

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



**Propuesta de mejora del proceso productivo de arroz en la empresa  
Molinera ADEMMY S. A. C. para incrementar la productividad**

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

**AUTOR**

**Fabiana Isabel Vega Guevara**

**ASESOR**

**Danny Adolfo Bustamante Sigueñas**

<https://orcid.org/0000-0001-9166-8169>

**Chiclayo, 2025**

**Propuesta de mejora del proceso productivo de arroz en la empresa  
Molinera ADEMMY S. A. C. para incrementar la productividad**

PRESENTADA POR

**Fabiana Isabel Vega Guevara**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Lucerito Katherine Ortiz García

PRESIDENTE

William Enrique Escribano Siesquen

SECRETARIO

Danny Adolfo Bustamante Sigueñas

VOCAL

## **Dedicatoria**

El trabajo de investigación desarrollado está dedicado a Dios, quien ha sido mi orientación y fuente de salud, sabiduría y fuerza, permitiéndome alcanzar una de mis metas. A mis padres:

Edi Jenner y Miriam Keli, por darme la oportunidad de estudiar la carrera de Ingeniería Industrial, por el esfuerzo realizado, por su profundo cariño, por darme siempre ese apoyo incondicional para seguir adelante en mi desarrollo profesional. A mis hermanas por ser mi motivación de seguir adelante y aquellas personas que creyeron en mí, me brindaron su apoyo y depositaron su confianza.

## **Agradecimientos**

A la empresa “Molinera Ademmy S.A.C.”, por brindarme la posibilidad de utilizar sus datos y contar con los recursos esenciales para llevar a cabo la investigación.

A mi asesor de tesis, el Ingeniero Danny Adolfo Bustamante Sigueñas, por su constante apoyo y a mis profesores les agradezco por todas las lecciones y saberes fundamentales para la elaboración de mi trabajo de tesis.

# Propuesta de mejora del proceso productivo de arroz en la empresa Molinera ADEMMY S. A. C. para incrementar la productividad

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	11%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="https://nucleo.pucp.edu.pe">nucleo.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%

## Índice

Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción.....	8
Revisión de Literatura .....	9
Materiales y métodos.....	14
Resultados y discusión .....	15
Conclusiones .....	31
Recomendaciones .....	31
Referencias .....	32
Anexos.....	35

### **Resumen**

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptiva, con un enfoque cuantitativo no experimental, se realizó en el proceso de pilado de la molinera Ademmy S.A.C., mediante un diagnóstico se pudo encontrar las deficiencias dentro del proceso productivo. Se tiene una eficiencia del 53,52%, causando una baja productividad de materia prima; asimismo, se tienen pérdidas de s/. 316 922,72 debido a las paradas por mantenimiento correctivo. El objetivo es mejorar el proceso de pilado de arroz para incrementar la productividad. La metodología se enfocó en desarrollar un análisis de datos mediante diferentes métodos, realizando un DAP, balance de materia prima, cálculo de indicadores relacionados a la producción, productividad y mantenimiento, por otro lado, se realizó un control de humedad del arroz cáscara que se planteó mediante cartas de control, visualizándose que la capacidad del proceso es muy descentrada. Se desarrolló propuestas como la evaluación de la mejor máquina de secado para su posterior implementación, un plan de mantenimiento preventivo, así como el formato para llevar a cabo los registros de cualquier falla, luego se realizó el cálculo de los nuevos indicadores y posteriormente se efectuó un análisis económico financiero. Se logró como resultado aumentar la productividad de materia prima en un 0,003 sacos de arroz pilado/kg de arroz cáscara y se incrementó la eficiencia a un 69%, reduciendo la capacidad ociosa de 611 a 405 sacos. En relación al beneficio costo, se tuvo que después de aplicar las mejoras planteadas la empresa tendrá 2,13 soles por cada sol invertido.

**Palabras clave:** pilado de arroz, secado industrial, mantenimiento preventivo, productividad.

### **Abstract**

The present research work is descriptive, with a non-experimental quantitative approach, it was carried out in the milling process of the Ademmy S.A.C. mill, through a diagnosis it was possible to find the deficiencies within the production process. There is an efficiency of 53,52%, causing low raw material productivity; Likewise, there are losses of s/. 316 922,72 due to stops for corrective maintenance. The objective is to improve the rice piling process to increase productivity. The methodology focused on developing a data analysis using different methods, carrying out a DAP, raw material balance, calculation of indicators related to production, productivity and maintenance, on the other hand, a humidity control of the paddy rice was carried out. posed through control charts, showing that the capacity of the process is very unfocused. Proposals were developed such as the evaluation of the best drying machine for subsequent implementation, a preventive maintenance plan, as well as the format to carry out records of any failure, then the calculation of the new indicators was carried out and subsequently a financial economic analysis. As a result, raw material productivity was increased by 0,003 bags of piled rice/kg of paddy rice and efficiency was increased to 69%, reducing idle capacity from 611 to 405 bags. In relation to the cost benefit, it was found that after applying the proposed improvements the company will have 2,13 soles for each sole invested.

**Keywords:** rice piling, industrial drying, preventive maintenance, productivity.

## Introducción

El arroz es un alimento tradicional particularmente importante en gran parte de los habitantes de China y muchos otros países de Asia, donde residen casi la mitad de la población mundial, asimismo, se considera un producto de primera necesidad [1]. La producción mundial del cereal para la campaña 2022 – 2023 fue de 508,4 millones de toneladas, con un incremento de 1,1% respecto a la campaña anterior. Con respecto al consumo internacional en dicha campaña hubo una gran alza, debido al incremento del consumo en países como India y China, siendo 509,9 millones de toneladas [2]. En los últimos años, se ha venido acelerando las tecnologías y equipos con respecto a la etapa de secado, de acuerdo con los niveles de producción, en el caso de Estados Unidos y Europa, diseñan sus máquinas de acuerdo con las condiciones climatológicas, por otro lado, en los países asiáticos, se ha ido implementando máquinas que ayuden a tener una mejor calidad y rendimiento del grano de arroz, de esa manera, satisfacen la gran demanda de mercado que poseen [3]. Los 5 países con un mayor rendimiento de productividad de arroz son Estados Unidos, Uruguay, Perú, China y Argentina [4].

En el Perú, la producción de arroz en el primer cuatrimestre creció más de 11%, teniendo aproximadamente 1 134 420 toneladas de arroz en relación con el mismo periodo del año pasado, eso como consecuencia del aumento en 8,7% del área cosechada [5]. Sin embargo, el rendimiento en la producción de arroz disminuyó en 22% en el departamento de Lambayeque, afectando el precio del producto, debido a las condiciones climáticas que afrontamos [6]. En las últimas décadas, dentro de la industria arrocera peruana, una de sus mayores etapas productivas, es el pilado, la cual se ha visto afectada por la falta de financiamiento para la renovación y/o adquisición de modernos equipos tecnológicos, entre estos de secado, procesamiento, selección y almacenamiento, asimismo, ha sufrido por la falta de poder adquisitivo, situación que ha impedido la modernización en este campo [7].

La molinera ADEMMY S.A.C es una empresa dedicada a brindar el servicio de pilado y comercialización de arroz y subproductos, está ubicada en el departamento de Lambayeque. El problema principal de la empresa molinera es la baja productividad, siendo su productividad de materia prima un promedio de 56% desde el mes de agosto del 2021 hasta julio del 2022, el cual se encuentra por debajo de la productividad a nivel nacional (69% a 75%) [7], esto debido a problemas y fallas dentro del proceso productivo, como el mal manejo y uso del secado artesanal del arroz en cáscara. Asimismo, no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, lo que generó paradas en el proceso de 381 horas en los meses de marzo – octubre del 2022, no cuentan con un jefe de producción, no hay un control de humedad para todos los lotes que ingresan a la recepción del proceso de pilado, escasez de personal, estos factores conllevan a

tener un rendimiento bajo del arroz en cáscara, teniendo menos producto final de lo que se espera, la cual genera pérdidas económicas, afectando negativamente al molino. Frente a la situación descrita, se formula la siguiente pregunta: ¿Cómo la propuesta de mejora del proceso productivo incrementará la productividad en la empresa molinera ADEMMY S.A.C?

Por ello, se plantea como objetivo general incrementar la productividad en la empresa molinera ADEMMY S. A. C. mediante la propuesta de mejora del proceso productivo, y como objetivos específicos diagnosticar el proceso productivo de la empresa molinera ADEMMY S. A. C., diseñar la propuesta de mejora del proceso productivo para la empresa, y finalmente realizar la evaluación económica – financiera de la propuesta planteada.

Esta investigación busca contribuir en el proceso productivo de la empresa, incrementando los indicadores de productividad y mantenimiento, llevando al aumento de ingresos, mediante la adquisición de una máquina secadora de grano de arroz para reemplazar el secado artesanal, y el diseño de un plan de mantenimiento preventivo, consiguiendo tener máquinas más seguras y con ello mejorar las condiciones de trabajo.

### **Revisión de Literatura**

[8] define por **proceso productivo** a una serie de recursos funcionales para transformar insumos en algún producto deseado, incorporando que ese producto sea un producto con resultados satisfactorios. Asimismo, [9] afirma que la tecnología que se emplea en un proceso productivo es un arma competitiva, debido a que contribuye a disminuir los costos operacionales y aumentar la productividad. Además, comenta que las empresas que están a la vanguardia de la tecnología, por complejas que sean, pueden recopilar información relevante a bajo costo para satisfacer las necesidades de los consumidores masivos en el desarrollo de nuevos productos, ganando así el mercado y posicionándose en él, representando una ventaja competitiva.

Por otro lado, [10] refiere a la **productividad** como el proceso evolutivo, implicando la mejora de este y como el indicador que conecta lo que un sistema genera (resultados o producto) con los recursos empleados para producirlo (entradas o insumos).

Según [11] dice que la importancia de la productividad en una empresa es fundamental, esto significa poder utilizar todos los elementos a su disposición para lograr resultados sobresalientes. Los errores comunes en la búsqueda de la productividad incluyen la carencia de capacitación, largas horas laborales, la realización de múltiples tareas, el ambiente laboral y la ausencia de oportunidades de ascenso dentro de la empresa. Dentro de las cantidades de recursos empleados, se tiene materia prima, mano de obra, maquinaria, capital, son indicadores

que se aplican en distintos ámbitos con la finalidad de evaluar el rendimiento o la evolución de los procesos.

De igual manera, otro indicador para evaluar la productividad es la **eficiencia**, la RAE [12], indica que es la capacidad de disponer de alguien o de algo para alcanzar un efecto determinado, por otro lado, hace referencia al logro de resultados deseados con la mínima cantidad de recursos posibles. Y, [13] describe a la eficiencia como la relación entre el nivel de producción observada y el nivel ideal de esta.

Referente al **secado** [14] alude que el secado es relativo, dicha operación se encarga de la reducción del agua libre. Muchas veces, la etapa de secado es la operación final que se realiza en un proceso, dejando al producto dispuesto para ingresar a otra operación. Existen varias soluciones de secado para un proceso industrial, desde las tradicionales hasta las más innovadoras, dependerá de las necesidades que se requiera, así como también, se debe tomar en cuenta el tiempo de procesamiento, la calidad del producto final o la eficiencia del proceso, los cuales pueden variar significativamente. Los más comunes son el secado al sol, por aire caliente, por contacto, por infrarrojos, por congelación, en lecho fluido y un secado dieléctrico [15].

En relación al **mantenimiento**, [16] menciona que es el conjunto de actividades que trabajan de la mano con herramientas físicas con el fin de mantener el buen funcionamiento, eficaz de una empresa o producto. Existen 3 tipos de mantenimiento, uno de ellos es el **mantenimiento correctivo** según [17], engloba las labores técnicas dirigidas a solucionar fallos en el rendimiento de la máquina. Estas acciones pueden surgir de manera imprevista, no siendo parte de un programa de mantenimiento regular, y es posible que transcurra un largo periodo sin que alguien requiera abrir un ticket de soporte. Luego, está el **mantenimiento preventivo**, [18] que consiste en una estructuración sistemática de las prácticas tradicionales. Es un componente crucial en la administración de cualquier tipo de infraestructura, ya que, favorece la prolongación de la vida útil de los equipos, además, ayuda a reducir el tiempo de inactividad no deseado y disminuir los costes de mantenimiento a largo plazo. Asimismo, señala que un programa de mantenimiento preventivo debe ser flexible en relación con el momento que se realicen las revisiones. Por último, el **mantenimiento productivo total** más que simplemente un enfoque de mantenimiento se presenta como una estrategia integral. Consiste en un conjunto de medidas destinadas a mitigar las pérdidas de producción originadas por el estado de los equipos. Este programa de mantenimiento, aplicado en empresas, se basa en un concepto reciente definido para el cuidado de equipos y dispositivos. Su meta es aumentar significativamente la producción, al mismo tiempo que fomenta el incremento de la motivación

y la satisfacción laboral entre los empleados. En definitiva, TPM se focaliza en el mantenimiento como parte necesaria e imprescindible del proceso productivo [19].

Para el abordaje de los objetivos de la investigación se consultó publicaciones y artículos, tal es el caso de J. Muñoz Zulueta (2019), cuya investigación tuvo como objetivo realizar una propuesta de mejora en el proceso para incrementar la productividad en el molino Chiclayo S.A.C. para lo cual, se implementó una metodología basada en el análisis del diagnóstico, propuesta de mejora y la obtención de un beneficio costo. Con respecto a la propuesta, para la primera problemática se implementó una nueva tecnología, es decir, una máquina de secado, con el fin de reducir el cuello de botella, además, se elaboró el plan de mantenimiento preventivo reduciéndose y previniendo las fallas en el transcurso del proceso, obteniendo como resultados que la eficiencia incremento del 12,78%, y con ello, el aumento de la productividad de materia prima en 0,03 sacos de arroz pilado por kilo de arroz en cáscara y la disminución de la capacidad ociosa en 178 sacos al día [20]. Por su parte, M.A. Micha Tello (2021), se basó en diseñar la mejora del proceso de pilado de arroz con el fin de medir el impacto en la productividad en el molino agroindustrial San Francisco S. A. C., el cual tiene como actividad económica brindar el servicio de pilado, para el logro de su objetivo, realizó un programa de mantenimiento preventivo, debido a que no cuentan con ello, además buscan reducir las paradas imprevistas y el deterioro de los equipos, además se elaboró un programa de capacitación, también propuso una mejora tecnológica, teniendo como resultado, un incremento del 5,1% en la producción de línea y del 7% en el rendimiento global del proceso, en relación a las actividades, hubo un aumento del 3,2% en lo productivo, la eficiencia económica incremento en 0,44 soles y la eficiencia física en 16,71%. Por último, la productividad con respecto a la mano de obra aumento en 20 sacos por trabajador por día y en relación a la hora hombre, incremento en 0,52 sacos por h – h [21].

En relación con el primer objetivo, se tomó como base la investigación de L. Requejo Becerra (2019), indicando que el principal problema del molino fue la baja productividad debido a las paradas no programadas, cambios de lote y atoros dentro del proceso de pilado que afectaron al incumplimiento de la demanda de arroz pilado en el mercado, por eso, se planteó como objetivo la propuesta de mejora continua en el proceso productivo para el incremento de la productividad. Por lo tanto, la metodología está apoyada en el diagnóstico situacional, usando fichas de observación, encuesta, hoja de registro, diagrama de operaciones del proceso de pilado, diagrama de actividades, diagrama de Ishikawa y Pareto. En relación a la propuesta, se aplicó la metodología 5S, debido a que es usado como principio para la metodología PVHA, teniendo como resultado un incremento del 9% de la productividad y un beneficio costo de 8,58

soles por unidad producida [22]. Asimismo, para el desarrollo del segundo objetivo se justificó con las investigaciones de J.A. Cotrina Vílchez, C.A. Alvarado Silva, J.C. Vives Garnique (2021), en el cual propusieron implementar una máquina secadora portátil usando como combustible la cascarilla de arroz con el fin de realizar un secado óptimo resolviendo algunas limitaciones que ofrece el secado artesanal, para ello hicieron un modelado con variables en el diseño, tomando en cuenta los requerimientos, además aplicaron herramientas de recolección de datos. Teniendo en cuenta ello, realizaron tres conceptos y mediante una matriz, se escogió la mejor opción, posteriormente se desarrollaron los bosquejos del diseño y los cálculos en el programa SolidWorks para comprobar que este cumpla correctamente su función, contribuyendo a tener una mayor productividad y calidad del grano de hasta 67% a 69% [23]. Por otro lado, C. Najar y J. Alvarez, en su artículo de investigación, nos indican que la empresa enfrenta desafíos en su proceso de producción, que actualmente requiere un tiempo considerable para obtener el producto final y satisfacer la demanda del mercado, teniendo como objetivo mejorar la eficiencia y flexibilidad de la línea de producción, además de actualizar la tecnología en el molino. El enfoque de la metodología incluyó una evaluación exhaustiva de la situación actual de la empresa, seguida del diseño de mejoras que tuvieron en cuenta aspectos productivos, económicos y ambientales identificados en el diagnóstico, con ello, se implementó una tecnología de secado de granos más avanzada y se introdujo una nueva fuente de energía basada en la cascarilla de arroz. Teniendo como resultado, un valor actual neto de S/. 107 499, con un periodo de recuperación de 4,2 años, una tasa interna de retorno del 27,4% y por último, un beneficio costo de 1,15 soles [7].

Asimismo, C.J. Monsalve Ramos (2020), propuso un plan de mantenimiento con la finalidad de incrementar su productividad en el molino El Chamesino S.A.C., para ello se hizo uso de herramientas como: AMEF, el análisis de árbol de fallas y el análisis de criticidad con el objetivo de identificar las máquinas principales propensas a fallas. Además, se estableció un conjunto de directrices para el plan de mantenimiento preventivo, que incluyó una nueva jerarquización organizacional, un plan de capacitación, un cronograma de actividades de mantenimiento y un procedimiento actualizado. Todo ello se diseñó con el fin de reducir la ocurrencia de fallos y alcanzar una productividad objetivo de 68 sacos por hora. Como resultado de estas acciones, se observó un aumento del 56% de la productividad y un análisis costo – beneficio con un valor de s/ 8,57 [24]. De igual manera, L.J. Zamora Burga (2018), elaboró un plan de mejora en la gestión de mantenimiento, con el objetivo de aumentar la productividad en el molino San Fernando, para ello, aplicó una encuesta dirigida a los trabajadores y al gerente de la empresa con respecto a cómo se lleva a cabo y si están de acuerdo con el manejo del

mantenimiento de las maquinarias del proceso, igualmente, diagnosticó la situación del molino y mediante un diagrama de Pareto analizó los factores, llevando a la elaboración del plan de mantenimiento preventivo, de un programa de mapa de valor actual VSM, programación de servicios, haciendo uso de las herramientas Kamban y 5S y programas de capacitación, teniendo un resultado de producción de 960 a 1800 sacos diarios de arroz y un incremento de productividad del 25% con dicha propuesta [25]. Además C.R. Vishnu y V. Regikumar (2016), en el artículo “Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study”, propone un enfoque general para implementar el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en las plantas de proceso, específicamente el estudio fue realizado en una fábrica de dióxido de titanio, para ello se usó la metodología de aplicación de RCM, con respecto al caso, se realizó mediante seis pasos (selección del sistema y recopilación de datos, diagrama de bloques funcional, análisis de datos y simulación, análisis de criticidad, análisis del árbol lógico de decisiones (AHP) y selección de tareas) obteniéndose que los equipos de criticidad de clase A requieren un mantenimiento preventivo y para los de clase B, C y D solamente mantenimiento por avería, asimismo, indica que el coste adicional por la implementación del mantenimiento preventivo será recompensado con el ahorro de costes del mantenimiento programado para el resto de las máquinas [26]. Por último, E. Chávez Quispe, H.J. Oliva Muñoz (2021), en la tesis, el objetivo principal fue determinar el efecto de la implementación del mantenimiento preventivo en la productividad del Molino Galán, para lo cual, evaluaron la situación actual de la empresa, calculando los indicadores de productividad, por otro lado, diseñaron el plan de mantenimiento adecuado para cumplir con la finalidad, logrando incrementar la productividad en 39,51%, asimismo, el aumento de la eficiencia del 18,11% [27]. Con respecto al tercer objetivo, se orientó en la publicación de O.J. Mendoza Cerna, P.A. Valdivieso Urteaga (2016), los cuales propusieron una mejora del proceso productivo en un molino para incrementar la rentabilidad, realizando cálculos de pérdidas por falta de mantenimiento preventivo y capacitaciones, de las inversiones de las propuestas de mejora, de ahorro al llevar a cabo las implementaciones de las propuestas, con ello, calcularon la pérdida e inversión y ahorro total, por otro lado, determinaron el valor actual neto (VAN) tanto en la situación actual como después de la mejora. Posteriormente, desarrollaron el estado de resultados y el flujo de efectivo para un período de 5 años, teniendo en cuenta un costo de oportunidad del 18%, los resultados obtenidos incluyen un VAN de 64 778,42, una tasa interna de retorno (TIR) de 27,36%, y un período de recuperación de la inversión de 4 años, estos indicadores respaldan la viabilidad de las alternativas de mejora propuestas [28]. De igual manera, R.R. Suarez Castro, H.D. Torres Dongo (2021), tuvieron como objetivo aumentar la

rentabilidad a partir de la propuesta de valor para optimizar los procesos actuales, realizando un diagnóstico situacional de la empresa con el fin de detectar el sistema a mejorar, por otro lado, hicieron uso de diferentes soluciones de ingeniería, tales como, salud y seguridad, implementación del Big – Bags, instalación de secadora industrial, cambio de cangilones y cribas, mantenimiento y programa de las 5S, teniendo como resultados un VAN de s/ 651 873, un TIR del 69%, un periodo de recuperación de 2 años y medio aproximadamente, haciendo el proyecto rentable [29].

### **Materiales y métodos**

La presente investigación tuvo un alcance descriptivo [30] y un diseño cuantitativo – no experimental [31]. La metodología utilizada se basó en una revisión de literatura como artículos científicos, tesis de pregrado y libros. Para realizar el diagnóstico de la empresa molinera Ademmy S.A.C., se recopiló datos de referentes al proceso de secado y pilado del molino, principalmente del ingeniero encargado y maquinista, dándome a conocer el proceso productivo de la empresa, con ello se elaboró un diagrama de actividades por proceso [32] para identificar el cuello de botella, y un diagrama de balance de materia [33] para saber la eficiencia del proceso productivo, por otro lado, se calculó los indicadores de producción, productividad, eficiencia física, capacidad, utilización e indicadores de mantenimiento, por otro lado, se realizó un muestreo del porcentaje de humedad con que ingresa el grano de arroz, plasmándose en una tabla la relación entre la humedad y la eficiencia del arroz, asimismo, con ese muestreo se elaboró cartas de control para calcular los índices de capacidad [35], por último, se realizó un análisis para identificar la causa – raíz plasmándose en un diagrama de Ishikawa [34].

En relación con la propuesta, se llevó a cabo una investigación en el mercado evaluando diferentes factores, los cuales determinaron la selección de la máquina secadora de grano de arroz con el fin de obtener la humedad en el valor adecuado e incrementar el valor de la producción, además de disminuir el tiempo de secado artesanal del proceso.

Por otro lado, para complementar la propuesta se diseñó un plan de mantenimiento preventivo, el cual fue respaldado por tesis de pregrado, para ello en primer lugar, se diagnosticó la maquinaria usada en el proceso productivo, además se calculó el total de fallas, el tiempo de parada de cada máquina y la frecuencia de ocurrencia de falla, con el fin de clasificar el nivel de importancia con respecto a la pérdida económica que ocasiona, posteriormente, se diseñó un plan de mantenimiento abarcando la actividad de mantenimiento de las máquinas, tiempo de reparación, periodo, número de veces a efectuarse, por quien fue realizado, las herramientas que se utilizó, y finalmente se elaboró el cronograma de mantenimiento. Ello sirvió para realizar

el cálculo de los nuevos indicadores de productividad y mantenimiento, permitiendo comparar entre el antes y después de la propuesta de mejora.

Por último, se empleó el software Microsoft Excel (v16.0) para el análisis de la viabilidad económica financiera, calculándose indicadores económicos tales como la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual neto (VAN) y el costo – beneficio (B/C) [24], para ello, se requirió de los costos de inversión, costos de operación, estimación de ingresos, además se realizó el cálculo del periodo de recuperación del proyecto, finalmente, se estimó los resultados de los escenarios negativos con el fin de evaluar que tan probable es que el proyecto sea rentable.

## **Resultados y discusión**

### **Diagnóstico situacional de la empresa molinera Ademmy S. A. C.**

#### **Información General de la Empresa**

La molinera Ademmy S.A.C. es una empresa que inicio hace 12 años, ubicada en la carretera Chiclayo – Ferreñafe, en el departamento de Lambayeque, se dedica a brindar el servicio de pilado, a los agricultores e involucrados del rubro arrocero desde la etapa de secado hasta la comercialización del arroz, por otro lado, cuentan con presentaciones como la capoteña, la caserita, popular económico, rendidor y el extra. El proceso de producción es por lotes, y cuentan con una tecnología semiautomatizada. Dentro del proceso de pilado de arroz, se generan subproductos, después de la etapa de clasificación según su tamaño, y son los siguientes: arrocillo  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  son aquellos granos quebrados cuya longitud es igual o mayor a  $\frac{1}{4}$  de la variedad del grano de mayor contraste [28], ñelen que son granos quebrados con una longitud menor a  $\frac{1}{4}$  de la variedad del grano de mayor contraste [28].

#### **Descripción del proceso productivo de la empresa**

Se recepciona los sacos de arroz de 90 kg provenientes del campo, pasa a la etapa de inspección, en esta etapa se realiza el control de humedad (20 – 30%) y el porcentaje de impurezas con el que ingresa el arroz en cáscara, dichas muestras lo realizan en un laboratorio, luego se hace un pesado de los sacos de arroz con cáscara en las balanzas de 100 kg. Posteriormente, viene la etapa de secado, dicha etapa es sumamente importante, debido a los riesgos externos que existen, para ello, se extienden sacos en el piso, luego se esparce el arroz cáscara por un tiempo promedio de 10 horas, dicho tiempo dependerá del porcentaje de humedad con que ingrese la materia prima y las condiciones climatológicas, los sacos de arroz en cáscara con un porcentaje de humedad de 13,5% a 14% provenientes de la etapa de secado se almacenan en las partes externas, expuestos a las condiciones climatológicas. La pre – limpia se realiza por la exposición de los granos a corrientes de aire y mallas cernidoras para separar el polvo e impurezas del arroz en cáscara, luego viene el descascarado que consiste en descascarar a un

90% el arroz en cáscara mediante la máquina descascaradora, la cual es alimentada mediante un elevador, teniendo como residuo a la cascarilla. Se continua con la separación, mediante un circuito cerrado de aire con ventilador, el cual separa el arroz de la cáscara, haciendo uso de la máquina separadora, se procede a la selección en esta etapa se realiza en una máquina llamada mesa paddy, donde selecciona el arroz que se dejó pasar a un 90% de la cáscara a un 100%, luego este baja por una tolva para pasar a la etapa de blanqueado o pulido, en la cual, se usan 3 pulidoras de piedra y 1 pulidora de agua, la primera da al arroz un 20% de blancura, la segunda un 30%, la tercera un 38% y la pulidora de agua sirve para remover del arroz cualquier sustancia y de esa manera darle un aspecto liso y brillante, nos da un producto con un 40% de blancura. Luego se hace una clasificación por tamaño de quebradizo, teniendo como subproductos el  $\frac{3}{4}$ , arrocillo y ñelen, se realiza a través de unos plastificadores. Pasa a una segunda selección, en donde se separa y selecciona los granos por color, teniendo a los granos con panza blanca, tizosos y punto negro, y también al producto final, envasándose en sacos con capacidad de 49 kg normalmente, y se procede a realizar el cosido de cada saco, para almacenarlos en pallets, los cuales permanecen en el almacén del molino, para su posterior entrega y comercialización.

### **Diagrama de bloques**

En el anexo 1, se observa el diagrama de bloques del proceso de pilado de arroz, el cual empieza por la recepción del arroz en cáscara, que es traído por cada agricultor, hasta adquirir sacos de arroz que pesen 49 kilogramos.

### **Diagrama de operaciones de procesos (DOP)**

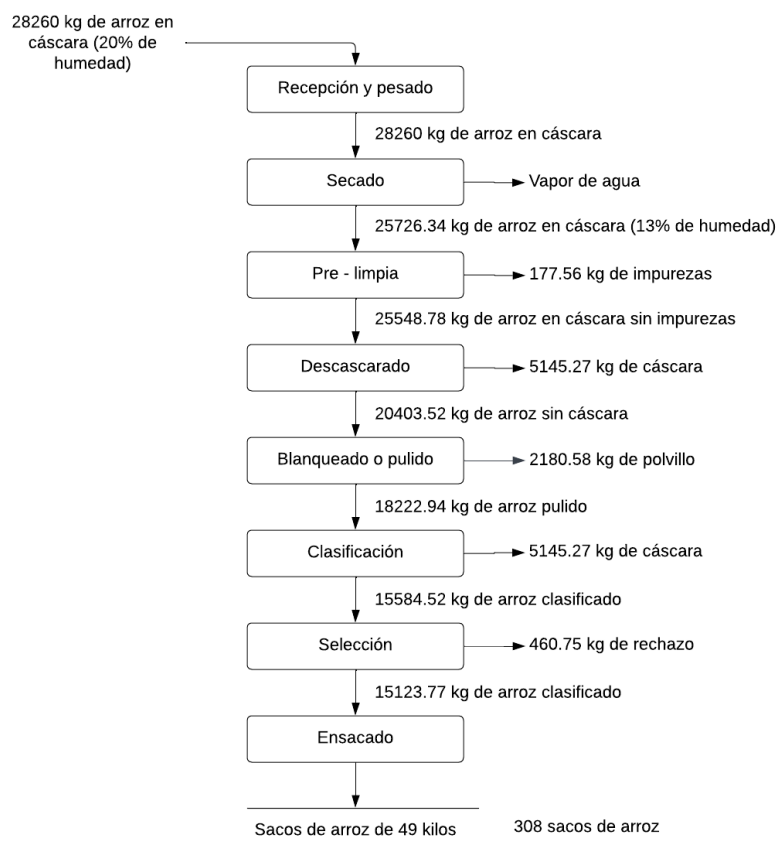
En el anexo 2, se muestra los ingresos y salidas del proceso de pilado, a través de la representación gráfica de las operaciones.

### **Diagrama de Actividades por proceso (DAP)**

En el anexo 3, se muestra el diagrama de actividades por cada una de las etapas realizadas en el molino, con su respectivo tiempo, asimismo, se tomó 3 muestras, debido a que el tiempo ciclo en una muestra preliminar era más de 40 min, por ende, según la Tabla General Electric, nos dice que si es más de ese tiempo se deben hacer 3 muestras de tiempo.

## Diagrama de Balance de Materia

En la figura N°01 se muestra el balance de materia del proceso de pilado del molino.



**Figura 1. Balance de Materia**

Fuente 1. Empresa Molinera ADEMMY S.A.C.

### Diagnóstico de la variable productividad

#### Indicadores de producción y productividad

##### Producción

La molinera ADEMMY S.A.C. trabaja 11 horas laborales al día, de 7 a.m. a 6 p.m., teniendo un tiempo base de:

$$\text{Tiempo base} = \frac{11 \text{ horas laborales}}{\text{día}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 660 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}$$

El tiempo ciclo está representado por la etapa de ensacado, equivalente a un tiempo de 57,40 minutos, teniendo un total de 15 123,77 kg de arroz pilado.

$$C = 57,40 \text{ minutos} / 15 \text{ 123,77 kg de arroz pilado}$$

Entonces para calcular la producción diaria de arroz pilado, se tendría que realizar el siguiente cálculo:

$$\text{Producción} = \frac{660 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}}{57,40 \text{ minutos} / 3\,024,75 \text{ kg de arroz pilado}}$$

$$\text{Producción} = 34\,779,36 \text{ kg de arroz diario}$$

Como se sabe, a nivel nacional se comercializa los sacos de arroz con 49 kg, por ende, lo que se tiene en la producción diaria en sacos es de:

$$\text{Producción} = \frac{34\,779,36 \text{ kg de arroz pilado}}{49 \text{ kg}} = 709 \text{ sacos de arroz pilado}$$

## Productividad

### Productividad de Materia Prima

$$\text{Materia prima} = \frac{660 \text{ min/día}}{57,40 \text{ minutos} / 5\,652 \text{ kg de arroz cáscara}}$$

$$\text{Materia prima} = 64\,988,15 \text{ kg de arroz cáscara al día}$$

Al evaluar la cantidad de materia prima que se ingresa, se determina la eficiencia en la producción de materia prima, resultando en un rendimiento de 0,011 sacos de arroz pilado por cada kilogramo de arroz en cáscara que entra en el proceso.

$$\text{Productividad}_{M.P} = \frac{709 \text{ sacos de arroz pilado}}{64\,988,15 \text{ kg de arroz en cáscara}} = 0,011 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{kg de arroz en cáscara}}$$

Dicha productividad de materia prima equivale a 0,59 kg de arroz pilado por cada kilogramo de arroz en cáscara, por lo que no hay un buen aprovechamiento de la materia prima.

Como se evidencia, la diferencia de los molinos en relación con este indicador es de 0,19 kg de arroz pilado por cada kilogramo de arroz, entonces, la pérdida económica que tiene el molino es de:

**Tabla 1. Pérdida económica**

Mes	Cantidad de arroz perdido (kg)	Cantidad de sacos perdidos	Pérdida económica
Agosto	132 069	2695	S/ 296 481,43
Septiembre	94 069	1 920	S/ 211 175,31
Octubre	93 946	1 917	S/ 210 898,06
Noviembre	63 080	1 287	S/ 141 608,16
Diciembre	33 079	675	S/ 74 258,98
Enero	43 254	883	S/ 97 099,69
Febrero	59 727	1 219	S/ 134 079,90
Marzo	11 676	238	S/ 26 210,31
Abril	69 255	1 413	S/ 155 470,41
Mayo	115 796	2 363	S/ 259 949,08
Junio	127 034	2 593	S/ 285 178,37
Julio	155 781	3 179	S/ 349 712,45
TOTAL			S/ 2 242 122,14

Fuente 2. Elaboración propia

### **Productividad de Mano de Obra**

Para el cálculo del indicador, se considera que la empresa cuenta con 29 operarios correspondientes al proceso de pilado, los cuales trabajan en una jornada laboral de 11 horas. Cada operario produce 24,47 sacos de arroz pilado equivalente a 1 199,29 kg por operario al día.

$$Productividad_{M.O} = \frac{709 \text{ sacos de arroz pilado}}{29 \text{ operarios}} = 24,47 \text{ sacos de arroz pilado por operario}$$

### **Productividad de Maquinaria**

Para determinar este indicador, es necesario tener conocimiento sobre la cantidad de máquinas presentes en cada etapa del proceso, siendo un total de 12 máquinas.

$$Productividad_{Maquinaria} = \frac{709 \text{ sacos de arroz pilado}}{12 \text{ máquinas}} = 59,15 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{máquina}}$$

Se muestra en la fórmula anterior, que se produce 59,15 sacos de arroz pilado por cada maquinaria en una jornada laboral de 11 horas, por lo que no se está aprovechando como se debe las máquinas del proceso.

### **Productividad Global:**

Para determinar el indicador global, es necesario saber acerca de los gastos asociados con la elaboración de arroz procesado, los cuales se describirán en detalle a continuación:

**Costos de personal:** Está representado por los 4 operarios, 1 encargado de la maquinaria y 25 trabajadores de la etapa de secado cuya suma es de s/ 453 620 al año.

**Costos de energía eléctrica:** Para el correcto desempeño de la maquinaria involucrada en el pilado de arroz, se encuentra entre los 8 000 y 9 000 soles al mes, la variación va a depender del uso de máquinas y del incremento de las tarifas eléctricas. Para ello, se tomará el promedio que es 8 500 soles al mes, teniendo un total de s/ 102 000 al año.

**Costos de insumos:** Para calcular el costo de los insumos, se debe tener en cuenta que dentro del proceso se usará los sacos de polipropileno y los rollos de hilo, en relación con el primero cuesta s/ 1,8 la unidad y el ciento de rollo de hilo para coser cada saco cuesta 550 soles, el molino compra 1 ciento y ½ al año, entonces, gasta s/ 825 al año por los rollos de hilo para coser saco, en total, la empresa gasta en insumos s/ 190 064,40 al año.

**Costo de mantenimiento:** El costo total de sus mantenimientos imprevistos con respecto a un año es de s/ 245 571,82 aproximadamente.

Teniendo dichos datos se podrá calcular el costo total, siendo este:

$$Costo \text{ total} = s/453 \ 620 + s/102 \ 000 + s/190 \ 064,40 + s/245 \ 571,82$$

$$Costo \text{ total} = s/991 \ 571,82$$

En la tabla N°2 se muestra la producción en sacos de la empresa, siendo esta un total de 105 133 sacos un año.

**Tabla 2. Producción de agosto 2021 – julio 2022**

Mes	Producción
Agosto	13 902
Septiembre	9 902
Octubre	9 889
Noviembre	6 640
Diciembre	3 482
Enero	4 553
Febrero	6 287
Marzo	1 229
Abril	7 290
Mayo	12 189
Junio	13 372
Julio	16 398
<b>TOTAL</b>	<b>105133</b>

**Fuente 3. Empresa Molinera ADEMMY S.A.C.**

Según la tabla anterior, se evidencia que la producción de sacos de arroz pilado fue de 105 133 unidades al año. Por ende, la productividad económica de la empresa Molinera Ademmy S.A.C., se define en la siguiente fórmula:

$$Productividad_{Total} = \frac{105\ 133\ \text{sacos de arroz pilado en el año}}{s/991\ 571,82} = 0,11$$

La productividad total significa que por cada sol que se invierte, se consigue 0,11 sacos de arroz pilado o 5,20 kg de arroz pilado.

### **Eficiencia física**

Para determinar la eficiencia física se debe dividir la cantidad de producto terminado en kg entre el total de materia prima que ingresa al proceso de pilado de arroz.

$$Eficiencia_{Física} = \frac{15\ 123,77\ \text{kg de producto terminado}}{28\ 260\ \text{kg de materia prima}} = 53,52\%$$

Del total de arroz cáscara sometido al proceso de pilado, se utiliza el 53,52%, lo que significa que por cada 100 kg de arroz cáscara se obtienen 53,52 kg de arroz pilado y 46,48 kg de subproductos y residuos.

En la tabla N°3 se ha calculado la eficiencia física desde agosto del 2021 hasta julio del 2022, observando que, en la mayoría de los meses, su productividad está a un nivel bajo.

**Tabla 3. Eficiencia física**

Mes	Arroz en cáscara seca (Kg)	Producción (Kg)	Eficiencia (%)
Agosto	1 303 740	695 100	53,32%
Septiembre	909 170	495 100	54,46%
Octubre	925 400	494 450	53,43%

Noviembre	620 800	332 000	53,48%
Diciembre	241 660	174 100	72,04%
Enero	415 890	227 650	54,74%
Febrero	546 450	314 350	57,53%
Marzo	114 970	61 450	53,45%
Abril	703 970	364 500	51,78%
Mayo	1 111 530	609 450	54,83%
Junio	1 159 240	668 600	57,68%
Julio	1 426 440	819 900	57,48%
PROMEDIO			56,18%

**Fuente 4. Empresa Molinera Ademmy S.A.C.**

## **Capacidades**

### **Capacidad de diseño**

Es la cantidad que indica las condiciones óptimas de operación, es un indicador de la eficiencia para la cual se concibió inicialmente el rendimiento de la máquina, en este caso, se tomará la máquina que tiene la menor capacidad dentro del proceso, la cual es la selectora, que tiene una capacidad de 3,5 – 4 t/h, es decir, 1320 sacos de arroz pilado al día.

### **Capacidad efectiva o real**

Esta cantidad son las unidades máximas que salen al día dentro del proceso de pilado en un tiempo determinado, el cual es de 709 sacos de arroz pilado al día.

### **Capacidad ociosa**

Es la diferencia entre la capacidad de diseño y la real, en la empresa hay una capacidad ociosa de 611 sacos, esto quiere decir, que se está dejando de producir 611 sacos diarios.

### **Utilización**

La utilización se representa en porcentaje, en este caso es de 53,71%, es decir, que las máquinas se están usando a ese porcentaje, resultado de la división entre la capacidad real y la capacidad de diseño.

### **Indicadores de mantenimiento**

Para el cálculo de los indicadores de mantenimiento, se considera las horas programadas, días de paradas, horas de paradas, el número de fallas con ello se podrá hallar la disponibilidad (OEE), confiabilidad y mantenibilidad de la maquinaria que participa del proceso de pilado. En el anexo 4, se muestra el listado de las máquinas, con sus funciones, especificaciones y el tipo de mantenimiento que se realiza.

### **Disponibilidad**

En el anexo 5 se puede evidenciar la disponibilidad de la maquinaria en los meses de marzo a octubre, la cual se encuentra por debajo del 90%, verificando de esa manera que no hay una buena disponibilidad de la maquinaria cuando se requiere.

### **Tiempo medio entre fallos**

Para el cálculo de este indicador se tiene en cuenta que el tiempo teórico de marzo a octubre es de 2 211 horas, tomando solo los días que se laboran en el molino. En el anexo 5 se muestra que la máquina selectora y clasificadora tienen un tiempo promedio de fallas de 64 y 94 días respectivas, por lo cual, son las que se tienen una menor confiabilidad dentro del proceso de pilado de arroz.

### Tiempo medio de reparación

En relación con este indicador, se observa en el anexo 5 que las máquinas que toman más tiempo en reparar son el clasificador y el pre – limpia, con 6 y 3 días por falla respectivamente.

### Relación entre la humedad y la eficiencia del arroz

**Tabla 4. Relación de la humedad y eficiencia**

	<b>Humedad promedio</b>	<b>Materia prima (kg)</b>	<b>Producto terminado (kg)</b>	<b>Eficiencia</b>
LOTE 1	13,8%	6 806	3 543	52,06%
LOTE 3	14,0%	45 100	26 256	58,22%
LOTE 2	14,3%	17 630	9 782	55,48%

**Fuente 5. Elaboración Propia**

En la tabla N°4 se evidencia y comprueba que, si el porcentaje de humedad tiene un promedio de 14%, la eficiencia va a hacer mucho mayor, a comparación del porcentaje de humedad que está en menor cantidad, debido a que, si el arroz en cáscara se encuentra más seco, el arroz quiebra más, teniendo un porcentaje mayor de quebrado, y si tiene mayor humedad, habrá más impurezas, ya que, el arroz en cáscara sale en el producto terminado, teniendo que volver a reprocesar el mismo.

### Resultados de los índices de capacidad

Para el cálculo de los indicadores de capacidad se consideraron las muestras tomadas, que se encuentran en el anexo 6 y se aplicó las fórmulas, tal como se muestra en la tabla N° 5 se tiene como resultado que el proceso en general requiere modificaciones, además de no cumplir con las especificaciones por problemas de exceso de variabilidad del porcentaje de humedad. Por otro lado, se realizaron en primera instancia cartas de control para la media y el rango (anexo 7) y para la media y desviación estándar (anexo 8), en donde se observa que varias muestras superan el límite superior de tolerancia, y otras se encuentran alejadas del límite central, ocasionando problemas en el proceso de pilado de arroz, afectando a la productividad de este, dicho proceso se llevó a cabo después de sacar un muestreo del porcentaje de humedad del arroz cáscara.

**Tabla 5. Índices de capacidad de la variable de humedad**

<b>ÍNDICE DE CAPACIDAD</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>C<sub>p</sub> = 0,3675</b>	No adecuado para el trabajo, requiere modificaciones muy serias.
<b>C<sub>r</sub> = 2,7214</b>	Es un valor no deseable por ser mayor a uno.

<b>Cpk = -0,0334</b>	La media del proceso está alejada del centro de las especificaciones.
<b>K = 109,1%</b>	Es un proceso muy descentrado, es decir, que la capacidad del proceso para cumplir especificaciones es baja.
<b>Cpm = 0,2349</b>	El proceso no cumple con especificaciones, por problemas de exceso de variabilidad.

Fuente 6. Elaboración Propia

### Diagrama de Ishikawa

A continuación se presenta el gráfico de Ishikawa, el cual exhibe las causas primordiales en las distintas etapas del proceso de producción que inciden en los indicadores de eficiencia del molino.

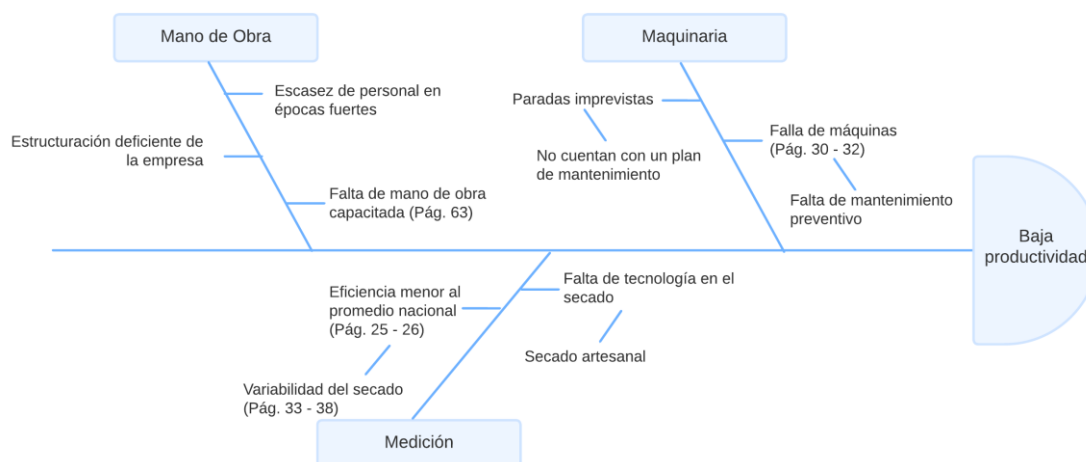


Figura 2. Diagrama de Ishikawa

Fuente 7. Elaboración propia

### Diseño de la propuesta de mejora para la empresa molinera Ademmy S. A. C.

En relación con la primera propuesta para la empresa con la finalidad de aumentar la productividad es la implementación de una máquina de secado de grano de arroz, debido a que, el uso de la tecnología en los molinos es indispensable para el crecimiento de estos, por ello, se va a evaluar 3 opciones de secadoras por medio de una serie de factores que se deben considerar al momento de la selección, que se detallarán a continuación:

**Capacidad de la máquina:** Relacionado a la cantidad máxima que se puede llegar a procesar.

**Tipo de combustión:** Se debe conocer si la máquina va a funcionar con gas GLP o cáscara de arroz.

**Instalación y puesta en marcha:** Es indispensable saber cómo se lleva a cabo la instalación de la máquina en planta, ya que, nos permite a conocer en donde se puede posicionar, las herramientas y materiales que se usarán.

**Tiempo de proceso:** Ello permite conocer cuánto demora la etapa de secado en base a t/h.

**Costo de inversión:** Involucra el precio de la máquina a adquirir y el costo de la instalación.

**Costo de operación:** Abarca el costo de la máquina cuando está en funcionamiento, según el tipo de combustible.

**Uso:** Referido a los operarios que se requieren para su funcionamiento.

Las 3 opciones propuestas son secadoras de torre, debido a que, permite que el secado de granos sea más homogéneo a comparación de los rotativos y además su capacidad de secado es mayor. A continuación, se presenta una tabla de las distintas opciones con sus principales características.

**Tabla 6. Características de secadoras de grano de arroz**

Descripción	Secadora de Torre		
	SuperBrix	Kepler	HONGJIA
Marca	SuperBrix	Kepler	HONGJIA
Modelo	ST – 30AXL	ADS MAX – 1200	5HGM – 15H
Capacidad	15 t/h	27 t/h	15 t/h
Número de máquinas requeridas	1	1	1
Combustible	Cáscara de arroz	Leña, Cáscara de arroz	Cáscara de arroz
Inversión	\$ 58 118	\$ 106 743,86	\$ 22 000
Costo de operación	Bajo	Bajo	Bajo
Dimensiones L×A×H (mm)	3 600×12 160×16 488	6 900×4 200×18 240	9 630×4 035×20 300
Espacio utilizado	Bajo	Medio	Alto
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eficiencia de secado y distribución homogénea del aire</li> <li>- Permite la posibilidad de aumentar la capacidad instalada en el futuro</li> <li>- Mayor eficiencia energética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervisión de la operación para optimizar el proceso de secado</li> <li>- Control de la cantidad de toneladas por hora en el proceso de secado</li> <li>- Garantía de seguridad durante la operación para asegurar la calidad del secado</li> <li>- Generación de alarmas para eventos y mantenimiento preventivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento mínimo</li> <li>- Bajo consumo de energía</li> <li>- Construcción modular flexible</li> <li>- Fácil acceso para fines de inspección</li> <li>- Controles extremadamente fáciles de usar</li> <li>- Procesamiento notablemente suave del grano</li> <li>- Ahorro óptimo de energía mediante la recuperación de aire circulante y calor</li> <li>- Ventiladores de alto rendimiento y tecnología de calentamiento de aire</li> <li>- Material de la más alta calidad que garantiza una larga vida útil</li> <li>- Humedad uniforme del producto mediante la tecnología de descarga moderna</li> <li>- Adecuado para instalación en interiores y exteriores</li> <li>- Eliminación rápida y constante de la humedad sin dañar la calidad del arroz.</li> </ul>

Fuente 8. Super Brix, Kepler, Hongjia

Después de la evaluación de las opciones de secadoras, se puede mostrar en la tabla N°6 que la mejor opción para el molino ADEMMY S.A.C. es la de la marca SUPERBRIX, debido a que tiene la capacidad adecuada para la capacidad de producción que cuenta el molino, a pesar, de que el costo de inversión sea un poco mayor a la de la marca HONGJIA, pero la seleccionada

tiene un mayor posicionamiento en el mercado y sus repuestos son fáciles de conseguir, además, tiene una ventaja con respecto a las dimensiones a comparación de las otras dos opciones.

Por otro lado, como una segunda propuesta se realizará un plan de mantenimiento preventivo, mejorando la funcionalidad de las máquinas y reduciendo los indicadores de mantenimiento, de esa manera, obtener una mejor productividad en el proceso productivo. Para ello, se debe conocer el motivo de falla de la maquinaria (anexo 9).

Además, se realizó con ello, el análisis de criticidad, en donde se evaluó cada parámetro (anexo 10), teniendo como resultado a 4 máquinas en estado crítico como se muestra en la tabla N°7, sin embargo, se ha realizado de las 6 máquinas todo el procedimiento del plan de mantenimiento preventivo.

**Tabla 7. Resultados del Análisis de Criticidad**

EQUIPO	PUNTAJE	%	%ACUM	80 - 20	NIVEL
Selectora	58	0,24	0,24	0,80	A
Tablero eléctrico	48	0,20	0,44	0,80	
Clasificadora	46	0,19	0,63	0,80	
Separadora	34	0,14	0,78	0,80	
Pulidora de piedra	30	0,13	0,90	0,80	B
Pre-limpia	24	0,10	1,00	0,80	C

Fuente 9. Elaboración propia

Posteriormente se ha realizado los árboles de falla, el AMEF, las hojas de decisión, el plan de mantenimiento y el cronograma para cada una de las actividades (anexo 11).

Asimismo, se presenta un formato para el registro de las fallas de la maquinaria, puesto que, la molinera no cuenta con dicho documento, y es necesario, para realizar un seguimiento de las máquinas cuando estas empiecen a fallar (anexo 12).

Por último, se realizó el cálculo de los nuevos indicadores de producción y productividad con la finalidad de incrementar la productividad.

### Producción

La molinera ADEMMY S.A.C. trabaja 11 horas laborales al día, de 7 a.m. a 6 p.m., teniendo un tiempo base de 660 minutos/día. El tiempo ciclo está representado por la etapa de ensacado, equivalente a un tiempo de 57,40 minutos, teniendo un total de 19 499,40 kg de arroz pilado.

Entonces para calcular la producción diaria de arroz pilado, se tendría que realizar el siguiente cálculo:

$$Producción = \frac{660 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}}{57,40 \text{ minutos} / 3 899,88 \text{ kg de arroz pilado}} = 44 841,83 \text{ kg de arroz diario}$$

Como se sabe, a nivel nacional se comercializa los sacos de arroz con 49 kg, por ende, lo que se tiene en la producción diaria en sacos es de:

$$\text{Producción} = \frac{44\,841,83 \text{ kg de arroz pilado}}{49 \text{ kg}} = 915 \text{ sacos de arroz pilado}$$

### **Productividad**

#### **Productividad de Materia Prima**

$$\text{Materia prima} = \frac{660 \text{ min/día}}{\frac{57,40 \text{ minutos}}{5\,652 \text{ kg de arroz cáscara}}} = 64\,988,15 \text{ kg de arroz cáscara al día}$$

Evaluando la cantidad de materia prima que entra, se determina la eficiencia en la utilización de esta, expresada como 0,014 sacos de arroz procesado por cada kilogramo de arroz en cáscara que ingresa al proceso.

$$\text{Productividad}_{M.P} = \frac{915 \text{ sacos de arroz pilado}}{64\,988,15 \text{ kg de arroz en cáscara}} = 0,014 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{kg de arroz en cáscara}}$$

#### **Productividad de Mano de Obra**

Para el cálculo del indicador, se considera que la empresa contará con 4 operarios para el proceso de pilado y 3 operarios para la etapa de secado, los cuales trabajan en una jornada laboral de 11 horas. Teniendo que se produce 130,73 sacos de arroz pilado por operario equivalente a 6 405,98 kg por operario al día.

$$\text{Productividad}_{M.O} = \frac{915 \text{ sacos de arroz pilado}}{7 \text{ operarios}} = 130,73 \text{ sacos de arroz pilado por operario}$$

#### **Productividad de Maquinaria**

Para calcular este indicador, es necesario conocer la cantidad de máquinas presentes en cada etapa del proceso, como se evidencia en la tabla N°02, donde se registra un total de 12 máquinas, pero se agrega la máquina de secado de grano, teniendo un total de 13 máquinas.

$$\text{Productividad}_{\text{Maquinaria}} = \frac{915 \text{ sacos de arroz pilado}}{13 \text{ máquinas}} = 70,39 \text{ sacos de arroz} \frac{\text{pilado}}{\text{máquina}}$$

Se muestra en la fórmula anterior, que se produce 70,39 sacos de arroz pilado por cada maquinaria en una jornada laboral de 11 horas, por lo que no se está aprovechando como se debe las máquinas del proceso.

#### **Productividad Global:**

Para determinar el indicador global, se debe saber los gastos relacionados a la producción de arroz procesado, los cuales se detallarán a continuación:

**Costos de personal:** Está representado por los 6 operarios y un encargado de la maquinaria, cuya suma es de s/ 147 960 al año.

**Costos de energía eléctrica:** Para el correcto desempeño de la maquinaria involucrada en el pilado de arroz, se encuentra entre los 8 000 y 9 000 soles al mes, la variación va a depender

del uso de máquinas y del incremento de las tarifas eléctricas. Para ello, se tomará el promedio que es 8 500 soles al mes, teniendo un total de s/ 102 000 al año.

**Costos de insumos:** Para calcular el costo de los insumos, se debe tener en cuenta que dentro del proceso se usará los sacos de polipropileno y los rollos de hilo, en relación con el primero cuesta s/ 1,8 la unidad y el ciento de rollo de hilo para coser cuesta 550 soles, el molino compra 1 ciento y  $\frac{1}{2}$  al año, entonces, gasta s/ 825 al año por los rollos de hilo para coser saco, en total, la empresa gasta en insumos s/ 506 529,60 al año.

**Costo de mantenimiento:** El costo total de sus mantenimientos imprevistos con respecto a un año es de s/ 301 076,59 aproximadamente.

Teniendo dichos datos se podrá calcular el costo total, siendo este:

$$\text{Costo total} = s/113\ 400 + s/102\ 000 + s/506\ 529,60 + s/301\ 076,59$$

$$\text{Costo total} = s/1\ 057\ 566,19$$

La producción de sacos de arroz pilado fue de 285 480 unidades al año. Por ende, la productividad económica de la empresa Molinera Ademmy S.A.C., se define en la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad}_{\text{Total}} = \frac{285\ 480 \text{ sacos de arroz pilado en el año}}{s/.1\ 057\ 566,19} = 0,27$$

La productividad total significa que por cada sol que se invierte, se consigue 0,27 sacos de arroz pilado o 13,02 kg de arroz pilado.

### **Capacidad de diseño**

Se tomará la misma que se usó en el diagnóstico, puesto que, sigue siendo la máquina que tiene la menor capacidad, la cual es la selectora.

### **Capacidad efectiva o real**

Dicha cantidad son las unidades máximas que salen al día dentro del proceso de pilado en un tiempo determinado después de la mejora, siendo 915 sacos de arroz pilado al día.

### **Capacidad ociosa**

Es la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad real, en la empresa hay una capacidad ociosa de 405 sacos, esto quiere decir, que se está dejando de producir 405 sacos diarios.

### **Utilización**

La utilización se representa en porcentaje, dividiendo la cantidad de sacos producidos, 915 sacos entre la capacidad de diseño, 1 320 sacos, dando como resultado 69,32%, es decir, que las máquinas se están usando a ese porcentaje.

### **Eficiencia física**

$$Eficiencia_{Física} = \frac{19\,499,4 \text{ kg de producto terminado}}{28\,260 \text{ kg de materia prima}} = 69\%$$

Del total de arroz cáscara que se somete al proceso de pilado, se utiliza el 69%, en otras palabras, por cada 100 kg de arroz con cáscara, se obtienen 69 kg de arroz pilado y 31 kg de subproductos y residuos. Se evidencia en la tabla N°8 cada uno de los indicadores antes y después de la mejora.

**Tabla 8. Antes y después de la mejora**

INDICADORES	ANTES DE LA MEJORA	DESPUES DE LA MEJORA	MEJORA (%)
Producción(sacos)	709	915	22,5%
Productividad MP	0,011	0,014	22,4%
Productividad MO	24,48	130,73	81,3%
Productividad Maquinaria	59,15	70,40	16,0%
Eficiencia	0,54	0,69	22,4%
Productividad global	0,11	0,27	60,1%
Capacidad ociosa	611,00	405,00	-50,9%
Utilización	0,54	0,69	22,5%

Fuente 10. Elaboración propia

Por último, para garantizar las mejoras propuestas en el anexo 18 se realizó un plan de seguimiento y evaluación.

### **Evaluación económica – financiera**

#### **Ingresos**

En el anexo 14, se realizó un pronóstico de regresión lineal para los posteriores 5 años (2024 – 2028), con la data del 2018 al 2022 proporcionada por el molino, en donde se tiene lo siguiente, cabe recalcar que el acopio con respecto al año 2021, se considera un dato atípico, debido a que, el sector se vio afectado por diferentes factores, siendo la cosecha de diciembre del 2020, 26,2% menos que el mismo mes del año 2021.

Con dicha data se pudo calcular la cantidad de arroz pilado con el indicador de eficiencia mejorada, asimismo, el incremento del ingreso obtenido por la venta del producto y subproductos antes y después de la mejora, cabe recalcar que el precio de pilado más el saco es de s/ 10.

**Tabla 9. Incremento debido a la mejora**

Período	Ventas antes de la mejora (soles)	Ventas después de la mejora (soles)	Incremento debido a la mejora (soles)
2024	S/ 1 428 176,75	S/ 1 656 730,38	S/ 228 553,63
2025	S/ 1 429 309,87	S/ 1 663 511,10	S/ 234 201,22
2026	S/ 1 430 442,99	S/ 1 664 829,88	S/ 234 386,89
2027	S/ 1 431 576,10	S/ 1 666 148,67	S/ 234 572,56
2028	S/ 1 432 709,22	S/ 1 667 467,45	S/ 234 758,23

Fuente 11. Elaboración propia

Asimismo, se tiene un beneficio económico por el diseño del plan de mantenimiento preventivo, el cual será resultado de la diferencia entre la utilidad perdida por mantenimiento preventivo y la utilidad perdida por mantenimiento correctivo, siendo 15 846,14 soles.

## Egresos

### Costos de inversión tangible

En relación a la propuesta del plan de mantenimiento, se muestra en el anexo 15 la cantidad de repuestos, herramientas y materiales que se demandará, así como el precio de cada uno de estos, teniendo como resultado un gasto de S/. 8 016.

### Inversión

En el anexo 16 se muestra el total de las inversiones, siendo un total de S/. 386 402,58, que se llevará a cabo con el fin de implementar la mejora enfocada en el secado del arroz cáscara, sin embargo, en el anexo 13 se observa las cotizaciones que se realizaron, cabe recalcar que del total, el 50% será financiado y el otro 50% será capital propio.

### Flujo de caja

En la tabla N°10 se muestra el flujo de caja, el cual se realizó después de haber obtenido los datos de los ingresos, los egresos y la inversión.

**Tabla 10. Flujo de caja**

Período	0	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año
<b>Ingresos</b>		244 399,76	250 047,36	250 233,03	250 418,70	250 604,37
Ventas extras		228 553,63	234 201,22	234 386,89	234 572,56	234 758,23
Ingreso por mantenimiento preventivo		15 846,14	15 846,14	15 846,14	15 846,14	15 846,14
<b>Egresos</b>	386 402,58	8 016,40	8 016,40	8 016,40	8 016,40	8 016,40
Inversión	386 402,58					
Costos de materiales de mantenimiento preventivo		8 016,40	8 016,40	8 016,40	8 016,40	8 016,40
<b>Utilidad antes de impuestos</b>		236 383,36	242 030,96	242 216,63	242 402,30	242 587,97
Impuesto a la renta (29.5%)		69 733,09	71 399,13	71 453,91	71 508,68	71 563,45
INVERSIÓN	386 402,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Utilidad después de impuestos</b>	<b>-386 402,58</b>	<b>166 650,27</b>	<b>170 631,83</b>	<b>170 762,72</b>	<b>170 893,62</b>	<b>171 024,52</b>
Préstamo	193 201,29					
Flujo neto		47 183,20	48 299,41	49 553,03	50 960,96	52 542,22
<b>FCF (FLUJO DE CAJA LIBRE)</b>	<b>-193 201,29</b>	<b>119 467,07</b>	<b>122 332,42</b>	<b>121 209,70</b>	<b>119 932,66</b>	<b>118 482,30</b>
CAJA ACUMULADA	-193 201,29	-73 734,22	48 598,20	169 807,90	289 740,55	408 222,85

Fuente 12. Elaboración propia

El porcentaje que se utilizará para el cálculo del VAN y el TIR es el TMAR (Tasa mínima aceptable de rendimiento) que es de 14,86%, para el cual se realizó la siguiente ecuación:

$$TMAR = Inversión \times Tasa\ de\ interés + Aportación \times (Premio\ al\ riesgo + Inflación + Premio\ al\ riesgo \times Inflación)$$

$$TMAR = 60\% \times 12,31\% + 50\% \times (10\% + 4,5\% + 10\% \times 4,5\%)$$

$$TMAR = 14,86\%$$

Con ello, se tiene lo siguiente, constatando que el proyecto es rentable.

$$VAN\ F = S/ 211\ 689,13$$

$$TIR = 55,5\%$$

Por último, se calculó el VAN de los ingresos, siendo s/ 1 172 133,61 , así como el VAN de los egresos con un valor de s/ 374 227,21, teniendo como resultado un beneficio costo de 3,13, es decir, que por cada sol invertido se ganará 2,13 soles, asimismo, el periodo de recuperación de la inversión el cual será para el segundo año exactamente es de 1 año, 8 meses y 16 días.

### **Discusión**

En relación con el primer objetivo, el cálculo de los indicadores para el diagnóstico del proceso productivo se comparó con diferentes estudios realizados en el mismo rubro, con respecto a la productividad de materia prima, la molinera Ademmy se encuentra inferior al Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C. en 0,769 kg de arroz pilado por cada kilogramo de arroz cáscara, pudiendo afirmar que no hay un buen aprovechamiento de la materia prima [36]. Asimismo, comparando la productividad de mano de obra con el mismo molino, se encuentra por debajo en 66,03 kg por hora operario, constatando que no hay un buen desempeño por parte de los operarios. Además, la productividad de maquinaria comparando con el molino Chiclayo [20], este produce 20 sacos más de arroz pilado, por lo cual, la molinera Ademmy no está aprovechando como se debe las máquinas del proceso.

Con respecto a las propuestas de mejora en la investigación, en donde se implementará una máquina de secado, así como también, un plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de incrementar la productividad global en 60,1%, y obtener un beneficio – costo de s/. 3,13. Ello concuerda con lo que dice Muñoz Zulueta [20], que con la implementación de una maquinaria y un plan de mantenimiento que se cumpla según el cronograma establecido se llegará a incrementar la productividad en un 46,88%, asimismo, en su investigación se tiene un costo beneficio de s/. 3,43. Por otro lado, Morán Dioses y Panduro Vela [37], con su propuesta de mejora en el proceso de secado y pilado, aplicando metodología DMAIC, la herramienta AMEF y plan de capacitaciones y mantenimientos, logró incrementar la productividad global en 35,55%. De igual manera, Requejo Becerra [22], nos comenta que gracias a la mejora continua, aplicando metodologías como las 5S, tomándolo como punto de partida para introducir la metodología de PVHA, logró incrementar su productividad en un 19% y además

obtuvo un beneficio costo de s/. 8,58, dicho beneficio si bien es cierto es mucho mayor a la de esta investigación y de otras, ya que, varía porque se está aplicando otra metodología, y dicha metodología e implementación va a depender de lo que falta a la empresa para incrementar la productividad.

### **Conclusiones**

Se diagnosticó el proceso productivo de la empresa molinera Ademmy S.A.C., mediante técnicas, teniendo como resultado una eficiencia de 53,52%, estando por lo bajo de la eficiencia a nivel nacional, la cual es del 69%, ello debido a la variabilidad del porcentaje de humedad del arroz cáscara, de igual manera, otro problema que afecta a la empresa molinera es la cantidad de horas de paradas por falla de la maquinaria, ocasionando pérdidas de s/. 640 565,65 por dejar de producir de los sacos de arroz pilado.

Se diseñó las propuestas de mejoras del proceso productivo, en donde, en relación a la propuesta de la implementación de la máquina de secado industrial, así como también, al diseño del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas que presentaron fallas durante el tiempo de la investigación, se logró incrementar la productividad de la materia prima en 22,4%, la productividad de mano de obra en 81,3% y la productividad de la maquinaria en 16%, asimismo, la productividad global aumento en 60,1%, por último, se disminuye la capacidad ociosa en un 50,9%.

Se realizó la evaluación económica financiera, dando como resultado un beneficio costo de s/ 3,13, es decir, que por cada sol invertido por la empresa, se ganará s/ 2,13, además, se tiene un VAN de s/ 211 689,13, el cual señala que el proyecto es viable, y un TIR de 55,50%, el cual es mayor a la tasa mínima de rendimiento aceptable, indicando que el proyecto es rentable.

### **Recomendaciones**

- Seguir realizando nuevas investigaciones, con el propósito de mejorar el proceso y traiga consigo beneficios en la productividad como económicamente.
- Llevar a cabo un exhaustiva investigación sobre nuevas tecnologías que se emplean para el secado del grano de arroz.
- Realizar un control de calidad continuo en relación al porcentaje de humedad del grano de arroz, y además plasmar en un formato dichos resultados.
- Cumplir el plan de mantenimiento preventivo de acuerdo al cronograma estipulado en la investigación para obtener los beneficios calculados.

## Referencias

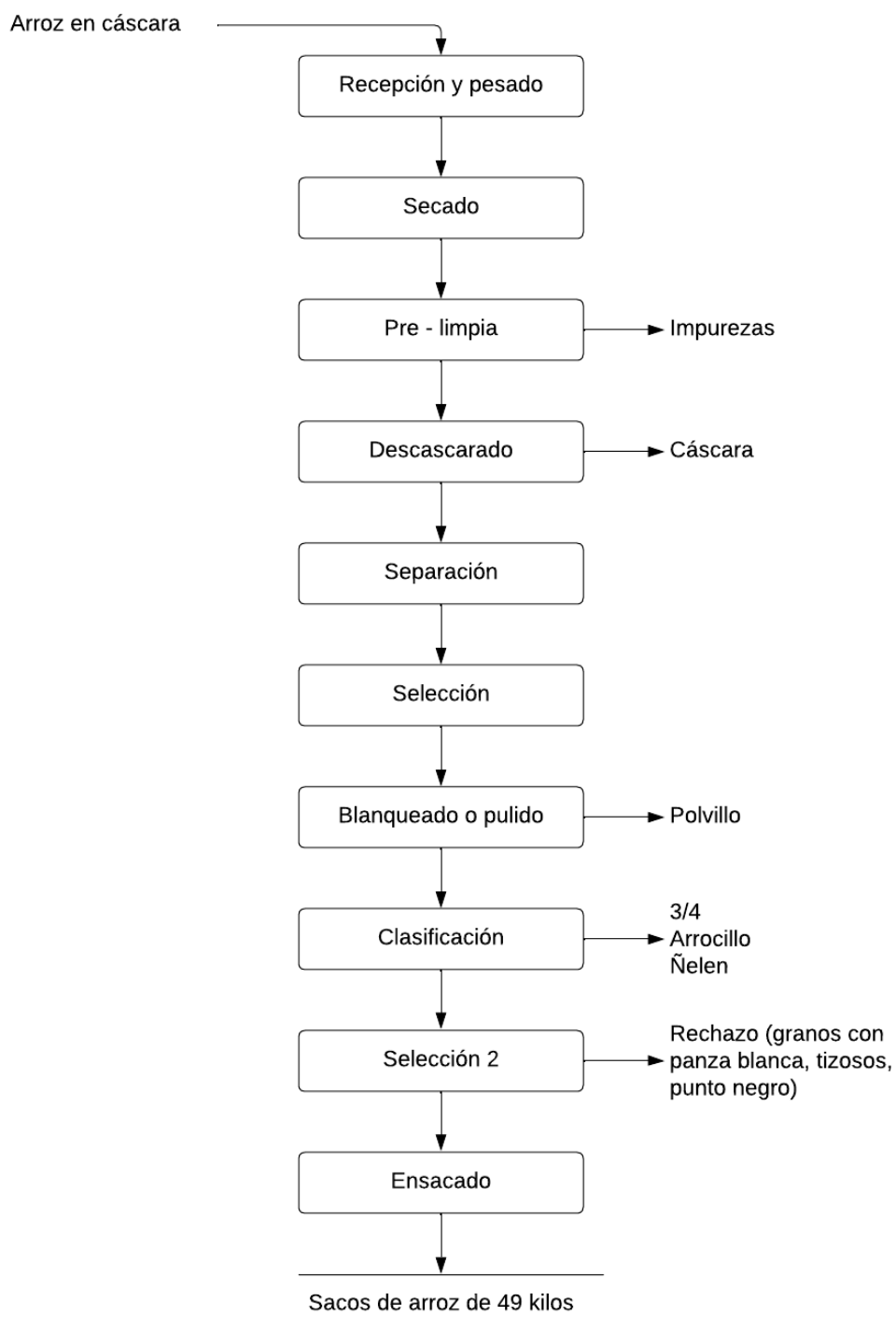
- [1] M. C. Latham, «Cereales, raíces feculentas y otros alimentos con alto contenido de carbohidratos,» de *NUTRICIÓN HUMANA EN EL MUNDO EN DESARROLLO*, Roma, Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2002.
- [2] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, «Commodities Arroz: ene-mar 2023,» Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Lima, 2023.
- [3] J. A. Marques Pereira, «Secado de los granos,» de *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*, Santiago de Chile, OFICINA REGIONAL DE LA FAO PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE, 1993.
- [4] J. C. León Carrasco, «Perú se ubica entre los tres primeros países con mayores rendimientos productivos de arroz en el mundo,» *Agraria*, 1 Julio 2020.
- [5] Economía LR, «Producción de arroz creció más de 11% en el primer cuatrimestre del 2023,» *La República*, 26 Junio 2023.
- [6] M. Saenz, «Arroz blanco de lambayeque subió S/ 0.50 en los últimos dos meses,» *RPP*, 18 Septiembre 2023.
- [7] C. Najar A. y J. Alvarez Merino, «Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz,» *Industrial Data*, vol. X, n° 1, pp. 22-32, 2007.
- [8] R. Meleán Romero y Y. Nava Vásquez, «Estrategias empresariales aplicadas en el proceso productivo de las industrias de pastas alimenticias del estado Zulia,» *Venezolana de Gerencia*, vol. XII, n° 39, pp. 431-450, 2007.
- [9] G. Rodríguez Medina, S. Balestrini Atencio, S. Balestrini Atencio, R. Meleán Romero y B. Rodríguez Castro, «Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial,» *Ciencias Sociales*, vol. VIII, n° 1, pp. 135-156, 2002.
- [10] R. Carro Paz y D. González Gómez, «Productividad y Competitividad,» de *Administración de las Operaciones*, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.
- [11] P. Jiménez, «Los factores que afectan a la productividad de la empresa y cómo corregirlos,» *Estrategia y Gestión*, 12 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://www.sage.com/es-es/blog/factores-que-afectan-a-la-productividad-de-la-empresa/>. [Último acceso: 2 Noviembre 2022].
- [12] Real Academia Española (RAE), «<https://dle.rae.es/>,» [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/eficiencia>. [Último acceso: 2 Noviembre 2022].
- [13] D. L. Becerra Peña, «La Medición de la eficiencia y productividad,» de *Cuaderno de Economía*, vol. XXXVI, Madrid, PIRÁMIDE, 2017, pp. 251-259.
- [14] J. Costa López, «Las operaciones unitarias,» de *Curso de ingeniería química*, España, Reverté, 1994, pp. 62-69.

- [15] L. Suárez Hernández, R. Barrera Zapata y A. F. Forero Sandoval, «Evaluación de alternativas de secado en el proceso de elaboración de harina de lombriz,» *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, vol. XVII, n° 1, pp. 55-71, 2016.
- [16] J. P. Souris, *El mantenimiento, fuente de los beneficios*, Madrid: Díaz de Santos, 1992.
- [17] STEL ORDER, 21 Diciembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-correctivo/>. [Último acceso: 2 Noviembre 2022].
- [18] C. Botero, «Mantenimiento preventivo,» de *Mantenimiento*, 1991.
- [19] Centro de formación técnica para la industria, [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-el-mantenimiento-productivo-total-tpm/>. [Último acceso: 2 Noviembre 2022].
- [20] J. J. F. Muñoz Zulueta, 2019. [En línea]. Available: [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2722/1/TL\\_Mu%3%b1ozZuluetaJuan.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2722/1/TL_Mu%3%b1ozZuluetaJuan.pdf). [Último acceso: 2 Noviembre 2022].
- [21] M. A. Micha Tello, 2021. [En línea]. Available: [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29508/TESIS%20COMPLETA\\_MIGUEL%20MICHA\\_PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29508/TESIS%20COMPLETA_MIGUEL%20MICHA_PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 22 Abril 2023].
- [22] L. G. Requejo Becerra, 2019. [En línea]. Available: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40334/Requejo\\_BLG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40334/Requejo_BLG.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 2 Noviembre 2022].
- [23] J. A. Cotrina Vilchez, C. A. Alvarado Silva y J. C. Vives Garnique, «DESIGN OF A PORTABLE RICE GRAIN DRYING MACHINE WITH SILO CAPACITY OF 7M3 FOR SMALL RICE PRODUCERS IN THE LAMBAYEQUE-PERU REGION,» *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. VIII, n° 1, pp. 1-14, 2021.
- [24] C. J. Monsalve Ramos, 2020. [En línea]. Available: [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/3512/1/TL\\_MonsalveRamosCristhianJesús.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/3512/1/TL_MonsalveRamosCristhianJesús.pdf). [Último acceso: 23 Abril 2023].
- [25] L. J. Zamora Burga, 2018. [En línea]. Available: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26649/Zamora\\_BLJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26649/Zamora_BLJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 31 Octubre 2022].
- [26] V. C. R. y V. Regikumar, «Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study,» *Procedia Technology*, vol. XXV, pp. 1080-1087, 2016.
- [27] E. Chávez Quispe y H. G. Oliva Muñoz, 2021. [En línea]. Available: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/75149/Ch%3%a1vez\\_QE-Oliva\\_MHG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/75149/Ch%3%a1vez_QE-Oliva_MHG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 31 Octubre 2022].

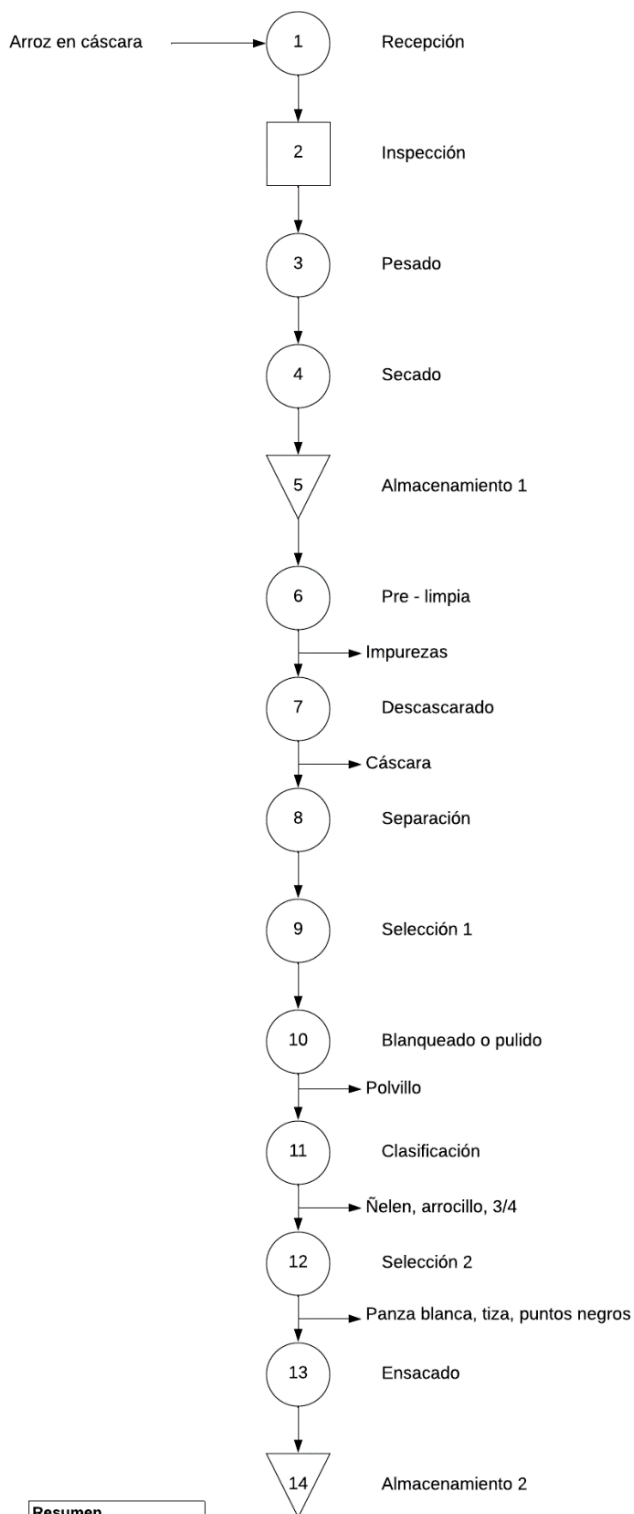
- [28] Ó. J. Mendoza Cerna y P. A. Valdivieso Urteaga, 2016. [En línea]. Available: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12397/Mendoza%20Cerna%2c%20Oscar%20Jacinto%20%20-%20Valdivieso%20Urteaga%2c%20Pierre%20Adolfo.PDF?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 5 Noviembre 2022].
- [29] R. R. Suarez Castro y H. D. Torres Dongo, 2021. [En línea]. Available: [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/15034/Suarez-Torres\\_Proyecto-mejora-procesos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/15034/Suarez-Torres_Proyecto-mejora-procesos.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 23 Abril 2023].
- [30] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, «Capítulo 5: Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo,» de *Metodología de la Investigación*, México, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014, pp. 88-101.
- [31] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, «Capítulo 7: Concepción o elección del diseño de investigación,» de *Metodología de la Investigación*, México, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014, pp. 126-168.
- [32] J. Romero Meneses, *Guía de Laboratorio Ingeniería de métodos*, Huancayo: Universidad Continental, 2017.
- [33] L. Cedeño Sares, «Balance de Materia,» de *Fundamentos básicos de cálculos de ingeniería química con enfoque en alimentos*, España, UTMACH, 2018, pp. 44-66.
- [34] D. D. Burgasí Delgado, D. V. Cobo Panchi, K. T. Pérez Salazar, R. L. Pilacuan Pinos y M. B. Rocha Guano, «El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años,» *TAMBARA*, n° 84, pp. 1212-1230, 2021.
- [35] Instituto Nacional de Calidad, «Inacal aprueba norma técnica peruana para impulsar estándares de calidad del arroz,» de *Nota de prensa del documento*, Lima, 2021.
- [36] M. N. Lezama Hueta y J. M. Chegne Donato, 2019. [En línea]. Available: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45676/Lezama\\_HMN-%20Chegne\\_DJM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45676/Lezama_HMN-%20Chegne_DJM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 12 09 2023].
- [37] D. M. Moran Dioses y C. L. Panduro Vela, 2023. [En línea]. Available: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/6170/T030\\_72225875\\_T%20DIEGO%20MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/6170/T030_72225875_T%20DIEGO%20MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 13 Noviembre 2023].
- [38] H. R. Oblitas Vera, 2019. [En línea]. Available: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27775/Oblitas\\_VHR.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27775/Oblitas_VHR.pdf?sequence=6&isAllowed=y). [Último acceso: 20 Abril 2023].

## Anexos

## Anexo 1: Diagrama de bloques del proceso de pilado de arroz




## Anexo 2: Diagrama de operaciones del proceso (DOP)



Resumen	
Operaciones	11
Inspecciones	2
Almacenaje	1
<b>Total</b>	<b>14</b>

## Anexo 3: Diagrama de Actividades por proceso (DAP)

Cursograma analítico del proceso											
Proceso: Pilado de arroz		Resumen									
Fecha: 03/10/22		Actividad	Simbolo	Cantidad	Tiempo (min)						
Analista: Fabiana Vega Guevara		Operación		13	790.92						
Método:		Inspección		1	75.38						
Tipo:		Operación - inspección		0	0						
Comentarios:		Transporte		12	29.95						
		Demora		0							
		Almacenamiento		3	0						
Total				29	896.24						
Nro.	Actividad							Tiempo (min)			
								Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
1	Recepción y pesado, inspección			X				75.67	75	75.46	75.38
2	Desplazamiento al almacén				X			8.65	8.34	9	8.66
3	Almacenamiento 1						X				
4	Desplazamiento al secado				X			7.32	7.88	7.54	7.58
5	Secado	X						600	605.6	603.77	603.12
6	Almacenamiento 2						X				
7	Desplazamiento a la tolva				X			1.86	1.65	1.73	1.75
8	Pre - Limpia	X						20.78	21.55	22	21.44
9	Desplazamiento para el descascarado				X			1.79	2	1.88	1.89
10	Descascarado	X						18.14	17.66	18.35	18.05
11	Desplazamiento para el separado				X			1.3	1.38	1.25	1.31
12	Separado	X						14.76	15.1	15	14.95
13	Desplazamiento para la selección				X			1.24	1.11	1.38	1.24
14	Selección 1	X						13.65	13.55	13	13.40
15	Desplazamiento para el blanqueado				X			1.55	1.78	1.44	1.59
16	Blanqueado 1	X						9.86	9.43	10	9.76
17	Blanqueado 2	X						9.12	9	9.56	9.23
18	Blanqueado 3	X						8.49	8.38	9.05	8.64
19	Desplazamiento para el blanqueado de agua				X			1.73	1.65	1.57	1.65
20	Blanqueado de agua	X						10.58	11.23	11	10.94
21	Desplazamiento para el clasificado				X			1.28	1.3	1.52	1.37
22	Clasificación	X						8.5	8.79	8.64	8.64
23	Desplazamiento a la segunda selección por color				X			1.26	1.23	1.3	1.26
24	Selección 2	X						15.77	15	15.24	15.34
25	Desplazamiento al ensacado				X			1.62	1.54	1.77	1.64
26	Ensacado	X						58.64	57.1	56.47	57.40
27	Desplazamiento de los sacos a almacén				X			29.54	30	32.6	30.71
28	Almacenamiento 3						X				
TOTAL								915.78	927.25	930.52	926.9566667

**Anexo 4: Listado de máquinas de la empresa molinera**

<b>Etapa</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Funcionalidad</b>	<b>Especificaciones</b>		<b>Tipo de mantenimiento</b>
Pre - Limpia	Elevador	Traslada el arroz en cáscara con las impurezas que viene de chacra hacia el pre – limpiador.	Marca	-	Correctivo
			Capacidad	4.5 t/h	
			Cantidad	1	
Pre limpiador	Pre limpiador	Se encarga de limpiar y retirar el polvo e impurezas del arroz en cáscara.	Marca	Kepler Weber	Correctivo
			Capacidad	1.32 t/h	
			Cantidad	1	
Descascarado	Elevador	Traslada el arroz en cáscara limpio hacia la tolva de la descascaradora.	Marca	-	Correctivo
			Capacidad	4.5 t/h	
			Cantidad	1	
Descascaradora	Descascaradora	Se encarga de descascarar el arroz en cáscara a un 90%.	Marca	Super Brix	Correctivo
			Capacidad	4 t/h	
			Cantidad	1	
Separación	Elevador	Se encarga de alimentar a la separadora, transporta el arroz que tiene un 10% de cáscara aún.	Marca	-	Correctivo
			Capacidad	4.5 t/h	
			Cantidad	1	
Separadora	Separadora	Funciona a través de un circuito cerrado de aire con ventilador, separa a un 95% el arroz de la cáscara.	Marca	Super Brix	Correctivo
			Capacidad	4 t/h	
			Cantidad	1	
Selección	Elevador	Se encarga de alimentar a la mesa paddy, transporta el arroz que tiene un 5% de cáscara aún.	Marca	-	Correctivo
			Capacidad	4.5 t/h	
			Cantidad	1	
Mesa paddy	Mesa paddy	Se encarga de seleccionar el arroz de la cáscara al 100%.	Marca	Suzuki	Correctivo
			Capacidad	4 t/h	
			Cantidad	1	
Blanqueado o pulido	Elevador	Traslada el arroz sin cáscara a las pulidoras de piedra.	Marca	-	Correctivo
			Capacidad	4.5 t/h	
			Cantidad	1	
	Pulidoras de piedra	La primera pulidora brinda un 20% de blancura, la segunda un 30% de blancura y la tercera da un 38% de blancura.	Marca	Suzuki	Correctivo
		Capacidad	2.5 t/h		
			Cantidad	3	
Elevador	Elevador	Traslada el arroz con un porcentaje de blancura para que se dé el abrillantamiento en la pulidora de agua.	Marca	-	Correctivo
			Capacidad	4.5 t/h	
			Cantidad	1	
Pulidoras de agua	Pulidoras de agua	Máquina que sirve para dar un brillo al 40% de blancura.	Marca	Sanyang	Correctivo
			Capacidad	3.5 t/h	
			Cantidad	1	
Clasificación	Elevador	Traslada el arroz pulido para la respectiva clasificación.	Marca	-	Correctivo
			Capacidad	4.5 t/h	
			Cantidad	1	
Clasificadoras	Clasificadoras	Máquina encargada de clasificar por tamaño dependiendo del quebrado.	Marca	Suzuki	Correctivo
			Capacidad	3 t/h	
			Cantidad	3	
Selección 2	Elevador	Traslada el arroz con el tamaño adecuado.	Marca	-	Correctivo
			Capacidad	4.5 t/h	
			Cantidad	1	
Selectoras	Selectoras	Se encarga de seleccionar por color la panza blanca, tiza, punto negro, y el arroz.	Marca	AMD	Correctivo
			Capacidad	3.5 - 4 t/h	
			Cantidad	1	
Ensacado	Elevador	Traslada el arroz que cumple con los requisitos hacia la tolva de	Marca	-	Correctivo
			Capacidad	4.5 t/h	

	descarga del producto terminado.	Cantidad	1	
Elevador	Traslada los rechazos del arroz hacia la tolva de ensacado.	Marca	-	Correctivo
		Capacidad	4.5 t/h	
		Cantidad	1	
Envasadora automática	Máquina la cual se puede automatizar, para el respectivo llenado de los sacos dependiendo de la calidad.	Marca	EWINALL DCS - 50FB3	Correctivo
		Cantidad	1	
Cosido automático	Se encarga de coser automáticamente cada saco de arroz haciendo uso de hilo pabilo.	Marca	-	Correctivo
		Cantidad	1	

### Anexo 5: Indicadores de mantenimiento

#### *Indicador de Disponibilidad de la maquinaria del molino*

Meses	Horas programadas	Días de paradas	Horas de parada	Número de fallas	Disponibilidad
Marzo	297	3	33	1	88,89%
Abril	264	4	44	1	83,33%
Mayo	275	1	11	1	96,00%
Junio	253	2	22	1	91,30%
Julio	286	2	22	1	92,31%
Agosto	275	7	77	2	72,00%
Setiembre	286	12	132	2	53,85%
Octubre	275	4	40	3	85,45%
<b>TOTAL</b>			381	12	82,89%

#### *Indicador del tiempo medio entre fallos de la maquinaria del molino*

Máquinas	Horas de parada	Número de fallas	MTTF (horas/fallas)	MTTF (días/fallas)
Separadora	55	2	1 078,00	98,00
Selectora	88	3	707,67	64,33
Pre - Limpias	66	2	1 072,50	97,50
Tablero eléctrico general	33	1	2 178,00	198,00
Clasificadores	132	2	1 039,50	94,50
Pulidoras	7	2	1 102,00	100,18
<b>TOTAL</b>	381	12	1 196,28	108,75
Tiempo total teórico marzo - octubre			2 211	

#### *Indicador del tiempo medio de reparación de la maquinaria del molino*

Máquinas	Horas de parada	Número de fallas	MTTR (horas/fallas)	MTTR (días/fallas)
Separadora	55	2	27,50	2,50
Selectora	88	3	29,33	2,67
Pre - Limpias	66	2	33	3,00
Tablero eléctrico general	33	1	33	3,00
Clasificadores	132	2	66	6,00

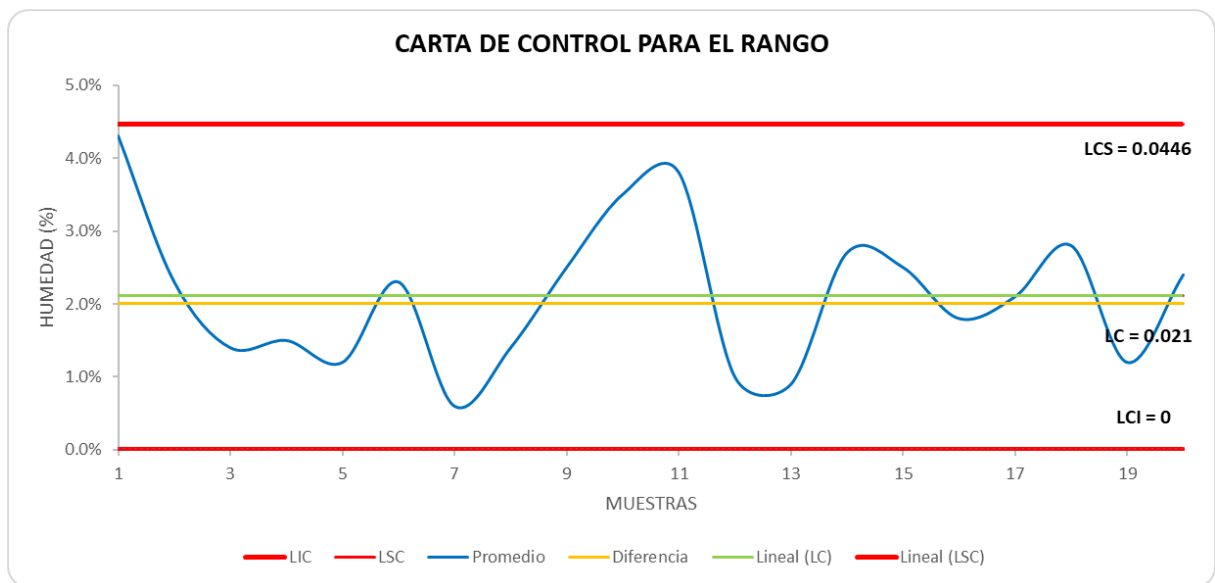
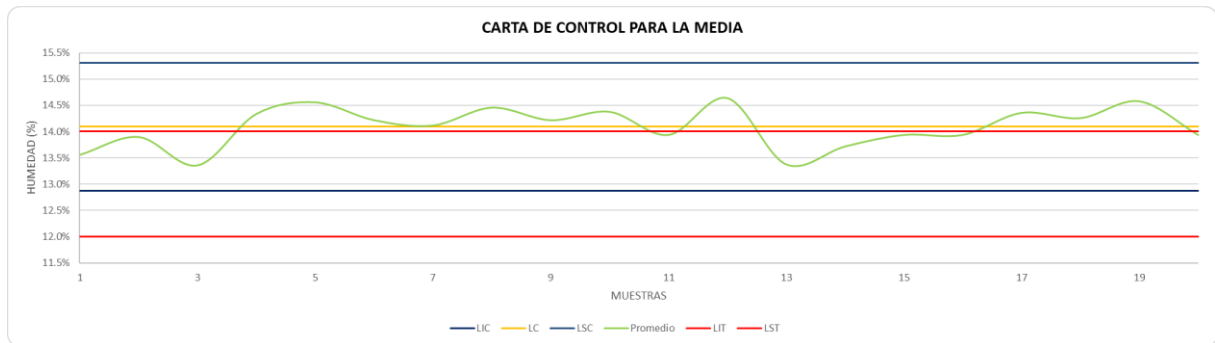
Pulidoras	7	2	4	0,32
<b>TOTAL</b>			<b>32,06</b>	<b>2,91</b>

**Anexo 6: Toma de muestras del porcentaje de humedad**

DÍA	Muestra	Observaciones				
20/10/2022	1	14.9%	14.9%	10.6%	13.6%	13.8%
	2	13.2%	12.8%	15.1%	14.6%	13.8%
	3	14.0%	13.6%	12.8%	12.6%	13.8%
	4	13.6%	14.4%	15.1%	13.9%	14.7%
21/10/2022	5	15.2%	14.9%	14.7%	14.0%	14.0%
	6	14.0%	14.8%	14.2%	15.2%	12.9%
	7	14.0%	14.1%	14.4%	13.8%	14.3%
	8	15.0%	14.7%	14.2%	14.8%	13.6%
	9	12.8%	13.1%	14.9%	15.0%	15.3%
	10	15.1%	14.3%	15.5%	15.0%	12.0%
	11	14.6%	14.0%	14.3%	15.3%	11.5%
	12	14.8%	15.0%	14.0%	14.5%	14.9%
22/10/2022	13	13.3%	13.1%	13.9%	13.6%	13.0%
	14	14.4%	14.0%	12.0%	14.7%	13.5%
	15	13.8%	14.8%	14.3%	14.5%	12.3%
	16	14.7%	13.8%	12.9%	14.4%	13.9%
	17	15.4%	15.2%	13.3%	14.5%	13.4%
	18	14.9%	12.5%	14.6%	14.0%	15.3%
	19	15.2%	14.0%	15.0%	14.6%	14.1%
	20	12.3%	14.7%	14.3%	14.7%	13.7%

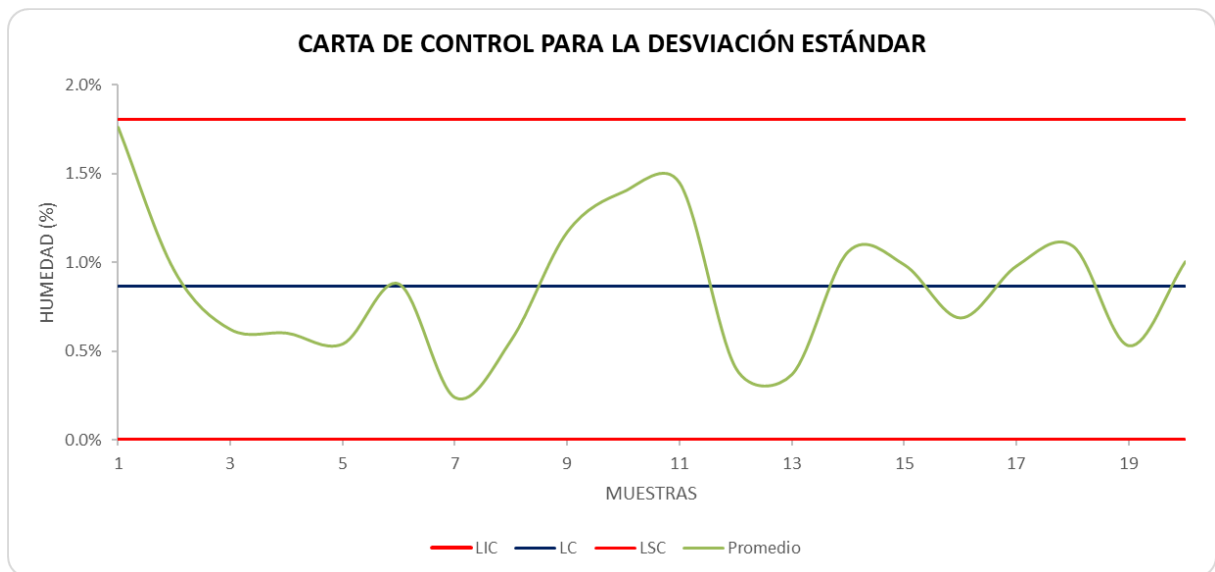
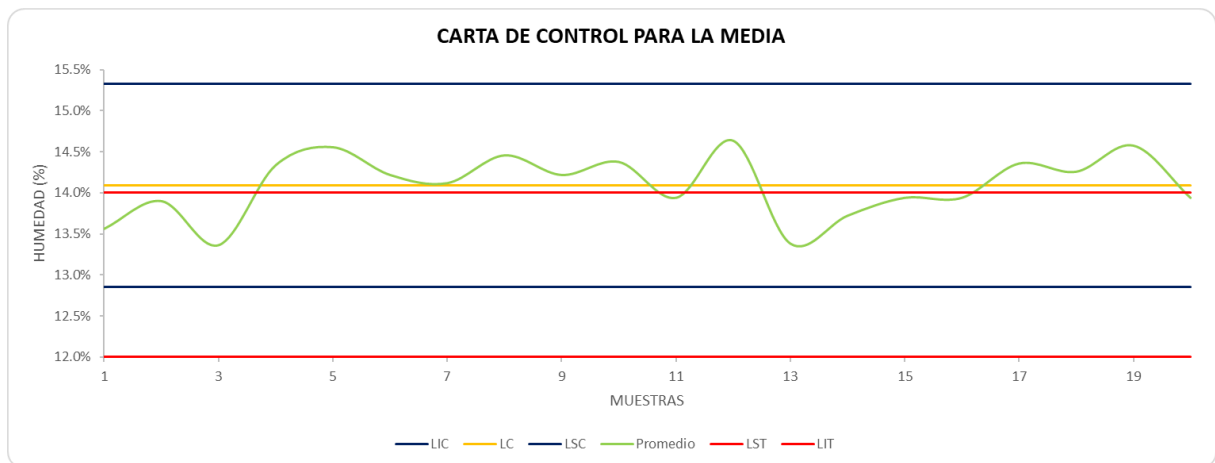
**Anexo 7: Cartas para la media y el rango**

DÍA	Muestra	Observaciones					Promedio	Rango
20/10/2022	1	14.9%	14.9%	10.6%	13.6%	13.8%	13.6%	4.3%
	2	13.2%	12.8%	15.1%	14.6%	13.8%	13.9%	2.3%
	3	14.0%	13.6%	12.8%	12.6%	13.8%	13.4%	1.4%
	4	13.6%	14.4%	15.1%	13.9%	14.7%	14.3%	1.5%
21/10/2022	5	15.2%	14.9%	14.7%	14.0%	14.0%	14.6%	1.2%
	6	14.0%	14.8%	14.2%	15.2%	12.9%	14.2%	2.3%
	7	14.0%	14.1%	14.4%	13.8%	14.3%	14.1%	0.6%
	8	15.0%	14.7%	14.2%	14.8%	13.6%	14.5%	1.4%
	9	12.8%	13.1%	14.9%	15.0%	15.3%	14.2%	2.5%
	10	15.1%	14.3%	15.5%	15.0%	12.0%	14.4%	3.5%
	11	14.6%	14.0%	14.3%	15.3%	11.5%	13.9%	3.8%
	12	14.8%	15.0%	14.0%	14.5%	14.9%	14.6%	1.0%
22/10/2022	13	13.3%	13.1%	13.9%	13.6%	13.0%	13.4%	0.9%
	14	14.4%	14.0%	12.0%	14.7%	13.5%	13.7%	2.7%
	15	13.8%	14.8%	14.3%	14.5%	12.3%	13.9%	2.5%
	16	14.7%	13.8%	12.9%	14.4%	13.9%	13.9%	1.8%
	17	15.4%	15.2%	13.3%	14.5%	13.4%	14.4%	2.1%
	18	14.9%	12.5%	14.6%	14.0%	15.3%	14.3%	2.8%
	19	15.2%	14.0%	15.0%	14.6%	14.1%	14.6%	1.2%
	20	12.3%	14.7%	14.3%	14.7%	13.7%	13.9%	2.4%
						<b>14.1%</b>	<b>2.1%</b>	
						$\bar{X}$	$\bar{R}$	



**Anexo 8: Cartas para la media y la desviación estándar**

DÍA	Muestra	Observaciones					Promedio	Desv.Stad
20/10/2022	1	14.9%	14.9%	10.6%	13.6%	13.8%	13.6%	1.8%
	2	13.2%	12.8%	15.1%	14.6%	13.8%	13.9%	1.0%
	3	14.0%	13.6%	12.8%	12.6%	13.8%	13.4%	0.6%
	4	13.6%	14.4%	15.1%	13.9%	14.7%	14.3%	0.6%
21/10/2022	5	15.2%	14.9%	14.7%	14.0%	14.0%	14.6%	0.5%
	6	14.0%	14.8%	14.2%	15.2%	12.9%	14.2%	0.9%
	7	14.0%	14.1%	14.4%	13.8%	14.3%	14.1%	0.2%
	8	15.0%	14.7%	14.2%	14.8%	13.6%	14.5%	0.6%
	9	12.8%	13.1%	14.9%	15.0%	15.3%	14.2%	1.2%
	10	15.1%	14.3%	15.5%	15.0%	12.0%	14.4%	1.4%
	11	14.6%	14.0%	14.3%	15.3%	11.5%	13.9%	1.4%
	12	14.8%	15.0%	14.0%	14.5%	14.9%	14.6%	0.4%
22/10/2022	13	13.3%	13.1%	13.9%	13.6%	13.0%	13.4%	0.4%
	14	14.4%	14.0%	12.0%	14.7%	13.5%	13.7%	1.1%
	15	13.8%	14.8%	14.3%	14.5%	12.3%	13.9%	1.0%
	16	14.7%	13.8%	12.9%	14.4%	13.9%	13.9%	0.7%
	17	15.4%	15.2%	13.3%	14.5%	13.4%	14.4%	1.0%
	18	14.9%	12.5%	14.6%	14.0%	15.3%	14.3%	1.1%
	19	15.2%	14.0%	15.0%	14.6%	14.1%	14.6%	0.5%
	20	12.3%	14.7%	14.3%	14.7%	13.7%	13.9%	1.0%
						<b>14.09%</b>	<b>0.87%</b>	



**Anexo 9: Motivo y horas de las paradas de la maquinaria**

<b>N°</b>	<b>FECHA DE PARADA</b>	<b>ÁREA</b>	<b>MÁQUINA O EQUIPO</b>	<b>MOTIVO DE PARADA</b>	<b>HORAS DE PARADA</b>
1	6-Mar-22	PILADO	Separadora	Desgaste de las aletas del ventilador	33
2	4-Abr-22	PILADO	Selectora AMD	Desgaste de los inyectores	44
3	25-May-22	PILADO	Selectora AMD	Desajuste de los parámetros y configuraciones	11
4	8-Jun-22	PILADO	Pre - Limpias	Rotura de las mallas	22
5	10-Jul-22	PILADO	Separadora	Desgaste de las mallas	22
6	15-Ago-22	PILADO	Tablero eléctrico general	Recalentamiento del motor	33
7	27-Ago-22	PILADO	Pre - Limpias	Desgaste del ventilador	44
8	17-Set-22	PILADO	Clasificadores	Desgaste del sinfín y ruptura de las fajas	132
9	13-Oct-22	PILADO	Selectora AMD	Fallo del compresor	33
10	24-Oct-22	PILADO	Pulidoras de piedra	Desgaste de fajas	4
11	26-Oct-22	PILADO	Pulidoras de piedra	Desgaste de las cribas y rodamientos	3
<b>TOTAL</b>					<b>381</b>

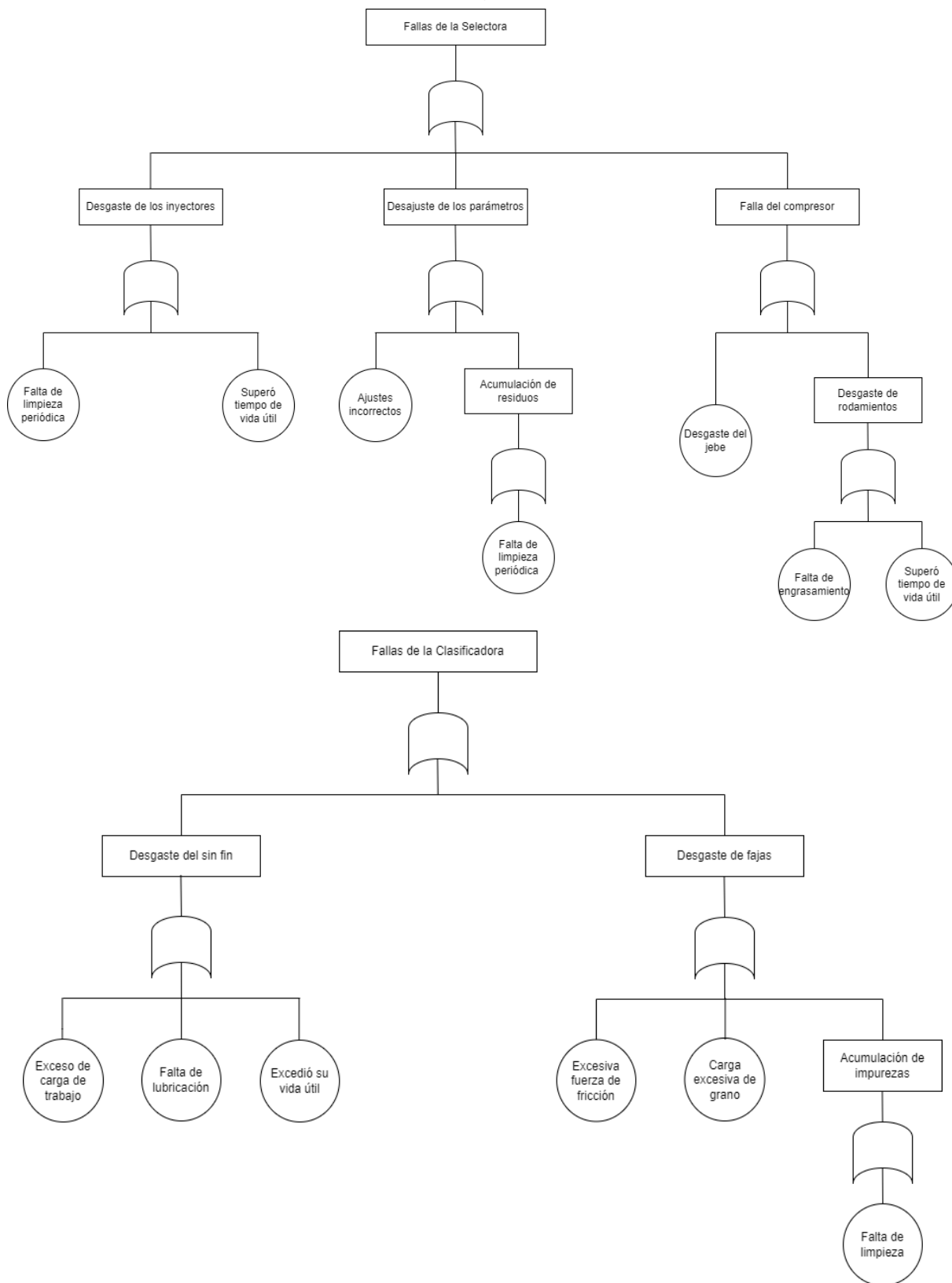
## Anexo 10: Parámetros del análisis de criticidad

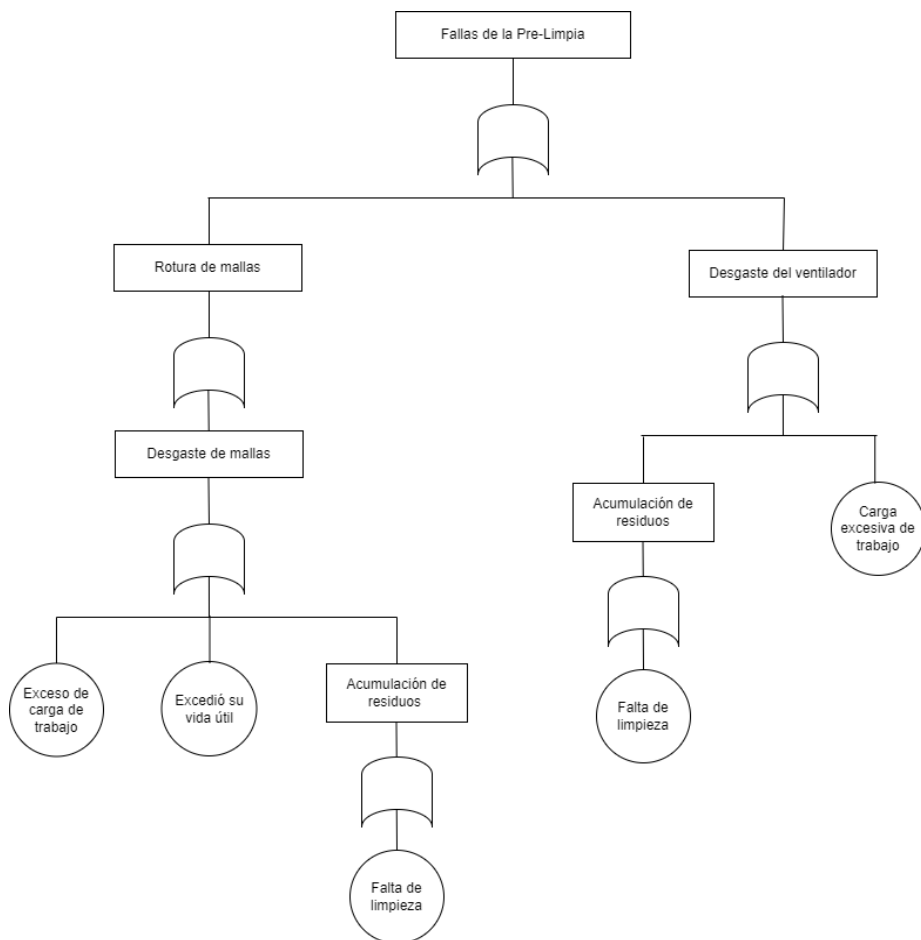
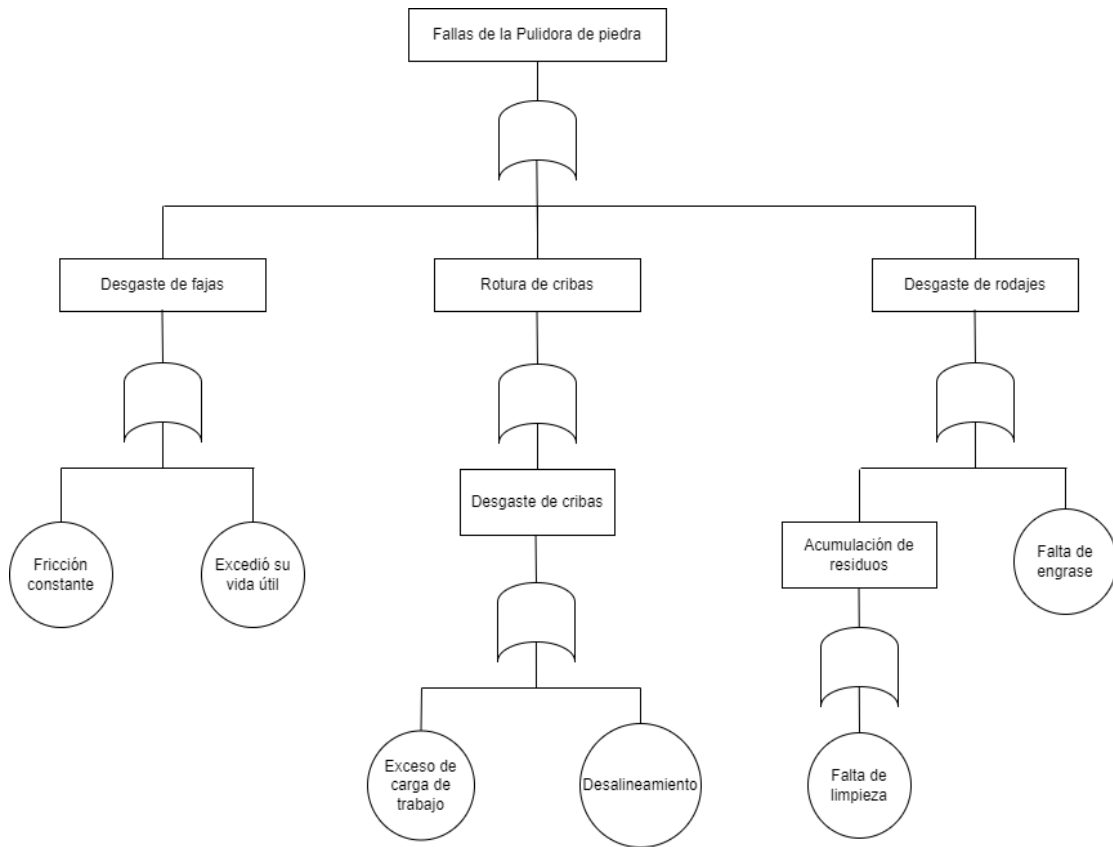
PARÁMETROS DE CRITICIDAD	Pre-limpia	Separadora	Pulidora de piedra	Clasificadora	Selectora	Tablero eléctrico
<b>1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA</b>						
No más de 4 horas por día						
Entre 5 y 8 horas por día						
Entre 9 y 12 horas por día	3	3	3	3	3	3
Entre 13 y 16 horas por día						
Entre 17 y 24 horas por día						
A	3	3	3	3	3	3
<b>2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)</b>						
No más de 1 por año						
Entre 2 y 15 por año	2	2	2	2	2	2
Entre 16 y 30 por año						
Entre 31 y 50 por año						
Más de 50 por año						
B	2	2	2	2	2	2
<b>3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)</b>						
Menos de 4 horas						
Entre 4 y 8 horas						
Entre 8 y 24 horas						
Entre 24 y 48 horas	4	4	4		4	4
Más de 48 horas				5		
C	4	4	4	5	4	4
<b>4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION</b>						
No afecta la producción						
25 % de impacto						
50 % de impacto	0.5	0.5	0.5			

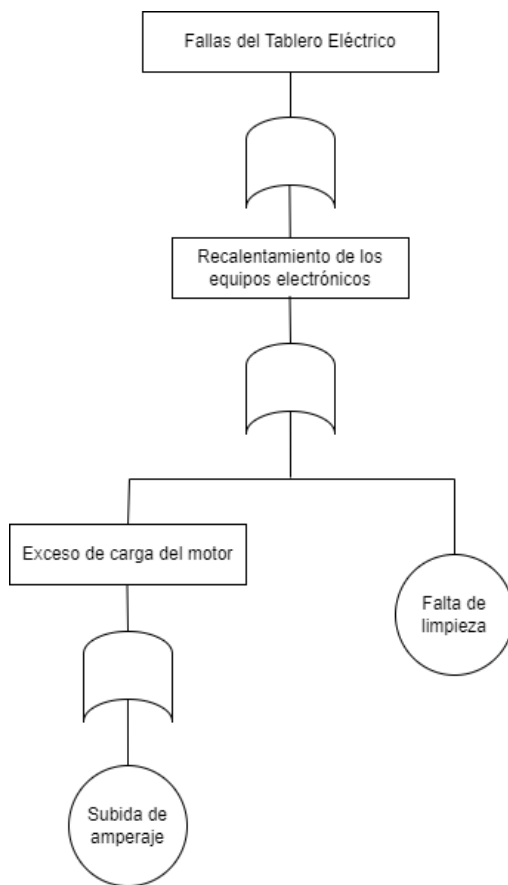
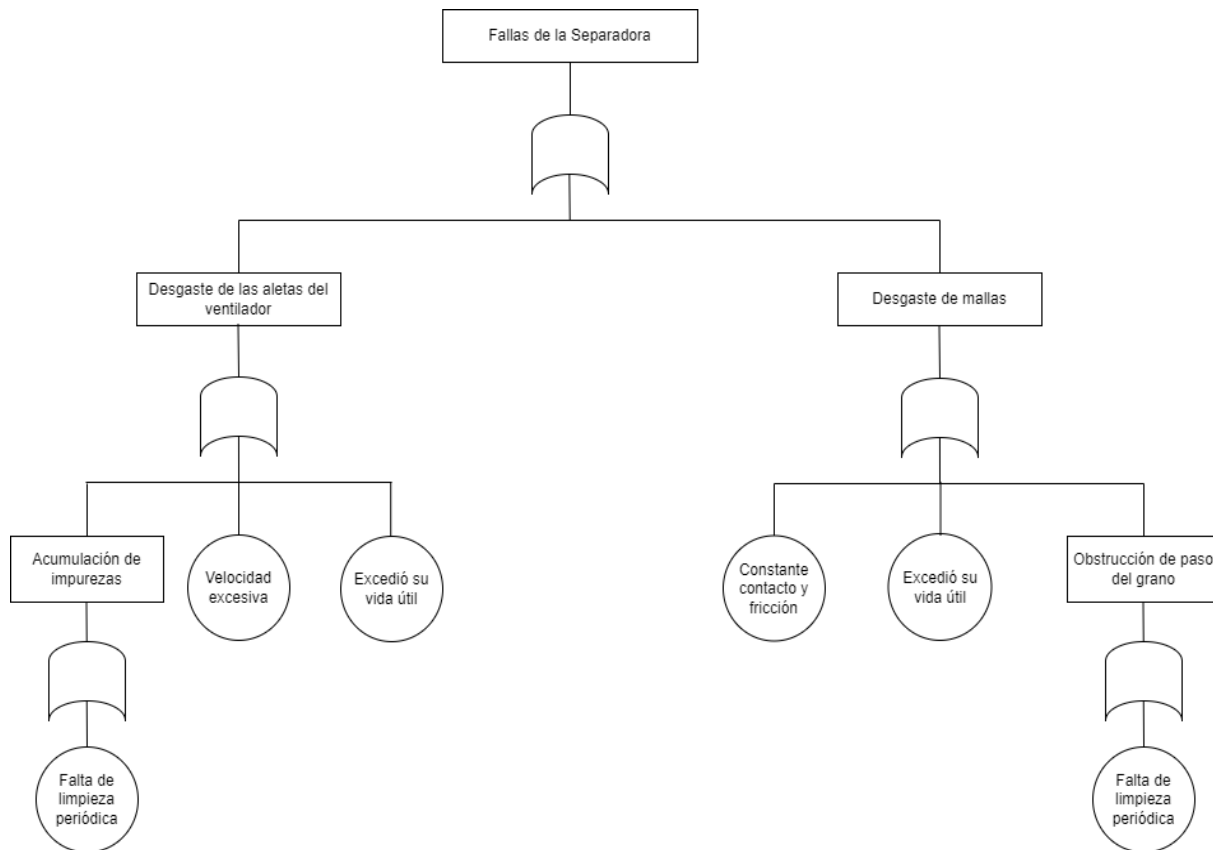
75 % de impacto							
100 % de impacto					1	1	1
	D	0.5	0.5	0.5	1	1	1
<b>5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS</b>							
Stock propio							
Local							
Departamental		3		3	3	3	3
Nacional			4				
Extranjero							
	E	3	4	3	3	3	3
<b>11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS</b>							
Si existe		1	1	1			
Regular							
Escasa							
No existe					4	4	4
	F	1	1	1	4	4	4
<b>6. COSTOS DE REPARACION (MILES DE NUEVOS SOLES)</b>							
No origina ningún costo							
Menos de mil				3	3		
Entre mil y 3 mil			5				5
Entre 3 y 5 mil						10	
Más de 5 mil							
	G	0	5	3	3	10	5
<b>7. IMPACTO AMBIENTAL</b>							
No origina ningún impacto ambiental							
Contaminación ambiental baja		5	5	5	5	5	5
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta							

Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios							
	H	5	5	5	5	5	5
<b>8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDA DE PERSONAL</b>							
No origina heridas ni lesiones		0	0	0	0	0	0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes							
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días							
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente							
	I	0	0	0	0	0	0
<b>9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL</b>							
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)							
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles		5	5	5			
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles					10	10	10
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles							
	J	5	5	5	10	10	10
<b>10. ASISTENCIA TECNICA</b>							
Si existe		1	1	1	1	1	1
Regular							
Escasa							
No existe							
	K	1	1	1	1	1	1
Puntaje Total		25	31	28	37	43	38
Aplicación de fórmula de CRITICIDAD		24	34	30	46	58	48

**Anexo 11: Árboles de falla de la maquinaria, AMEF, hojas de decisión, plan de mantenimiento, cronograma**







Análisis de modos y efectos de falla																	
Equipo	Función	Falla funcional		Modo de falla		Efecto de Falla	Situación Actual					Evaluaciones de Mejora					
							Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	Acción recomendada	Responsable	Nueva severidad	Nueva ocurrencia	Nueva Detección	Nuevo NPR
Selectora	Clasifica el arroz	A	Parada de la máquina	1	Desgaste de los inyectores	El desgaste de los inyectores obstruye el paso del aire para el funcionamiento, demorando la producción de arroz.	Ninguno	7	3	7	147	Inspección y limpieza de los inyectores	Técnico - mecánico	3	2	4	24
		B	Mala selección de los granos de arroz	1	Desajuste de los parámetros	El desajuste de los parámetros provoca que no haya una buena selección del grano, y, por ende, baje la producción.	Ninguno	8	4	8	256	Revisar el desajuste y realizar la calibración	Ingeniero mecánico	4	2	2	16
		C	Máquina en parada	1	Desgaste del jebe del compresor	El desgaste del jebe y rodamientos ocasiona que deje de funcionar el compresor, el cual brinda aire para el correcto funcionamiento de la selectora.	Ninguno	8	4	6	192	Inspección y sustitución del jebe	Técnico - mecánico	4	2	4	32
				2	Desgaste de los rodamientos del compresor		Ninguno	8	5	5	200	Engrasamiento de los rodamientos	Técnico - mecánico	3	2	3	18
Clasificador a	Clasifica por tamaño dependiendo del quebrado.	A	Parada de la máquina	1	Desgaste del sinfín	El desgaste del sinfín ocasiona la pérdida de precisión en la clasificación, llevando consigo la disminución de la capacidad de producción.	Ninguno	6	3	8	144	Inspeccionar y limpiar el sin fin, además de un cambio periódico.	Técnico - Mecánico	3	2	4	24
		B	Mala clasificación	1	Desajuste de las fajas	El desgaste de las fajas disminuye el movimiento vibratorio, por ende, no se da una correcta clasificación del arroz mixto, generando un exceso en el flujo de los subproductos afectando a la productividad.	Ninguno	6	4	7	168	Tensión y ajuste periódica de la faja, además de un cambio periódico de la faja.	Técnico - Mecánico	3	2	4	24
Pulidora de piedra	Brinda un 20% de blancura, la segunda un 30% de blancura y la tercera da un 38% de blancura.	A	Bajo rendimiento de la máquina	1	Desgaste de las fajas	El desgaste de las fajas ocasiona un bajo rendimiento de la máquina, haciendo que la superficie se desequilibre, menorando la capacidad de producción.	Ninguno	4	3	8	96	Inspección del alineamiento de la faja y cambio de faja si se requiere.	Técnico - Mecánico	2	2	4	16
		B	Pulido incorrecto del grano de arroz	1	Rotura de las cribas	La rotura de las cribas trae consigo la contaminación del arroz, y por ende, causa un peligro para el consumidor final.	Ninguno	10	6	8	480	Limpieza periódica y cambio de las cribas.	Técnico - Mecánico	5	3	4	60
		C	Calentamiento de los rodajes	1	Desgaste de los rodajes	El desgaste de los rodajes provoca un ruido mediante pequeños golpes, aumentan la temperatura del rodaje.	Ninguno	5	3	8	120	Limpieza y lubricación de los rodajes	Técnico - Mecánico	2	2	4	16
Pre-Limpia	Se encarga de limpiar y retirar el polvo e impurezas del	A	Parada de la máquina	1	Rotura de las mallas	La rotura de las mallas afecta la eficiencia del grano de arroz, además puede provocar una contaminación de este, impactando en la calidad del producto.	Ninguno	7	3	8	168	Cambio de las mallas antes de que se rompan	Técnico - Mecánico	4	2	4	32

	arroz en cáscara.	B	Atascamiento de los granos de arroz	1	Desgaste de las mallas	El desgaste de las mallas es debido al exceso de impurezas viscosas y sólidas retenidas en las cribas de estas, generando una disminución del flujo de arroz cáscara, y por ende, un aumento de impurezas a la siguiente etapa por el atascamiento.	Ninguno	6	3	8	144	Limpieza periódica	Técnico - Mecánico	3	2	4	24
		C	Parada de la máquina	1	Desgaste del ventilador	El desgaste del ventilador reduce la capacidad del movimiento de aire de manera eficiente, llevando a la disminución del rendimiento de la máquina, debido al flujo de aire ineficiente para la limpieza.	Ninguno	6	3	8	144	Limpieza del ventilador y cambio si es que lo necesita	Técnico - Mecánico	3	2	4	24
Separadora	Se encarga de separar a un 95% el arroz de la cáscara.	A		1	Desgaste de las aletas del ventilador	El desgaste de las aletas del ventilador disminuye la capacidad del movimiento de aire de manera eficiente, llevando al bajo rendimiento de la máquina, debido al flujo de aire ineficiente para la limpieza.	Ninguno	6	3	8	144	Limpieza del ventilador y cambio si es que lo necesita	Técnico - Mecánico	3	2	4	24
		B	Obstrucción del paso del grano	1	Desgaste de las mallas	El desgaste de las mallas es debido al exceso de impurezas viscosas y sólidas retenidas en las cribas de estas, generando una disminución del flujo de arroz cáscara, y por ende, un aumento de impurezas.	Ninguno	6	3	8	144	Limpieza periódica y cambio de las mallas si se requiere	Técnico - Mecánico	3	2	4	24
Tablero eléctrico	Se encarga de brindar energía a los motores, los cuales dan funcionamiento a toda la maquinaria.	A	Recalentamiento de los equipos eléctricos	1	Sobre esfuerzo	El sobreesfuerzo provoca el recalentamiento de los equipos, paralizando la producción.	Ninguno	8	3	7	168	Medir el amperaje de los equipos eléctricos	Técnico electricista	4	2	3	24
				2	Exceso de carga del motor	El calor excesivo provoca el recalentamiento, y trae consigo el daño de los equipos, provocando un mal funcionamiento y parada de la maquinaria.	Ninguno	8	3	7	168	Cambio de los equipos eléctricos e inspección del motor	Técnico electricista	4	1	3	12

Hoja de decisiones R.C.M											
Área: Proceso productivo								Maquina:			
Equipo	Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Tareas propuestas
	F	F F	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	
								O 1	O2	O3	
								N1	N2	N3	
Selectora	1	A	1	S	N	N	S	N	N	Inspección y limpieza de los inyectores	
	1	B	1	S	N	S	N	N	N	Revisar el desajuste y realizar la calibración	
	1	C	1	S	N	N	S	N	S	Inspección y sustitución del jebe	
	1	C	2	S	N	N	S	N	S	Engrasamiento de los rodamientos	
Clasificadora	1	A	1	S	N	N	S	N	S	Inspeccionar y limpiar el sin fin, además de un cambio periódico.	
	1	B	1	S	N	N	S	N	S	Tensión y ajuste periódica de la faja, además de un cambio periódico de la faja.	
Pulidora de piedra	1	A	1	S	N	N	S	N	S	Inspección del alineamiento de la faja y cambio de faja si se requiere.	
	1	B	1	S	S	S	S	N	S	Limpieza periódica y cambio de las cribas.	

	1	C	1	S	N	N	S	S	N	N	Limpieza y lubricación de los rodajes
Pre-Limpia	1	A	1	S	S	S	S	N	N	S	Cambio de las mallas antes de que se rompan
	1	B	1	S	N	N	S	S	N	N	Limpieza periódica
	2	C	1	S	N	N	S	S	N	S	Limpieza del ventilador y cambio si es que lo necesita
Separadora	1	A	1	S	N	N	S	S	N	S	Limpieza del ventilador y cambio si es que lo necesita
	1	B	1	S	N	N	S	S	N	N	Limpieza periódica y cambio de las mallas si se requiere
Tablero eléctrico	1	A	1	N	N	N	S	S	N	N	Medir el amperaje de los equipos eléctricos
	1	A	2	N	N	N	S	S	N	S	Cambio de los equipos eléctricos e inspección del motor

Plan de actividades de mantenimiento								
Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de máquina	Tiempo aproximado de trabajo
Selectora	Inspección y limpieza de los inyectores	Inspección y limpieza	Trapo industrial, amperímetro de voltaje	Desarmador plano y estrella	Semanal	Técnico - mecánico	Máquina en parada	30"
	Revisar el desajuste y realizar la calibración	Revisión	Amperímetro, placa de calibración	Desarmador plano, estrella, llave N°08 y 10	Mensual	Ingeniero mecánico	Máquina en parada	2-3 horas
	Inspección y sustitución del jebe	Sustitución	Trapo industrial, jebe ORING	Desarmador plano	Trimestral	Técnico - mecánico	Máquina en parada	2 horas
	Engrasamiento de los rodamientos	Lubricación	Trapo industrial	Grasa LGMT 3/18	Semanal	Técnico - mecánico	Máquina en parada	5"
Clasificadora	Inspeccionar periódicamente el sin fin	Inspección	-	Llave N°13, 14 y regulable	Mensual	Técnico - mecánico	Máquina en parada	2 horas
	Limpieza del sin fin	Limpieza	Trapo industrial, aire	Llave N°13, 14 y regulable	Diario	Técnico - mecánico	Máquina en parada	2 horas
	Cambio del sin fin	Sustitución	Sin fin, rodajes NTN, grasera, autoroscantes acerados	Llave N°13, 14 y regulable	Trimestral	Técnico - mecánico	Máquina en parada	24 horas
	Limpieza de la faja	Limpieza	Trapo industrial, aire	Llave N°13, 14 y regulable, taladro eléctrico	Diario	Técnico - mecánico	Máquina en parada	30"
	Ajuste periódico de la faja	Ajuste	-	Llave N° 11, pernos, tuercas	Semanal	Técnico - mecánico	Máquina en parada	20"
	Cambio de la faja	Sustitución	Faja plana de 3 metros	Llave N° 11 y 13	Trimestral	Técnico - mecánico	Máquina en parada	20"
Pulidora de piedra	Inspección del alineamiento de la faja	Inspección	-	Llave N°22	Quincenal	Técnico - Mecánico	Máquina en parada	5"
	Cambio de faja	Sustitución	Faja B136	Llave N°22	Bimestral	Técnico - Mecánico	Máquina en parada	30"
	Limpieza de las cribas	Limpieza	Trapo industrial, aire, escobilla	Llave N°11, desarmador plano	Diario	Técnico - Mecánico	Máquina en parada	60"
	Cambio de cribas	Sustitución	Cribas	Desarmador, llave N°11, guantes	Bimestral	Técnico - Mecánico	Máquina en parada	20"
	Limpieza de los rodajes	Limpieza	Trapo industrial, escobilla, gasolina	Desarmador plano, grasera TRUPER	Diario	Técnico - Mecánico	Máquina en parada	60"
	Lubricación de rodajes	Lubricación	Grasa Amarilla	Grasera TRUPER, guantes	Mensual	Técnico - Mecánico	Máquina en parada	10"
Pre-Limpia	Cambio de mallas	Sustitución	Malla de 1.20 x 3 metros	Llave N°11, desarmador plano y estrella, taladro inalámbrico, pernos autoroscantes acerados	Trimestral	Técnico - Mecánico	Máquina en parada	8 horas
	Limpieza periódica de las mallas	Limpieza	Trapo Industrial, Escobilla industrial	Aire comprimido	Semanal	Técnico - Mecánico	Máquina en parada	30"
	Limpieza periódica del ventilador	Limpieza	Trapo industrial	Desarmador plano, aire comprimido	Semanal	Técnico - Mecánico	Máquina en parada	10"





## Anexo 12: Formato de registro de la máquina a reparar

		<b>MOLINERA ADEMAMY S. A. C.</b>		<b>RUC: 20480844867</b>	
<b>N° registro</b>		<b>Nombre del Equipo o Máquina</b>		<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
<b>Prioridad</b>		<b>Normal</b>		<b>Urgente</b>	
<b>Prioridad</b>		<b>Programado</b>			
<b>Trabajo por realizar</b>	<b>Ajuste y limpieza</b>	<b>Soldadura</b>	<b>Lubricación general</b>	<b>Reparación o sustitución de piezas</b>	<b>Revisión técnica</b>
<b>Nombre del solicitante</b>				<b>Firma</b>	
<b>Medidas de seguridad</b>					
<b>Descripción general del problema</b>					
<b>Mano de obra</b>	<b>Nombre del responsable</b>		<b>Puesto o Cargo</b>		<b>Firma</b>
<b>Origen o causa de la falla</b>					
<b>Descripción del trabajo a realizar</b>				<b>Observaciones</b>	
<b>Adquisición de repuestos a utilizar</b>					
<b>Descripción del Repuesto</b>			<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (S/.)</b>	<b>Precio Total (S/.)</b>
<b>Costo total</b>					
<b>Servicio de Terceros</b>					
<b>N° de Teléfono</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Descripción del trabajo o compra realizada</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unit. (S/.)</b>	<b>Precio Total (S/.)</b>
<b>Costo total</b>					
<b>Recibido por:</b>				<b>Firma</b>	
<b>Aprobado por:</b>				<b>Firma</b>	

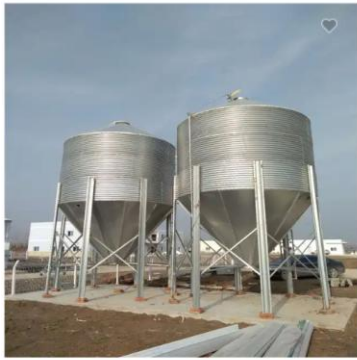
## Anexo 13: Cotizaciones

### SILO DE ALMACENAMIENTO

Alibaba.com

Categories | Ready to Ship | Personal Protective E... | Trade Shows | Buyer Central |  | English - USD | Ship to:

Home / Industrial Machinery / Agricultural Machinery & Equipment / Silos



**MUHE series grain silos 15 ton capacity**

1 - 49 sets	50 - 99 sets	100 - 199 sets	>= 200 sets
<b>\$1,400.00</b>	<b>\$1,350.00</b>	<b>\$1,250.00</b>	<b>\$1,150.00</b>

Benefits: Quick refunds on orders under US \$1,000

Capacity: 22.3 m<sup>3</sup> \$1,400.00

Lead time:

Quantity (sets)	1 - 10	11 - 50	51 - 100	> 100
Lead time (days)	7	15	30	To be negotiated

The minimum order quantity is 1 set  
0/1 set **from \$1,400.00**  
Lead time 7 days

Shipping: To be negotiated

**Shandong Muhe Machinery Co.,...**  
Manufacturer  
CN 1218


**Purchase details** Protection with

### Elevador de cangilones

Alibaba.com

Categories | Listo para enviar | Equipo de protección ... | Exhibiciones comerci... |  | Español - USD | Envío a:

Casa / Manejo de materiales / Transporte / Transportadores



**TDTG-granero elevador de cubo para silo, alta calidad**

>= 1 Sets  
**2.350,00 US\$**

Beneficios: Regalo de cupón de 3 días: hasta US \$80 de descuento

Tipo:

Número de Modelo: TDTG 2.350,00 US\$

Plazo de entrega:

Quantity (Sets)	1 - 5	> 5
Hora del Est.(días)	30	Para negociar

Personalización: Logotipo personalizado (Pedido mínimo 1 Set)  
Embalaje personalizado (Pedido mínimo 1 Set)

La cantidad mínima de pedido es 1 Set  
0/1 Set **desde 2.350,00 US\$**  
Tiempo de procesamiento 30 días

Envío: Para negociar

**Verified supplier**

**Dongying Fengtu Intelligent Storage...**  
Fabricante de China

## Horno de Biomasa

The screenshot shows an email thread in Gmail. The sender is Fabiana Vega Guevara and the recipient is Hernando. The email discusses a commercial proposal for two biomass stoves that has not been sent for evaluation. Hernando's reply lists two options for a biomass stove model TEO IIL, priced at USD 28,000 (CIF Callao).

**Fabiana Vega Guevara** <vegaguevarafabiana@gmail.com>  
para Hernando

Buenos días Hernando

Muchas gracias por la información brindada, en relación a la propuesta comercial de los 2 hornos no ha sido enviada, espero el envío para la evaluación, que tenga buen día. Gracias.

**Hernando Martinez** <hernando@superbrix.com>  
para mí

Apreciada Fabiana :

Efectivamente Para ese modelo de secadora de 10/15 tendremos 2 opciones de hornos, las cuales se condicionan de la siguiente manera :

Opción 1 . Horno de Biomasa modelo TEO IIL de parrillas inclinadas, el cual estaría en capacidad de operar con la secadora , sin considerar un crecimiento en el secado.

**USD 28.000 (Precio CIF Callao)**

## Torno de secado industrial

The screenshot shows a PDF document from SuperBrix. It is a quotation for a 'SECADORA DE TORRE ST-15AX'. The document includes a table with the following data:

Item	Cant	Descripción	Valor Unit.	Valor Total
1	1	SECADORA DE TORRE ST-15AX Motores (UndxkW): 1x15 + 1x1,5 - Capacidad (t/h): 15	US\$ 58.118	US\$ 58.118

**DESCRIPCIÓN GENERAL:**  
La Secadora de Torre SuperBrix ST AX está diseñada para secar granos homogéneamente en flujo continuo con silos de atempero o por tandas y proporcionarle una larga vida de almacenamiento al producto, preservando su integridad y calidad.

El proceso de secamiento del grano se obtiene mediante un gran flujo de aire, producido por uno o más ventiladores axiales con capacidad de 7.08 m<sup>3</sup>/s (24.000CFM) a 63.5 mm WC (2.5"WC), impulsado por un motor eléctrico de 15 KW (20 H.P.).  
\*La cantidad de ventiladores dependerá según el modelo de secadora.

La Torre de secamiento de la ST-AX está constituida por módulos de secado de 2.44x2.30x1.08 m (frente, ancho y alto), que cuentan con baffles paralelos con diseño exclusivo de la Universidad del Estado de Louisiana (L.S.U), con arreglo a 180 grados, alineados para un perfecto reparto del aire de secamiento, y dos secciones de tolva de retención con las mismas dimensiones.

## Anexo 14: Pronóstico del acopio de arroz cáscara del 2024 - 2028

Período	Arroz cáscara (t)
2018	10,198.80
2019	10,926.00
2020	10,002.51
2022	10,534.23
2024	10,436.09
2025	10,444.37
2026	10,452.65
2027	10,460.93
2028	10,469.21

**Anexo 15: Lista de materiales necesarios para el mantenimiento preventivo en la empresa  
Molinera Ademmy S.A.C.**

<b>EQUIPO</b>	<b>REPUESTO/HERRAMIENTAS/ MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD ANUAL</b>	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
Selectora	Trapo industrial	12	5	60
	Placa de calibración	6	40.9	245.4
	Jebe ORING	2	150	300
	Grasa TRUPER	4	35	140
Clasificadora	Trapo industrial	12	5	60
	Sin fin	1	800	800
	Rodajes NTN	4	35	140
	Grasera TRUPER	4	35	140
	Autoroscantes acerados	1	20	20
	Faja plana de 3 metros	4	144	576
	Faja B136	6	55	330
	Trapo industrial	12	5	60
Pulidora de piedra	Escobilla industrial	12	5	60
	Cribas	6	120	720
	Grasa amarilla	4	35	140
	Malla de 1.20 x 3 metros	1	600	600
Pre - Limpia	Trapo industrial	12	5	60
	Escobilla industrial	12	5	60
	Eje del ventilador	1	700	700
	Rodajes NTN	4	35	140
Separadora	Trapo industrial	12	5	60
	Grasera TRUPER	4	35	140
	Eje del ventilador	1	700	700
	Escobilla industrial	12	5	60
	Malla acerada	1	800	800
Tablero eléctrico	Trapo industrial	12	5	60
	Guantes	2	70	140
	Contactores	3	85	255
	Guardamotor	3	130	390
	Pulsadores	3	20	60
<b>TOTAL</b>				<b>8016</b>

**Anexo 16: Inversión**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (dólares)</b>	<b>Costo total (dólares)</b>
Torno de secado	1	58,118.00	58,118.00
Horno	1	28,000.00	28,000.00
Silos de almacenamiento	1	1,400.00	1,400.00
Elevador de cangilones	2	2,350.00	4,700.00
Transporte de arrastre	1	3,200.00	3,200.00
Instalación y montaje		6,000.00	6,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>101,418.00</b>
<b>TOTAL (SOLES)</b>			<b>386402.58</b>

### Anexo 17: Tasa de interés del préstamo bancario

Tasa Anual (%)	BBVA	Comercio	Crédito	Pichincha	BIF	Scotiabank	Citibank	Interbank
<b>Microempresas</b>	25.28	-	28.16	12.34	-	14.81	-	31.30
Tarjetas de Crédito	33.60	-	30.75	25.51	-	-	-	-
Descuentos	13.55	-	20.32	-	-	14.80	-	10.99
Préstamos Revolventes	22.45	-	-	-	-	-	-	-
Préstamos a cuota fija hasta 30 días	21.30	-	-	-	-	-	-	-
Préstamos a cuota fija de 31 a 90 días	20.11	-	14.31	-	-	-	-	-
Préstamos a cuota fija de 91 a 180 días	23.73	-	17.62	-	-	13.99	-	54.56
Préstamos a cuota fija de 181 a 360 días	22.57	-	23.35	-	-	30.00	-	57.38
Préstamos a cuota fija a más de 360 días	21.67	-	28.47	12.31	-	14.81	-	22.82

## **Anexo 18: Plan de Seguimiento y Evaluación para el Incremento de Productividad a través del Control de Humedad y un Plan de Mantenimiento**

### 1. Objetivo General

Incrementar la productividad mediante el control efectivo del porcentaje de humedad y la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

### 2. Objetivos Específicos

- Mantener los niveles de humedad dentro de los rangos óptimos para evitar problemas de calidad y deterioro de equipos.
- Reducir los tiempos de inactividad debido a fallos de maquinaria a través de un mantenimiento regular.
- Optimizar el rendimiento de los equipos y alargar su vida útil.
- Reducir costos operativos asociados a reparaciones de emergencia y pérdidas de productos.

### 3. Indicadores de desempeño (KPIs)

#### 3.1. Niveles de humedad controlados:

- Meta: Mantener la humedad dentro de los rangos óptimos (según la Norma Técnica del Perú es de 12% a 14%).
- Indicador: % de tiempo en que los niveles de humedad se mantienen dentro del rango objetivo.

#### 3.2. Tiempos de inactividad de equipos (Downtime):

- Meta: Reducir el tiempo de inactividad por fallos mecánicos en un 25%.
- Indicador: Horas perdidas por mes debido a fallos o reparaciones no programadas.

#### 3.3. Costo de mantenimiento:

- Meta: Mantener los costos de mantenimiento dentro del presupuesto establecido.
- Indicador: % de variación del costo frente al presupuesto mensual o anual.

#### 3.4. Tasa de producción:

- Meta: Incrementar la producción por turno.
- Indicador: Sacos de arroz producidos o procesados por hora / turno.

#### 3.5. Número de fallos de equipos:

- Meta: Reducir el número de fallos críticos.
- Indicador: Número de fallos no planificados al mes.

#### 4. Acciones y Estrategias

##### a. Control de humedad

- Monitorio frecuente de humedad: Uso de un medidor de humedad para el control de humedad en tiempo real hasta llegar a la humedad dependiendo de la variedad.
- Control de temperatura: Programación de la temperatura a 60°C, temperatura ideal para no afectar la calidad del arroz.
- Sistema de alerta automática: Implementar alertas automáticas que avisen al equipo de mantenimiento cuando la humedad salga del rango óptimo.

##### b. Plan de mantenimiento preventivo

- Frecuencia de mantenimiento: Programación de inspecciones y mantenimiento preventivo en base a la criticidad de cada equipo.
- Registro de mantenimiento: Uso de un software de gestión de mantenimiento (CMMS) para registrar todas las actividades de mantenimiento establecidas y de esa manera crear un historial para cada máquina.
- Capacitación del personal: Capacitar a los operarios y técnicos del molino en la detección temprana de problemas potenciales, uso de equipos de monitoreo de humedad y prácticas de mantenimiento preventivo.

#### 5. Calendario de Implementación

- Mes 1 – 2:
  - Desarrollo y uso de macros de monitoreo en Excel.
  - Implementación del sistema de alerta.
  - Definición del plan de mantenimiento preventivo.
- Mes 3 – 4:
  - Inicio del control de humedad y ajustes en los sistemas de climatización según el monitoreo.
  - Ejecución de las primeras rondas de mantenimiento preventivo.
- Mes 5 – 6:
  - Revisión de los indicadores de rendimiento (KPIs).
  - Ajuste del plan de mantenimiento según los primeros resultados.

## 6. Herramientas de Seguimiento

- Software de Monitoreo Ambiental: Para registrar y analizar los niveles de humedad en tiempo real.
- Sistema de Gestión de Mantenimiento (CMMS): Herramienta para programar, ejecutar y hacer seguimiento de todas las actividades de mantenimiento.
- Dashboard de KPIs: Tablero visual donde se puedan consultar los KPIs de forma rápida y clara para todo el equipo.

## 7. Evaluación y mejora continua

### a. Frecuencia de evaluación:

- Evaluaciones trimestrales del plan y del desempeño de los indicadores clave.
- Revisión mensual del estado de los equipos y sus mantenimientos.

### b. Análisis de resultados:

- Comparar el desempeño antes y después de la implementación del plan.
- Identificar si los niveles de productividad han mejorado en relación con los parámetros definidos.

### c. Acciones correctivas:

- Ajustes en la frecuencia de mantenimiento o en los controles de humedad si se observan desviaciones.

### d. Retroalimentación del Personal:

- Recoger comentarios del equipo operativo y técnico sobre la efectividad del plan, para hacer mejoras continuas.

## 8. Informe Final

Cuando se haya finalizado el primer ciclo de implementación (6 meses o 1 año), se debe generar un informe en el cual se detalle:

- Los logros alcanzados en términos de productividad.
- Los desafíos enfrentados y cómo se abordaron.
- Sugerencias para mejorar el plan de mantenimiento y control de humedad en el futuro.