, gafas de protección, cepillo de cerdas duras, trapos y bolsas para la recolección de basura, espátula y palas pequeñas.	Quincenal	Operario de turno	No operativa	1,5-2 horas
			Cambiar	Cambiar las hélices del sinfín de basura	Hélices de 11 cm marca NACIONAL	Llaves de tubo, destornilladores	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	4-4,5 horas
			Cambiar	Cambiar los piñones del sinfín de basura	Piñones de 6 DIENTES DE PASO 95 marca ROSARIO	Llaves de tubo, destornilladores, extractores de piñones, grasa lubricante.	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	5-6 horas
			Ajustar	Ajustar alineamiento del eje del motorreductor	-	Llaves de tubo, destornilladores, nivel de burbuja, calibrador	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	1,5-2 horas
			Cambiar	Cambiar las chumaceras	Chumaceras 2" marca NTN	Llaves de tubo, destornilladores, martillo de goma	Anual	Técnico mecánico	No operativa	4-7 horas
	Faja transportadora	Transporte de arroz cáscara al elevador	Lubricar	Lubricar las chumaceras	Lubricante Mobil SHC Cibus 32	Pistola de lubricación, llave inglesa, paño industrial.	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	1 - 2 horas
			Cambiar	Cambiar la banda de lona	Banda de lona DUNLOP de 16" x 1/4	Llaves ajustables, herramientas de extracción, paño limpio.	3 años	Técnico mecánico	No operativa	4 - 6 horas
			Cambiar	Cambiar los polines	Polines 18*3 o 30*3	Llave inglesa, destornillador.	Anual	Técnico mecánico	No operativa	4 - 6 horas
	Silo húmedo	Almacenamiento de arroz cascara húmedo	Pintar	Pintar de protección contra la corrosión de tuberías	Líquido protector Sika Permacor Serie-82 HS	Brocha y trapo industrial	2 años	Técnico mecánico	No operativa	5 - 6 horas
			Lubricar	Lubricar los rodamientos	Grasa lubricante - Lubricantes Industriales Perú	Pistola de grasa, llave allen.	Semestral	Operario de turno	No operativa	2-2,5 horas
			Pintar	Pintar de protección contra la corrosión de estructura	Líquido protector Sika Permacor Serie-82 HS	Brocha y trapo industrial	2 años	Técnico mecánico	No operativa	10-12 horas
			Inspeccionar	Inspeccionar el flujo de carga en el silo	-	-	Semanal	Operario de turno	No operativa	2-2,5 horas
	Tolva de recepción de arroz cáscara	Recepción de arroz húmedo que llega de	Inspeccionar	Inspeccionar el flujo de arroz húmedo en la base de tolva	-	-	Semanal	Operario de turno	No operativa	3 - 4 horas
Inspeccionar			Inspeccionar y estudiar los niveles de vibraciones	-	Vibrometro	6 meses	Técnico mecánico	No operativa	3 - 4 horas	

	campo	Pintar	Pintar de protección contra la corrosión de estructura	Líquido protector Sika Permacor Serie-82 HS	Brocha y trapo industrial	2 años	Técnico mecánico	No operativa	5 - 6 horas
Horno industrial	Alimentar las secadoras industriales	Inspeccionar	Ajuste de ejes del motor	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	15-20 min
		Cambiar	Reemplazo de eslabones de sinfin	Motoreductor de 0.5HP y 2HP para el sinfin de ceniza	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Anual	Técnico mecánico	No operativa	120-150 min
		Limpiar	Limpieza del sinfin	-	Guantes de trabajo, gafas de protección, cepillo de cerdas duras, trapos industriales.	Semanal	Operario de turno	No operativa	1-1,5hora
Secadora Industrial	Secar granos húmedos a una humedad requerida o programada	Limpiar	Limpiar sistema de ventilación	Limpiador Restore o Restore plus	Cepillos, Aspiradoras	semestral	Técnico mecánico	No operativa	4 - 6 horas
		Inspeccionar	Inspeccionar funcionamiento de sistema de ventilación	-	Pirómetro digital industrial GM550E , anemómetro AN200, linterna de mano	semestral	Operario de turno	No operativa	5 - 8 horas
		Limpiar	Limpiar sensores de temperatura	Alcohol isopropilico Daryza	Cepillo suave o paño sin pelusa	Mensual	Técnico eléctrico	No operativa	1 - 2 horas
		Lubricar	Lubricar chumaceras periodicamente	Grasa lubricante Synthetic Grease Ep 200R HT	Llave de tuercas, espátula para eliminar excesos de grasa vieja, pistola de lubricación, cepillo o paño de microfibras	Mensual	Técnico mecánico	No operativa	1 - 2 horas
Sinfin de cenizas	Transporte de ceniza del horno hacia la tolva	Limpiar	Limpiar los eslabones de la cadena	Solución desengrasante WD-40	Cubeta, llave de cadena, cepillo de cerdas metálicas, paños limpios y guantes de protección	Mensual	Operario de turno	No operativa	2-2,5 horas
		Verificar	Verificar el control de carga de ceniza	-	Destornillador, multimetro, cinta aislante	Semanal	Operario de turno	No operativa	1 - 2 horas
		Lubricar	Lubricar el sinfin de ceniza	Grasa lubricante de alta temperatura Mobiltemp SHC 100	Bomba de engrase o engrasadora, equipo de protección personal (guantes, gafas, etc.)	Mensual	Técnico mecánico	No operativa	1 - 2 horas
		Pintar	Pintado de protección contra la corrosión de eje	Pintura anticorrosiva Rust-Oleum	Brocha y trapo industrial	Anual	Técnico mecánico	No operativa	4 - 6 horas
		Lubricar	Lubricar las chumaceras	Lubricante Mobil SHC Cibus 32	Pistola de lubricación, llave inglesa, paño industrial.	Mensual	Técnico mecánico	No operativa	1 - 2 horas

	Cadena transportadora	Transporte de arroz cáscara	Aplicar	Aplicar un recubrimiento protector en los eslabones de la cadena	Lubricante CRC Chain & Wire Rope Lube	Cepillo, esponja y aplicador de recubrimiento.	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	2-2,5 horas
			Lubricar	Lubricar las chumaceras	Grasa lubricante Mobilgrease XHP 222 de ExxonMobil	Pistola de grasa para aplicar la grasa lubricante.	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	1,5-2 horas
Área de pilado	Pulidora de agua	Brinda brillo al grano	Inspeccionar	Inspección y ajuste de las mangueras	-	-	Trimestral	Operario de turno	No operativa	45-60min
			Limpiar	Limpieza periódica del pase de las piedras de pulido	-	Destornillador plano, paños limpios y guantes de protección	Mensual	Operario de turno	No operativa	2-2,5 horas
			Cambiar	Cambiar las piedras de pulido	Piedra de pulido	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Anual	Técnico mecánico	No operativa	1,5-2 horas
	Pulidora Zatake/Vertical	Pule el arroz integral para brindar un arroz blanco	Inspeccionar	Revisión del flujo de agua	-	-	Mensual	Operario de turno	Operativa	30-45 min
			Ajustar	Inspección y ajuste de ejes	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	20-30 min
			Cambiar	Rebobinado del motor	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	40-50 min
	Selectora	Dividir el arroz en grano, separando el entero del arroz partido, manchado, etc.	Limpiar	Limpieza e inspección visual periódica de las bandejas	-	-	Semestral	Técnico mecánico	Operativa	20-35 min
			Ajustar	Inspección y ajuste de bandejas	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	45-60 min
			Limpiar	Limpieza e inspección visual periódica	-	-	Semestral	Técnico mecánico	Operativa	40-50 min
			Inspeccionar	Revisión de condiciones eléctricas	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra, guantes dieléctricos	Mensual	Técnico eléctrico	No operativa	1 - 2 horas
	Circuito de pajilla	Separa el arroz de la pajilla	Cambiar	Inspección y cambios de tubería	Tubería de polipropileno	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	1,5-2,5 horas
			Inspeccionar	Revisión de condiciones eléctricas	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra, guantes dieléctricos	Mensual	Técnico eléctrico	No operativa	1 - 2 horas
Inspeccionar			Revisión de la presión de aire	-	Manómetro	Trimestral	Técnico mecánico	Operativa	45-90 min	

Área de pilado	Circuito de pajilla	Separa el arroz de la pajilla	Cambiar	Inspección y cambios de tubería	Tubería de polipropileno	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	1,5-2,5 horas
			Inspeccionar	Revisión de condiciones eléctricas	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra, guantes dielectricos	Mensual	Técnico eléctrico	No operativa	1 - 2 horas
			Inspeccionar	Revisión de la presión de aire	-	Manómetro	Trimestral	Técnico mecánico	Operativa	45-90 min
	Descascaradora	Separar la cáscara del grano	Cambiar	Cambiar los rodillos	Rodillos de cauchos(movil estático)	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	1,5-2 horas
			Ajustar	Inspección y ajuste de ejes	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	20-30 min
			Ajustar	Inspección y ajuste del motor	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra, guantes dielectricos	Mensual	Técnico eléctrico	No operativa	1 - 2 horas
	Clasificadora de grano	Separa el grano entero del arcillo.	Cambiar	Cambiar las fajas	Faja de transmisión B54 y B82	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	90-120 min
			Cambiar	Revisión y cambio de los filtros de aire	Filtro de aire Ford AIP-893	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	1 - 2 horas
			Cambiar	Reemplazo de cribas	Cribas de molino T41a	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Semestral	Técnico mecánico	No operativa	1,5-2 horas
	Mesa Paddy	Separa el arroz integral del pady	Ajustar	Inspección y ajuste de ejes	-	Llaves de tubo, destornilladores, llave maestra	Trimestral	Técnico mecánico	No operativa	20-30 min
			Limpiar	Limpieza e inspección visual periódica	-	Guantes de trabajo, gafas de protección, cepillo de cerdas duras, trapos industriales.	Semanal	Operario de turno	No operativa	1-1,5hora
			Recubrir	Revestimiento de superficies de separación	Pintura anticorrosiva Rust-Oleum	Brocha y trapo industrial	Anual	Técnico mecánico	No operativa	4 - 6 horas

Fuente: Elaboración propia

Plan de requerimiento de materiales:

Tabla 8: Lista de herramientas

LISTA DE HERRAMIENTAS		
Herramientas	Cantidad	Unidad de compra
Kit de herramientas	3	set
Brocha	3	und
Equipo de Protección Personal (EPP)	5	set
Cepillo de limpieza industrial	50	und
Espátula	10	und
Herramientas de extracción	3	set
Nivel de burbuja	1	und
Gato hidráulico	1	und
Pistola de lubricación	2	und
Tacómetro digital Shimpo DT-207LR	1	und
Manguera de agua	1	und
Aspiradoras	1	set
Linterna de mano	4	und
Bomba de engrase o engrasadora	2	und
Aplicador de recubrimiento	2	und

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Lista de materiales

LISTA DE MATERIALES			
Maquinaria /Equipo	Materiales	Cantidad	Unidad de compra
Elevador de cangilones	Devanado de motor de 4HP	32	und
	Cangilones de marca NACIONAL	16	und
	Faja de transmisión B54 y B82	32	und
	Poleas de transmisión de 25 cm y 10 cm	16	und
Pre Limpia	Devanado de motor de 7,5HP marca SKF	8	und
	Engranajes de motor de 7,5HP marca Chiaravalli	8	und
	Líquido protector Sika Permacor Serie-82 HS	4	und
Sinfin de basura	Chumacera marca SKF	8	und
	Hélices de 11 cm marca NACIONAL	2	und
	Piñones de 6 DIENTES DE PASO 100 marca NACIONAL	2	und
Faja transportadora	Chumaceras 2" marca NTN	1	und
	Lubricante Mobil SHC Cibus 32	24	und
	Banda de lona DUNLOP de 16" x 1/4	4	und
	Polines 18*3 o 30*3	4	und
Silo húmedo	Líquido protector Sika Permacor Serie-82 HS	3	und
	Grasa lubricante - Lubricantes Industriales Perú	3	und
	Líquido protector Sika Permacor Serie-82 HS	3	und
Horno industrial	Motoreductor de 0.5HP y 2HP	1	und
	Limpiador Restore Plus	8	und
Secadora Industrial	Alcohol isopropilico Daryza	12	und
	Grasa lubricante Synthetic Grease Ep 200R HT	12	und
	Solución desengrasante WD-40	12	und
Sinfin de cenizas	Grasa lubricante de alta temperatura Mobiltemp SHC 100	12	und
	Pintura anticorrosiva Rust-Oleum	2	und
Cadena transportadora	Lubricante CRC Chain & Wire Rope Lube	4	und
	Lubricante Mobilith SHC 220 de ExxonMobil	8	und
Pulidora de agua	Piedras pulidoras	2	und
Circuito de pajilla	Tubería de polipropileno	8	und
Descascaradora	Rodillos de cauchos	8	und

Clasificadora de grano	Faja de transmisión B54 y B82	20	und
	Filtro de aire Ford AIP-893	30	und
	Cribas de molino T41a	40	und
Mesa paddy	Pintura anticorrosiva Rust-Oleum	2	und
Otros	Trapo industrial	120	kg
	Paño de microfibras	60	kg
	Cinta aislante	8	und
	Esponja industrial	50	und

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Instrumentos de calibración

INSTRUMENTOS DE CALIBRACIÓN		
Herramientas	Cantidad	Unidad de compra
Multímetro	2	und
Vibrometro	2	und
Dinamómetro CSR-A	2	und
Pirómetro digital industrial GM550E	2	und
Anemómetro AN200	2	und
Manómetro	2	und

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Equipos de protección personal

EPP'S		
EPP'S	Cantidad	Unidad de compra
Casco dieléctrico	2	und
Guantes aislantes	2	und
Zapatos dieléctricos	2	pares
Arnes	2	und
Línea de vida	4	und
Orejas	2	und
Respirador	2	und
Gorro protector	2	und
Máscara de soldadura	2	und
Delantal de cuero	2	und

Fuente: Elaboración propia

En base a las actividades establecidas en el plan de mantenimiento y la cantidad de horas requeridas para realizarla, se determinó la **cantidad de técnicos requeridos** según la necesidad:

Tabla 12: Número de trabajadores

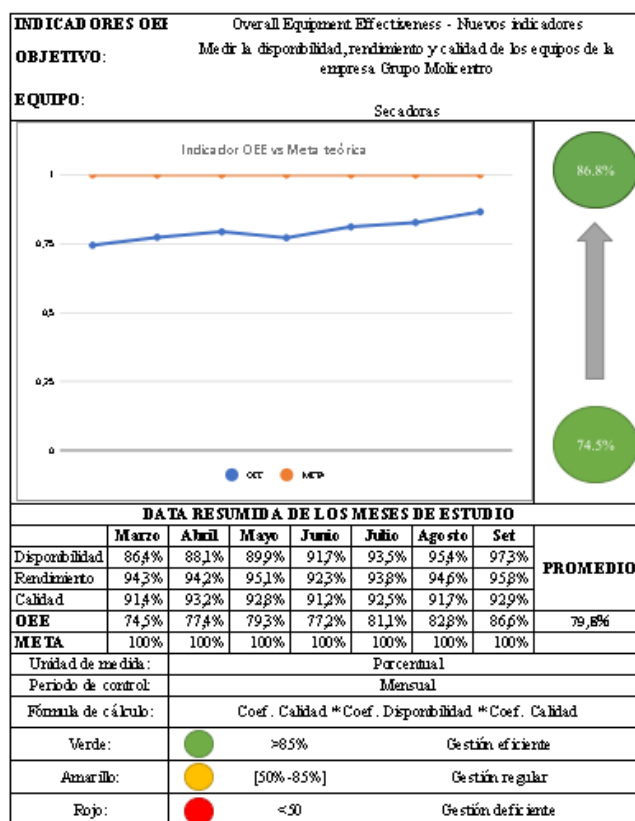
MANO DE OBRA					
Turno: 8 h x día;		26 días x mes=		208	horas al mes
Actividades que requieren	Tiempo mínimo (h)	Tiempo máximo (h)	Tiempo promedio	Cantidad de Operarios	
33	Técnicos mecánicos	93,58	127,83	111	1
5	Técnicos eléctricos	4,00	8,00	6	1
16	Operarios de turno	23,75	32,75	29	1
				146	

Fuente: Elaboración propia

Debido a la poca cantidad de actividades para el técnico eléctrico, se determinó que debe ser ese el puesto de jefe del área de mantenimiento, pues cuenta con tiempo disponible para realizar actividades administrativas necesarias para el buen funcionamiento de la nueva área de mantenimiento.

En cuanto a los nuevos indicadores, el plan de mantenimiento mejorará la disponibilidad de los equipos gradualmente; ante ello, para el mes de septiembre se estima que la disponibilidad será de 97.3%; y, por tanto, los indicadores OEE será de 86,8%. En el anexo 17 se puede ver la tabla de los nuevos indicadores estimados de todos los equipos, con un OEE de 88,8% en promedio para todos los equipos analizados.

Tabla 13: Nuevos indicadores OEE



Fuente: Elaboración propia

Evaluar el beneficio-costo de la propuesta de sistema de gestión de mantenimiento:

En base a los resultados del segundo objetivo, se determinó el costo de llevar a cabo la propuesta, considerando los repuestos requeridos de forma anual, la compra

de herramientas, equipos de EPP's para el personal que llevará a cabo las actividades planteadas; así como la compra de los instrumentos de calibración, el pago de la mano de obra, el costo de las capacitaciones, y la instalación de casilleros para el área de mantenimiento. Los costos totales del MRP (Anexo 18) corresponden a S/117 853,53; lo que incluye repuestos anuales, instrumentos de calibración, equipos de EPP's, costos de herramientas y un presupuesto de imprevistos del 10%.

Los costos de mano de obra directa anuales (Anexo 19) corresponden a un total de S/62 875,46; lo que incluye a un técnico mecánico, técnico eléctrico (encargado además de actividades administrativas como jefe de mantenimiento) y el costo del número de horas extras promedio de los operarios.

Los costos de capacitación anual y de la implementación de los casilleros (Anexo 20) es de S/2 100,00 y S/ 480,00.

Tabla 14: costo total de la propuesta

Costo Total Anual de la propuesta	S/.183.308,99
Costo de fallas mecánicas	S/.1.155.721,16
Disminución de costos operativos	84,14%

Fuente: Elaboración propia

La suma de todos los costos previamente descritos es de S/ 183 308,99, costo total de la propuesta. Dicho costo implica que se logró reducir el costo inicial diagnosticado en un 84,14%.

Tabla 15: Estado de resultados

Estado de resultados		
Año	0	1
Ingresos		S/.245.110,86
MO		S/.62.875,46
capacitación		S/2.100,00
Repuestos		S/.85.819,00
Depreciación		S/4.290,95
GAV		S/7.434,72
utilidad antes de impuestos		S/.82.590,73
Impuestos (29.5%)		S/24.364,27
utilidad después de impuestos		S/.58.226,47
Flujo de caja		
Año	0	1
utilidad después de impuestos		S/.58.226,47
Inversión	S/.21.800,57	S/0,00
Año	0	1
FNE	-S/.21.800,57	S/.62.517,42
VAN	S/.34.018,55	
TIR	18,7%	
PRI	0,391	años
COK:		12,00%
Año	0	1
Ingresos		S/.245.110,86
Egresos	S/.21.800,57	S/.110.183,27
VAN Ingresos	S/.218.848,99	
VAN Egresos	S/.120.178,49	
BC	1,82	

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo del flujo de caja, se consideró un escenario realista (otros escenarios fueron analizados y se muestran en el anexo N° 21 y 22) basándose en los antecedentes usados para el desarrollo de esta investigación, tomando como ingreso una disminución del total de horas de paradas en un 22%; además se consideró como inversión la compra de herramientas, instrumentos de calibración y los EPP's, así como la instalación de los casilleros. Aplicando un COK de 12,0%; se obtuvo un VAN de S/ 34 018,54 un TIR de 187% y un beneficio-costo de 1,82.

Discusión

Tras analizar el proceso de mantenimiento en Grupo Molicentro SAC, el indicador de mantenimiento de la disponibilidad, rendimiento y calidad (OEE) tiene un promedio de 55,3%, este valor difiere con lo encontrado por Ñiquen Davila (2021) [7], con un valor de 65,01% en promedio; esto debido a la diferencia que Grupo Molicentro cuenta con un mayor número de equipos críticos (13 en Grupo Molicentro y 2 en la investigación de Ñiquen[7]) y con un mayor número de paradas, afectando directamente la disponibilidad. Además, Grupo Molicentro SAC tuvo un costo operativo total de S/.1 187 692,86 en los 7 meses de estudio; dividiéndose en promedio de forma mensual mano de obra por reparación (S/2 842,40), costos de repuestos (S/3 042,69) y en utilidades no percibidas (S/163785,33); mientras que en la molinera del estudio de Timoteo Lluen (2022)[5], los costos ascendieron a S/72 590,00 en todo el año 2018, lo que incluye de forma mensual en promedio: mano de obra (S/ 2 807,9), costos de repuestos (S/ 3 241,25) y dejaron de percibir en promedio mensualmente (S/6 049,17) en utilidades el mismo motivo de paradas. Mientras que los costos de mantenimiento y de repuestos son similares, existe una elevada diferencia en las utilidades no percibidas, esto es debido a que, a pesar de que la empresa molinera cuenta con una producción mayor a Grupo Molicentro (de 150 sacos/hora en comparación a 95 sacos/horas), la molinera en estudio por Timoteo tuvo un total de 544,5 horas de paradas, Grupo Molicentro tuvo 823.5 horas de parada, gran parte de ellos gracias al excesivo tiempo empleado en la búsqueda de repuestos para realizar los mantenimientos correctivos.

Tras el desarrollo de la propuesta, se estima que la producción incrementará en 9'423 sacos de 50 kg, con ingresos valorizados en S/. 163'785,33, la disponibilidad aumenta en 6,2%; por su parte, en la investigación de Timoteo Lluen (2022)[5] se logró incrementar la producción en 4'764 sacos de arroz de 50 kg promedios mensuales, obteniendo nuevos ingresos promedios valorizados en S/. 71'465,63 mensuales; asimismo, la disponibilidad se incrementa en 5,5%, estas diferencias son debido a que Grupo Mollicentro cuenta con un mayor número de horas en parada por fallas mecánicas previamente diagnosticadas. Por otra parte, en el presente trabajo se determinaron las actividades de mantenimiento y el cronograma de estas, además, se realizó un plan de requerimiento de materiales en base a las actividades designadas, a diferencia de Guerrero Rodríguez (2021) [29] quien no desarrolla un MRP para sus actividades propuestas. Por otro lado, este trabajo coincide con Gonzales [7] en el número de personal requerido para llevar a cabo el plan de mantenimiento propuesto (un técnico eléctrico y un técnico mecánico); por su parte, Timoteo Lluen [5] designa, de igual manera, a dos personas: jefe de mantenimiento y el técnico de mantenimiento.

Según lo detallado en la presente propuesta, el costo de implementarla sería de S/183 308,99, generando un beneficio de S/972 412,18; mientras que la propuesta de SG de mantenimiento de Fuentes (2017) ascendió a un monto de S/ 11 140,00, puesto que implementa el software RENOVFREE 3.6, obteniendo un beneficio de S/. 103 020, 53, monto considerablemente menor debido a las excesivas horas de paradas por fallas mecánicas en la empresa Grupo Mollicentro. Por su parte, Ñiquen [7] obtiene un VAN de S/ 5 744 387,38; mientras que en la presente propuesta se tuvo un valor actual neto de S/ 34 018,54. Además los valores del TIR varía de 187% a 132%, puesto que en la propuesta de Ñiquen [7] tiene una inversión mayor a la requerida por Grupo Mollicentro.

Conclusiones

Al culminar la propuesta (considerando el MRP, la mano de obra, capacitaciones e instalación de casilleros), se determinó que los costos operativos por mantenimiento en la empresa Grupo Mollicentro disminuirán en 84,14%.

Se llevó a cabo el diagnóstico sobre la actual del mantenimiento de dicha empresa y se determinó un porcentaje de mantenimiento de 35,42%; debido a que no hay un área o un encargado de mantenimiento, del mismo modo, no cuentan con los instrumentos necesarios para el desarrollo de un sistema de gestión adecuado. Además, se calcularon los indicadores de eficiencia global de equipos (OEE) en 53.8%; se registraron los costos por fallas mecánica y eléctricas con un total de S/ 1 155 721,16, y se determinaron como máquinas críticas 10 equipos pertenecientes al área de pilado, y se consideró importante darles prioridad a todos los equipos del área de secado.

Con base en el diagnóstico de situación inicial de la empresa, se determinaron las actividades de mantenimiento preventivo basado en RCM con un total de 62 actividades, así como el cronograma, un MRP (que incluye herramientas, materiales, instrumentos de calibración y EPP's), y la capacitación necesaria para que los operarios requeridos para el desarrollo de dichas actividades puedan ejecutarlos correctamente y de forma segura. Para ejecutar el plan de mantenimiento preventivo se requiere de 2 técnicos de mantenimiento (un mecánico y un electricista), los que permitirán aumentar los indicadores OEE a 88.8% en promedio, y se disminuyeron los costos operativos a S/ 183 308,99.

Para finalizar, se determinó la viabilidad económica de la propuesta, basado en un COK de 15,0%; resultando un VAN de S/ 34 018,54 un TIR de 187% y un beneficio-costo de 1,82.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar una investigación sobre la aplicación de las 5S (principios de orden y limpieza) para mantener un entorno de trabajo organizado y eficiente, así como el sistema Kanban para gestionar el inventario de piezas y componentes necesarios para las actividades de mantenimiento planteadas en esta propuesta.
- Del mismo modo, se sugiere un estudio que implemente mecanismos Poka-Yoke pues esto complementará la presente propuesta al evitar errores humanos en el mantenimiento, reduciendo así accidentes y fallos, que perjudican a la empresa

tanto en sus costos, como en su calidad, y que pueden llegar a dañar la salud de los trabajadores.

- Además, se propone ahondar en el desarrollo de diferentes herramientas que permitan reducir al mínimo el tiempo de cambio entre tareas o trabajos de mantenimiento, como lo es el SMED (single-minute Exchange of die), lo que puede aumentar la eficiencia, la disponibilidad y la calidad de los equipos (OEE).

Anexos

CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA EMPRESA
"MOLINERA DEL CENTRO S.C.R.L."

Lambayeque, 5 de septiembre del 2022

Mgtr Ing. Marcos Baca López

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Asunto: Aceptación de desarrollo de tesis

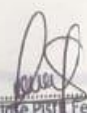
Presente:

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, con la finalidad de hacer de su conocimiento de la Srta. Rosaelvira Oliva Ñopo, con DNI 71208311 y código universitario 191CV85326, alumna de la escuela de INGENIERIA INDUSTRIAL, de la Institución Universitaria que usted representa, ha sido admitida para realizar su Tesis de titulación en nuestra empresa, teniendo como fecha de inicio 5 de septiembre del 2022 hasta la culminación de la misma.

Así mismo nos comprometemos a brindarle la información necesaria para que este se logre desarrollar de manera responsable y efectiva.

Aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración.

Atentamente:


Darwin José Pisfil Fernández
JEFE DE PRODUCCIÓN
MOLINERA DEL CENTRO S.C.R.L.
Ing. Darwin José Pisfil Fernández

Jefe de Producción

Nº celular:.....

Anexo 1: Cuestionario de mantenimiento

CUESTIONARIO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO					
Nº	CRITERIO	Graves deficiencias	Deficiencias Importantes	Susceptibles de mejora	Resultados excelentes
		0	1	2	3
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?	Tiempo de respuesta muy lento	Desfavorable	Aceptable, pero con inconvenientes	Inmediato
		0			
2	¿Hay personal que pueda considerarse "imprescindible" cuya ausencia afecta a la actividad normal del área de mantenimiento?	Sí, varias personas	Sí, al menos una persona imprescindible.	En algunos casos, sí	No
		0	1		
3	¿El organigrama garantiza que habrá personal disponible para realizar mantenimiento e mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo?	No hay personal para Programada.	Si el correctivo aumenta, no	Sí, pero si aumenta mucho no	El mtto prog. es independiente
		0			
4	¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado?	Nunca	En general, no	En general, sí	Siempre
		0			
5	¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?	No	Sí, pero no se cumple	Sí, en casi todos los puestos	Sí, en todos los puestos
			1		
6	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?	No	No siempre	Casi siempre	Sí
		0			
7	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?	No	Sí, pero la forma no es la adecuada	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
8	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?	No	Graves defectos	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
9	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medio ambiente, administración, etc) mejoren?	No	Muy poca incidencia	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
10	¿El servicio de terceros para el mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
				2	
11	¿El servicio de terceros para el mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
			1		
12	¿El servicio de terceros para el mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc)?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
		0			
13	¿Se respeta el horario de entrada y salida?	Generalmente no	A menudo, no	En general sí, con alguna excepción	Siempre
				2	
14	¿Se respeta la duración de los descansos?	Generalmente no	A menudo, no	En general sí, con alguna excepción	Siempre
			1		
15	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?	No	Preocupante	Mejorable, pero aceptable	Sí
			1		
16	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?	En absoluto	Mucho mayores	Mejorable, pero aceptable	Sí
				2	
17	¿El servicio de terceros para el mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?	En absoluto	En general, no	Sí, con alguna excepción	Sí
			1		

18	¿El servicio de terceros para el mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?	En absoluto	No siempre	Casi siempre	Sí
			1		
19	¿El servicio de terceros para el mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?	No	Poca proyección	Lo ven posible	Si
		0			
20	¿El servicio de terceros para el mantenimiento se siente satisfecho con su horario?	Muy insatisfecho	Reclaman mejoras	Pequeños ajustes	Sí, muy satisfecho
		0			
21	¿El servicio de terceros para el mantenimiento se considera bien retribuido?	En absoluto	Algunas diferencias	Reclaman pequeñas mejoras	Si
			1		
22	¿El servicio de terceros para el mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?	No	Poco	Suficiente	Muy comprometidos
		0			
23	¿El servicio de terceros para el mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?	En general no	Se detectan quejas	Pequeñas diferencias	Exelente concepto
		0			
24	¿El servicio de terceros para el mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable?	Malo	Regular	Normal	Bueno
			1		
25	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?	Muy bajo	Normal	Más alto de lo normal	Muy alto
			1		
26	¿El nivel de rotación entre el personal de mantenimiento es bajo?	Muy bajo	Normal	Más alto de lo normal	Muy alto
		0			
27	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
			1		
28	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
			1		
29	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
			1		
30	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
		0			
31	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
			1		
32	¿Los equipos de medida están calibrados?	No	No todos	Problemas menores	Sí, todos
		0			
33	¿Existe un inventario de herramientas?	No	Sí, pero no se ajusta a la	Sí, aunque no es exacto	Sí
			1		
34	¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas?	No	Solo en alguna ocasión	Mejorable	Sí, periódicamente
			1		
35	¿El taller está situado en el lugar apropiado?	En el peor lugar posible	No, pero no tiene solución	Mejorable	Lugar óptimo
			1	2	
36	¿Está limpio y ordenado su interior?	No, muy desordenado	Mal aspecto	Mejorable, pero aceptable	Exelente
				2	
37	¿Se dispone de los medios de elevación que se necesitan (carretillas elevadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúa, diferencias, etc.)	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
			1		

38	¿Existe un plan de mantenimiento que afecte a todas las áreas y equipos significativos de la planta?	No existe Plan de Mto	Existe pero no es eficaz	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
39	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?	No se programa nada	Programa inadecuado	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
40	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Sí, perfectamente
		0			
41	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?	No	En general, no	En general, sí	Sí
		0			
42	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?	No	Muy pocos	Los más importante	Sí
		0			
43	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
44	¿El plan de mantenimiento se realiza?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
45	¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?	No, todo es correctivo	Gran parte, correctivo	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
46	¿El número de averías repetitivas es bajo?	Muy alto	Regular	Mejorable	Muy bajo
			1		
47	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Sí
			2		
48	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?	Muy alto	Regular	Mejorable	Muy bajo
			1		
49	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?	No	Sí, pero tiene graves defectos	Sí, pero es mejorable	Sí
		0			
50	¿Este sistema se utiliza correctamente?	No	En general, no	En general, sí	Sí
		0			
51	¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?	Muy alto	Regular	Mejorable, pero aceptable	Muy bajo
			1		
52	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	Muy alto	Regular	Mejorable, pero aceptable	Muy bajo
			2		
53	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?	No	En general, no	En general, sí	Sí, en todos los casos
			2		
54	¿Se realiza un análisis de los fallos que afectan a los resultados de la planta?	No	Análisis incompleto	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
55	¿Las conclusiones de estos análisis se llevan a la práctica?	No	En general, no	En general, sí	Siempre
		0			
56	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?	No	Faltan procedimientos importantes	Casi todos	Sí
			1		
57	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?	No	Importantes deficiencias	Pequeñas deficiencias	Sí
			2		
58	¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?	No	Importantes deficiencias	Pequeñas deficiencias	Sí
		0			

59	¿El servicio de terceros para el mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?	No, nunca	En general, no	En general, sí	Siempre, de forma sistemática
		0			
60	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?	Ningún proceso establecido	Sí, pero es incorrecto	Sí, pero es mejorable	Sí
				2	
61	¿Cuándo el servicio de terceros para el mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?	No	En general, no	En general, sí	Sí
			1		
62	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?	No, nunca	En general, no	En general, sí	Sí
			1		
63	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?	Nunca	En general, no	En general, sí	Siempre
				2	
64	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?	No	Deficiencias graves	Mejorable, pero aceptable	Sí
				2	
65	¿Los operarios cumplen correctamente estas órdenes?	No	En general, no	En general, sí	Sí
			1		
66	¿Las órdenes de trabajo se introducen en el sistema informático?	No	En general, no	En general, sí	Sí
			1		
67	¿El sistema informático de mantenimiento resulta adecuado?	No	Carencias importantes	Mejorable	Sí
			1		
68	¿El sistema informático aporta información útil?	No	En general, no	En general, sí	Sí
			1		
69	¿El sistema informático aporta información fiable?	No	En general, no	En general, sí	Sí
			1		
70	¿Los mandos de mantenimiento consultan la información contenida en el sistema informático?	No	En general, no	En general, sí	Sí
			1		
71	¿El servicio de terceros de mantenimiento consulta la información contenida en el sistema informático?	No	En general, no	En general, sí	Sí
		0			
72	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?	No	Sí, pero no contiene información útil	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
73	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
74	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?	No	Sí pero no es válida	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
75	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Sí
		0			
76	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?	No	En general, no	Sí, pero no de forma sistemática	Sí
		0			
77	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a	Sí
		0			
78	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a	Sí
			1		
79	¿Los movimientos del almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro, etc.)?	No	No todos	Pequeñas deficiencias	Sí
				2	

80	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?	No	Muchas discrepancias	Pequeñas deficiencias	Sí	
				2		
81	¿El almacén está limpio y ordenado?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Sí	
				2		
82	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?	No	No, aunque no	Mejorable, pero aceptable	Sí	
				2		
83	¿Es fácil localizar cualquier pieza?	No	Difícil	Mejorable, pero aceptable	Sí	
				2		
84	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Sí	
				2		
85	¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe?	No, nunca	Sólo algunas veces, pocas	Casi siempre	Siempre	
					3	
86	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?	No	Es baja	Sí	Excelente	
				2		
87	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?	No	Es baja	Sí	Excelente	
			1			
88	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentando la disponibilidad)?	Desciende mucho	Está descendiendo	Se mantiene	Sí	
				2		
89	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?	No	Es baja	Sí	Excelente	
			1			
90	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?	Desciende mucho	Está descendiendo	Se mantiene	Sí	
				2		
91	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo	
			1			
92	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Sí	
				2		
93	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo	
		0				
94	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Sí	
			1			
95	¿El gasto en repuestos es el adecuado?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo	
			1			
96	¿El gasto en repuestos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Sí	
			1			
Número de preguntas perteneciente a cada criterio		36	37	22	1	96

Fuente : Grupo Molicentro.

Anexo 2: Resultados de cuestionario de cuestión de mantenimiento

<i>Resultados de cuestionario de cuestión de mantenimiento</i>		<i>Criterio</i>	<i>Puntuación total</i>
<i>Puntos analizados con graves deficiencias</i>	36	0	0
<i>Puntos analizados con deficiencias importantes</i>	37	1	37
<i>Puntos analizados susceptibles de mejora</i>	22	2	44
<i>Puntos analizados con resultado excelente</i>	1	3	3
ÍNDICE OBTENIDO EN MANTENIMIENTO	29,17%		84
DEFICIENTE			

Fuente: Grupo Molicentro.

Anexo 3: Sistema no significativo de codificación

Tipo de máquina	Área en la que se encuentra	Número de máquina
AB	01	01

Fuente: Grupo Molicentro.

Anexo 4: Tabla de codificación según el tipo de equipo

TIPO DE EQUIPO		CÓDIGO
1	Elevador	EL
2	Pre-Limpia Secado	PL
3	Sinfín de basura	SB
4	Faja transportadora	FT
5	Silo húmedo	SL
6	Tolva	TV
7	Horno	HN
8	Secadoras	SD
9	Sinfín de ceniza	SC
10	Cadena Transportadora	CT
11	Descascaradora	DE
12	Circuito de pajilla	CI
13	Messa Pady	MP
14	Calibrador de piedra	CA
15	Pulidora cónica	PC
16	Pulidora vertical	PV
17	Pulidora de agua	PA
18	Cámara de succión	CS
19	Sinfín pulidora de agua	SP
20	Clasificador de grano	CG

21	Dosificador de 3/4	DO
22	Selectora	ST
23	Cilindro de mezclado	CM
24	Sinfín de arroz blanco	SA
25	Zaranda de arroz blanco	ZA
26	Compresor	CO
27	Secador de aire	SE
28	Ciclón de polvillo	CP

Anexo 5: Etapas del proceso productivo

ETAPA DEL PROCESO PRODUCTIVO	
Secado	01
Pilado	02

Anexo 6: Inventario de máquinas

ÁREA	MÁQUINA	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MARCA	AÑO DE ADQUISICIÓN	UBICACIÓN	ESTADO		FUNCIÓN	
								L-1	L-2		
S E C A D O	Elevadores	-	16	EL0101-EL0116	SUNCUE	2016	área de secado	Operativo		Transportar el arroz cascara de fajas transportadoras hacia las máquinas de pre-limpia.	
	Pre-Limpia	-	4	PL0101-PL0104	Lucato	2010	área de secado	Operativo		Separación de los elementos presentes en la materia prima proveniente del campo de cultivo, que no van a producir grano de arroz elaborado, este material extraño puede ser: paja, polvo, piedras, polvo, vidrio, semilla de otros productos (soya, frejol, etc)	
	Sinfn de Basura	-	1	SB0101	Nacional	2017	área de secado	Operativo		Transporte de impurezas al elevador de basura	
	Faja Transportadora	a los silos		3	FT0101-FT0103	Nacional	2016	Debajo de silo mayor	Operativo		Transporte de arroz cascara al elevador de las pre-limpia
				1	FT0104	Nacional	2018	Frente a tolva de pajilla	Operativo		Transporte de arroz cascara a los silos de descarga, transporte hacia tolvas de pilado. (Doble sentido).
	Silo	S.Húmedo		6	SL0101-SL0106	BROCK	2019	parte posterior área de secado	Operativo		Almacenamiento de arroz cascara húmedo.
		S.Reposo		8	SL0107-SL0114	BROCK	2019	parte posterior área de secado	Operativo		Enfriamiento de arroz cascara seco
		S. Principal		1	SL0115	BROCK	2019	Frente al silo mayor	Operativo		Descarga de montacarga
		S.añejo		1	SL0116	KEPLERWEB	2019	área lateral de secado	Operativo		Recepción de arroz cascara para añejar
		S. estacionario		4	SL0120	BROCK	2019	área lateral de secado	Operativo		Descarga de montacarga
	Tolva	recepción de cáscara		4	TV0101-TV0104	Nacional	2017	parte posterior área de secado	Operativo		Recepción de arroz húmedo que llega de campo.
		de pajilla		1	TV0105	Nacional	2017	parte posterior área de secado	Operativo		Fuente de alimentación para el horno
		ceniza		1	TV0106	Nacional	2017	parte posterior área de secado	Operativo		Recibir ceniza que sale del horno y almacenamiento.
		basura		1	TV0107	Nacional	2017	parte posterior área de secado	Operativo		Se encarga de recepcionar impurezas de la materia prima
	Horno	-	1	HN0101	SUNCUE	2017	área de secado parte frontal	Operativo		Fuente de alimentación para las secadoras	
	Secadoras	-	4	SD0104	SUNCUE	2016	área de secado lado derecho	Operativo		Secar granos húmedos a una humedad requerida o programada	
	Sinfn de cenizas	-	1	SC0101	Nacional	2015	Arriba del horno	Operativo		Transporte de ceniza del horno hacia tolva.	
	Cadena transportadora	-	10	CT0101 CT0110	SUNCUE	2018	área de secado	Operativo		Transportar el arroz cascara.	

Elevadores	ingreso	2	ELO201-EL0202	Nacional	2017	1er piso (área de pre-limpia)	Operativo		Transportar el arroz cáscara de la tolva de pilado a la pre-limpia (L-1)
	a pre-limpia	2	ELO203-EL0204	Nacional	2017	1er piso (área de pre-limpia lado derecho)	Operativo		Transportar el arroz cáscara de la pre-limpia (L-1) a pre-limpia (L-2)
	descascaradora	2	ELO205-EL0206	Nacional	2017	1er piso (área de pre-limpialado izquierdo)	Inoperativo	Operativo	Transporte del arroz cáscara a la descascaradora
	a calibradores de piedra	2	ELO207-EL0208	Nacional	2018	1er piso(al lado de Messa Pady)	Inoperativo	Operativo	Transporte el arroz integral a los calibradores de piedras
	pulidora de cono	2	ELO209-EL0210	Nacional	2017	2do piso (costado de calibrador de piedra)	Inoperativo	Inoperativo	Transporta el arroz integral a los pulidores de cono
	Pulidora vertical	2	ELO211-EL0212	ZATAKE	2017	1er piso (costado de la pulidora de cono)	Inoperativo	Operativo	Transporta el arroz de la pulidora de cono a la pulidora vertical
	Cámara de succión	2	ELO213-EL0214	Nacional	2017	1er piso (al costado de pulidora de agua)	Inoperativo	Operativo	Transporta el arroz de la pulidora de agua a la cámara de succión
	Entero	1	EL0215	Nacional	2018	2do piso (debajo de los clasificadores)	Operativo		Transporta el arroz entero a la messa de Zaranda
	3/4	1	EL0216	Lucato	2018	2do piso (debajo de los clasificadores)	Operativo		Transporta el arrocillo de 3/4 al dosificador de 3/4
	Selectora	1	EL0217	Nacional	2018	1er piso (costado del dosificador)	Operativo		Transporta el arrocillo de 3/4 a la selectora
	retorno a selectora	1	EL0218	Lucato	2018	1 er piso (costado del elev. de sin fin)	Operativo		Ingresa nuevamente el grano a la selectora
	De sin fin	1	EL0219	Nacional	2018	1 er piso (costado del elev. de retorno de selectora)	Operativo		Eleva el grano al sin fin
Pre-Limpia	-	2	PL0201-PL0202	Lucato	2017 2018	1er piso (área de pre-limpia; entre elevadores)	Operativo	Operativo	Eliminar el barro, piedra y pajillas.
Descascaradora	-	2	DE0201-DE0202	Lucato	2020	2do piso (mano izquierda de la escalera)	Inoperativo	Operativo	Separa la cáscara del grano
Circuito de pajilla	-	2	CI0201-CI0202	Nacional	2010	2do piso (debajo de la descascaradora)	Inoperativo	Operativo	Separa el arroz de la pajilla
Messa Pady	-	2	MP0201-MP0202	SUPER BRIX	2021	1er piso(al lado del área de pilado)	Inoperativo	Operativo	Separa el arroz integral del pady
Calibradores de piedra	-	4	CA0201-CA0204	SUPER BRIX	2019	2do piso (costado izquierdo de la descascaradora)	Inoperativo	Operativo	Separa el arroz integral de piedras y grano rojo.
Pulidora cónica	L-1	4	PC0201-PC0204	SUZUKI	2019	2 en 2do piso (parte posterior-al costado de los calibradores) y 2 en 1er piso (lado izquierdo de messa pady)	Inoperativo	Inoperativo	Primer pase de destrocado
	L-2	4	PC0205-PC0208		2020				

Pulidora vertical	-	1	PV0201	ZATAKE	2020	2do piso (en medio de las pulidoras de cono)	Operativo		Pule el arroz integral para brindar un arroz blanco
Pulidora de agua	-	1	PA0201	YONGYIANG	2020	1er piso (entre las pulidoras cónicas)	Operativo		Brinda brillo al grano
Cámara de succión	-	1	CS0201	ZAHARIAS	2020	3er nivel (área de proceso)	Operativo		Retira las impurezas
Sinfín pulidora de agua	-	1	SP0201	ZAHARIAS	2010	1er piso (debajo de la pulidora de agua)	Operativo		Transporta el arroz al clasificador de grano
Clasificador de grano	Entero	8	CG0201-CG01 10	Ideal	2017	2do piso (parte lateral izquierda)	Operativo	Operativo	Separa el grano entero del arcillo.
	3/4	1							
	1/2	1							
Dosificador de 3/4	-	1	DO0201	SHULER	2021	1er piso (parte lateral izquierda posterior)	Operativo		Incorpora arrocillo de 3/4
Selectoras	Pilado	2	ST0201-ST020 3	BUHIER	2021	2do piso (Sobre el cilindro de mezclado)	Operativo	Operativo	Divide el arroz en grano, separando el entero del arroz partido, manchado, etc.
	Reproceso	1							
Cilindro de mezclado	-	2	CM0201-CM0202	Nacional	2021	1er piso (lado izquierdo del dosificador)	Inoperativo	Operativo	Homogeniza el grano entero.
Sin fin de arroz blanco	-	1	SA0201	Nacional	2014	3er nivel (sobre las tolvas de secado)	Operativo	Operativo	Transporta el arroz
Zaranda de arroz blanco	-	1	ZA0201	Nacional	2010	1er piso (Operativo		Separar la puntilla y el ñececillo
Tolva	producto terminado	3	TV0201-TV0203	Nacional	2015	1er piso (parte frontal ingresando a la planta)	Inoperativo	Operativo	Recepciona el producto terminado antes de ser envasado
Compresor	-	2	CO0201-CO0202	SULLAIR	2020	2do piso (parte posterior)	Operativo		Brinda aire a la selectora y a los ventiladores de las pulidoras
Secador de aire	-	2	SE0201-SE0202	SULLAIR	2015	2do piso (parte posterior)	Operativo		Evita que condense el aire
Ciclón de polvillo	-	5	CP0201-CP0205	Nacional	2017	2do piso (parte posterior)	Operativo		Separar partículas sólidas suspendidas en el aire, gas o flujo de líquido
TOTAL		141							

Fuente: Grupo Molicentro.

Anexo 7: Detalle de paradas no programadas y sus costos

Nº	FECHA DE PARADA	ÁREA	MÁQUINA	HORAS DE PARADA	FALLA	COSTOS (S/.)				
						COSTO DE MANO DE OBRA POR REPARACIÓN		COSTO DE REPUESTO	UTILIDADES NO PERCIBIDAS	COSTO TOTAL
						Terceros	Horas extra			
1	ago-22	PILADO	PULIDORA H2O	4,5	Falla de contactores	150	-	-	6265,01	6.415,01
2	ago-22	PILADO	MESA PADDY	2	Falla de llanta	450	-	-	2784,45	3.234,45
3	ago-22	PILADO	PULIDORA ZATAKE	2,5	Fallo de cribas	95	-	-	3480,56	3.575,56
4	ago-22	PILADO	ENVASADORA	6	Fallo interno	550	-	-	8353,35	8.903,35
5	ago-22	PILADO	SELECTORA	3,5	Fallo ups-estabilizador	90	-	1000	4872,79	5.962,79
6	ago-22	SECADO	ELEVADOR	2	Ruptura de tubería	-	13,31	91,3	2660,00	2.764,61
7	ago-22	PILADO	PRE-LIMPIA	4	Cambio de excéntrica	260	-	850	5568,90	6.678,90
8	ago-22	SECADO	TABLERO DE CONTROL	2	Fallo de interruptor trifásico	120	-	750	2660,00	3.530,00
9	ago-22	SECADO	ELEVADOR SILO PRINCIPAL	1,5	Ruptura de resorte	-	10	450	1995,00	2.454,98
10	ago-22	PILADO	VENTILADOR DE PAJILLA	1,5	Fallo de ventilador aluminio	300	-	250	2088,34	2.638,34
11	ago-22	SECADO	SILOS IMPARES	10	Falla en motorreductores	680	-	-	13300,00	13.980,00
12	ago-22	PILADO	AÑEJADORA	4	Descarga de 02 baterías	50	-	-	5568,90	5.618,90
13	ago-22	PILADO	ELEVADOR	3	Fallo de motor 1.5hp delcrosa	650	-	-	4176,68	4.826,68
14	ago-22	PILADO	TABLERO ELECTRICO	1	Fallo eléctrico	180	-	150	1392,23	1.722,23
15	ago-22	SECADO	SECADORA 02	0,5	Falla de tablero	150	-	-	665,00	815,00
16	ago-22	PILADO	DESCASCARADORA	2	Falla en motor	650	-	-	2784,45	3.434,45
17	ago-22	SECADO	SECADORA 01	4	Fuga de aceite	200	-	-	5320,00	5.520,00
18	ago-22	SECADO	SECADORA 04	6	Falla en el motor	350	-	-	7980,00	8.330,00
19	ago-22	SECADO	COMPRESOR	1	Falla interna	250	-	-	1392,23	1.642,23
20	ago-22	PILADO	VENTILADOR DE POLVILLO	1,5	Ruptura de aleta con plancha de 1.8	450	-	1200	2088,34	3.738,34
21	ago-22	PILADO	PULIDORA H2O	3	Falla en el motor eléctrico	480	-	-	4176,68	4.656,68
22	ago-22	PILADO	PULIDORA CÓNICA	4,5	Fallo en 2 rodajes 1216	350	-	-	6265,01	6.615,01
23	ago-22	PILADO	CIRCUITO DE PAJILLA	12	Retorno de pajilla	-	79,83	65	16706,70	16.851,53
24	Sept-22	PILADO	PULIDORA CÓNICA	2	Fallo de rodajes 30211	60	-	-	2784,45	2.844,45
25	Sept-22	PILADO	TABLERO ELECTRICO	5	Fallo eléctrico	320	-	-	6961,13	7.281,13
26	Sept-22	SECADO	SECADORA 01	8	Falla en el motor de válvulas	615	-	-	10640,00	11.255,00
27	Sept-22	PILADO	PULIDORA H2O	4	Falla eléctrica	290	-	-	5568,90	5.858,90
28	Sept-22	SECADO	TABLERO DE CONTROL	9	Fallo eléctrico	420	-	-	11970,00	12.390,00
29	Sept-22	PILADO	PULIDORA H2O	6	Falla en el motor eléctrico	380	-	-	8353,35	8.733,35
30	Sept-22	SECADO	HORNO	24	Quemado de motor	780	-	3250	31920,00	35.950,00
31	Sept-22	PILADO	PULIDORA ZATAKE	3	Fallo de cribas	90	-	-	4176,68	4.266,68
32	Sept-22	SECADO	SILOS HÚMEDOS	6	Falla en el motor	425	-	-	7980,00	8.405,00

33	Sept-22	PILADO	MESA PADDY	4	Cambio faja b 154	-	26,61	-	5568,90	5.595,51
34	Sept-22	PILADO	CLASIFICADORA	1,5	Fallo motor 1.5hp	700	-	5000	2088,34	7.788,34
35	Sept-22	PILADO	VENTILADOR DE POLVILLO	3	Falla interna	600	-	-	4176,68	4.776,68
36	Sept-22	SECADO	HORNO	4	Se quemó el fusible del ventilador	-	26,61	11,7	5320,00	5.358,31
37	Sept-22	PILADO	ELEVADOR	2,5	Fallo en 2 chumacera de tapa con rodaje y buje	-	16,63	240	3480,56	3.737,19
38	Sept-22	PILADO	SELECTORA	2	Falla de motor 1.5hp	500	-	-	2784,45	3.284,45
39	Sept-22	SECADO	SECADORA 03	7	Falla eléctrica motor	240	-	-	9310,00	9.550,00
40	Sept-22	SECADO	TABLERO DE CONTROL	72	Fallo eléctrico	430	-	-	100240,20	100.670,20
41	oct-22	PILADO	PULIDORA H2O	4,5	Fallo en contactores y llave	-	29,94	94	6265,01	6.388,95
42	oct-22	PILADO	MESA PADDY	2	Fallo en llanta	160	-	-	2784,45	2.944,45
43	oct-22	SECADO	ELEVADOR	5	Atoramiento	-	33,26	-	6650,00	6.683,26
44	oct-22	SECADO	SINFÍN	5	Atoramiento	-	33,26	-	6650,00	6.683,26
45	oct-22	PILADO	PULIDORA ZATAKE	2,5	Falla en cribas	95	-	-	3480,56	3.575,56
46	oct-22	PILADO	ELEVADOR	3	Atoramiento por falta de engrase	-	19,96	-	4176,68	4.196,63
47	nov-22	PILADO	CIRCUITO DE PAJILLA	48	Retorno de pajilla	-	319,33	65	66826,80	67.211,13
48	nov-22	SECADO	TOLVA DE RECEPCIÓN	15	Atoramiento de exclusiva de la tolva	-	99,79	-	19950,00	20.049,79
49	nov-22	PILADO	TABLERO ELECTRICO	1	Fallo eléctrico	280	-	200	1392,23	1.872,23
50	nov-22	PILADO	PULIDORA H2O	1	Falla en el motor eléctrico	450	-	-	1392,23	1.842,23
51	nov-22	SECADO	HORNO	8	Atoramiento de ceniza	-	53,22	-	10640,00	10.693,22
52	nov-22	PILADO	PULIDORA ZATAKE	1	Falla en cribas	90	-	-	1392,23	1.482,23
53	nov-22	SECADO	PRE-LIMPIA	18	Ruptura del brazo	380	-	340	23940,00	24.660,00
54	nov-22	SECADO	PRE-LIMPIA	10	Ruptura del brazo	450	-	320	13300,00	14.070,00
55	nov-22	SECADO	FAJA TRANSPORTADORA	5	Atoro de arroz húmedo	-	33,26	-	6650,00	6.683,26
56	nov-22	SECADO	FAJA TRANSPORTADORA	8	Ruptura del eslabón de cadena	100	-	-	10640,00	10.740,00
57	dic-22	PILADO	CIRCUITO DE PAJILLA	10	Retorno de pajilla	-	66,53	65	13922,25	14.053,78
58	dic-22	SECADO	ELEVADOR	2	Ruptura de resorte	-	13,31	570	2660,00	3.243,31
59	dic-22	SECADO	TOLVA DE RECEPCIÓN	10	Atoramiento de exclusiva de la tolva	-	66,53	-	13300,00	13.366,53
60	dic-22	PILADO	TABLERO ELECTRICO	3	Fallo eléctrico	420	-	170	4176,68	4.766,68
61	dic-22	SECADO	SILOS	10	Falla en motorreductores	450	-	-	13300,00	13.750,00
62	dic-22	PILADO	PULIDORA H2O	2	Fallo en contactores y llave	-	13,31	-	2784,45	2.797,76
63	dic-22	PILADO	PULIDORA ZATAKE	1	Falla en cribas	100	-	-	1392,23	1.492,23
64	dic-22	SECADO	SECADORA 03	4	Fuga de aceite	180	-	-	5320,00	5.500,00
65	ene-23	PILADO	CIRCUITO DE PAJILLA	8	Retorno de pajilla	-	53,22	65	11137,80	11.256,02
66	ene-23	SECADO	SECADORA 01	36	Falla en el motor	320	-	-	47880,00	48.200,00
67	ene-23	SECADO	TOLVA DE RECEPCIÓN	10	Atoramiento de exclusiva de la tolva	-	66,53	-	13300,00	13.366,53
68	ene-23	PILADO	TABLERO ELECTRICO	5	Fallo eléctrico	180	-	150	6961,13	7.291,13
69	ene-23	SECADO	ELEVADOR	24	Ruptura de cangilones	420,00	-	-	31920,00	32.340,00
70	ene-23	PILADO	PULIDORA H2O	1	Falla de contactores	-	6,65	-	1392,23	1.398,88
71	ene-23	PILADO	PULIDORA CÓNICA	1	Falla en cribas	90	-	-	1392,23	1.482,23
72	ene-23	SECADO	HORNO	24	Quemado de motor	820	159,66	3200	31920,00	36.099,66
73	feb-23	PILADO	CIRCUITO DE PAJILLA	12	Retorno de pajilla	-	79,83	65	16706,70	16.851,53
74	feb-23	SECADO	TOLVA DE RECEPCIÓN	2	Atoramiento de exclusiva de la tolva	-	13,31	-	2660,00	2.673,31
75	feb-23	PILADO	ELEVADOR	6	Atoramiento	-	39,92	-	8353,35	8.393,27
76	feb-23	PILADO	TABLERO ELECTRICO	5,5	Fallo eléctrico	250	-	120	7657,24	8.027,24

77	feb-23	PILADO	PULIDORA H2O	5	Falla en el motor eléctrico	270	-	-	6961,13	7.231,13
78	feb-23	PILADO	PULIDORA ZATAKE	1	Falla en cribas	95	-	-	1392,23	1.487,23
79	feb-23	PILADO	CLASIFICADORA	7	Parada por sobreesfuerzo del motor	280	-	-	9745,58	10.025,58
80	feb-23	PILADO	MESA PADDY	12	Compra y cambio faja b 154	-	13,31	66,8	16706,70	16.786,81
81	feb-23	SECADO	SECADORA 02	168	Quemado de motor	560	-	2.500,00	223440,00	226.500,00
82	feb-23	SECADO	SECADORA 03	72	Falla en el tablero	150,00	-	-	95760,00	95.910,00
TOTAL									S/ 1.155.721,16	

Fuente: Grupo Molicentro.

Anexo 8: Resumen de precios de venta y costos de producción por áreas

Área	Precio de venta	Costo	Ingresos no percibidos en un saco	Ingresos no percibidos en una hora
Pilado	120,625	105,97	S/ 14,66	S/ 1.392,23
Secado	36,5	22,5	S/ 14,00	S/ 1.330,00

Anexo 9: Cálculo del costo de la hora adicional por operario.

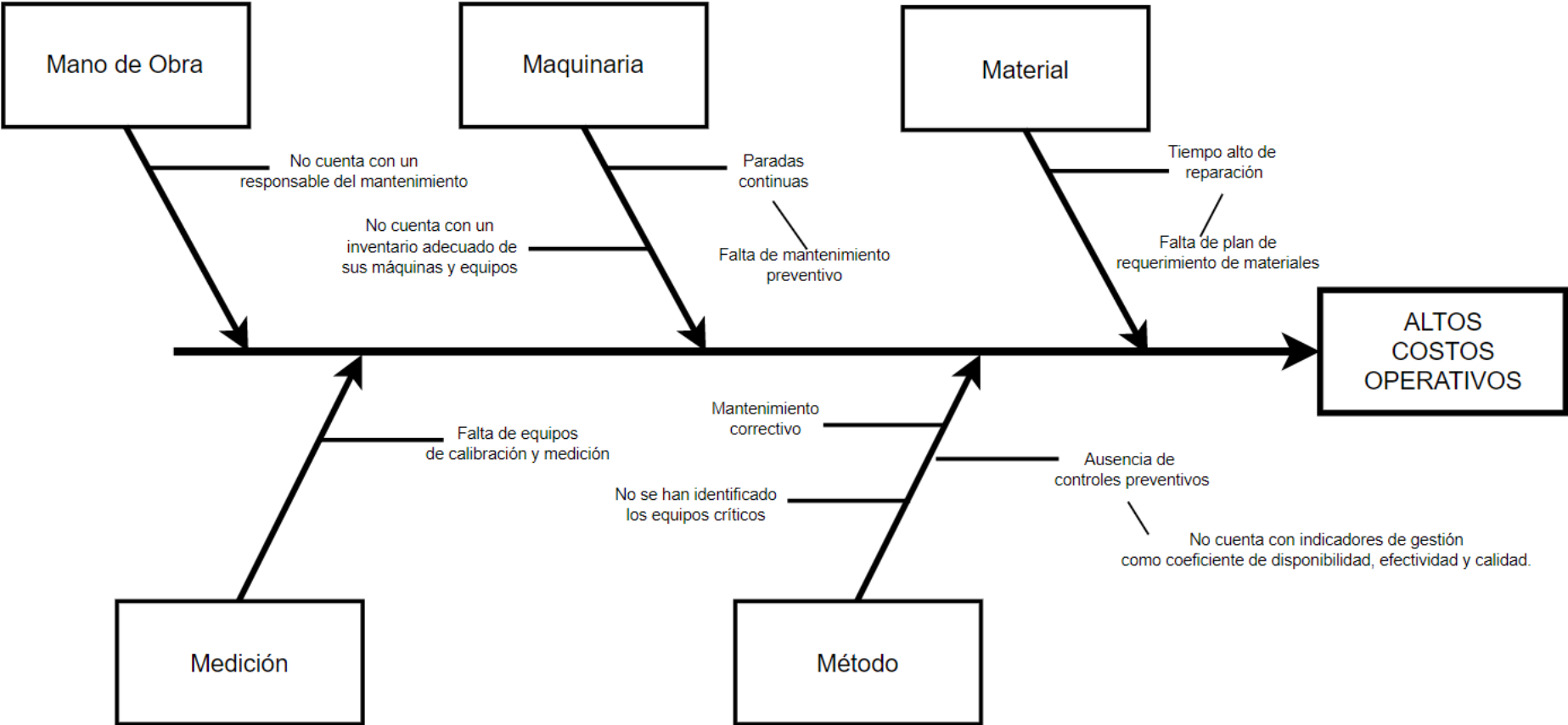
	Salario mensual	Jornada mensual (horas)	Costo x hora
C. Hora Normal	1025	288	S/ 3,56
C. Hora Extra (máx)			S/ 4,80

Anexo 10: Resumen de los indicadores OEE

Máquinas	Horas disponibles (Tiempo Total)	TM (tiempo paradas planificadas)	Tiempo de carga (TPO)	TP (Paradas y/o averías)	Tiempo operativo	PV	Tiempo operativo real	PPD	Tiempo operativo eficiente	Coefficiente de disponibilidad	Coefficiente de efectividad	Coefficiente de calidad	OEE
Añejadora	624	252	372	12	360	9	351	0	351	0,944	0,975	1,000	92,0%
Círculo de pajilla	624	252	372	90	282	18	264	0	264	0,452	0,936	1,000	42,3%
Compresor	624	252	372	1	371	10	361	12	349	0,595	0,973	0,967	55,9%
Descascaradora	624	252	372	2	370	17	353	0	353	0,593	0,954	1,000	56,6%
Elevadores	624	252	372	14,5	357,5	28	329,5	0	329,5	0,573	0,922	1,000	52,8%
Envasadora	624	252	372	6	366	14	352	0	352	0,587	0,962	1,000	56,4%
Mesapaddy	624	252	372	20	352	12	340	8	332	0,564	0,966	0,976	53,2%
Pre-limpia	624	252	372	32	340	23	317	0	317	0,545	0,932	1,000	50,8%
Pulidora cónica	624	252	372	7,5	364,5	16	348,5	24	324,5	0,584	0,956	0,931	52,0%
Pulidora H20	624	252	372	31	341	28	313	12	301	0,546	0,918	0,962	48,2%
Pulidora Zatake	624	252	372	11	361	12	349	12	337	0,579	0,967	0,966	54,0%
Secadora	624	252	372	101,9	270,1	21	249,1	30	219,1	0,433	0,922	0,880	35,1%
Selec tora	624	252	372	5,5	366,5	8	358,5	36	322,5	0,587	0,978	0,900	51,7%
Silos impares	624	252	372	26	346	12,5	333,5	0	333,5	0,554	0,964	1,000	53,4%
Tablero de control	624	252	372	83	289	6	283	0	283	0,463	0,979	1,000	45,4%
Tablero eléctrico	624	252	372	20,5	351,5	15	336,5	0	336,5	0,563	0,957	1,000	53,9%
Ventilador de pajilla	624	252	372	1,5	370,5	9	361,5	0	361,5	0,594	0,976	1,000	57,9%
Ventilador de polvillo	624	252	372	4,5	367,5	13	354,5	0	354,5	0,589	0,965	1,000	56,8%
Total:	11232	4536		469,9		271,5		134					53,8%

TM Tiempos muertos *tiempos de paradas que se han planificado (reuniones, capacitaciones, fumigaciones)*
TP tiempos de paro *todos los tiempos de para por fallas, ajustes, preparación de la máquina.*
PV pérdidas por velocidad *paradas por reducciones de velocidad, inactividad, atascos y algunas paradas menores*
PPD ididas por productos defectuosos *tiempos por productos defectuosos y unidades reprocesadas*

Anexo 11: Diagrama Ishikawa



Anexo 12: Análisis de criticidad

PARÁMETROS DE CRITICIDAD	EL	PL	SB	FT	SL	TV	HN	SD	SC	CT	DE	CI	MP	CA	PC	PV	PA	CS	SP	CG	DO	ST	CM	SA	ZA	CO	SE	CP		
1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA																														
No más de 4 horas por día	1		1																											
Entre 5 y 8 horas por día				2				2																						
Entre 9 y 12 horas por día					3				3									3				3				3	3			
Entre 13 y 16 horas por día		4			4						4	4	4	4	4	4	4		4		4	4		4	4	4				
Entre 17 y 24 horas por día							5	5												5										
A	1	4	1	2	4	3	5	5	2	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	3	4	4	4	3	3		
2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)																														
Ninguna falla									1	1				1				1	1		1		1	1	1		1	1		
No más de 1			2								2																			
Entre 2 y 4	3	3		3	3	3	3						3		3					3		3					2			
Entre 5 y 8												4				4														
Más 8							5											5												
B	3	3	2	3	3	3	3	5	1	1	2	4	3	1	3	4	5	1	1	3	1	3	1	1	1	2	1	1		
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)																														
Menos de 4 horas	1										1		1					1		1	1		1			1	1			
Entre 4 y 8 horas			2		2					2				2	2	2				2		2		2	2		2			
Entre 8 y 24 horas		3		3		3			3			3																		
Entre 24 y 48 horas							4																							
Más de 48 horas								5																						
C	1	3	2	3	2	3	4	5	3	2	1	3	1	2	2	2	3	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1		
4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN																														
No afecta la producción			0,05																				0,05					0,05		
25 % de impacto	0,3									0,3				0,3														0,3		
50 % de impacto		0,5		0,5	0,5	0,5			0,5			0,5									0,5			0,5		0,5		0,5		
75 % de impacto							0,8				0,8		0,8		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		0,8		0,8		0,8		
100 % de impacto					1			1																						
D	0,3	0,5	0,1	0,5	0,5	1,5	0,8	1,0	0,5	0,3	0,8	0,5	0,8	0,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	0,8	0,1	0,5	0,8	0,5	0,3	0,1
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS																														
Stock propio										1																				
Local	2		2																											
Departamental		3					3		3			3							3					3				3		
Nacional				4	4	4					4		4	4	4	4	4	4		4	4		4		4	4	4	4		
Extranjero								5														5								
E	2	3	2	4	4	4	3	5	3	1	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	3	4	4	4	3		

6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)																																				
No origina ningún costo	0																																			
Menos de mil	3	3 2																																		
Entre mil y 3 mil	4 4		4		3		3		3																											
Entre 3 y 5 mil	10	5 5		5		4		4																												
Más de 5 mil	25																																			
G	3	10	4	4	5	5	4	25	5	3	2	4	3	0	4	3	25	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0									
7. IMPACTO AMBIENTAL																																				
No origina ningún impacto ambiental	0																																			
Contaminación ambiental baja	5	5 5		5 5		5		5 5 5		5 5 5																										
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10		10		10		10																													
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios	25																																			
H	5	10	5	5	5	5	25	5	10	0	25	10	0	10	5	5	5	10	5	5	5	0	0	5	25	0	0	5								
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD DE PERSONAL																																				
No origina heridas ni lesiones	0																																			
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5								
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días	10																																			
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25																																			
I	0	5	5	5	5	5	25	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5								
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL																																				
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0																																			
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5	5 5		5		5		5 5																												
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10	10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10								
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25																																			
J	5	10	0	10	5	5	25	25	5	10	10	5	10	10	10	10	10	5	5	10	10	25	10	5	10	5	5	10								
10. ASISTENCIA TÉCNICA																																				
Si existe	1	1 1		1 1		1 1		1 1																												
Regular	2	2		2		2		2																												
Escasa	3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3									
No existe	4																																			
K	1	2	1	1	1	1	3	2	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	1	3	3	4	1	1	2	2	2	2								
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS																																				
Si existe	1	1 1		1 1		1 1		1 1																												
Regular	2	2		2		2		2																												
Escasa	3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3									
No existe	4																																			
F	1	2	1	1	1	1	3	2	3	1	3	3	4	2	3	3	3	1	1	4	1	4	1	1	2	2	2	2								
Puntaje Total	22,3	52,5	23,1	38,5	35,5	36,5	100,8	90,0	38,5	27,3	58,8	43,5	37,8	41,3	43,8	43,8	67,8	33,8	27,8	40,8	34,5	55,8	26,1	27,5	55,8	25,5	24,3	32,1								
Aplicación de fórmula de CRITICIDAD	57,9	148,5	42,1	106,5	97,5	100,5	293,4	425	37,5	26,3	113,6	158	104,4	40,3	122,4	159,2	314	32,8	26,8	113,4	33,5	158,4	25,05	26,5	54,8	47	23,3	31,05								

Fuente : Elaboración propia

Anexo 13: Puntaje de los parámetros de criticidad

1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA	PUNTAJE
No más de 4 horas por día	1
Entre 5 y 8 horas por día	2
Entre 9 y 12 horas por día	3
Entre 13 y 16 horas por día	4
Entre 17 y 24 horas por día	5

2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)	PUNTAJE
No más de 1 por año	1
Entre 2 y 15 por año	2
Entre 16 y 30 por año	3
Entre 31 y 50 por año	4
Más de 50 por año	5

3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)	PUNTAJE
Menos de 4 horas	1
Entre 4 y 8 horas	2
Entre 8 y 24 horas	3
Entre 24 y 48 horas	4
Más de 48 horas	5

4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	PUNTAJE
No afecta la producción	0,05
25 % de impacto	0,3
50 % de impacto	0,5
75 % de impacto	0,8
100 % de impacto	1

5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS	PUNTAJE
Stock propio	1
Local	2
Departamental	3
Nacional	4
Extranjero	5

6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)	PUNTAJE
No origina ningún costo	0
Menos de mil	3
Entre mil y 3 mil	5
Entre 3 y 5 mil	10
Más de 5 mil	25

7. IMPACTO AMBIENTAL	PUNTAJE
No origina ningún impacto ambiental	0
Contaminación ambiental baja	5
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios	25

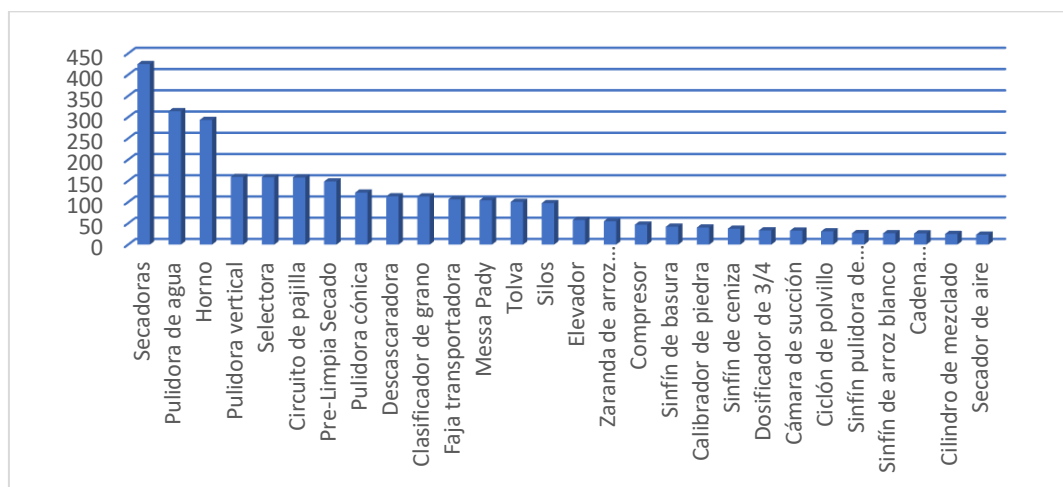
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD DE PERSONAL	PUNTAJE
No origina heridas ni lesiones	0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25

9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	PUNTAJE
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25

10. ASISTENCIA TÉCNICA	PUNTAJE
Si existe	1
Regular	2
Escasa	3
No existe	4

11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS	PUNTAJE
Si existe	1
Regular	2
Escasa	3
No existe	4

Anexo 14: Diagrama Pareto



Anexo 15: Hojas de trabajo

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área	Secado	
Función	Falla funcional	Componente	Efectos de los fallos	Modo de fallo	Efectos de los fallos	
1	Transporte de materia prima e insumos	A	Incorrecto funcionamiento del motor	1	Desgaste de los devanados	El desgaste en los devanados, genera un sobreesfuerzo del funcionamiento, haciendo que el motor se sobrecaliente, evitando que funcione al 100% de su rendimiento.
1	Transporte de materia prima e insumos	A	Incorrecto funcionamiento del motor	2	Desalineación de los ejes	Dicho desalineamiento se refleja en el contacto del rotor con el estator, cuyo roce genera una vibración excesiva del motor y, a su vez, acumulación de suciedad.
1	Transporte de materia prima e insumos	B	Ruptura de cangilones	1	Oxidación	La oxidación generada por el mal estado o por el fin de la vida útil genera una ruptura de los cangilones, haciendo imposible el transporte de la materia prima o insumos necesarios.
1	Transporte de materia prima e insumos	B	Ruptura de cangilones	2	Fricción con la infraestructura	La fricción con la infraestructura hace que el cangilón se desgase y finalmente se rompa, deteniendo la función principal del elevador.
1	Transporte de materia prima e insumos	C	Ruptura de la banda de cangilones	1	Desgaste de bande de cangilones	la ruptura de la banda de cangilones generada por el desgaste o el paso del tiempo, se refleja en atoros, acumulación de suciedad e imposibilidad de transporte
1	Transporte de materia prima e insumos	D	Inadecuada transmisión de polea	1	Ruptura de la polea de transmisión	Si la polea de transmisión llega a romperse o desgastarse, generará un aumento en la fricción y una disminución del rendimiento.

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área	Secado
Función	Falla funcional	Componente	Efectos de los fallos	Modo de fallo	Efectos de los fallos
2	Separación de los elementos presentes en la materia prima proveniente del campo de cultivo		Incapacidad para ventilar	Desgaste de los devanados del motor	El desgaste de los devanados del motor puede ocasionar sobrecalentamiento, por lo cual la capacidad que tenga para hacer girar el ventilador a una velocidad parametrada se ve fallida.
2	Separación de los elementos presentes en la materia prima proveniente del campo de cultivo		Incapacidad para ventilar	Desgaste de los engranajes del motor	El desgaste de los engranajes provoca vibraciones en el motor, lo que por ende afecta su potencia además de otros componentes, generando que la ventilación se ve afectada.
2	Separación de los elementos presentes en la materia prima proveniente del campo de cultivo		Incapacidad para ventilar	Desgaste del ventilador	El desgaste del ventilador provoca que no tenga la misma eficiencia al momento de ventilar, lo que ocasiona que la separación no se pueda realizar de manera correcta y por ende conlleva a un mayor tiempo.
2	Separación de los elementos presentes en la materia prima proveniente del campo de cultivo		Inadecuada separación de elementos	Acumulación de polvo en la malla	La acumulación de polvo en la malla provoca que se desgase.
2	Separación de los elementos presentes en la materia prima proveniente del campo de cultivo		Inadecuada separación de elementos	Desgaste de las chumaceras	Debido a que las chumaceras no proporcionan el soporte adecuado no se puede dar una correcta separación, dado que la vibración será sobre los parámetros ya impuestos.

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área	Secado	
Función	Falla funcional	Componente	Efectos de los fallos	Modo de fallo	Efectos de los fallos	
3	Transporte de impurezas al elevador de basura	A	Incapacidad de transportar las impurezas	1	Atascamiento del canalón del sinfin	El atascamiento del canalón del sinfin puede provocar la interrupción del proceso de transporte de las impurezas, lo que genera una acumulación excesiva de residuos y aumenta el tiempo de inactividad.
3	Transporte de impurezas al elevador de basura	A	Incapacidad de transportar las impurezas	2	Desgaste de hélice del sinfin	El desgaste de la hélice del sinfin puede reducir la eficiencia en la trituración y transporte de los residuos, lo que puede generar una acumulación excesiva de residuos y aumentar el tiempo de inactividad.
3	Transporte de impurezas al elevador de basura	B	Incapacidad de girar adecuadamente	1	Desgaste excesivo del piñón	El desgaste excesivo del piñón puede provocar que el sinfin no funcione de manera eficiente y efectiva, lo que se traduce en una pérdida de productividad y aumento de los costos de mantenimiento.
3	Transporte de impurezas al elevador de basura	B	Incapacidad de girar adecuadamente	2	Desalineamiento del eje del motorreductor	El desalineamiento del eje del motorreductor puede provocar la pérdida de la capacidad de transmitir el movimiento al sinfin, lo que interrumpe el proceso de transporte de las impurezas hacia el elevador de basura.
3	Transporte de impurezas al elevador de basura	B	Incapacidad de girar adecuadamente	3	Daño en las chumaceras	Si las chumaceras están dañadas y el sinfin no gira adecuadamente, esto puede provocar un desgaste excesivo en otros componentes del sistema, como el piñón del sinfin o el motorreductor

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Secado	
Función		Falla funcional		Componente		Faja transportadora	
Función		Falla funcional		Modo de fallo		Efectos de los fallos	
4	Transporte de arroz cáscara al elevador	A	Incapacidad de transportar el arroz cáscara	1	Chumaceras desgastadas	Las chumaceras desgastadas pueden provocar un aumento en la fricción entre los ejes y las chumaceras, lo que puede generar calor y aumentar el desgaste en los componentes. Si la faja transportadora está inoperable debido a las chumaceras desgastadas, puede provocar una pérdida de producción y, por lo tanto, una disminución de los ingresos y ganancias para la empresa.	
4	Transporte de arroz cáscara al elevador	A	Incapacidad de transportar el arroz cáscara	2	Banda de lona desgastada	Una banda transportadora desgastada puede tener una mayor probabilidad de romperse, lo que puede resultar en tiempos de inactividad costosos para la reparación o reemplazo de la banda.	
4	Transporte de arroz cáscara al elevador	B	Transporte de arroz cáscara a una velocidad inadecuada	1	Polines desgastados	Los polines desgastados pueden provocar un aumento en la fricción entre la banda transportadora y los polines, lo que a su vez puede provocar una reducción de la velocidad de la faja transportadora y un aumento en el consumo de energía.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Secado	
Función		Falla funcional		Componente		Silo húmedo	
Función		Falla funcional		Modo de fallo		Efectos de los fallos	
5	Almacenamiento de arroz cáscara húmedo.	A	Fugas de aire por las tuberías de malla interior	1	Tuberías de malla interior corroidas	Las tuberías de malla interior corroidas, pueden presentar fugas y permitir que el aire escape, lo que disminuye la eficiencia del secado y aumenta el tiempo necesario para secar el arroz cáscara.	
5	Almacenamiento de arroz cáscara húmedo.	B	Mal funcionamiento de rodamientos	1	Rodamientos del motor desgastados	Los rodamientos del motor desgastados, pueden provocar un mal funcionamiento del motor, conllevando a paradas del silo y mayores costos de reparación.	
5	Almacenamiento de arroz cáscara húmedo.	C	Incapacidad de la estructura para soportar la carga del material húmedo	1	Estructura del silo corroida	Si la estructura está corroida, puede debilitarse y ser incapaz de soportar la carga del material húmedo. Esto puede provocar la deformación del silo y la falla del equipo.	
5	Almacenamiento de arroz cáscara húmedo.	D	Presión excesiva en el interior del silo	1	Silo sobrecargado de carga	El silo está sobrecargado de carga, puede provocar un aumento de la presión en el interior del silo. Esto genera la deformación del silo, en casos extremos, el colapso del silo.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Secado	
Función		Falla funcional		Componente		Tolva de recepción de arroz cáscara	
Función		Falla funcional		Modo de fallo		Efectos de los fallos	
6	Recepción de arroz húmedo que llega de campo.	A	Incapacidad del flujo de arroz cáscara hacia la siguiente etapa	1	Base de tolva obstruida	La obstrucción de la base de la tolva puede impedir el flujo de arroz cáscara hacia el siguiente proceso de secado, puede causar una disminución del rendimiento del proceso y aumento de tiempos de procesamiento.	
6	Recepción de arroz húmedo que llega de campo.	B	Vibraciones excesivas de estructura	1	Estructura de plancha galvanizada de tolva fatigada	La fatiga de la estructura de plancha galvanizada de la tolva debido a las vibraciones excesivas puede debilitar la estructura y provocar su deformación.	
6	Recepción de arroz húmedo que llega de campo.	C	Pérdida de integridad estructural de la tolva	1	Estructura de tolva corroida	La corrosión puede debilitar la estructura de la tolva, lo que podría afectar su capacidad de soportar la carga de material y la presión que se genera en el proceso de recepción y descarga. Además, si la corrosión es severa, podría haber fugas de material o incluso el colapso total de la estructura, lo que representaría un riesgo para la seguridad de los trabajadores y el equipo.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Secado	
Función		Falla funcional		Componente		Horno	
Función		Falla funcional		Modo de fallo		Efectos de los fallos	
7	Alimentar las secadoras	A	Sobreesfuerzo del motor	1	Desalineación de ejes	El sobreesfuerzo evita que el motor rinda su 100% de capacidad, haciendo que no llegue el calor necesario a las secadoras, afectando el principal proceso de esta área.	
7	Alimentar las secadoras	B	Atoro en el sinfin de ceniza	1	Deformación de eslabones	El atoro del sinfin de ceniza, evita que sea posible continuar con el consumo de pajilla requerido para la generación de calor.	
7	Alimentar las secadoras	C	Inadecuada ventilación	1	Falla de los ventiladores	La falla en los ventiladores hace que el nivel de calor sea excesivo e imposible de regular.	
7	Alimentar las secadoras	D	Atoro en la esclusa de pajilla	1	Exceso de caída de pajilla	Si la caída de la ajilla es demasiada, como para generar un atoro, se evita que continúe ingresando la materia necesaria para generar la combustión.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Secado	
Función		Falla funcional		Componente		Sinfin de cenizas	
Función		Falla funcional		Modo de fallo		Efectos de los fallos	
9	Transporte de ceniza del horno hacia la tolva	A	Incapacidad de transportar la ceniza	1	Desgaste de eslabones	Si los eslabones de la cadena fallan, el sinfin debe detenerse para realizar el reemplazo de los eslabones. Esto implica un aumento en el tiempo de inactividad, lo que puede tener un impacto negativo en la productividad de la planta.	
9	Transporte de ceniza del horno hacia la tolva	A	Incapacidad de transportar la ceniza	2	Deformación de eslabones	La deformación de los eslabones de la cadena del sinfin de ceniza impide el transporte adecuado de la ceniza, esto puede provocar una acumulación excesiva de ceniza obstruyendo los ductos y tuberías que forman parte del proceso de secado.	
9	Transporte de ceniza del horno hacia la tolva	A	Incapacidad de transportar la ceniza	3	Desgaste del sinfin	El desgaste del sinfin de ceniza puede obstruir el paso de la ceniza y reducir el flujo de aire, disminuyendo la eficiencia del proceso de secado y deteniendo el proceso por completo. Ignorar esta acumulación puede provocar problemas de seguridad, como el riesgo de incendios.	
9	Transporte de ceniza del horno hacia la tolva	A	Incapacidad de transportar la ceniza	4	Corrosión del eje	La corrosión puede provocar una deformación o desgaste prematuro del eje, lo que puede reducir su capacidad de soportar la carga de la ceniza y comprometer su integridad estructural.	
9	Transporte de ceniza del horno hacia la tolva	A	Incapacidad de transportar la ceniza	5	Daño de las chumaceras de pared	El fallo de las chumaceras puede provocar un aumento en la temperatura del sinfin, lo que puede causar daños en el mismo y en otros componentes cercanos, aumentando el tiempo de inactividad y los costos de reparación.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Secado	
Función		Falla funcional		Componente		Cadena transportadora	
Función		Falla funcional		Modo de fallo		Efectos de los fallos	
10	Transporte de arroz cáscara	A	Incapacidad de transportar arroz cáscara	1	Corrosión de los eslabones de la cadena	La corrosión de los eslabones de la cadena puede afectar negativamente la capacidad de la cadena para soportar cargas pesadas. La corrosión debilita los eslabones y puede provocar su fractura, lo que puede provocar la falla de la cadena. La corrosión también puede aumentar la fricción entre los eslabones y los rodillos, lo que puede reducir la eficiencia del transporte de la cadena.	
10	Transporte de arroz cáscara	A	Incapacidad de transportar arroz cáscara	2	Desgaste de las chumaceras	Las chumaceras son componentes importantes que soportan los ejes de los rodillos en la cadena transportadora. Si las chumaceras están dañadas, los rodillos pueden moverse de manera irregular, lo que puede aumentar la fricción y reducir la eficiencia de la cadena. El daño en las chumaceras también puede provocar vibraciones en la cadena y en la estructura de soporte, lo que puede afectar la estabilidad de la carga y provocar la rotura de la cadena.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Piladora	
Función		Falla funcional	Componente	Modo de fallo	Pulidora de agua	Efectos de los fallos	
11	Brinda brillo al grano	A	Incapacidad de Brindar brillo al grano	1	Fallo en el suministro de agua	El problemas en el suministro de agua, la pulidora no podrá funcionar correctamente, esto puede deberse a obstrucciones en las tuberías, válvulas defectuosas o problemas en la fuente de agua.	
11	Brinda brillo al grano	A	Incapacidad de Brindar brillo al grano	2	Obstrucciones en las piedras de pulido	Las piedras de pulido pueden obstruirse con residuos de arroz, lo que reduce la eficacia del proceso de pulido y puede dañar los granos de arroz.	
11	Brinda brillo al grano	A	Incapacidad de Brindar brillo al grano	3	Desgaste de las piedras de pulido	Las piedras de pulido se desgastan debido a la fricción constante con los granos de arroz. Cuando las piedras están desgastadas, pueden perder su capacidad para pulir eficazmente los granos, lo que lleva a un pulido insatisfactorio.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Pilado	
Función		Falla funcional	Componente	Modo de fallo	Pulidora Zatake/Vertical	Efectos de los fallos	
12	Pule el arroz integral para brindar un arroz blanco	A	Incapacidad de pulir el arroz intrgral	1	Problemas en el sistema de refrigeración	La pulidora vertical utiliza agua para refrigerar las piedras de pulido y evitar el sobrecalentamiento. Los problemas en el sistema de refrigeración, como fugas o obstrucciones, pueden llevar al sobrecalentamiento de la máquina y dañar las piedras y otros componentes.	
12	Pule el arroz integral para brindar un arroz blanco	A	Incapacidad de pulir el arroz intrgral	2	Desalineación de los componentes	La desalineación de los componentes internos debido al desgaste provocar vibraciones excesivas y ruido durante el funcionamiento, esto afecta la calidad del pulido y puede dañar la máquina a largo plazo.	
12	Pule el arroz integral para brindar un arroz blanco	A	Incapacidad de pulir el arroz intrgral	3	Desgaste de los rodamientos	Los rodamientos son componentes críticos que pueden desgastarse con el tiempo debido al uso continuo, esto pueden causar vibraciones y ruido, afectando la calidad del pulido.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Pilado	
Función		Falla funcional	Componente	Modo de fallo	Selectora	Efectos de los fallos	
13	Dividir el arroz en grano, separando el entero del arroz partido, manchado, etc.	A	Incorrecta separación de granos	1	Obstrucciones en las bandejas	Las impurezas o los granos rotos pueden obstruir las bandejas o tamices de la selectora, lo que impide que los granos de arroz pasen correctamente a través del proceso de selección.	
13	Dividir el arroz en grano, separando el entero del arroz partido, manchado, etc.	A	Incorrecta separación de granos	2	Desalineación de las bandejas	Las bandejas o tamices de la selectora deben estar correctamente alineados para permitir que los granos pasen a través de las aberturas correctamente. La desalineación puede causar que los granos se atasquen o se caigan por las aberturas incorrectas.	
13	Dividir el arroz en grano, separando el entero del arroz partido, manchado, etc.	A	Incorrecta separación de granos	3	Problemas en el sistema de vibración	Las selectoras utilizan vibraciones para separar los granos de arroz de las impurezas. Problemas en el sistema de vibración, como desequilibrios o daños en los mecanismos vibratorios, pueden afectar la eficiencia de la separación.	
13	Dividir el arroz en grano, separando el entero del arroz partido, manchado, etc.	A	Incorrecta separación de granos	4	Problemas en los sistemas de aspiración	Las selectoras suelen tener sistemas de aspiración para eliminar el polvo y las partículas durante el proceso de selección. Problemas en estos sistemas, como obstrucciones o pérdida de succión, pueden afectar la calidad del proceso de selección.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Pilado	
Función		Falla funcional	Componente	Modo de fallo	Circuito de pajilla	Efectos de los fallos	
14	Separa el arroz de la pajilla	A	Incapacidad de separa el arroz de la pajilla	1	Fugas en las tuberías	Las conexiones y las tuberías del circuito pueden experimentar fugas, lo que puede resultar en la pérdida de presión y en un rendimiento deficiente del sistema.	
14	Separa el arroz de la pajilla	A	Incapacidad de separa el arroz de la pajilla	2	Sobrecarga del motor	Si el circuito de pajilla esta sobrecargado con una cantidad excesiva de pajilla, el motor puede sobrecalentarse y dañarse, lo que lleva a un mal funcionamiento.	
14	Separa el arroz de la pajilla	A	Incapacidad de separa el arroz de la pajilla	3	Problemas en el sistema de ventilación	El circuito de pajilla suele tener un sistema de ventilación para ayudar a eliminar la pajilla de los granos de arroz. Problemas en este sistema, como ventiladores defectuosos o filtros obstruidos, pueden afectar la eliminación adecuada de la pajilla.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Pilado	
Función		Falla funcional	Componente	Modo de fallo	Descascaradora	Efectos de los fallos	
15	Separar la cáscara del grano	A	Alto porcentaje de paso de granos paddy	1	Desgaste de los rodillos	Los rodillos de la descascaradora están sujetos a fricción constante con los granos y las cáscaras. Este desgaste puede llevar a un rendimiento deficiente y a una disminución en la calidad del descascarado.	
15	Separar la cáscara del grano	A	Alto porcentaje de paso de granos paddy	2	Desalineamiento	Problemas en el sistema que alimenta los granos a la descascaradora, como atascos o desalineaciones, pueden afectar la entrada adecuada de los granos en la máquina, lo que resulta en un descascarado ineficaz.	
15	Separar la cáscara del grano	B	Incorrecta succión de la pajilla	3	Problemas en el sistema de vacío	Fugas de aire o problemas en el sistema de vacío pueden afectar la eficacia del proceso de descascarado.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Pilado	
Función		Falla funcional	Componente	Modo de fallo	Clasificadora de grano	Efectos de los fallos	
16	Separa el grano entero del arocillo.	A	Incapacidad de separa el grano entero del arocillo.	1	Desgaste en las fajas	Las fajas están expuestas a movimientos constantes y fricción mientras operan. Con el tiempo, pueden experimentar desgaste y fatiga, especialmente en las áreas de mayor tensión.	
16	Separa el grano entero del arocillo.	A	Incapacidad de separa el grano entero del arocillo.	2	Falla en el filtro de aire	Una obstrucción en el filtro de aire reduce el flujo de aire hacia el motor. Esto puede provocar un funcionamiento irregular del motor, pérdida de potencia y aumento del consumo de combustible. A largo plazo, una obstrucción severa puede causar daños internos en el motor.	
16	Separa el grano entero del arocillo.	A	Incapacidad de separa el grano entero del arocillo.	3	Desgaste de mallas	Las aberturas irregulares o las roturas en las mallas pueden permitir que los granos no deseados pasen a través de las mallas incorrectas, lo que afecta la calidad del clasificado. Además, las mallas dañadas pueden provocar bloqueos y atascos en el sistema.	

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M				Área		Pilado	
Función		Falla funcional	Componente	Modo de fallo	Mesa Paddy	Efectos de los fallos	
17	Separa el arroz integral del pady	A	Incapacidad de incapacidad de separa el arroz integral	1	Desalineación	La desalineación o desnivelación pueden causar que los granos de arroz y las cáscaras no se separen adecuadamente, lo que lleva a una clasificación incorrecta y a una pérdida de eficiencia en el proceso de separación.	
17	Separa el arroz integral del pady	A	Incapacidad de incapacidad de separa el arroz integral	2	Obstrucción	Una obstrucción en la mesa Paddy puede interferir con el flujo normal de los granos y las cáscaras, resultando en una separación incompleta y en una mayor cantidad de granos no deseados en el producto final.	
17	Separa el arroz integral del pady	A	Incapacidad de incapacidad de separa el arroz integral	3	Desgaste de las Superficies de Separación	El desgaste de las superficies de separación puede llevar a una pérdida de eficacia en la separación, ya que los granos pueden no moverse de manera adecuada sobre la mesa, resultando en una clasificación ineficiente.	

Anexo 16: AMEF

AMEF de:			ANÁLISIS DEMODO Y EFECTO DE FALLAS									
Área	Proceso	Diseño						septiembre-2023				
	Descripción de la parte de o proceso	Función que desempeña(F)	Falla funcional (FF)	Modo de Falla (MF)	Efecto de falla	Condiciones actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		
Elevador de cangilones	Transporte de materia prima e insumos		Incorrecto funcionamiento del motor	Desgaste de los devanados	El desgaste en los devanados, genera un sobreesfuerzo del funcionamiento, haciendo que el motor se sobrecaliente, evitando que funcione al 100% de su rendimiento.	Inspección superficial	6	3	5	90		
				Desalineación de los ejes	Dicho desalineamiento se refleja en el contacto de rotor con el estator, cuyo roce genera una vibración excesiva del motor y, a su vez, acumulación de suciedad.	Inspección superficial	7	2	6	84		
				Oxidación	La oxidación generada por el mal estado o por el fin de la vida útil genera una ruptura de los cangilones, haciendo imposible el transporte de la materia prima e insumos necesarios.	Inspección visual	5	3	4	60		
				Ruptura de cangilones	La fricción con la infraestructura hace que el cangilón se desgaste y finalmente se rompa, deteniendo la función principal del elevador.	Inspección superficial	8	1	5	40		
				Ruptura de la banda de cangilones	Desgaste de banda de cangilones	La ruptura de la banda de cangilones generada por el desgaste o el paso de tiempo, se refleja en atoros, acumulación de suciedad e imposibilidad de transporte	Ninguno	6	4	4	96	
	Inadecuada transmisión de polea	Ruptura de la polea de transmisión	Si la polea de transmisión llega a romperse o desgastarse, generará un aumento en la fricción y una disminución de rendimiento.	Inspección superficial	7	3	2	42				
Pre-Limpia	Separación de los elementos presentes en la materia prima proveniente del campo de cultivo	Incapacidad para ventilar	Desgaste de los devanados del motor	El desgaste de los devanados del motor puede ocasionar sobrecalentamiento, por lo cual la capacidad que tenga para hacer girar el ventilador a una velocidad parametrada se ve afectada.	Inspección superficial	7	3	6	126			
			Desgaste de los engranajes del motor	El desgaste de los engranajes provoca vibraciones en el motor, lo que por ende afecta su potencia además de otros componentes, generando que la ventilación se vea afectada.	Inspección superficial	7	3	6	126			
			Desgaste del ventilador	El desgaste del ventilador provoca que no tenga la misma eficiencia al momento de ventilar, lo que ocasiona que la separación no se pueda realizar de manera correcta y por ende conlleve a un mayor tiempo.	Inspección superficial	8	2	5	80			
			Inadecuada separación de elementos	Acumulación de polvo en la malla	La acumulación de polvo en la malla provoca que se desgaste.	Inspección superficial	7	3	5	105		
			Desgaste de las chumaceras	Debido a que las chumaceras no proporcionan el soporte adecuado no se puede dar una correcta separación, dado que la vibración será sobre los parámetros ya impuestos.	Ninguna	6	2	6	72			
Sifón de basura	Transporte de impurezas al elevador de basura	Incapacidad de transportar las impurezas	Atascamiento del canalón del sifón	El atascamiento del canalón del sifón puede provocar la interrupción del proceso de transporte de las impurezas, lo que genera una acumulación excesiva de residuos y aumenta el tiempo de inactividad.	Inspección superficial	6	4	3	72			
			Desgaste de hélice del sifón	El desgaste de la hélice del sifón puede reducir la eficiencia en la trituración y transporte de los residuos, lo que puede generar una acumulación excesiva de residuos y aumentar el tiempo de inactividad.	Ninguno	6	1	9	54			
			Desgaste excesivo del piñón	El desgaste excesivo del piñón puede provocar que el sifón no funcione de manera eficiente y efectiva, lo que se traduce en una pérdida de productividad y aumento de los costos de mantenimiento.	Ninguno	4	1	9	36			
			Incapacidad de girar adecuadamente	El sobrecalentamiento de los componentes puede provocar la pérdida de la capacidad de transmitir el movimiento al sifón, lo que interrumpe el proceso de transporte de las impurezas hacia el elevador de basura.	Ninguno	6	3	3	54			
			Daño en las chumaceras	Si las chumaceras están dañadas y el sifón no gira adecuadamente, esto puede provocar un desgaste excesivo en otros componentes del sistema, como el piñón del sifón o el motorreductor	Inspección superficial	6	2	3	36			
Faja transportadora	Transporte de arroz cáscara al elevador	Incapacidad de transportar el arroz cáscara	Chumaceras desgastadas	Las chumaceras desgastadas pueden provocar un aumento en la fricción entre los ejes y las chumaceras, lo que puede generar calor y aumentar el desgaste en los componentes. Si la faja transportadora está inoperable debido a las chumaceras desgastadas, puede provocar una pérdida de producción y, por lo tanto, una disminución de los ingresos y ganancias para la empresa.	Inspección visual	7	1	7	49			
			Banda de lona desgastada	Una banda transportadora desgastada puede tener una mayor probabilidad de romperse, lo que puede resultar en tiempos de inactividad costosos para la reparación o reemplazo de la banda.	Inspección superficial	7	2	7	98			
			Transporte de arroz cáscara a una velocidad inadecuada	Polines desgastados	Los polines desgastados pueden provocar un aumento en la fricción entre la banda transportadora y los polines, lo que a su vez puede provocar una reducción de la velocidad de la faja transportadora y un aumento en el consumo de energía.	Inspección superficial	7	1	7	49		

S E C A D O	Silo húmedo	Almacenamiento de arroz cáscara húmedo	Fugas de aire por las tuberías de malla interior	Tuberías de malla interior corroidas	Las tuberías de malla interior corroidas, pueden presentar fugas y permitir que el aire escape, lo que disminuye la eficiencia del secado y aumenta el tiempo necesario para secar el arroz cáscara.	No hay control	7	2	8	112
			Mal funcionamiento de rodamientos	Rodamientos del motor desgastados	Los rodamientos del motor desgastados, puede provocar un mal funcionamiento del motor, conllevando a paradas del silo y mayores costos de reparación.	Inspección visual	6	3	7	126
			Incapacidad de la estructura para soportar la carga del material húmedo	Estructura del silo corroida	Si la estructura está corroida, puede debilitarse y ser incapaz de soportar la carga del material húmedo. Esto puede provocar la deformación del silo y la falla del equipo.	Inspección visual	6	2	7	84
			Presión excesiva en el interior del silo	Silo sobrecargado de carga	El silo está sobrecargado de carga, puede provocar un aumento de la presión en el interior del silo. Esto genera la deformación del silo, en casos extremos, el colapso del silo.	Inspección visual	6	3	6	108
Tolva de recepción de arroz cáscara	Recepción de arroz húmedo que llega de campo	Incapacidad del flujo de arroz cáscara hacia la siguiente etapa	Base de tolva obstruida	La obstrucción de la base de la tolva puede impedir el flujo de arroz cáscara hacia el siguiente proceso de secado, puede causar una disminución del rendimiento del proceso y aumento de tiempos de procesamiento.	Inspección visual	8	3	5	120	
		Vibraciones excesivas de estructura	Estructura de plancha galvanizada de tolva fatigada	La fatiga de la estructura de plancha galvanizada de la tolva debido a las vibraciones excesivas puede debilitar la estructura y provocar su deformación.	Inspección superficial	6	3	8	144	
		Pérdida de integridad estructural de la tolva	Estructura de tolva corroida	La corrosión puede debilitar la estructura de la tolva, lo que podría afectar su capacidad de soportar la carga de material y la presión que se genera en el proceso de recepción y descarga. Además, si la corrosión es severa, podría haber fugas de material o incluso el colapso total de la estructura, lo que representaría un riesgo para la seguridad de los trabajadores y el equipo.	Inspección superficial	6	2	7	84	
Horno industrial	Alimentar las secadoras	Sobreesfuerzo del motor	Desalineación de ejes	El sobreesfuerzo evita que el motor rinda su 100% de capacidad, haciendo que no llegue el calor necesario a las secadoras, afectando el principal proceso de esta área.	Ninguno	8	3	6	144	
		Atoro en el sinfin de ceniza	Deformación de eslabones	El atoro del sinfin de ceniza, evita que sea posible continuar con el consumo de pajilla requerido para la generación de calor.	Inspección visual	5	4	3	60	
		Inadecuada ventilación	Falla de los ventiladores	La falla en los ventiladores hace que el nivel de calor sea excesivo e imposible de regular.	Ninguno	8	2	7	112	
		Atoro en la exclusiva de pajilla	Exceso de caída de pajilla	Si la caída de la ajilla es demasiada, como para generar un atoro, se evita que continúe ingresando la materia necesaria para generar la combustión.	Inspección visual	7	5	2	70	
Secadora Industrial	Secar granos húmedos a una humedad requerida o programada	Incapacidad de secar granos húmedos	Bloqueo de aire en ventiladores de motoreductor	El bloqueo de aire en ventiladores de motoreductor genera aumento de temperatura en motor, y con ello, un inadecuado proceso de secado, lo que también afecta a la calidad del producto final.	Ninguno	7	2	7	98	
			Acumulación de polvo en sensor	La acumulación de polvo en el sensor de la secadora genera lecturas inadecuadas de temperatura provocando que el proceso de secado no se realice adecuadamente, lo que resulta en un aumento del tiempo de secado y una disminución de la calidad del producto final.	Ninguno	8	3	8	192	
			Daño en chumaceras	El daño de chumaceras en la secadora perjudica las partes móviles de la máquina, lo que impacta negativamente en el proceso de secado del arroz y en la calidad del producto final. Además, podría aumentar la fricción y la generación de calor en el sistema, con ello, incrementar el riesgo de incendios en la secadora y en otros equipos cercanos, tiempo de inactividad y los costos de reparación.	Inspección visual	7	2	7	98	
Cadena transportadora	Transporte de arroz cáscara	Incapacidad de transportar arroz cáscara	Corrosión de los eslabones de la cadena	La corrosión de los eslabones de la cadena puede afectar negativamente la capacidad de la cadena para soportar cargas pesadas. La corrosión debilita los eslabones y puede provocar su fractura, lo que puede provocar la falla de la cadena. La corrosión también puede aumentar la fricción entre los eslabones y los rodillos, lo que puede reducir la eficiencia del transporte de la cadena.	Inspección visual	8	1	7	56	
			Desgaste de las chumaceras	Las chumaceras son componentes importantes que soportan los ejes de los rodillos en la cadena transportadora. Si las chumaceras están dañadas, los rodillos pueden moverse de manera irregular, lo que puede aumentar la fricción y reducir la eficiencia de la cadena. El daño en las chumaceras también puede provocar vibraciones en la cadena y en la estructura de soporte, lo que puede afectar la estabilidad de la carga y provocar la rotura de la cadena.	Inspección visual	8	2	7	112	
Pulidora de agua	Brinda brillo al grano	Incapacidad de Brindar brillo al grano	Fallo en el suministro de agua	El problemas en el suministro de agua, la pulidora no podrá funcionar correctamente, esto puede deberse a obstrucciones en las tuberías, válvulas defectuosas o problemas en la fuente de agua.	Ninguno	5	4	6	120	
			Obstrucciones en las piedras de pulido	Las piedras de pulido pueden obstruirse con residuos de arroz, lo que reduce la eficacia del proceso de pulido y puede dañar los granos de arroz.	Inspección visual	8	3	7	168	
			Desgaste de las piedras de pulido	Las piedras de pulido se desgastan debido a la fricción constante con los granos de arroz. Cuando las piedras están desgastadas, pueden perder su capacidad para pulir eficazmente los granos, lo que lleva a un pulido insatisfactorio.	Inspección superficial	6	4	6	144	
Pulidora Zatake/Vertical	Pule el arroz integral para brindar un arroz blanco	Incapacidad de pulir el arroz intrgal	Problemas en el sistema de refrigeración	La pulidora vertical utiliza agua para refrigerar las piedras de pulido y evitar el sobrecalentamiento. Los problemas en el sistema de refrigeración, como fugas o obstrucciones, pueden llevar al sobrecalentamiento de la máquina y dañar las piedras y otros componentes.	Ninguno	5	3	7	105	
			Desalineación de los componentes	La desalineación de los componentes internos debido al desgaste provocar vibraciones excesivas y ruido durante el funcionamiento, esto afecta la calidad del pulido y puede dañar la máquina a largo plazo.	Inspección visual	6	2	4	48	
			Desgaste de los rodamientos	Los rodamientos son componentes críticos que pueden desgastarse con el tiempo debido al uso continuo, esto pueden causar vibraciones y ruido, afectando la calidad del pulido.	Inspección superficial	7	4	6	168	

P I L A D O	Sinfin de cenizas	Transporte de ceniza del horno hacia la tolva	Incapacidad de transportar la ceniza	Desgaste de eslabones	Si los eslabones de la cadena fallan, el sinfin debe detenerse para realizar el reemplazo de los eslabones. Esto implica un aumento en el tiempo de inactividad, lo que puede tener un impacto negativo en la productividad de la planta.	Ninguno	5	3	3	45
				Deformación de eslabones	La deformación de los eslabones de la cadena del sinfin de ceniza impide el transporte adecuado de la ceniza, esto puede provocar una acumulación excesiva de ceniza obstruyendo los ductos y tuberías que forman parte del proceso de secado.	Ninguno	5	1	9	45
				Desgaste del sinfin	El desgaste del sinfin de ceniza puede obstruir el paso de la ceniza y reducir el flujo de aire, disminuyendo la eficiencia del proceso de secado y deteniendo el proceso por completo. Ignorar esta acumulación puede provocar problemas de seguridad, como el riesgo de incendios.	Inspección superficial	4	1	9	36
				Corrosión del eje	La corrosión puede provocar una deformación o desgaste prematuro del eje, lo que puede reducir su capacidad de soportar la carga de la ceniza y comprometer su integridad estructural.	Inspección superficial	5	2	3	30
				Daño de las chumaceras de pared	El fallo de las chumaceras puede provocar un aumento en la temperatura del sinfin, lo que puede causar daños en el mismo y en otros componentes cercanos, aumentando el tiempo de inactividad y los costos de reparación.	Inspección superficial	5	2	3	30
				Obstrucciones en las bandejas	Las impurezas o los granos rotos pueden obstruir las bandejas o tamices de la selectora, lo que impide que los granos de arroz pasen correctamente a través del proceso de selección.	Inspección visual	7	2	7	98
	Selectora	Dividir el arroz en grano, separando el entero del arroz partido, manchado, etc.	Incorrecta separación de granos	Desalineación de las bandejas	Las bandejas o tamices de la selectora deben estar correctamente alineados para permitir que los granos pasen a través de las aberturas correctamente. La desalineación puede causar que los granos se atasquen o se caigan por las aberturas incorrectas.	Inspección superficial	8	3	8	192
				Problemas en el sistema de vibración	Las selectoras utilizan vibraciones para separar los granos de arroz de las impurezas. Problemas en el sistema de vibración, como desequilibrios o daños en los mecanismos vibratorios, pueden afectar la eficiencia de la separación.	Ninguno	7	2	7	98
				Problemas en los sistemas de aspiración	Las selectoras suelen tener sistemas de aspiración para eliminar el polvo y las partículas durante el proceso de selección. Problemas en estos sistemas, como obstrucciones o pérdida de succión, pueden afectar la calidad del proceso de selección.	Inspección visual	5	8	4	160
				Fugas en las tuberías	Las conexiones y las tuberías del circuito pueden experimentar fugas, lo que puede resultar en la pérdida de presión y en un rendimiento deficiente del sistema.	Inspección superficial	4	1	9	36
	Circuito de pajilla	Separa el arroz de la pajilla	Incapacidad de separa el arroz de la pajilla	Sobrecarga del motor	Si el circuito de pajilla está sobrecargado con una cantidad excesiva de pajilla, el motor puede sobrecalentarse y dañarse, lo que lleva a un mal funcionamiento.	Inspección visual	6	3	3	54
				Problemas en el sistema de ventilación	El circuito de pajilla suele tener un sistema de ventilación para ayudar a eliminar la pajilla de los granos de arroz. Problemas en este sistema, como ventiladores defectuosos o filtros obstruidos, pueden afectar la eliminación adecuada de la pajilla.	Inspección visual	6	2	3	36
				Desgaste de los rodillos	Los rodillos de la descascaradora están sujetos a fricción constante con los granos y las cáscaras. Este desgaste puede llevar a un rendimiento deficiente y a una disminución en la calidad del descascarado.	Inspección visual	5	4	6	120
	Descascaradora	Separar la cáscara del grano	Alto porcentaje de paso de granos paddy	Desalineamiento	Problemas en el sistema que alimenta los granos a la descascaradora, como atascos o desalineaciones, pueden afectar la entrada adecuada de los granos en la máquina, lo que resulta en un descascarado ineficaz.	Inspección superficial	8	3	7	168
				Problemas en el sistema de vacío	Fugas de aire o problemas en el sistema de vacío pueden afectar la eficacia del proceso de descascarado.	Inspección visual	6	4	6	144
				Desgaste en las fajas	Las fajas están expuestas a movimientos constantes y fricción mientras operan. Con el tiempo, pueden experimentar desgaste y fatiga, especialmente en las áreas de mayor tensión.	Inspección superficial	5	3	7	105
	Clasificadora de grano	Separa el grano entero del arocillo.	Incapacidad de separa el grano entero del arocillo.	Falla en el filtro de aire	Una obstrucción en el filtro de aire reduce el flujo de aire hacia el motor. Esto puede provocar un funcionamiento irregular del motor, pérdida de potencia y aumento del consumo de combustible. A largo plazo, una obstrucción severa puede causar daños internos en el motor.	Inspección superficial	6	2	4	48
				Desgaste de mallas	Las aberturas irregulares o las roturas en las mallas pueden permitir que los granos no deseados pasen a través de las mallas incorrectas, lo que afecta la calidad del clasificado. Además, las mallas dañadas pueden provocar bloqueos y atascos en el sistema.	Inspección visual	7	4	6	168
				Desalineación	La desalineación o desnivelación pueden causar que los granos de arroz y las cáscaras no se separen adecuadamente, lo que lleva a una clasificación incorrecta y a una pérdida de eficiencia en el proceso de separación.	Inspección superficial	6	2	7	84
	Mesa Paddy	Separa el arroz integral del paddy	Incapacidad de incapacidad de separa el arroz integral	Obstrucción	Una obstrucción en la mesa Paddy puede interferir con el flujo normal de los granos y las cáscaras, resultando en una separación incompleta y en una mayor cantidad de granos no deseados en el producto final.	Inspección superficial	8	3	6	144
Desgaste de las Superficies de Separación				El desgaste de las superficies de separación puede llevar a una pérdida de eficacia en la separación, ya que los granos pueden no moverse de manera adecuada sobre la mesa, resultando en una clasificación ineficiente.	Inspección superficial	5	4	3	60	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Resumen de los nuevos indicadores OEE

Máquinas	Horas disponibles	TM	Tiempo de carga	TP	Tiempo operativo	PV	Tiempo operativo real	PPD	Tiempo operativo eficiente	Coefficiente de disponibilidad	Coefficiente de efectividad	Coefficiente de calidad	OEE
Añejadora	624	219	405	4	401	9	392	0	392	0,968	0,978	1,000	94,6%
Circuito de pajilla	624	219	405	30	375	18	357	0	357	0,881	0,952	1,000	83,9%
Compresor	624	219	405	0	405	10	395	12	383	0,975	0,975	0,970	92,2%
Descascaradora	624	219	405	1	404	17	387	0	387	0,956	0,958	1,000	91,5%
Elevadores	624	219	405	5	400	28	372	0	372	0,919	0,930	1,000	85,4%
Envasadora	624	219	405	2	403	14	389	0	389	0,960	0,965	1,000	92,7%
Mesa paddy	624	219	405	7	398	12	386	8	378	0,953	0,970	0,979	90,5%
Pre-limpia	624	219	405	11	394	23	371	0	371	0,916	0,942	1,000	86,3%
Pulidora cónica	624	219	405	3	402	16	386	24	362	0,953	0,960	0,938	85,8%
Pulidora H20	624	219	405	10	395	28	367	12	355	0,906	0,929	0,967	81,4%
Pulidora Zatake	624	219	405	4	401	12	389	12	377	0,960	0,970	0,969	90,3%
Secadora	624	219	405	34	371	21	350	30	320	0,864	0,943	0,914	74,5%
Selectora	624	219	405	2	403	8	395	36	359	0,975	0,980	0,909	86,9%
Silos impares	624	219	405	9	396	12,5	383,5	0	383,5	0,947	0,968	1,000	91,7%
Tablero de control	624	219	405	28	377	6	371	0	371	0,916	0,984	1,000	90,1%
Tablero eléctrico	624	219	405	7	398	15	383	0	383	0,946	0,962	1,000	91,0%
Ventilador de pajilla	624	219	405	1	404	9	395	0	395	0,975	0,978	1,000	95,4%
Ventilador de polvillo	624	219	405	2	403	13	390	0	390	0,963	0,968	1,000	93,2%
Total:	11232	3942		160		271,5		134					88,8%

TM Tiempos muertos *tiempos de paradas que se han planificado (reuniones, capacitaciones, fumigaciones)*
 TP tiempos de paro *todos los tiempos de para por fallas, ajustes, preparación de la máquina.*
 PV pérdidas por velocidad *paradas por reducciones de velocidad, inactividad, atascos y algunas paradas menores*
 PPD pérdidas por productos defectuosos *tiempos por productos defectuosos y unidades reprocesadas*

Anexo 18: Costos de MRP

COSTOS DE REPUESTOS E INSUMOS				
Maquinaria /Equipo	Materiales	Cantidad	Precio/ und	Precio Total
Elevador de cangilones	Devanado de motor de 4 HP	32	S/.450,00	S/.14.400,00
	Cangilones de marca NACIONAL	16	S/.200,00	S/.3.200,00
	Faja de transmisión B54 y B82	32	S/.152,00	S/.4.864,00
	Poleas de transmisión de 25 cm y 10 cm	16	S/.585,00	S/.9.360,00
Pre Limpia	Devanado de motor de 7,5 HP marca SKF	8	S/.470,00	S/.3.760,00
	Engranajes de motor de 7,5HP marca Chiaravalli	8	S/.250,00	S/.2.000,00
	Líquido protector Sika Permacor Serie-82 HS	4	S/.100,00	S/.400,00
	Chumacera marca SKF	8	S/.50,00	S/.400,00
Sinfín de basura	Hélices de 11 cm marca NACIONAL	2	S/.80,00	S/.160,00
	Piñones de 6 DIENTES DE PASO 100 marca NACIONAL	2	S/.50,00	S/.100,00
	Chumaceras 2" marca NTN	1	S/.98,00	S/.98,00
Faja transportadora	Lubricante Mobil SHC Cibus 32	24	S/.30,00	S/.720,00
	Banda de lona DUNLOP de 16" x 1/4	4	S/.80,00	S/.320,00
	Polines 18*3 o 30*3	4	S/.90,00	S/.360,00
	Líquido protector Sika Permacor Serie-82 HS	3	S/.100,00	S/.300,00
Silo húmedo	Grasa lubricante - Lubricantes Industriales Perú	3	S/.20,00	S/.60,00
	Líquido protector Sika Permacor Serie-82 HS	3	S/.100,00	S/.300,00
Horno industrial	Motoreductor de 0.5HP y 2HP	1	S/.1.200,00	S/.1.200,00
Secadora Industrial	Limpiador Restore Plus	8	S/.40,00	S/.320,00
	Alcohol isopropílico Daryza	12	S/.10,00	S/.120,00
	Grasa lubricante Synthetic Grease Ep 200R HT	12	S/.20,00	S/.240,00
	Solución desengrasante WD-40	12	S/.15,00	S/.180,00
Sinfín de cenizas	Grasa lubricante de alta temperatura Mobiltemp SHC 100	12	S/.25,00	S/.300,00
	Pintura anticorrosiva Rust-Oleum	2	S/.50,00	S/.100,00
	Lubricante CRC Chain & Wire Rope Lube	4	S/.30,00	S/.120,00
Cadena transportadora	Lubricante Mobilith SHC 220 de ExxonMobil	8	S/.35,00	S/.280,00
Pulidora de agua	Piedras pulidoras	2	S/.1.250,00	S/.2.500,00
Circuito de pajilla	Tubería de polipropileno	8	S/.764,00	S/.6.112,00
Descascaradora	Rodillos de cauchos	8	S/.350,00	S/.2.800,00
Clasificadora de grano	Faja de transmisión B54 y B82	20	S/.152,00	S/.3.040,00
	Filtro de aire Ford AIP-893	30	S/.95,00	S/.2.850,00
	Cribas de molino T41a	40	S/.590,00	S/.23.600,00
	Pintura anticorrosiva Rust-Oleum	2	S/.50,00	S/.100,00
Otros	Trapo industrial	120	S/.3,50	S/.420,00
	Paño de microfibras	60	S/.7,00	S/.420,00
	Cinta aislante	8	S/.17,50	S/.140,00
	Esponja industrial	50	S/.3,50	S/.175,00
				S/.85.819,00

COSTOS DE INSTRUMENTOS DE CALIBRACIÓN				
Multímetro	2	und	S/.1.632,06	S/.3.264,11
Vibrometro	2	und	S/.1.297,00	S/.2.594,00
Dinamómetro CSR-A	2	und	S/.525,00	S/.1.050,00
Pirómetro digital industrial GM550E	2	und	S/.980,00	S/.1.960,00
Anemómetro AN200	2	und	S/.199,00	S/.398,00
Manómetro	2	und	S/.1.294,98	S/.2.589,96
				S/.11.856,07

COSTO DE EPP'S				
Casco dieléctrico	2	und	S/.87,00	S/.174,00
Guantes eléctricos	2	und	S/.48,00	S/.96,00
Zapatos dieléctricos	2	pares	S/.120,00	S/.240,00
Arnes	2	und	S/.843,00	S/.1.686,00
Línea de vida	4	und	S/.430,00	S/.1.720,00
Orejeras	2	und	S/.140,00	S/.280,00
Respirador	2	und	S/.163,00	S/.326,00
Gorro protector	2	und	S/.23,00	S/.46,00
Máscara de soldadura	2	und	S/.220,00	S/.440,00
Delantal de cuero	2	und	S/.25,00	S/.50,00
				S/.5.058,00

COSTOS DE HERRAMIENTAS				
Herramientas	Cantidad	Unidad de compra	Precio/und de compra	Precio Total
Kit de herramientas	3	set	S/175,00	S/525,00
Brocha	3	und	S/10,50	S/31,50
Equipo de Protección Personal (EPP)	5	set	S/105,00	S/525,00
Cepillo de limpieza industrial	50	und	S/17,50	S/875,00
Espátula	10	und	S/14,00	S/140,00
Herramientas de extracción	3	set	S/87,50	S/262,50
Nivel de burbuja	1	und	S/35,00	S/35,00
Gato hidráulico	1	und	S/350,00	S/350,00
Pistola de lubricación	2	und	S/70,00	S/140,00
Tacómetro digital Shimpo DT-207LR	1	und	S/700,00	S/700,00
Manguera de agua	1	und	S/52,50	S/52,50
Aspiradoras	1	set	S/350,00	S/350,00
Linterna de mano	4	und	S/35,00	S/140,00
Bomba de engrase o engrasadora	2	und	S/87,50	S/175,00
Aplicador de recubrimiento	2	und	S/52,50	S/105,00
				S/4.406,50
Imprevistos	S/10.713,96			
Total Costo de repuestos, insumos y herramientas Anual	S/117.853,53			

Anexo 19: Costos de mano de obra

COSTO DE MANO DE OBRA				
Actividades que requieren		Tiempo mínimo (h)	Tiempo máximo (h)	Tiempo debido
33	Técnicos mecánicos	78,14	92,97	86
5	Técnicos eléctricos	10	22	16
16	Operarios de turno	21,33	31,67	27
				129
C. Hora Normal	S/4,93			
C. Hora Extra (máx)	S/6,65			
Responsable de la actividad	Costo de hora extra mensual	Costo de hora extra anual		
Operario de turno	S/179,62	S/2.155,46		
	Jornada semanal	Horas totales mensuales	Costo Mensual	Funciones adicionales
Jefe de mantenimiento	1 turno x 8h x 26 días	192	S/25.000,00	S/0,00
Técnico mecánico	1 turno x 8h x 26 días	208	S/2.200,00	S/0,00
Técnico electricista	1 turno x 8h x 26 días	208	S/2.200,00	S/660,00
Total Costo de mano de obra Anual	S/62.875,46			

Anexo 20: Costos de capacitación e implementación de casilleros.

Costos de Capacitación	S/2.100,00
Implementación de casilleros	S/480,00

Anexo 21: Flujo de caja-escenario optimista

Estado de resultados		Ingresos del 35%%	
Año	0	1	
Ingresos		S/.389.949,10	
MO		S/.62.875,46	
capacitación		S/.2.100,00	
Repuestos		S/.85.819,00	
Depreciación		S/.4.290,95	
GAV		S/.7.434,72	
utilidad antes de impuestos		S/.227.428,97	
Impuestos (29.5%)		S/.67.091,55	
utilidad después de impuestos		S/.160.337,42	

Flujo de caja		0	1
utilidad después de impuestos			S/.160.337,42
Inversión		S/.21.800,57	S/.0,00

Año	0	1	
FNE	-S/.21.800,57	S/.164.628,37	

VAN	S/.125.189,05		
TIR	655%		COK: 12,00%
PRI	0,148 años		

Año	0	1	
Ingresos		S/.389.949,10	
Egresos	S/.21.800,57	S/.152.910,55	

VAN Ingresos	S/.348.168,84		
VAN Egresos	S/.158.327,85		
B/C	2,20		

Anexo 22: Flujo de caja-escenario pesimista

Estado de resultados		Ingresos del 15%%		
Año	0	1	2	
Ingresos		S/.167.121,04	S/.192.189,20	
MO		S/.62.875,46	S/.62.875,46	
capacitación		S/.2.100,00	S/.2.100,00	
Repuestos		S/.85.819,00	S/.85.819,00	
Depreciación		S/.4.290,95	S/.4.290,95	
GAV		S/.7.434,72	S/.7.434,72	
utilidad antes de impuestos		S/.4.600,91	S/.29.669,07	
Impuestos (29.5%)		S/.1.357,27	S/.8.752,38	
utilidad después de impuestos		S/.3.243,64	S/.20.916,69	

Flujo de caja		0	1	2
utilidad después de impuestos			S/.3.243,64	S/.20.916,69
Inversión		S/.21.800,57	S/.0,00	S/.0,00

Año	0	1	2	
FNE	-S/.21.800,57	S/.7.534,59	S/.25.207,64	

VAN	S/.5.022,12			
TIR	26%			COK: 12,00%
PRI	1,626 años			

Año	0	1	2	
Ingresos		S/.167.121,04	S/.192.189,20	
Egresos	S/.21.800,57	S/.87.176,27	S/.94.571,38	

VAN Ingresos	S/.302.427,27			
VAN Egresos	S/.175.028,25			
B/C	1,73			

Anexo 23: Operacionalización de la variable.

VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL		RECOJO DE INFORMACIÓN		
		Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento	
Sistema de gestión de mantenimiento basado en indicadores OEE	Independiente	Ciclo de DEMING	Planificar	Porcentaje de máquinas que han sufrido paradas no programadas debido a fallos mecánicos y eléctricos	-Observación directa -Análisis documental.	-Hoja de datos -Listas de verificación estandarizadas -Registros e informa específicos de los mantenimientos correctivos. -Registro de paradas de planta.
			Hacer	Cantidad de actividades en la hoja de trabajo; AMEF; cronograma de mantenimiento; y MRP		
			Verificar	Indicadores OEE; índice de mantenimiento	Encuestas y análisis documental	-Hoja de datos -Documentos escritos, registros, informes, archivos u otras fuentes de datos escritos o electrónicos con información de registros financieros.
			Actuar	Análisis BSC		
Costos operativos	Dependiente	Paradas no programadas	Costo total de mantenimiento mecánico Costo total de mantenimiento eléctrico Costo de personal de mantenimiento Pérdidas por paradas Costo de producción perdida	Análisis documental.		

Referencias

- [1] B. Andrés Alarcón Quiñonez Denis Melissa Romero Montenegro, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL "Design of a preventive maintenance plan for a production and marketing company of fish meal and oil located in the city of Santa Autores,” 2020.
- [2] W. Alfonso and R. Pacheco, “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FLOTA DE MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS ADMINISTRATIVOS DEL MUNICIPIO DE MOTAVITA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA TUNJA 2019,” 2019.
- [3] I. Gondres Torné, S. Lajes Choy, and A. Del Castillo Serpa, “Gestión del mantenimiento a interruptores de potencia. Estado del arte Management maintenance in high voltage circuit breakers. State of the art,” 2018.
- [4] Manuel L. Ruiz González, “El mantenimiento industrial. Una experiencia Latinoamericana.,” 2019.
- [5] D. R. Timoteo Lluen, “Propuesta de un plan mantenimiento preventivo en la empresa Molinera para reducir pérdidas,” Chiclayo, 2022. [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0001-5672-6829>
- [6] E. Chavez and H. Oliva, “Implementación del mantenimiento preventivo y su efecto en la productividad del Molino Galán, Ciudad de Dios, 2021.,” 2021.
- [7] R. C. Ñique Davila, “Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento basado en los indicadores de overall equipment effectiveness para mejorar la productividad de la empresa Atlantica SRL,” 2021.
- [8] M. Ramos León and 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.,” 2018.

- [9] M. A. García Fernández and M. A. García Fernández, “Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera San Luis SAC, 2018,” *Universidad de San Martín de Porres - USMP*, 2018, Accessed: Nov. 01, 2022. [Online]. Available: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3953>
- [10] I. Zamora Rodriguez, “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN MOLINO DE BOLAS DE LA EMPRESA COMPAÑÍA MINERA CERRO NEGRO S.A.,” 2018.
- [11] J. Requejo Rodriguez, “MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LA LÍNEA DE CONSERVA DE LA EMPRESA PROCESADORA PERÚ SAC PARA MINIMIZAR LOS INGRESOS NO PERCIBIDOS PRESENTADA POR,” 2021.
- [12] R. H. Jiménez, L. Gamarra Guarnizo, and E. Mendoza Camacho, “ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS PARA PLANTA FILTROS NUEVA SHOUGANG HIERRO PERÚ TOMANDO COMO REFERENCIA LAS NORMAS SAE JA1011 Y JA1012,” 2020.
- [13] A. Chura Marca, “Diseño de un plan de mantenimiento para el molino Comesa 8’x10’ usando la metodología RCM,” 2019.
- [14] L. Socconini and C. Reato, “Lean Six Sigma. Sistema de gestión para liderar empresas,” 2019. https://books.google.es/books?hl=es&lr&id=ODyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=sistema+de+gestion&ots=zNwzZVjOms&sig=5w_1F1FH48JswcTEU67ISRfZ1ZU#v=onepage&q&f=false (accessed Oct. 26, 2022).
- [15] S. Jesús, C. Castro, E. Maeso González, and S. P. Canto, “METODOLOGÍA DE IMPLANTACIÓN O DE MEJORA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO”.
- [16] F. A. Pérez Rodón, “Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial,” *Edición USTA*, 2021.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y> (accessed Oct. 26, 2022).

- [17] C. Técnicas Aplicadas, F. I. René Moreano-Castillo, and E. I. Pérez-Vega, “Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático Preventive maintenance plan for improving the failure rate of a pneumatic transportation system Plano de manutenção preventiva para melhorar a taxa de falha de um sistema de transporte pneumático,” vol. 6, pp. 307–323, 2020, doi: 10.23857/dc.v6i4.1469.
- [18] J. M. Rodriguez Sierra, “Nuevo sistema de Gestion de Eficiencia Global (OEE) en tiempo real para industria,” 2019.
- [19] O. Iparraguirre Celis and N. Y. Lucar Romero, ““PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS DE UN MOLINO DE ALIMENTO BALANCEADO, TRUJILLO 2020,”” 2022.
- [20] F. Barrueto Vigo, “Mejoramiento de la gestión administrativa de producción para reducir costos operativos en la empresa Amir EIRL El Porvenir - 2019,” 2021.
- [21] J. K. ANGELES RUIZ, “Los Gastos Operativos y su Incidencia en la Rentabilidad de la Empresa Inversiones y Tecnología y Suministros S.A. Año 2017,” 2018.
- [22] P. M. HINOJOSA GALLARDO, D. Trabajo, and D. E. Titulación, “AUDITORÍA DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LOS TALLERES DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA, ÁREA AUTOMOTRIZ, PERIODO 2017,” 2019.
- [23] S. Roberto and C. Parra, “Proceso de Codificación de Equipos y Aplicación del Sistema SAP en la Gestión del Mantenimiento en Ampliación de la Planta Arauco Remanufactura Tres Pinos.,” 2006.
- [24] B. Delgado *et al.*, “EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS THE ISHIKAWA DIAGRAM AS A QUALITY TOOL IN EDUCATION. A REVIEW OF THE LAST 7 YEARS: LITERATURE REVIEW,” 2021.

- [25] A. M. Gómez, G. Barbieri, L. M. Mateus, Y. J. Vanegas, and G. A. Casas, “Definición de método de priorización de solicitudes de trabajos de mantenimiento para contextos universitarios,” 2022, doi: 10.5281/zenodo.7381846.
- [26] O. Campos López, G. Tolentino Eslava, M. Toledo Velázquez, and R. Tolentino Eslava, “Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos,” 2019. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61458265006>
- [27] S. I. Armando Torres-Goyes, “AMEF method: strategies for its use in the maintenance of water purification plants Método FMEA: estratégias para seu uso na manutenção de estações de purificação de água,” vol. 6, no. 6, pp. 1018–1039, 2021, doi: 10.23857/pc.v6i6.2801.
- [28] A. Medina León and D. Nogueira Rivera, “Sistema de Planificación de los Requerimientos Materiales (MRP),” 2017. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328723322>
- [29] M. Yunior Aldair Guerrero Rodrigo and M. Rodolfo Arroyo Ulloa PRESIDENTE Joselito Sánchez Pérez Alejandro Segundo Vera Lazaro, “UTILIDADES DE LA EMPRESA TABLENORTE SAC PRESENTADA POR.”