

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA DE POSGRADO



**Rediseño del sistema de mantenimiento para mejorar la productividad de
una empresa molinera del departamento de Lambayeque**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

AUTOR

Hugo Fernando Salazar Reyna

ASESOR

Marcos Gregorio Baca Lopez

<https://orcid.org/0000-0003-4741-0122>

Chiclayo, 2022

**Rediseño del sistema de mantenimiento para mejorar la
productividad de una empresa molinera del departamento de
Lambayeque**

PRESENTADA POR

Hugo Fernando Salazar Reyna

A la Escuela de Posgrado de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el grado académico de

**MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

APROBADA POR

Abel Enríquez Gonzalez Wong

PRESIDENTE

Edward Florencio Aurora Vigo

SECRETARIO

Marcos Gregorio Baca Lopez

VOCAL

Dedicatoria

A mi familia, esposa Anabelle e hijos por su apoyo incondicional en cada uno de mis sueños.

A mi madre con su bendición diaria siempre me protege y conduce por los caminos correctos.

Agradecimiento

A Dios por bendecirme con la vida y salud, por guiarme a lo largo de nuestra existencia, ser mi apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi asesor de tesis y docentes de esta universidad con su experiencia me guiaron a cristalizar este objetivo con eficiencia.

Salazar NFS1

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

RESUMEN.....	13
ABSTRACT	14
I. INTRODUCCIÓN.....	15
II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	17
2.1.1 Internacionales	17
2.1.2 Nacionales	18
2.1.3 Regionales	20
2.2 MARCO TEÓRICO O CONCEPTUAL.....	22
2.2.1 Arroz (<i>Oryza sativa L.</i>)	22
2.2.2 Variedades de Arroz.....	22
2.2.3 Sistema productivo	23
2.2.4 Proceso de producción.....	25
2.2.5 Productividad.....	26
2.2.6 Aspectos que limitan el rendimiento	26
2.2.7 Incremento de la productividad.....	27
2.2.8 Criterios para analizar la productividad	27
2.2.9 Gestión de procesos	27
2.2.10 Ciclos de la gestión de procesos	28
2.2.11 Puntos de intervención en los procesos.....	29
2.2.12 Mejora continua de procesos:	29
2.2.13 Rediseño	30
2.2.14 Reingeniería de procesos.....	31
2.2.15 Metodologías de rediseño.....	32
2.2.16 TPM: Mantenimiento productivo total	32
III. HIPÓTESIS.....	39
3.1 HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	39
3.1.1 Formulación de la hipótesis.....	39
3.1.2 Variables – Operacionalización.....	39
3.1.3 Objetivos.....	39
IV. METODOLOGÍA.....	40
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	40

Enfoque:.....	40
Por el propósito de la investigación:.....	40
Por el nivel de conocimiento:.....	40
4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
4.3 POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO	40
4.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	40
En la tabla N° 05 , se observa la matriz de operacionalización de variables	40
4.5 TECNICAS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION.....	42
4.6 PLAN DE PROCESAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DATOS.....	43
4.7 MATRIZ DE CONSISTENCIA	44
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
5.1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE LA EMPRESA	45
5.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	45
5.1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	49
5.1.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN	52
5.1.4 ANALISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	57
5.1.5 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MANTENIMEINTO.....	77
5.1.6 RECONOCIMIENTO DE CAUSAS,PROBLEMAS Y PROPUESTAS DE RESOLUCIÓN.....	89
5.1.7DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	104
5.1.8 SUMARIO DE COSTEO DE CADA CAUSA RAIZ QUE OCASIONA LA BAJA PRODUCTIVIDAD.....	106
5.2 PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO	110
5.2.2 Documentación del rediseño de la gestión de mantenimiento preventivo en el proceso de manufactura de la planta molinera	135
5.2.3 Indicadores esperados si la propuesta se llega a implementar.....	139
5.3 Análisis Económico.....	147
5.3.1 Inversiones.....	147
5.3.2 BENEFICIOS.....	152
5.3.3 RELACION COSTO - BENEFICIO	156
VI. CONCLUSIONES.....	157
VII. RECOMENDACIONES	158
VIII. LISTA DE REFERENCIAS.....	159

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características agronómicas de la variedad NIR I.....	23
Tabla 2. Clasificaciones del sistema productivo.....	25
Tabla 3. Comparativo de las metodologías para mejora de procesos	31
Tabla 4. Clasificación de las seis grandes perdidas.....	36
Tabla 5. Matriz de operacionalización de variables	41
Tabla 6. Matriz de consistencia.....	44
Tabla 7. Ficha técnica del arroz.....	50
Tabla 8. Maquinaria de la empresa molinera.....	48
Tabla 9. Producción anual de producto y subproductos en la empresa molinera.....	57
Tabla 10. Producción real mensual – Producto y subproductos en el molino de Lambayeque. 2019.....	58
Tabla 11. Producción mensual esperada de producto y subproductos en el molino del departamento de Lambayeque. 2019.....	59
Tabla 12. Comparación entre el arroz pilado obtenido y el pronosticado.....	61
Tabla 13. Valor comercial por los servicios que brinda la empresa	61
Tabla 14. Valor comercial del producto y subproductos	62
Tabla 15. Ingresos obtenidos durante el año 2019 por la empresa molinera	62
Tabla 16. Ingresos esperados durante el año 2019 por la empresa molinera	62
Tabla 17. Costo mensual de materia prima (arroz cáscara) 2019	69
Tabla 18. Costo de materiales directos.....	70
Tabla 19 Datos laborales	68
Tabla 20. Costo de mano de obra directa en el departamento de producción - 2019	72
Tabla 21. Requerimiento potencia y consumo de Kilo watt.....	72
Tabla 22. Costos de mantenimiento de equipos por cada falla.....	70
Tabla 23. Costo indirecto de producción fijo	73
Tabla 24. Incidencias de fallo en equipos y maquinas durante el 2019.....	78
Tabla 25. Porcentaje de incumplimiento del mantenimiento preventivo durante el 2019	80
Tabla 26. Resultado de criticidad de los equipos	81
Tabla 27. Porcentaje de incumplimiento del mantenimiento preventivo durante el 2019	89
Tabla 28. Costo por deficiente gestión de mantenimiento preventivo	90

Tabla 29. Costo proyectados por deficiente gestión de mantenimiento	93
Tabla 30. Costo de reprocesar por fallas de operadores de producción.....	90
Tabla 31. Costo real y proyectado de reprocesar por deficiente gestión de calidad.....	91
Tabla 32. Diferencia de productividad/hora/trabajador.....	92
Tabla 33. Costeo por ausencia de inspecciones durante la manufactura.....	93
Tabla 34. Ventas obtenidas en comparación a las esperadas.....	93
Tabla 35. Porcentaje de pérdida real y proyectada por falta de control del proceso productivo	94
Tabla 36. Costo real y proyectado por falta de control del proceso productivo.....	95
Tabla 37. Costo de reprocesar por deficiente control de calidad 2019.....	96
Tabla 38. Costo real y proyectado por deficiente control de calidad.....	97
Tabla 39. Costo de falta de abastecimiento de insumos oportuno	98
Tabla 40. Costo por falta de orden y limpieza	100
Tabla 41. Costos de las causas raíz y frecuencia relativa y acumulada	101
Tabla 42. Matriz de indicadores.....	103
Tabla 43. Cumplimiento de los requisitos del sistema de calidad Norma ISO9001.....	104
Tabla 44. Etapas que abarca la implementación de TPM.....	109
Tabla 45. Plan de difusión a cada área de la empresa	111
Tabla 46. Reuniones comisión central TPM.....	112
tabla 47. Metas propuestas con el TPM.....	114
Tabla 48. Cronograma de inserción de TPM en el área de mantenimiento	119
Tabla 49. Formato de inspección de máquinas y equipos.....	118
Tabla 50. Grados de mantenimiento a realizarse.....	119
Tabla 51. Formato de registro de número de fallas de la maquina.....	120
Tabla 52. Registro de análisis de fallas	121
Tabla 53. Mantenimiento preventivo de bandas transportadoras.....	122
Tabla 54. Formato de monitoreo de máquinas – TPM	124

Tabla 55. Tarjeta de activo	125
Tabla 56. Formato de auditoria para mantenimiento.....	126
Tabla 57. Cronograma de inspección, tarea, controles de avance planeado.....	127
Tabla 58. Cronograma de mantenimiento planeado.....	128
Tabla 59. Plan de capacitaciones a los operadores de la máquinas de la planta molinera	132
Tabla 60. Formato de mantenimiento autónomo.....	131
Tabla 61. Comparativo de indicadores antes y después de aplicar TPM.....	143
Tabla 62. Horas invertidas por jefe de mantenimiento y asistente.....	144
Tabla 63 Horas invertidas por operadores de mantenimiento.....	145
Tabla 64. Horas invertidas por operadores de producción.....	145
Tabla 65. Total de horas invertidas por los trabajadores en la implementación de TPM	145
Tabla 66. Recursos adicionales invertidos 2019.....	145
Tabla 67. Inversión total del rediseño aplicado TPM.....	147
Tabla 68. Inversión total aplicando TPM para el año 2019.....	149
Tabla 69. Costo proyectado antes del rediseño.....	150
Tabla 70. Costos proyectados después del rediseño.....	151
Tabla 71. Beneficios por incremento de producción	155
Tabla 72. Beneficio total.....	155
Tabla 73. Beneficios proyectados de rediseño del sistema de mantenimiento aplicando TPM.....	153

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Productivo.....	24
Figura 2. Formas de expresar la productividad	26
Figura 3. Ciclos y actividades de la gestión de procesos	28
Figura 4. Las seis importantes desperdicios y sus grupos	35
Figura 6. Diseño Ex Post Facto	40
Figura 7. Empresa molinera del departamento de Lambayeque	45
Figura 8. Vista satelital de la empresa molinera.....	45
Figura 9. Organigrama empresa molinera del departamento de Lambayeque	48
Figura 10. proceso de secado industrial de la empresa molinera	54
Figura 11. Diagrama de flujo de la cadena productiva	64
Figura 12. Diagrama de operaciones en proceso de pilado de arroz.....	65
Figura 13. Diagrama de analisis de operaciones del proceso de pilado de arroz.....	66
Figura 14. Diagrama de recorrido en la obtención de arroz blanco	68
Figura 15. Frecuencia Relativa de fallos de máquinas	79
Figura 16. Disponibilidad de equipos durante los meses de julio – agosto 2019	82
Figura 17. Rendimiento de equipos durante los meses de julio – agosto 2019	83
Figura 18. Calidad durante los meses de julio – agosto 2019	84
Figura 19. Eficiencia general de equipos en el periodo de julio – agosto 2019.....	85
Figura 20. Confiabilidad de los equipos durante los meses de julio – agosto 2019	86
Figura 21. Problemática de la empresa molinera de arroz (Diagrama de Ishikawa).....	88
Figura 22. Registro fotografico de falta de orden y limpieza	102
Figura 23. Diagrama de pareto con las principales problemas.....	108
Figura 24. Sugerencia de implementación de TPM en la empresa molinera	110
Figura 25. Estructura promocional de TPM	116
Figura 26. Propuesta de procedimiento a seguir para un mantenimiento preventivo y correctivo.....	137

Figura 27. Disponibilidad después de aplicar TPM	140
Figura 28. Rendimiento después de aplicar TPM.....	140
Figura 29. Calidad después de aplicar TPM.....	141
Figura 30. Eficiencia Global de equipos después de aplicar TPM	141

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo general mejorar la productividad al rediseñar el sistema de mantenimiento de una empresa molinera del departamento de Lambayeque

Al efectuar el diagnóstico de las operaciones de producción y mantenimiento de la empresa, se evidenció baja productividad siendo la principal causa el deficiente mantenimiento preventivo, se incumplió con el 45 % de este; 207 horas de parada por mantenimiento correctivo dejando de producir 1705 t de arroz valorizados en S/. 1 875 500, además 7% de reprocesos; no se realizan capacitaciones a los trabajadores; falta de orden y limpieza, ausencia de suministros.

Ante todo esto se propone rediseñar el sistema de mantenimiento para incrementar los rendimientos de la planta molinera de arroz con herramienta lean de gestión como el mantenimiento productivo total –TPM, sumado a una serie de actividades, capacitaciones a los trabajadores y elaboración de protocolos, procedimientos actualizados de manuales de mantenimiento preventivo, nuevos formatos de gestión TPM, así también se propone control y seguimiento de TPM utilizando indicadores de control como eficiencia global del equipo.

Después del rediseño se estima mejorar la productividad total de 1,23 a 1,29; incremento de los rendimientos de materia prima de 58% a 63%. El % de cumplimiento de mantenimiento preventivo aumento de 55% a 62%, se lograría reducir el número de fallas de 41 a 22 por mes y la Eficiencia Global de los equipos aumentaría de 52 a 63%. Obteniendo un beneficio – costo de 3,8 soles.

Palabras claves: Rediseño, productividad, mantenimiento productivo total.

ABSTRACT

The general objective of this research is to improve productivity by redesigning the maintenance system of a milling company in the department of Lambayeque.

When making the diagnosis of the production and maintenance operations of the company, low productivity was evidenced, the main cause being deficient preventive maintenance, 45% of this was met; 207 hours of stoppage due to corrective maintenance, ceasing to produce 1,705 t of rice valued at S /. 3 751 000, plus 7% of reprocesses; workers are not trained; lack of order and cleanliness, lack of supplies.

Given all this, it is proposed to redesign the maintenance system to increase the yields of the rice milling plant with a lean management tool such as total productive maintenance -TPM, added to a series of activities, training of workers and development of protocols, procedures updated preventive maintenance manuals, new TPM management formats, as well as control and monitoring of TPM using control indicators such as overall equipment efficiency.

After the redesign, it is estimated to improve total productivity from 1.23 to 1.29; increase in raw material yields from 58% to 64%. The% of preventive maintenance compliance increased from 45% to 62%, the number of failures would be reduced from 41 to 22 per month and the Global Efficiency of the equipment would increase from 52 to 63%. Obtaining a benefit - cost of 3.8 soles.

Keywords: Redesign, productivity, total productive maintenance

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú uno de los cereales de mayor consumo es el arroz, el II censo de nacional del arroz realizado en septiembre de 2017 determinó que el consumo mensual de arroz es de 160,800 toneladas aproximadamente cifra que año con año incrementa [1]

Asimismo, representa un aporte importante al PBI del sector agropecuario, en el año 2012 representó el 6% del PBI agropecuario superando a los cultivos como la caña de azúcar (4%) y el café (3%). Con los pasos del tiempo el liderazgo de este cultivo en el sector agropecuario continúa es así que el instituto nacional de estadísticas (INEI) señala que en el 2018 el PBI creció 4,55% siendo el sector agropecuario el que tuvo un importante aumento a 7.8%, explicando que se debe un alza en los volúmenes cosechados principalmente de arroz cáscara (71,78%), café (12,56%), maíz amiláceo (28,51%). [2] [3]

El censo de molinos de arroz del año 2016 arrojó un total de 626 molinos, el siguiente censo realizado en el 2018 registró un decrecimiento del 31, 2% respecto al censo anterior, el ministerio nacional de agricultura y riego - MINAGRI explica que pequeños molinos han cerrado o han sido desactivados al no ser competitivos. El último censo reporta que el Perú cuenta con 431 molinos, en el departamento de Lambayeque se encuentran 74 de estas empresas, siendo la región con mayor cantidad de molinos. [4]

Los molinos principalmente de la costa han buscado mejorar la competitividad modernizando su maquinaria, infraestructura, empleado software esto ayudó a muchas de las empresas a mejorar la capacidad de procesamiento y calidad del producto. Los molinos pretenden fidelizar al cliente mejorando no solo las ventajas competitivas sino también buscando optimizar recursos.

Las empresas en molinería de arroz actualmente abastecen en gran parte a los productores arroceros de la costa y selva, de los recursos necesarios para la siembra, cosecha y mantenimiento saludable del cultivo de arroz; con el compromiso que los productores arroceros le vendan su producto posterior a la cosecha. Estableciéndose ganancias importantes para los molinos al cobrar los intereses del abastecimiento y del servicio de pilado de arroz. [5]

El ministerio de agricultura del Perú [6] menciona que el país tiene capacidad de pilado de arroz de 991,9 tonelada/hora, equivalente a 8 millones de toneladas al año, señalando que actualmente se consume solo el 30% de la capacidad instalada. Por su parte Najjar y Álvarez [7] indican que los molinos en el país tienen una capacidad promedio de 1,57 t/h

Esta investigación se realiza en una industria molinera del departamento de Lambayeque, este molino pila en promedio 5 toneladas / hora con dos líneas de proceso y el rendimiento es de 64,5%; según lo establecido en estudios realizados por Kush cit por Pinazo [8] y lo indicado por el ministerio de agricultura este valor debería encontrarse en un rango de 70 %. El rendimiento de la materia prima es 5,5% inferior al valor recomendado lo que implica una mayor cantidad de subproductos y menos producto, afectando la productividad. Realizado el correspondiente análisis se encontró que el principal problema que afectó la productividad fueron las fallas en maquinaria y equipo que ocasionaron durante el 2019 un total de 207 horas de parada que significó una pérdida de S/. 262361 durante el 2019.

Teniendo en cuenta que la baja productividad afecta la rentabilidad de las empresas, se planteó investigar ¿Cuál es el efecto en la productividad al rediseñar el sistema de mantenimiento en una empresa molinera ? siendo el objetivo general: Mejorar la productividad al rediseñar el sistema de mantenimiento de una empresa molinera del departamento de Lambayeque, para poder alcanzar este objetivo se propusieron los siguientes objetivos específicos: realizar el diagnóstico del sistema de mantenimiento de la industria, rediseñar el sistema de mantenimiento aplicando TPM (Total Productive Management) , realizar el estudio beneficio – costo del rediseño.

La descripción de este proyecto lleva desde el inicio a mejorar procesos de mantenimiento en la industria molinera de arroz. Esta investigación busca analizar y evaluar las mejoras que sea posible sugerir para ser competitivos en el mercado con la oportunidad de aumentar el rendimiento y rentabilidad en el molino de arroz, también será necesario para esta industria lograr extender una estrategia que perfeccione sus actividades actuales y logre disminuir los desperdicios. Los clientes también se verán beneficiados porque encontrarán mayores ganancias en el servicio de maquila.

Por otro lado, el presente documento sirve para completar la formación académica como parte de la maestría en ingeniería industrial y permitirá que los estudiantes de la universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo por transferencia de conocimiento comprendan la necesidad de aplicar herramientas para mejorar la productividad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1 Internacionales

Cruz y Burdano [9] en la investigación **“Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de lean manufacturing. Caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias XYZ”** desarrollado en Santiago de Cali (Colombia), los autores observaron los desperdicios y evaluaron algunos instrumentos lean para descartarlos. Se ofrece acciones de poner en marcha en las áreas para determinar los movimientos y la secuencia de realización a cada una para la puesta en marcha de: Labores normadas, mantenimiento total programado, equilibrio de las líneas de proceso, herramienta de las 5 S y el croquis de un sistema de arrastre en la sala de mezcla de insumos de la empresa. Entre los cambios a mejorar se menciona: disminuir el inventario de 17 a 6,4 días; trabajadores mejor capacitados en la disminución de desperdicios, rediseñar las responsabilidades de los trabajadores con balanceo de líneas de proceso, rebaja de trabajadores de 6 a 4 para una productividad normal de 1200 t/mes, los nuevos cambios de mejora logran desvincular las zonas de tránsito de montacargas y trabajadores, emisiones menores de gases.

Paque, Light y Castilla [10] en el artículo **“Mejora en el proceso de trilla para reducción del exceso de arroz partido en la empresa Molino XYZ”** describe un estudio efectuado en Molino XYZ, empresa que se encuentra entre las más avanzadas en tecnología de Colombia, sus procesos están basados en lograr disminuir el excedente de arroz quebrado o con daños mecánicos durante el descascarado con la finalidad de mejorar los procesos, optimizando el consumo de insumos y materias primas con el resultado de mejor rentabilidad. También describe que el excedente de grano quebrado es a consecuencia de la ausencia de labores preventivas y de escasas inspecciones que identifiquen con anticipación las distorsiones. Se propone un proyecto de mejora donde detalla acciones de mantenimiento preventivo, normalización del caudal de agua hacia los pulidores, se normalizó los efectos de los equipos de descascarado. También se disminuyó la cantidad de quebrado de 4% a 2%

Méndez y Palacio [11] **“Propuesta de mejoramiento de la productividad bajo las herramientas Lean Manufacturing para la línea de bollería en bimbo de Colombia S.A. en la planta de Tenjo Cundinamarca”** teniendo como objetivo desarrollar las definiciones y herramientas de la cultura de manufactura del Lean Manufacturing en la zona de panificación (bollería), de igual modo conceptualizar el proceso de fabricación iniciándose en la recepción de la materia prima y finalizando en la obtención del producto final identificando los importantes desperdicios que en el proceso se producen para formalizar progresos sustanciales que otorguen un ahorro en el consumo de recursos.

El procedimiento usado fue la investigación de la información recibida en los reportes del trabajo diario, indicadores, ratios de rendimiento, también se empleó la filosofía Gemba que detalla el espacio donde se realizan las operaciones, así mismo se realizaron entrevistas a los trabajadores de la empresa.

El creador termina explicando que con el uso de las herramientas Lean Manufacturing se obtiene mucha desigualdad con las operaciones comunes y de baja inversión; abreviando procedimiento de trabajo e implementando programa 5'S, se consigue identificar las desigualdades con las actividades comunes y de baja presupuesto (estándares operacionales), simplifica métodos de trabajo y desarrollando programa 5'S.

2.1.2 Nacionales

Najar y Álvarez [7] en el artículo **“Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz”** brinda información sobre el análisis realizado en una empresa piladora ubicada en Arequipa, sugiere actividades que repercuten en el proceso y rendimiento de la empresa. En la primera etapa se describen, evalúan y comparan el índice y la eficiencia de pilado con los promedios nacionales, obteniéndose valores por debajo del promedio, el índice de pilado fue de 1 t/h y la eficiencia de pilado 0,55 mencionando que el motivo es porque existe retorno del arroz cascara al proceso de descascarado, este reprocesado recae en el adicional consumo de mano de obra, insumos, energía, ineficiente control de calidad, maquinaria defectuosa, entre otras.

Los actores de la investigación ofrecieron progresos en el diagrama de proceso por medio de dos medidas: el diseño y montaje de una nueva línea de proceso con capacidad de pilado de 2 t/h que logrará cubrir el pedido comercial del 50% de los productores de arroz del distrito del Valle de Tambo. Adicional, con la nueva maquinaria se estima una eficiencia

del 68%. Disminución del tiempo de pilado (sin secado) de 18,75 días (84%), reducción del tiempo total de producción en 40,24 días (93,7%). La inversión para instalar e implementar los progresos es \$ 199 698,41.

Saldaña [12] realizó la investigación **“Rediseño de procesos para incrementar la productividad en el área de etiquetado de una empresa agroindustrial”** en la ciudad de Trujillo. El estudio identificó que el departamento de etiquetado de una empresa que procesa y exporta productos agroindustriales originaba equivocaciones de etiquetado: de rotulación, falta de stickers, equivocaciones al colocar etiquetas erradas, originando labores extras y por tanto genera mermas económicas, todo esto medido como baja productividad en el departamento, alcanzando 93%. El rediseño adicionó nuevos protocolos de impresión, registros, lecturas, procedimientos en caso de ausencia de stock, creación de inspecciones en el área de paletizado, mejora de inducción a los trabajadores. Los cambios se realizaron y después de dos meses se obtuvo una productividad de 98.5% aumentando ésta en 5.9%.

Guerrero [13] realizó el trabajo de investigación titulado **“Propuesta de mejora de operaciones en el molino de arroz Puro Norte S.A.C. para reducir los niveles de desperdicios y demoras en la producción”** La Empresa donde se realiza la investigación se ubica en la Ciudad de Dios, Provincia de Pacasmayo. La dificultad más importante fue los desperdicios y retrasos en los tiempos de proceso, posterior a la investigación se sugirió un progreso en las operaciones, basado en elaborar un análisis de tiempos con el fin de homogeneizar y obtener un aumento en la inspección de los mismos, adicionalmente se planteó aplicar la cultura de las 5´S en el área de procesos, el mismo se encontraba ausente en la empresa, también se desarrolló un programa de mantenimiento de máquinas con el fin de disminuir el número de paralizaciones de producción a causa de los defectos, activación de dos montacargas para movilizar los insumos, materia primas y productos finales, se delineó perfiles y puestos de trabajo, un plan de capacitaciones con el fin de que se logre lo propuesto y termina asegurando que con la propuesta se logra disminuir los desperdicios y retrasos.

De la Cruz [14] en la investigación **“Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento en el área de pozos basado en el TPM para mejorar la productividad de los equipos de bombeo de la empresa Agroindustrial San Jacinto S. A. A”**. El estudio definió entre los problemas con mayor importancia es el mantenimiento de los pozos de

agua, las interrupciones por ausencia de mantenimiento preventivo, ausencia de capacitaciones, deficiente orden y limpieza sugiriendo la activación de TPM en seis fases consiguiendo progreso en la operatividad de las máquinas, equipo y la productividad de la empresa. Lográndose un valor actual neto de S/. 624,133 y una tasa interna de retorno de 59,1% con una devolución de lo que se invierta en 2 años

2.1.3 Regionales

Carpio [15] realizó la investigación en una empresa del departamento de Lambayeque, la misma que se titula **“Plan de mejora en el área de producción de la empresa Comolsa S.A.C. para incrementar la productividad, usando herramientas de lean manufacturing - Lambayeque 2015”** El estudio estableció que los principales problemas fue las mermas producidas y los tiempos de muertos en encontrar herramientas de trabajo; se hicieron un evaluación de múltiples herramientas determinándose para el plan de mejora la herramientas de cadena de valor VSM y 5 ´S, se termina que con la activación del plan de mejora la productividad actual de 40.1 aumenta a 52.6 , equivalente a un incremento del 31.1%.

Maldonado y Chávez [16] en la investigación **“Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Induamerica S.A.C. - Lambayeque 2016”** Determina como dificultad más importantes en el área de producción a los desperdicios por paralizaciones por defectos en los equipos, retrabajos en los procesos, ausencia de stock de insumos , entre otros; en este escenario una sugerencia inicial es incluir un convenio con la gerencia general con el fin de cristalizar esta investigación, este proyecto comprende progresos focalizados en el mantenimiento autosuficiente, con capacitaciones ,fomentar la seguridad, higiene y medio apacible de trabajo, adicional herramientas 5´S, registros de inspecciones, verificación con check list de equipos. Y con esto se logró una eficiencia de 54% y calidad a 93.2%. También se disminuyó los productos devueltos en 10.05% mensual.

Cruz Vásquez y Rivera [17] en la investigación **“Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la mejora de la productividad del proceso de producción de arroz en la empresa induamerica S.A.C.”** propone como fin diseñar un sistema de gestión limpio y eficaz que se pueda implementar en toda la planta. Se verificó, analizo los comportamientos y vínculos entre las áreas de mantenimiento y producción para cuantificar

sus efectos sobre la productividad. Observando que se realiza un alto grado de mantenimiento correctivo, no se realiza registro y estadística de las paralizaciones de equipos, no se revisan las causas raíz del problema.

Utilizando tres herramientas lean manufacturing: 9S, Just in time y kaizen en la solución obteniéndose costo beneficio de 2.9 soles, es decir que por cada sol invertido se logra una ganancia de 1.9 soles.

2.2 MARCO TEÓRICO O CONCEPTUAL

2.2.1 Arroz (*Oryza sativa* L.)

El arroz es el carbohidrato con más volúmenes cultivados en el mundo, corresponde a la familia *Poaceae* de las gramíneas, es monocotiledónea, su nombre científico *Oryza sativa* L. Este cultivo se conoce es oriundo del Asia, estudios señalan que se cultiva desde los 5000 años AC.

Tiene las siguientes cualidades: [18]

- A) Raíces: tienen la cualidad de ser finas, con varios filamentos y adventicias.
- B) Tallo: filiforme, vertical, con muchos nudos, altura de 50 a 110 cm.
- C) Hojas: intermitentes, envainadoras, con borde recto.
- D) Flores: pigmentada de color verde claro, presentes en espiguillas, cuya agrupación representa un manojo grande final.
- E) Grano: es el ovario maduro.

2.2.2 Variedades de Arroz

En el Perú se tiene una lista de variedades de arroz, a continuación, se describen las variedades cultivadas en el departamento de Lambayeque: [19]

A) Variedad IR 43 –NIR I

La variedad IR 43 comercialmente conocida como NIR I. Continúa existiendo en ciudades como La Libertad (Chepén), Lambayeque, El valle del Santa y cierta presencia en Piura. (ver tabla 1)

Tabla 1. Características agronómicas de la variedad NIR I

Origen y Características	Variedad Comercial: IR -43
Origen	Filipinas
Adaptación	Región costa
Sistema de siembra	Siembra directa y trasplante
Vigor vegetativo	Bajo vigor inicial
Altura de la planta	85 a 100 cm
Periodo vegetativo	145 a 150 días
Desgranaje	Normal
Rendimiento del grano potencial	12 a 14 t /ha
Calidad molinera	Buena
Calidad culinaria	Buena

Fuente: [18]

B) Variedad INIA 508 Tinajones

Esta variedad de arroz se cultiva en La Libertad, Lambayeque, Piura, Tumbes

C) Variedad Esperanza

La variedad Esperanza fue promocionada para la selva alta y baja, no obstante, se ha aclimatado con facilidad en la costa, con existencias sobresalientes en Tumbes, adaptándose también en el departamento de La Libertad, Lambayeque y Piura.

2.2.3 Sistema productivo

Para determinar un sistema productivo se debe comprender inicialmente que es un sistema, entender este término como una agrupación de elementos que interactúan, que operan unidos para lograr el éxito deseado.

Los sistemas son abiertos o cerrados.

Un sistema abierto conserva un intercambio constante con el medio ambiente, entre tanto un sistema cerrado conserva un intercambio predispuesto con el medio ambiente, pues bien, ciertas entradas elaboran ciertas salidas.

Las compañías tienen sistemas netamente abiertos incluyendo sus correspondientes contratiempos. Las compañías compran recursos por intermedio de sus entradas, elaborando y modificando sus recursos para posterior vender el resultado obtenido del procesamiento y transformación de regreso al medio ambiente por intermedio de sus salidas. La relación entre las entradas y salidas indica la eficiencia del sistema.

Un sistema productivo es en tal caso la forma en que se realiza los ingresos de las materias primas (representado en insumos, máquinas, materiales, pesos, medidas, etc.) como también el proceso dentro de la compañía para transformar los materiales y lograr un producto final a entregar a los clientes o consumidores, considerando una inspección correcta del mismo. [20]

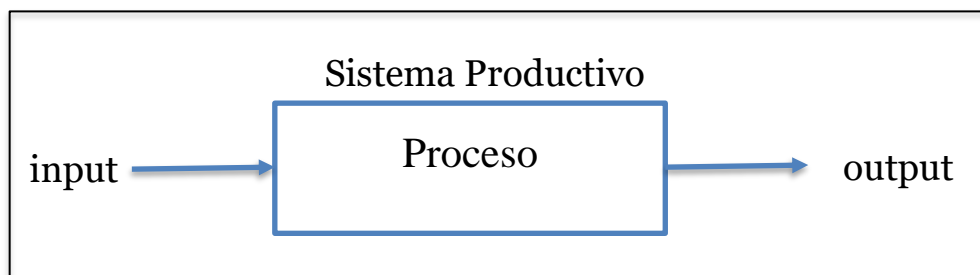


Figura 1. Sistema Productivo

Fuente [21]

Sistema productivo es una agrupación de materiales inertes y/o personas que interactúan para lograr procesar insumos y transformarlos en el producto definido por el objetivo del sistema. [20]

De acuerdo con [21] la responsabilidad de la organización de la producción tiene varias formas:

- Desarrollo de sistemas de control
- Diseño,
- Determinación de políticas productivas
- Planificación, etc.

A) Tipos de sistemas productivos

Para dirigir y administrar la producción es primordial caracterizar y catalogar los sistemas productivos con el fin de establecer técnicas y procedimientos a emplear.

Se tiene múltiples criterios que permiten catalogar el sistema de producción Ver Tabla N°02.

Tabla 2. Clasificaciones del sistema productivo

Criterio	Tipo de sistema	Autores
Tipo de flujo del proceso Flujo material Tipos para manufactura Realización del volumen de producción	Línea continua Intermitente Por proyecto	Schroeder (1992) Salvendy Ottina(1988) Velázquez (1995)
Tipo de solicitud del cliente Relación con el cliente	Por pedido Para inventario	Schroeder (1992) Arjona Siria (1979) Dilworth (1984)
Tipos de producción	En masa En línea Por lotes	Maynard (1984)
Tiempo de utilización del equipo productivo Tipo de proceso	Intermitente Continuo	Voris (1970) Alford (1972) Arjona Siria (1979)

Fuente: [21]

Los tipos representativos de sistema de producción son: [22]

- Sistemas por proyectos. – Son sistemas donde se consigue uno o pocos productos con un tiempo prolongado de procesamiento.
- Sistemas continuos o de producción en masa. – Son sistemas donde las infraestructuras, los productos y flujos de procesos están establecidos y normados.
- Sistemas intermitentes o por lotes. - En estos sistemas los montajes e infraestructura deben ser flexibles con el fin de poder procesar varios productos en simultáneo.

2.2.4 Proceso de producción

Es la secuencia de etapas o grupo de actividades realizadas por una planta industrial para transformar la materia prima o productos semielaborados en productos finales brindando un valor agregado. [23]

[24] También señala que un proceso de producción es la serie de operaciones que transforman materias primas en productos terminado. Y si el procesamiento “agrega valor” al producto se le describe como una operación de valor añadido.

2.2.5 Productividad

Es la cantidad de recursos consumidos con el fin de obtener objetivos programados. [25]

$$Productividad = \frac{Resultados\ logrados}{Recursos\ Empleados}$$

[26] señala que es un indicador que se utiliza para determinar qué tan correctamente se están consumiendo los materiales, insumos directos e indirectos (o factores) en una organización, fabrica o establecimiento de negocio, efecto útil. Se estima expresar en forma de métricas parciales, multifactoriales o totales de acuerdo como se evidencia en la figura 2:

Medida parcial	$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo}}$	o	$\frac{\text{Producto}}{\text{Capital}}$	o	$\frac{\text{Producto}}{\text{Materiales}}$	o	$\frac{\text{Producto}}{\text{Energía}}$
Medida multifuncional	$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}}$			o	$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}}$		
Medida total	$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}}$			o	$\frac{\text{Bienes y servicios producidos}}{\text{Todos los recursos utilizados}}$		

Figura 2. Formas de expresar la productividad

Fuente [26]

2.2.6 Aspectos que limitan el rendimiento

El aumento del rendimiento está condicionado en múltiples aspectos que seguidamente se presentan los más frecuentes según García [25]:

- A) Incompetencia de los directivos para conservar un espacio de trabajo que acceda a aumentar la productividad satisfaciendo así con los propósitos empresariales.
- B) Regulaciones gubernamentales: disminuyen los materiales, insumos y servicios en las empresas.
- C) Dimensión y desgaste de la organización: mientras más grande sea la organización mayor inconvenientes confrontará en temas de comunicación interna y externa, concordancia de intenciones y culminación de resultados.
- D) Incompetencia de medición y análisis de la productividad de las áreas de trabajo. Por lo general varias organizaciones ignoran los métodos de análisis y medición de la productividad causando insatisfacción sus colaboradores.
- E) Los materiales físicos, los procedimientos de labores y aspectos de modernidad solos o en combinación limitan el rendimiento. El departamento de producción,

la delimitación del resultado, la máquinas y equipos, la calidad de las materias primas, la logística de abastecimiento logra un resultado considerable en la productividad.

2.2.7 Incremento de la productividad

Se conocen tres formas de aumentar la productividad [22]:

- Incrementar la cantidad de producto final y conservar el consumo de insumos.
- Reducir el consumo de los insumos y obtener los mismos resultados.
- Incrementar, mejorar los resultados y disminuir el consumo de recursos simultáneamente y con equidad.

2.2.8 Criterios para analizar la productividad

García [25] describe conocer múltiples parámetros que disminuyen la productividad del trabajo, a pesar de ello, es común analizar los siguientes elementos participes de la productividad:

- Trabajadores
- Inversión de dinero
- Tangibles
- Métodos
- Procedimientos
- Máquinas
- Entorno
- Mantenimiento del sistema
- Mezcla (Inspecciones, costeos, almacén, calidad, cantidad, duración, etc.)

2.2.9 Gestión de procesos

Desde años atrás, se han modernizado las actividades en la gestión y progreso de los procesos las mismas que son empleadas por las organizaciones tanto de servicio como productivo, ya que las organizaciones son más competitivas y las esperanzas de los clientes van en aumento, las empresas han dedicado tiempo a rediseñar los puntos críticos de sus procesos. [27]

2.2.10 Ciclos de la gestión de procesos

Se cuenta que la administración de procesos está fragmentada en 04 etapas o ciclos y 09 actividades como se describe en la figura N°3

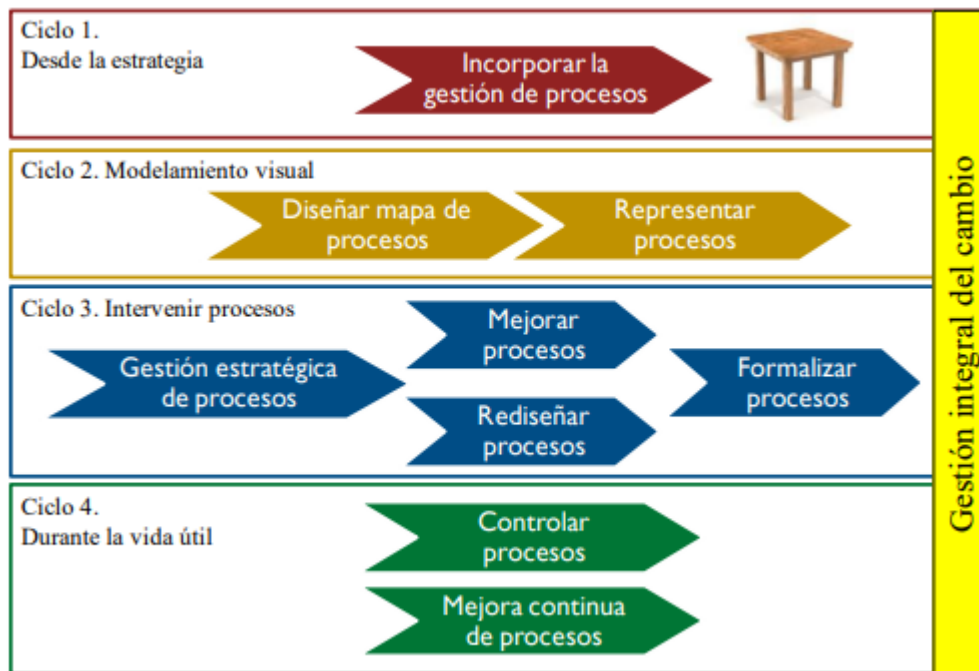


Figura 3. Ciclos y actividades de la gestión de procesos

Fuente [28]

Ejecutando las 4 etapas finalizan en la administración integral esto es en establecer y aplicar gradualmente los cambios. Bravo [28] señala que desarrollar las 04 etapas compete un desarrollo común de los hechos, no obstante, será una sucesión en los procesos. El autor menciona no trabajará con todos los procesos en simultaneo, al contrario, cada uno tiene desiguales calidades de avance. Seguidamente se detalla resumido los ciclos y fases de la gestión o administración de procesos.

- **Ciclo 1: Inicio de la táctica:** El incluir la gestión de procesos obliga a manifestarla en el programa táctico de la empresa. Implica una única fase:
 - ✓ Incluir la gestión de procesos en la organización: involucra establecer las dimensiones de gestión de procesos, el equipo, descripción de líneas de trabajo etc.
- **Ciclo 2: Representación gráfica de las actividades:** Contiene 2 fases:
 - ✓ Delinear el esquema de actividades: conceder visualizar con amplitud los procesos de la empresa.

- ✓ Diagramar procesos: se desarrollan modelos visuales como por ejemplo los flujogramas
- **Ciclo 3: Intervenir procesos:** consta de 4 etapas: 1
 - ✓ Gestión estratégica de procesos: se obliga dar primacía de acuerdo a lo normado en la estrategia, incluyendo describir indicadores y líderes de proceso. Las siguientes dos (02) etapas es donde se sugiere y debe realizarse el cambio.
 - ✓ Perfeccionar procesos: se menciona a determinar y efectuar correcciones para lograr los resultados adecuados del proceso indicados en el segundo ciclo.
 - ✓ Delinear operaciones: se menciona en poder determinar y desarrollar una resolución a los problemas para lograr los resultados indicados en el segundo ciclo.
 - ✓ Establecer procesos: consiste en confeccionar los protocolos paso a paso del proceso optimizado.
- **Ciclo 4 Periodo de uso:** En este ciclo se necesita que el proceso este formalizado.
 - ✓ Controlar procesos: Señalado al monitoreo y cumplimiento de lo establecido y las acciones a realizar si se presentara alguna alteración a lo programado.
 - ✓ Mejora continua: Señala a mantenerse mejorando los procesos.

2.2.11 Puntos de intervención en los procesos

Bravo [28] indica que la administración de los procesos contiene tres importantes puntos de participación:

- Describir
- Perfeccionar
- Redelinear

2.2.12 Mejora continua de procesos:

Perfeccionar la manufactura en la organización es un procedimiento ordenado que se elabora para apoyar a la industria en desarrollar importantes formas de liderar procesos. (Harrington cit [29])

La principal finalidad de llevar a cabo un adelanto de manufactura es delimitar, separar movimientos que no agregan valor, reducir los periodos de elaboración, aumentar la cualidades y eficiencia de los procesos (Harrington cit [29])

2.2.13 Rediseño

El BPR (siglas en inglés) es decir el rediseño de procesos es una enseñanza iniciada en los años 90 con el fin de incrementar los beneficios de incluir las herramientas en tecnología de la información (TI) y su posibilidad para lograr unir, inter -funcional a las empresas [30]. Con rapidez la iniciativa se desplego y alcanzo a abarcar el rediseño riguroso de empresas completas expresado como reingeniería de procesos.

Rediseño es distinguir los procesos, las características críticas y valores ideales que son de importancia a los compradores, crear ofrecimientos sostenibles, con el compromiso hacia la sociedad y en conformidad a los fines de la empresa. [29]

Kim y Ramkaran cit por [31] describen al rediseño como una metodología que no necesita cambios severos en los procesos, y que los procesos se aceptan como se encuentran, se efectúan modificaciones sobre el con el fin de separar desperdicios, disminuir tiempos de proceso y mejorar su valides.

Se realiza un rediseño con el fin de mejorar varias características críticas; periodos de entrega, costos, periodo de las etapas, representación, etc. Por ello un rediseño concede lograr un gran progreso que necesita un gran cambio. [28]

Múltiples herramientas se utilizan para diseñar o rediseñar procesos, podemos describir:

- Flujograma
- Cadenas de flujo de valor
- Esquemas de manufactura
- Esquemas de asistencia.
- Gráficas de análisis de periodos de proceso, entre otras.

De las metodologías en la mejora de procesos esta es la que tiene la mayor estudio y actividad porque se utiliza en el delinear flujos de manufactura, anticipándose a los sistemas informáticos como sistemas de ERP, CRM o para utilizar la tecnología del internet con visión a la modernización en los productos, procesos y servicios [27]

2.2.14 Reingeniería de procesos

La reingeniería de procesos como lo describe [31] es modificación rigurosa de los procesos sin considerar como se desarrollan actualmente, manifiesta también que es un reformulación y rediseño riguroso de los mismos que investigas alcanzar progresos severos en el desenvolvimiento de la organización, con el uso de métricas de indicadores como costos unitarios, calidad, velocidad, etc.

En el transcurso, tabla 3 se presenta la comparación entre mejora, rediseño y reingeniería efectuada por [29]

Tabla 3. Comparativo de las metodologías para mejora de procesos

	Mejoramiento continuo de procesos	Rediseño de procesos	Reingeniería de procesos
Características	Abarca un cambio profundo en los procesos y en el esquema del negocio Se ejecutan grandes modificaciones o se ingresan nuevas tecnologías	Se generan modificaciones importantes en procesos puntuales	Involucra modificaciones secuenciales y continuas en los procesos.
Efecto y problemas	Es posible obtener efectos importantes en el desenvolvimiento organizacional Inmerso en el desuso por su asociación con procesos en reestructuración	Metodología utilizada por su amplio margen de aplicación, por ejemplo, el rediseño de procesos antes de la implementación de sistemas ERP o ingreso de nuevas tendencias tecnológicas.	Posibles afectaciones limitadas y continuas al largo tiempo
Metodología	Ubica los procesos estratégicos Incrementa la visión de nuevos procesos Crea y rediseña procesos Practica y evalúa nuevos procesos	Programar el proyecto Evalúa procesos Diseña o rediseña el proceso Extiende los recursos para el proceso mejorado Coordina la transición hasta el ingreso del nuevo proceso	Planificar la mejora Comprender los procesos Mejorar los procesos Métricas de control y retroalimentación. Progreso constante

Fuente: [29]

2.2.15 Metodologías de rediseño

El rediseño ha logrado posicionarse lo que favorece a que se desplegué una secuencia de metodologías, en otras palabras, el rediseño es una metodología que posibilita agrupar otras formas metodológicas, aun cuando no existe una metodología estándar o típica en la literatura [27]

De acuerdo con Harmon [32] señala que las fases del rediseño BP Trends incorpora las siguientes fases:

- a) Comprensión y planificación del proyecto
- b) Estudio de los procesos de la organización.
- c) Rediseño de los procesos de la organización.
- d) Implementación del proyecto
- e) Gestionar la transición hacia el nuevo proceso

2.2.16 TPM: Mantenimiento productivo total

Nakajima cit [33] describe al mantenimiento productivo total como una filosofía, que trata de dar a saber a todos los colaboradores de una empresa que las tareas de mantenimiento de los productos y máquinas es responsabilidad de todos.

[34]determina al mantenimiento productivo total en una nueva filosofía de laborar en la fabricas de manufactura que se despliega con el mantenimiento, pero que logra y centra otras características entra las cuales son: Compromiso total de los trabajadores hacia la industria, alta eficacia, actividades de gestión de mantenimiento preventivo, correctivo y mejores diseños.

Besterfield cit [16], señala al mantenimiento productivo total como un recurso que es aprovechado por los trabajadores con el fin de lograr el correcto uso del equipo. Esto es, perfeccionar incesantemente las operaciones de mantenimiento.

Lefcovich, menciona TPM se inició en Japón y lo describe como un conjunto ordenado de normas y orientado a obtener la eliminación de las seis importantes desperdicios en los equipos.

Los seis importantes desperdicios se encuentran directa e indirectamente conectadas con activos de la organización ocasionando disminución en el rendimiento de manufactura en tres indicadores importantes:

- Paralizaciones del proceso de manufactura.
- Actividades lentas, inseguras muy por debajo de su capacidad teórica.
- Resultados deficientes, donde los equipos operan produciendo mermas.

2.2.16.1 La Filosofía del mantenimiento productivo total

El objetivo del TPM es descartar o suprimir las mermas en la manufactura a raíz del estado en que se encuentran las máquinas y equipos, explicando la necesidad de contar con la disponibilidad de estos a su máxima capacidad y sin paralizaciones no establecidas. Lo cual involucra:

- Ningún desperfecto.
- Ninguna paralización en proceso.
- Ni un producto malogrado a causa de una mala operación del equipo.
- No tener mermas de rendimiento o disminución de la productividad debido al estado de las máquinas.

2.2.16.2 Objetivos de mantenimiento productivo total –TPM

[35] menciona que una empresa al instalar el TPM sus fines alcanzan hasta tres magnitudes:

- Fin estratégico: El TPM en su implementación desarrolla capacitaciones y con ello facilita en el aumento de las competencias de los trabajadores de la empresa, esto por el aporte a la mejora de la realidad operacional, obtener procesos más continuos, la reducción de costos y más sostenible el conocimiento industrial.
- Fin operativo: El TPM su propósito en las actividades comunes es que las máquinas y los equipos funcionen sin desperfectos y fallas, eliminando toda clase de mermas, incrementando la confianza hacia los operadores.

- Fin organizativo: Aquí se busca reforzar el trabajo en equipo, aumentar el empeño de sus trabajadores, fidelización y compartir ideas de mejora entre los trabajadores de la empresa, en un ambiente agradable.

[36] menciona que los fines más importantes del TPM son:

- Disminuir fallas de equipos.
- Reducir las paralizaciones.
- Eficiente uso de las máquinas y equipos
- Preservación de los recursos naturales
- Inducción a los trabajadores

Además, este estudio también adiciona otros fines del TPM:

- Elevar el rendimiento de las máquinas
- Aumentar la producción con igual consumo de recursos
- Promover continuamente mejorar día a día.
- Incrementar las competencias y destrezas de los trabajadores.

2.2.16.3 Seis grandes pérdidas del TPM

Para que una industria sea eficiente se necesita que las operatividades de las máquinas, equipos se realice con mayor eficiencia y confiabilidad para ello los trabajadores deberán descartar las evidencias como piezas desgastadas, falta de lubricación, falta de mantenimiento entre otras, que retrasen el desarrollo eficiente de las máquinas.

Los factores que impiden la eficiencia global de los equipos se agrupan en seis conocido como las seis importantes pérdidas, las mismas que por el volumen de merma que representan se agrupan en tres categorías [34], estas se representan en la figura N°4.

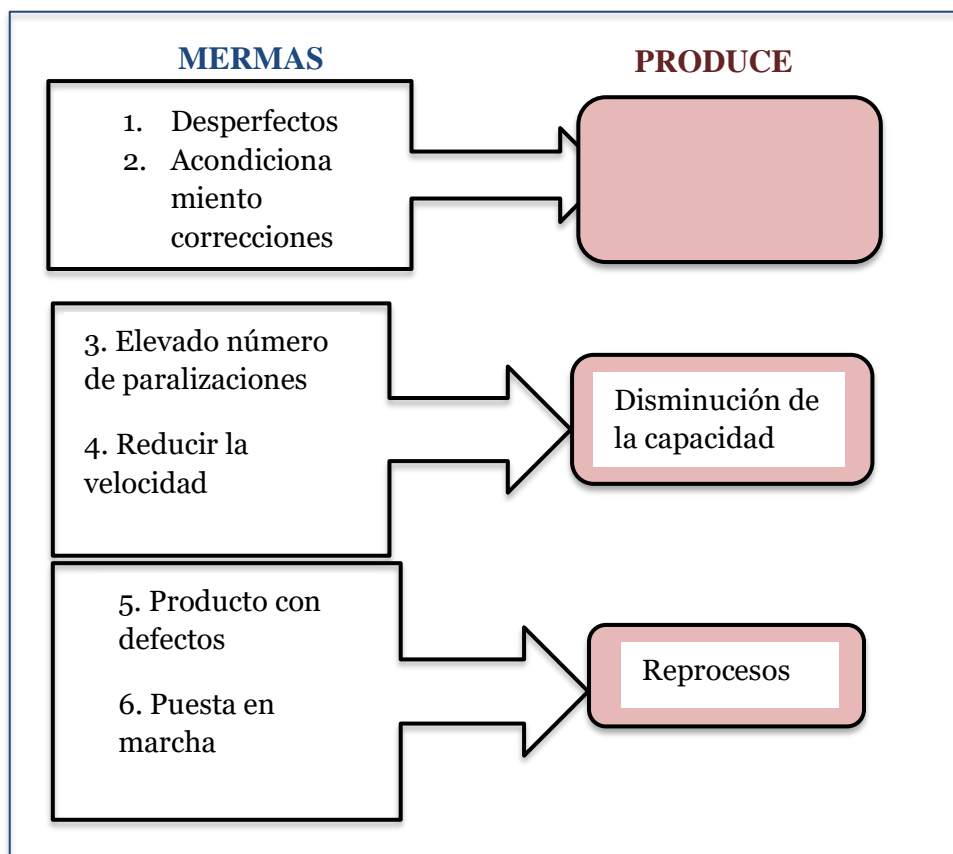


Figura 4. Las seis importantes desperdicios y sus grupos
Fuente: [26]

2.2.17 Clasificación de las seis grandes pérdidas de los equipos

Los sistemas productivos buscan optimizar su eficiencia con la eliminación de desperdicios, basándose en la producción ajustada, al consumir cualquier tipo de recurso para evitar desperdicios, a lo que se conoce como el sistema Just in time (JIT). El TPM usa este sistema para incrementar los rendimientos de sus procesos

Siempre los sistemas productivos tratan en lo posible de optimizar su eficiencia mediante la eliminación de despilfarros, en esto se centra la denominada producción ajustada, la cual se basa justo en el consumo de recursos de todo tipo y por lo cual evita los despilfarros, generalmente se le conoce como el sistema Just in time (JIT).

El TPM se afianza en este sistema para optimizar el rendimiento de los procesos.

La tabla N° 04 muestra la relación entre los desperdicios del JIT, con las pérdidas del TPM.

Tabla 4. Clasificación de las seis grandes pérdidas

Tipo	Perdidas	Características	Objetivo
Tiempos muertos y vacíos	Averías	Tiempo de paralización del proceso por fallas, errores, averías eventuales y constantes de los equipos	Eliminar
	Tiempos de acondicionamiento y ajuste de los equipos	Tiempo de paro del proceso por acondicionamiento de máquinas necesarias para la puesta en marcha	Disminuir
Perdidas de velocidad del proceso	Operación o velocidad disminuida	Diferencial entre la velocidad de trabajo y la del diseño del equipo según su capacidad. Considerar otras opciones para que el equipo alcance su velocidad de diseño.	Diferencia sea cero o negativa.
	Tiempo sin procesamiento y paralizaciones cortas	Sumatoria de tiempos que el equipo está en espera poder continuar. Paralizaciones cortas por desajustes varios	Eliminar
Productos o proceso defectuosos	Defectos de calidad y repetición del trabajo	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos.	Eliminar productos y procesos fuera tolerancias
	Puesta en marcha	Pérdidas de eficiencia al inicio del proceso, que derivan en mejoras técnicas.	Eliminar o disminuir.

Fuente: [34]

Seguidamente, se describe cada uno de las seis importantes desperdicios:

- Perdida por avería de los equipos. - Ocasionan paralizaciones cortas y largas en el desarrollo de la manufactura de los productos finales a causa de la deficiente operación de las máquinas, incrementado las mermas.

- Perdidas por mantenimiento y acomodamiento de los equipos. – Están representadas por los tiempos de consumidos en cambio de piezas desgastadas, cambio de útiles, cambio de filtros, cambio de fajas, etc. Estas pérdidas inician al finalizar la producción y termina al momento de conseguir los requisitos del cliente. En el acomodamiento, calibración de los equipos es donde se invierte más tiempo.
- Perdidas por periodos y paralizaciones pequeñas. –Son paradas muy cortas. Se diferencian de las fallas comunes porque están presente en problemas puntuales y transitorios de los equipos. Por Ejemplo: Un sensor de control de peso, una caja de producto final que se atasca en la faja de transporte logra paralizar temporalmente el equipo, pero inmediatamente que algún trabajador reinicia el sensor o libera la caja atascada el equipo vuelve a trabajar nuevamente. Es por esto que al no operar los equipos y las paralizaciones se diferencian sobre todo cualitativamente de las fallas comunes u ordinarias, aunque logran bastante repercusión en la eficacia de los equipos sobre todo si son equipos de operación automática.

Existe en algunos casos erróneamente que como son paralizaciones de periodos cortos no son considerados como perdidas, en este caso se debe dar a conocer y entender a todos los trabajadores que si deben considerarlo como perdida.

- Perdidas por disminución de velocidad de línea. -Se obtiene al existir disparidad entre la operatividad recomendada en el diseño y la operación actual que desarrolla. Se recomienda que esta disparidad sea lo menos posible.

Una máquina o equipo opera debajo de su capacidad nominal o recomendada de diseño por varios motivos: desperfectos mecánicos, problemas eléctricos, produce aumento de mermas, históricos problemas anteriores o temor de sobrecargar la máquina u equipo.

- Deterioro de calidad y repetición de trabajos. –Son pérdidas debido a desperfecto ocasional de la máquina, como son ocasionales son de fácil y rápido subsanar; si fueran desperfectos crónicos serían más difíciles de identificar y las reparaciones por lo general no garantizan una mejora del estado de la máquina.

Todos los defectos sean de rápida o de difícil reparación deben registrarse. Se debe investigar las causas que provocan los defectos y buscar controlarlos con eficiencia; siempre el fin será eliminar defectos.

- Pérdidas de puesta en marcha. – Se cuantifican por el volumen de producción por hora; partiendo desde el arranque de la máquina y el verdadero inicio de producción normal. Estas pérdidas son complejas de cuantificar y evidenciarlo depende de las condiciones de la línea de manufactura, de la disponibilidad de recursos, de los tiempos de producciones, de ensayo u prueba de la línea.

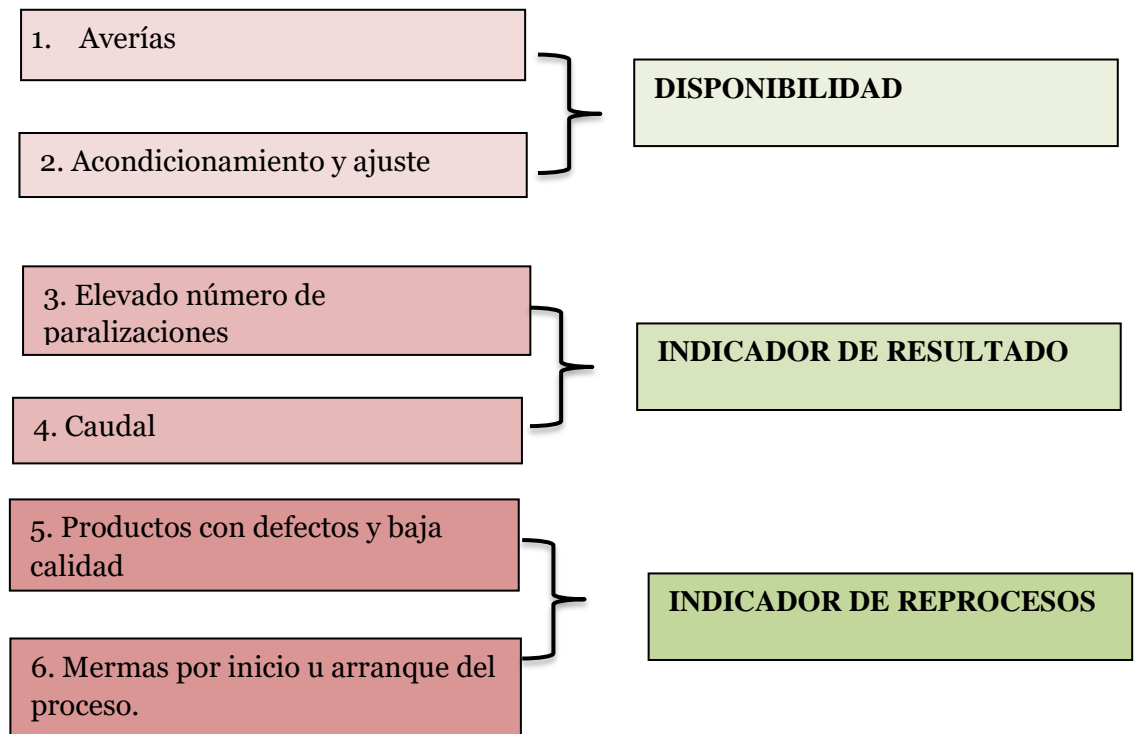


Figura 5. Las seis importantes pérdidas y la efectividad del equipo

III. HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1.1 Formulación de la hipótesis

El rediseño del sistema de mantenimiento en una empresa molinera incrementa la productividad

3.1.2 Variables – Operacionalización

A. Variable independiente: Rediseño del sistema de mantenimiento.

B. Variable dependiente: Productividad

C. Indicadores:

Variable independiente:

- Efectividad global de equipos
- Tiempo de falla de equipos

Variable dependiente

- Productividad total
- Indicador de productividad de mano de obra
- Indicador de productividad de materia prima

3.1.3 Objetivos

Objetivo general:

Incrementar la productividad al rediseñar el sistema de mantenimiento de una empresa molinera del departamento de Lambayeque

Objetivos específicos:

- Diagnosticar el desarrollo actual del sistema de producción y mantenimiento de la empresa,
- Rediseñar el sistema de mantenimiento aplicando TPM (Total Productive Management)
- Realizar el beneficio – costo del rediseño

IV. METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Enfoque:

Cuantitativo

Por el propósito de la investigación:

Aplicada

Por el nivel de conocimiento:

Descriptiva porque se busca explicar en todos sus componentes importantes, la realidad.

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene un diseño **Ex post Facto** porque no se controlan las variables independientes, porque la investigación se realiza a los acontecimientos ya registrados de forma natural y espontanea, este diseño inicia observando las actividades que se han desarrollado y que se han evidenciado en varios acontecimientos.

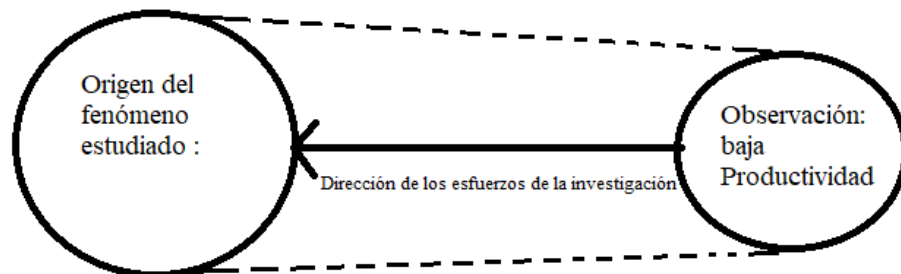


Figura 6. Diseño Ex Post Facto

4.3 POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO

Población: Sistema de mantenimiento

Muestra: Número de paralizaciones de los equipos en la empresa molinera de arroz

4.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

En la tabla N° 05 , se observa la matriz de operacionalización de variables

Tabla 5. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Forma de cálculo
Variable Independiente: Rediseño del sistema de mantenimiento	Efectividad global del equipo (OEE)	$Rendimiento = \frac{Producción\ total}{Capacidad\ de\ proceso} \times 100$ $Disponibilidad = \frac{(Tiempo\ operativo - Tiempo\ de\ parada\ programada) - Tiempo\ Parada\ no\ programada}{Tiempo\ Operativo - Tiempo\ de\ parada\ programada}$ $Calidad = \frac{Producción\ buena}{Producción\ total}$ $OEE = Rendimiento \times Disponibilidad \times Calidad \times 100$
	Indicador 2: Porcentaje de tasa de rendimiento del proceso	$\frac{Tasa\ de\ producción\ actual\ (t/h)}{Tasa\ estándar\ de\ producción\ (t/h)} \times 100$
	Indicador 3: Tiempo de fallas de equipos	$\frac{Tiempo\ de\ falla\ de\ equipos\ (h)}{Tiempo\ total\ de\ producción\ (h)} \times 100$
	Indicador 4: Porcentaje de materia prima reprocesada	$\frac{Arroz\ pilado\ reprocesado\ (t)}{Tasa\ de\ arroz\ pilado\ (t)} \times 100$
Variable Dependiente: Productividad	Indicador 1: Productividad total	$\frac{Ventas\ totales\ (S/.)}{Costos\ operativos\ (S/.)}$
	Indicador 2: Indicador de productividad de mano de obra	$\frac{Ventas\ totales\ (S/.)}{Costo\ total\ M.O.\ (S/.)}$
	Indicador 3: Indicador de productividad de materia prima	$\frac{Ventas\ totales\ (S/.)}{Costo\ total\ M.P.\ (S/.)}$

Fuente: Elaboración propia

4.5 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION

Para obtener información objetiva que facilite cumplir con los objetivos descritos en esta investigación se hizo uso de:

Técnicas:

Técnica de análisis documental:

Acceso al sistema interno u software de la empresa para obtener datos históricos: Registro de toneladas procesadas/semana/mes, toneladas en reproceso, producción total, toneladas en venta, registro de consumos de recursos, base de datos.

Conversar con jefe de producción, trabajadores del área de producción, mantenimiento, y calidad. Se realiza entrevista con el jefe de producción, responsable de las operaciones en la planta, para conocer los protocolos y flujograma de operaciones que se desarrollan en el área de acopio, procesos, calidad, mantenimiento de equipos, recepción de pedidos, manejo de almacenes, productos defectuosos, etc.

Observación: mediante la observación directa para realizar diagnóstico de los procedimientos del descascarado y pulido de arroz, consumo de recursos, manejo de almacén.

Herramientas

Las herramientas utilizadas fueron los siguientes:

- Guion de la entrevista
- Encuesta
- Guía de observación
- Hojas de excel

4.6 PLAN DE PROCESAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DATOS

EL software utilizado para documentación y otros tabulados fue el Microsoft Office, incluyendo, Word, Excel.

Para desarrollar esta investigación se llevaron a cabo las etapas mostradas líneas abajo

- La recolección de información se realizó mediante las técnicas antes mencionadas, se procesó los datos obtenidos de la empresa se analizó la información, se calcularon indicadores para tener una imagen clara del desempeño actual del proceso.
- Conociendo la situación actual se reconoció los principales motivos de la baja productividad, Se identificó esos indicadores que podían mejorarse o que se encontraban fuera de los rangos esperados.
- Se procedió al rediseño del sistema de mantenimiento actuando directamente en las causas raíz que fueron puntos críticos y responsables principales de la baja productividad.
- Se evaluó los indicadores actuales versus los indicadores con la implementación del rediseño
- Se realizó la evaluación económica financiera del proyecto

4.7 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 6. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo general	Hipótesis	Variables	Definición	Indicadores
¿Cuál es el impacto en la productividad de una empresa molinera en el departamento de Lambayeque, al rediseñar el sistema de mantenimiento?	Rediseñar el sistema de mantenimiento para incrementar la productividad de una empresa molinera del departamento de Lambayeque	El rediseño del sistema de mantenimiento en una empresa molinera incrementa la productividad	<u>Variable Independiente:</u> Rediseño del sistema de mantenimiento	Es una metodología que ejerce cambios drásticos en el sistema para mejorar su efectividad.	Indicador 1: OEE
					Indicador 2: Porcentaje de tasa de rendimiento del proceso
					Indicador 3: Tiempo de fallas de equipos
					Indicador 4: Porcentaje de materia prima reprocesada
			<u>Variable Dependiente:</u> Productividad	La productividad es el resultado de todas las actividades que realizamos para lograr los fines de la empresa, con un agradable clima laboral, evaluando los recursos que se invierten y los resultados obtenidos.	Indicador 1: Productividad total
					Indicador 2: Indicador de Productividad de mano de obra
					Indicador 3: Indicador de Productividad de materia prima

Fuente: Elaboración propia

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE LA EMPRESA

5.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Esta industria molinera en la cual se realizó este estudio se ubica en el departamento de Lambayeque, entre las ciudades de Chiclayo y Lambayeque, es una empresa agroindustrial que brinda a los productores el servicio completo del pilado de arroz y a la comercialización del mismo.



Figura 7. Empresa molinera del departamento de Lambayeque



Figura 8. Vista satelital de la empresa molinera

5.1.1.1. Reseña histórica de la empresa

Este molino sus inicios fue con una línea pequeña de manufactura la cual tenía una capacidad de poder descascarar 2500 Kg /hora, luego en el año 2008 se instala una segunda línea de manufactura moderna y automatizada, incrementando su capacidad de producción a 9000 Kg/hora, también se adquirió 02 máquinas selectoras y clasificadores que ayudaron a mejorar la calidad del producto final.

Desde sus inicios el secado de materia prima se realizaba al medio ambiente, pero en el 2010 se compra y habilitan dos secadoras industriales de fabricación brasileña con esto se lograr obtener un secado del arroz más uniforme sin perjudicar la calidad. Actualmente estas secadoras cuentan con 18 silos de almacenamiento de arroz cascara húmedo y seco. El molino de arroz adicional a brindar el servicio completo de descascarado de arroz, ofrece la venta y compra de arroz cáscara y arroz blanco en los más importantes mercados de la región y capital del país.

Este molino tiene capacidad de procesar todas las variedades de arroz que existen en el mercado, sin embargo, debido a que el mayor volumen de arroz pilado pertenece a la variedad Nir, la investigación se ha realizado a este tipo de variedad.

5.1.1.2. Misión y Visión

- **Misión**

“Brindar a nuestros clientes un excelente servicio de secado y pilado de arroz, garantizando productos de buena calidad, fomentando la seguridad social y responsabilidad ambiental, promoviendo el talento humano y comprometido a mejorar continuamente.”

- **Visión**

“Ser considerada como el molino industrial más importante de la región, brindando un servicio de calidad y mejoramiento continuo en todas las áreas, generando compromiso y confianza para una mayor satisfacción de nuestros clientes; Así mismo brindar bienestar y desarrollo integral para sus trabajadores y accionistas contribuyendo al progreso del país”.

5.1.1.3. Organización de la empresa

El esquema organizacional del molino de arroz esta liderado por la gerencia general , teniendo como soporte a la gerencia administrativa y contable ,su estructura se centra en cuatro departamentos :

Departamento comercial.

Departamento administrativo y finanzas.

Departamento de recursos humanos y

Departamento de producción y operaciones.

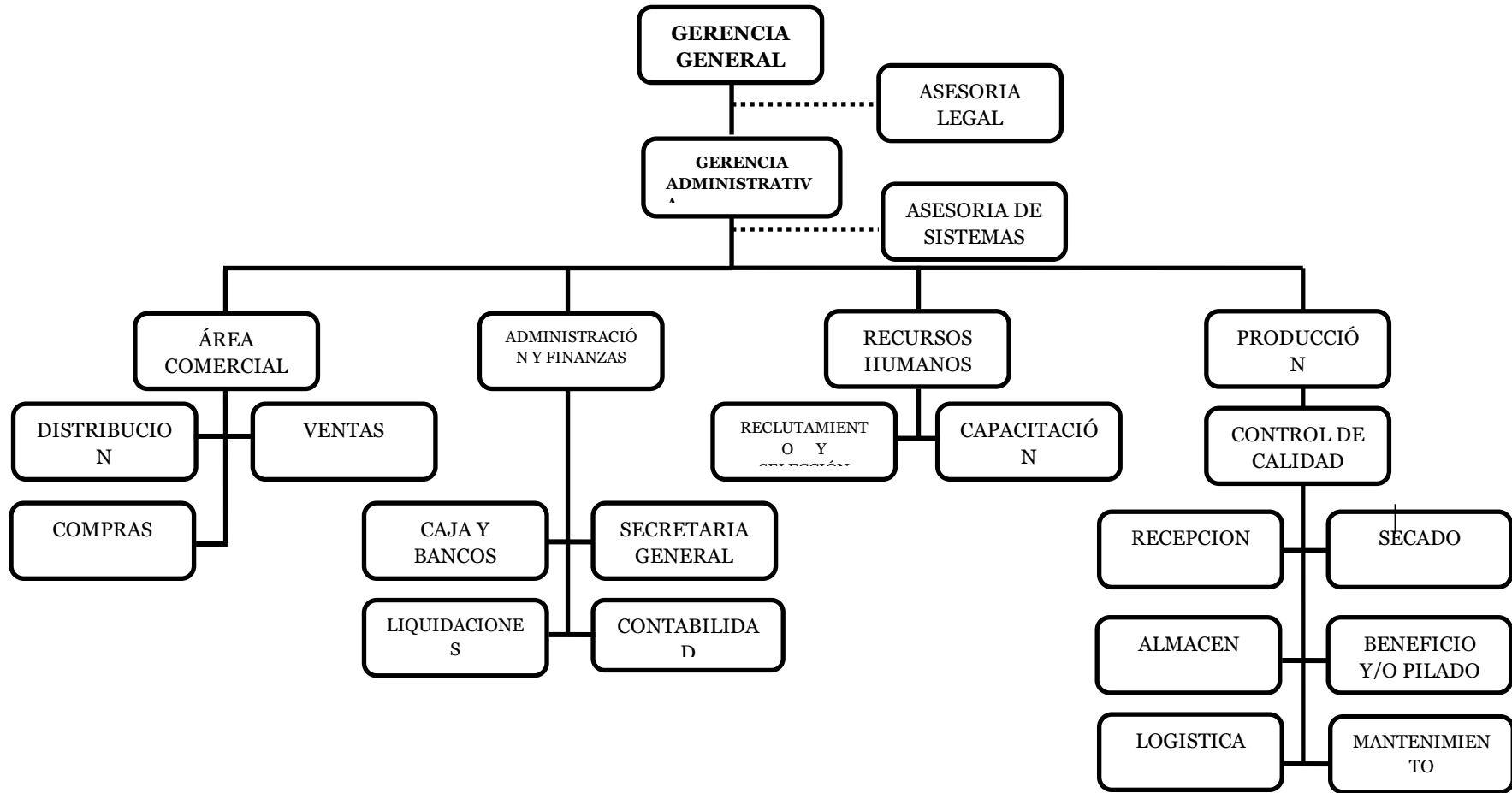


Figura 9. Organigrama empresa molinera del departamento de Lambayeque

5.1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Los molinos ofrecen el servicio de pilado de arroz cáscara a los agricultores y productores; compran y venden arroz , también comercializan subproductos como ñelen ,polvillo, cascarilla y otros.

5.1.2.1 Productos

A. Descripción de producto

- **Arroz:**

Es un cereal obtenido al descascarar gramíneas con el uso de máquinas y equipos instalados en un molino de arroz , es una especie que pertenece a la familia de las Poaceas y lleva como nombre científico *Oryza sativa*. Este molino recibe diversas variedades de arroz entre las que se encuentran Esperanza, Moro, Tinajones, Nir, Línea, Capirona, Ferón, etc.; siendo la variedad NIR la que principalmente se trabaja y comercializa en sacos de 50 kg. y sobre la que se trabajó esta investigación.

El arroz pilado o arroz blanco es el grano de arroz entero con cierto porcentaje de quebrado,este arroz pilado se obtiene por métodos mecánicos de fricción removiendo la cáscara ,el embrión, la capa de salvado , la cutícula de semilla muy delgada y el endospermo

Teniendo en cuenta la calidad del producto se ofrece al mercado arroz añejo, superior, extra, corriente y a granel. En seguida en la Tabla N° 07 se detalla la especificación técnica del producto.

Tabla 7. Ficha técnica del arroz

FICHA TÉCNICA DEL ARROZ		
Características generales		
Nombre del producto	Arroz pilado	
Nombre técnica:	Arroz pilado	
Unidad de medida:	Kilogramo	
Definición general:	El arroz pilado es el arroz blanco ,son granos enteros en su mayoría de la variedad comercial Nir al mismo que por procesos de manufactura realizados en los molinos de arroz se ha retirado la cáscara ,considerando la calidad final del producto en el procesamiento del arroz en cáscara.	
Características técnicas		
Condicion de calidad Generales:	Debe ser inofensivo ,sin perjudicar la salud del consumo humano.(inocuo) Libre de contaminación externa ,incluye sabores y olores anormales.	
Factores de calidad específicos:	Contenido de humedad:	15% máximo
	Suciedad:	0,1% máximo
	Salubridad y apariencia:	Satisfacer los señalado en el item 4,2 de la NTP, En cuanto a el nivel de calidad del arroz blanco.

Fuente: Empresa molinera

B. Sub productos

- **Arrocillo:** son granos quebrados de arroces cuyos dimensiones son menores a $\frac{3}{4}$ o $\frac{1}{2}$ con respecto a la longitud de un grano entero, no contiene cascaras ,otros sub productos o materias inertes.
- **Ñelén:** es el conjunto de particulas muy quebradas de dimensiones menores a $\frac{1}{4}$ del tamaño total del grano entero , es decir, es una de las variedades que

arroja el molino después del proceso de pilado, cuya calidad es inferior al arroz corriente comestible.

- **Polvillo:** tiene la apariencia de un talco o polvo constituido por particiones de cutícula, embrión, endospermo, cáscara y otras partes del grano.
- **Cascarilla:** Es otro subproducto, que se obtiene al descascarar el arroz, esta constituye el 27% del peso total de arroz, antes de ser secado y pilado el arroz cáscara presenta elevado porcentaje de humedad de 19%-27%, aproximadamente; esta humedad lo vuelve débil en términos de calidad a los granos de arroz, porque ocasiona manchas en los granos de arroz blanco. Conociendo que la cascarilla tiene un alto poder calorífico, actualmente se utiliza como combustible en sus hornos para secar el arroz cáscara que es acopiado húmedo, a la fecha la empresa también vende este material a las fabricas de ladrillo industrial y granjas.

C. Residuo:

- **Descarte:** Esta representado por arroces amarillentos, arroces manchados por la humedad o granos de diferente color al arroz natural.

5.1.2.2 Materiales e insumos

A. Material directo:

- Arroz, es el arroz en cáscara, es decir el grano después de ser trillado
- Agua, utilizada en la etapa de pulido, en la cual se gradua para poder retirar una fina capa superior que es el endospermo, obteniéndose el arroz blanco o pulido, se encargara de darle brillo al grano, ingresa a este proceso aproximadamente unos 28 litros/ hora, esta cantidad varía según la variedad de arroz.
- Aceite, se le agrega en la etapa de abrillantado, se sustenta que conforme se esta pilado arroz cáscara, el arroz blanco obtenido pasa a una tolva de almacenamiento en esta tolva se adiciona con el uso de dosificadores de goteo por gravedad el aceite calidad alimentario, con el fin de incrementar una mejor presentación de calidad y apariencia.

B. Insumos

- Sacos de polipropileno: los cuales contienen al producto final que es el arroz en sus distintas presentaciones, envasado en sacos de 50kg.

5.1.2.3 Maquinaria y equipo

Se utilizan las siguientes máquina en el procesamiento de pilado de arroz.

Tabla 8. Maquinaria de la empresa molinera

Maquinaria	Cantidad	Marca	Capacidad	Potencia
Secadoras Industriales	2	Zaccaria	35000 kg/h	1,5 kw
Pre limpia	1	Zaccaria	2000 kg/h	0,74 kw
Elevadores de cangilón	10	superBrix	31 m ³ /h	-
Descascaradora de Rodillos	1	Zaccaria	2500 kg/h	5,5 kw
Mesa Paddy	1	Zaccaria	3000 kg/h	2,20 kw
Clasificadoras (monitor)	3	Zaccaria	900 kg/h	0,4 kw
Pulidor de agua	1	Zaccaria wpz-1	3600 kg/h	30 Kw
Pulidor de tierra	1	Zaccaria BHZ	1800 kg/h	37 kw
Selectora de rodillos	2	Zukai	5000 kg/h	0.7 kw
Selectora de color	1	zukai RD3	2000 kg/h	1,8 kw
Tolva de ensaque	1	Ruilli	700 sacos/h	1,5 kw
Total	24			

Fuente: Empresa molinera

5.1.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN

Para obtener de arroz pilado (producto final), la materia prima (arroz en cáscara) sigue varias etapas de procesamiento.

A. SECADO DEL GRANO DE ARROZ

- **Pre-limpia:** En esta etapa se retiran los materias inertes (hojas, tallos, polvo, metal, vidrio, insectos u otro material extraño) que contaminan al arroz cáscara en el momento de la cosecha, para esto se utilizan tolvas de almacenamiento inicial de la materia prima las mismas que están provistas de una zaranda en movimiento y por diferencia de tamaño entre el arroz cáscara y las partículas extrañas son separados, obteniendo un arroz cáscara más limpio ,esta operación se repite dos veces para cada lote que ingresa a la Planta molinera.

- **Aireación:** El arroz cáscara ya limpiado es transportado con el uso de fajas transportadoras hacia unos silos de aireación, los mismos inyectan aire del medio ambiente utilizando un ventilador en la parte inferior de los silos con el fin de homogenizar y retirar una parte de humedad (2% H) que contienen los granos en los campos de acopio de materia prima. Seguidamente el arroz cáscara es enviado con el uso de fajas transportadoras a las torres de secado
- **Secado:** Esta etapa de secado se da en unos silos o torres de secado consumiendo aire caliente en contracorriente con flujo de ingresos del arroz cáscara, los circuitos en contracorriente entre aire caliente y arroz cáscara es repetitivo hasta llegar a cumplir con la humedad estándar de (13 %H), contralando secuencialmente la temperatura del aire de secado (no mayor a 50°C) y así no perjudicar la calidad del grano entero.

La duración del tiempo de secado es variable, depende del % de humedad con que ingresa el arroz cáscara, por ejemplo, arroz cáscara con 19% de humedad se logra remover 1 a 1,5 % de humedad / hora.

En las torres de secado también se controla parámetros como:

- ✓ Temperatura del arroz cáscara en el ingreso
 - ✓ Humedad de entrada del arroz cáscara (15 – 30 % humedad)
 - ✓ Temperatura del arroz cáscara en la salida
 - ✓ Humedad de salida del arroz cáscara. (13% H)
 - ✓ Temperatura del aire secado en la salida.
 - ✓ Temperatura del aire secado en la entrada. (45°C)
 - ✓ Velocidades descarga del secado.
- **Almacenamiento:** Posterior a la etapa de secado y con el uso de fajas transportadoras el arroz cascara es enviado a los silos de almacenamiento, en espera de ser colocado en el programa de pilado de arroz. Cabe señalar que el arroz cáscara seco es almacenado en las siguientes formas.
 1. Sacos negros
 2. Pacas
 3. Silos de almacenamiento

Proceso de secado industrial de la empresa molinera

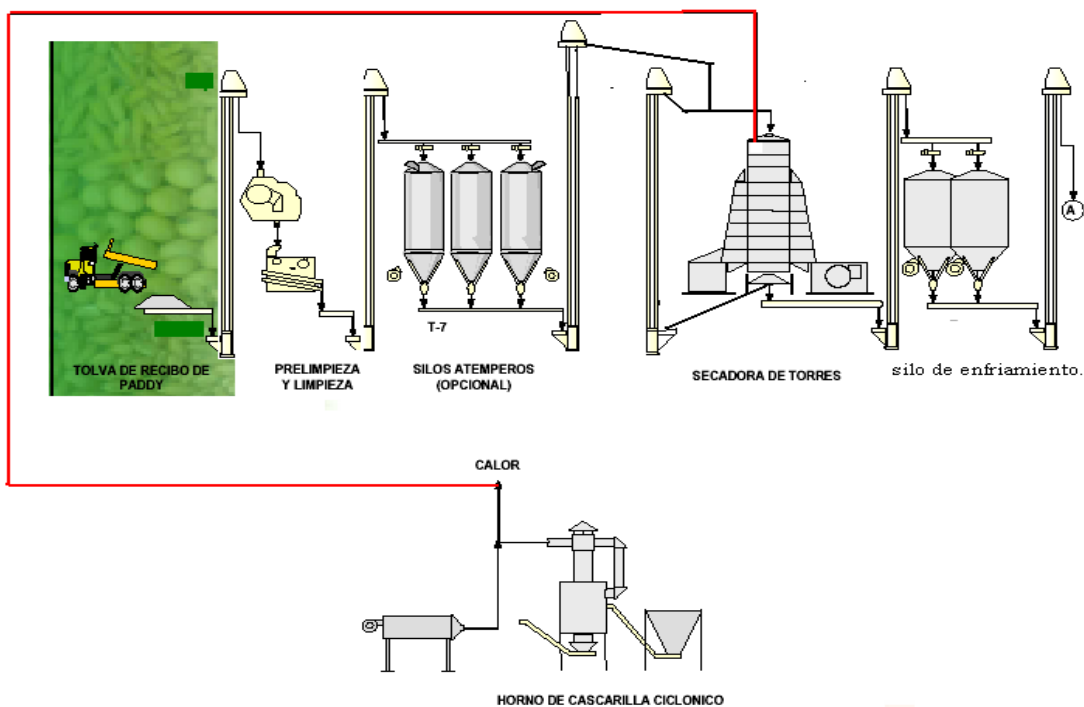


Figura 10. Proceso de secado industrial de la empresa molinera

B. PILADO DEL GRANO DE ARROZ

- **Pre-Limpia:** Se remueve todo el material extraño del grano de arroz cáscara (paja, impurezas y otros desechos).
- **Descascarado:** El arroz se descascarará al momento de pasar entre dos rodillos de jebe o goma que giran constantemente con la presión y rozamiento de estos rodillos a los granos de arroz ocasionan el desprendimiento de la capa externa del grano obteniéndose un grano integral.

El arroz cáscara descascarado es ingresado a un circuito de ventilación para separar la cascarilla del grano integral. El subproducto (cascarilla) una parte se utiliza como combustible en las torres de secado y la diferencia de saldo de cascarilla es comercializada a terceros.

- **Separación gravimétrica:** Seguido el arroz integral como presenta aún trazas de arroz con cascara es guiado por fajas de transporte hacia una zaranda o llamada mesa paddy con el fin de separar gravimétricamente por uso de diferencial de peso, el arroz integral del arroz con cáscara
- **Pulido:** A esta etapa llega el arroz integral y es ingresado a la máquina pulidora que están provistas de unas piedras esmeril de diferentes láminas de fricción en la superficie en donde se logra desprender las capas internas superficiales del grano obteniendo el subproducto llamado polvillo.

El arroz integral es pulido en dos secuencias

- a) La primera línea de pulido con piedras esmeril opera por fricción donde la velocidad de rotación determina el grado de pulido, a mayor velocidad se logra aspectos y tacto más brillantes en los granos de arroz, aunque esto generaba calentamiento entre los granos y como consecuencia del calentamiento aumentaba los granos quebrados en el arroz a pilarse.
- b) La segunda línea de pulido es similar a la primera con la diferencia de que aquí se inyecta agua a presión hasta punto de rocío, así las temperaturas están bajas evitan que la superficie de los granos se seque. El agua crea una superficie deslizante entre los fragmentos de los granos de arroz, ocasionando que las paredes externas de los arroces sean más blandas para pulir con facilidad, también una vida útil más larga y mayor rendimiento del arroz.

El arroz pulido antes de clasificarse ingresa a una mesa o zaranda donde es separado las impurezas finas como tizas, polvo que se produce al momento del pulido

- **Clasificación:** Es separar los granos quebrados de los granos enteros utilizando unos tambores rotatorios

Clasificador I: Con el uso de elevador de cachos ingresa el arroz libre de impurezas a una zaranda donde por gravedad y tamaño se separa los arroces enteros, de los arroces muy quebrados conocido este último en la planta molinera como

ñelen. El ñelen se envía a unas tolvas de almacenamiento, se descarga por gravedad realizando el pesado y envasado, posteriormente se cose y almacenan en sacos de 50 Kg. El arroz entero se envía al clasificar II

Clasificador II Aquí tenemos arroz entero de $\frac{1}{2}$, de $\frac{3}{4}$ y entero, en este clasificador se separa el arroz entero de $\frac{1}{2}$ a ser envasado en sacos de 50 Kg,

Los arroces pilados de $\frac{3}{4}$ y arroces enteros continúan el flujo de proceso hacia las selectoras por color.

- **Selección por color:** Se da con el uso de máquinas selectoras programadas electrónicamente para diferentes tolerancias de calidad en el arroz final a envasarse.

Aquí el arroz entero y de $\frac{3}{4}$ contiene granos tizosos, manchados, oxidados y otros defectos, entonces se programa la selectora para retirar parcialmente o todo el defecto de los granos y envasar en sacos de 50 Kg identificando la calidad para su comercialización.

- **Abrillantado:** Después de la selección electrónica los granos el arroz son enviado con el uso de un elevador de capachos a una tolva de producto final (arroz pilado), es ahí donde se agrega aceite comestible con el fin de otorgar una mejor presentación al arroz pilado para posteriormente envasarse en sacos de polipropileno en condiciones adecuadas y seguras de acuerdo con la normativa vigente para luego su posterior distribución y comercialización.

5.1.4 ANALISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

5.1.4.1 Producción de la empresa

Esta empresa molinera, comercializa como producto principal el arroz blanco envasado en sacos de 50 kg , así también los siguientes subproductos: arrocillo (quebrado), ñelen , polvillo, cascarilla envasados en sacos de 50 kg.

Este molino brinda el servicio de pilado al cliente que desea comercializar su producto y en otros casos adquiere arroz en cáscara (la materia prima) y comercializa los productos obtenidos.

A continuación se muestra el acopio de materia prima, la cantidad de producto y sub productos, a partir del año 2009 hasta el año 2019 (Ver tabla 9) que se obtienen en el proceso, así también se muestra la producción mensual real y la esperada de acuerdo a los pronósticos de calidad durante el período 2019 (ver tablas 10 y 11)

Tabla 9. Producción anual de producto y subproductos en la empresa molinera.

AÑO	ARROZ CÁSCARA (t)	Arroz pilado (t)	Arrocillo (t)	Polvillo (t)	Ñelén(t)	Descarte (t)
2009	28 878,430	16 171,920	4 562,790	1 905,988	375,422	86,644
2010	28 865,210	16 164,521	4 560,703	2 005,107	475,251	86,606
2011	28 000,450	15 680,253	4 424,076	1 848,036	364,017	84,000
2012	28 901,520	16 184,850	4 566,444	1 907,505	375,723	86,707
2013	28 832,560	16 146,238	4 555,545	1 902,953	394,821	116,504
2014	28 680,660	16 061,173	4 531,544	2 092,921	472,850	136,048
2018	31 770,651	18 675,320	1 823,105	2 614,800	1 418,375	767,193
2019	31 970,641	18 675,320	1 823,100	2 814,800	1 618,375	967,193

Fuente: Empresa molinera

Tabla 10. Producción real mensual – Producto y subproductos en el molino de Lambayeque. 2019

MES	ARROZ CÁSCARA (t)	Arroz pilado (t)	Arrocillo (t)	Polvillo (t)	Ñelen (t)	Descarte (t)	Eficiencia de MP	Rendimiento	%Polvillo	%Ñelen	%Descarte
Enero	2 657,390	1577,390	150,600	244,580	110,450	65,000	59.36%	65.03%	9.20%	4.16%	2.45%
Febrero	1 955,759	1 116,600	129,750	185,840	101,800	58,550	57.09%	63.73%	9.50%	5.21%	2.99%
Marzo	2 744,272	1 603,670	174,350	251,290	123,250	71,000	58.44%	64.79%	9.16%	4.49%	2.59%
Abril	3 313,322	1 913,050	222,950	293,180	153,600	86,400	57.74%	64.47%	8.85%	4.64%	2.61%
Mayo	3 216,115	1 899,210	163,350	306,810	172,800	111,100	59.05%	64.13%	9.54%	5.37%	3.45%
Junio	3 171,961	1 860,240	162,350	287,450	176,180	111,050	58.65%	63.76%	9.06%	5.55%	3.50%
Julio	2 201,232	1 304,790	89,350	194,390	134,158	88,393	59.28%	63.33%	8.83%	6.09%	4.02%
Agosto	2 711,807	1 611,650	129,500	223,160	137,520	83,300	59.43%	64.21%	8.23%	5.07%	3.07%
Septiembre	2 679,608	1 565,260	140,050	224,600	145,872	87,800	58.41%	63.64%	8.38%	5.44%	3.28%
Octubre	2 744,020	1 570,340	174,350	221,260	144,810	82,600	57.23%	63.58%	8.06%	5.28%	3.01%
Noviembre	2 426,303	1 401,010	150,900	201,080	119,985	66,950	57.74%	63.96%	8.29%	4.95%	2.76%
Diciembre	2 148,852	1 252,110	135,600	181,160	97,950	55,050	58.27%	64.58%	8.43%	4.56%	2.56%
Total	31 970,641	18 675,320	1 823,100	2 814,800	1 618,375	967,193	58.41%	64.12%	8.80%	5.06%	3.03%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Producción mensual esperada de producto y subproductos en el molino del departamento de Lambayeque. 2019

MES	ARROZ CÁSCARA (t)	Arroz pilado (t)	Arrocillo (t)	Polvillo (t)	Ñelen (t)	Descarte (t)	INDICADOR QUE DEBIO PRODUCIRSE (%)	Rendimiento	%Polvillo	%Ñelen	%Descarte
							Eficiencia de MP				
Enero	2,652,390	1,622,472	193,624	246672	21219	29,176	57.40%	64.70%	9.30%	0.80%	1.1%
Febrero	1,947,759	1,143,335	151,925	163612	23373	13,634	58.70%	66.50%	8.40%	1.20%	0.7%
Marzo	2,734,272	1,785,480	150,385	267959	27343	21,874	65.30%	70.80%	9.80%	1.00%	0.8%
Abril	3,305,322	2,088,964	218,151	290868	76022	26,443	63.20%	69.80%	8.80%	2.30%	0.8%
Mayo	3,177,115	2,061,948	235,107	276409	88959	28,594	64.90%	72.30%	8.70%	2.80%	0.9%
Junio	3,136,961	2,189,216	153,711	272916	53328	43,917	66.60%	71.50%	8.70%	1.70%	1.4%
Julio	2,166,232	1,553,895	184,130	203626	51990	25,995	62.50%	71.00%	9.40%	2.40%	1.2%
Agosto	2,691,807	1,682,379	228,804	253030	64603	21,534	62.50%	71.00%	9.40%	2.40%	0.8%
Septiembre	2,659,608	1,856,936	199,471	276599	55852	34,575	62.30%	69.80%	10.40%	2.10%	1.3%
Octubre	2,734,020	1,760,709	256,998	32808	87489	27,340	64.40%	73.80%	1.20%	3.20%	1.0%
Noviembre	2,421,303	1,535,106	230,024	200968	60533	10,896	63.40%	72.90%	8.30%	2.50%	0.5%
Diciembre	2,143,852	1,288,427	180,084	197234	49309	16,293	57.30%	65.70%	9.20%	2.30%	0.8%
Total	31,770,641	20,568,867	2,382,413	2,682,701	660,019	300,272	62.7%	70.2%	8.4%	2.1%	0.9%

Fuente: Empresa molinera

Realizando una comparación de la producción esperada de arroz pilado según tabla 11 lo que indicó calidad 20,568,867 t y la producción real del año 2019 tabla 10 fue de 18 675,320 t se puede observar que hay una diferencia de

1,893,547 t. El mismo comportamiento se identifico en los resultados de los indicadores de proceso como rendimiento de la materia prima.

El rendimiento obtenido fue de 64,12% este valor es bajo comparado con lo estudiado por Kush et al. citado por Pinazo [8] el rendimiento en molinería debe ser del 70% , entendiendo rendimiento por el arroz pilado más el arrocillo o también llamado arroz quebrado, considerando que el INEI usa este porcentaje para efectos de cálculo esto demuestra que el molino no logra los rendimientos esperados. [37, pp. 21-30] indica que *“de una muestra de 100 gramos de arroz en cáscara sana, seca y limpia, se obtiene aproximadamente 70 por ciento de arroz pilado y un 30 por ciento de subproductos. Los subproductos están constituido por la cáscara que abarca un 20 por ciento, por el polvillo y embriones, los cuales constituyen entre un 8 a 10 por ciento”*

Dicho lo anterior se procede a realizar una comparación entre la producción obtenida durante el año 2019 y la producción esperada teniendo como referente los análisis del área de calidad, observando que se dejó de obtener **1,893,547** toneladas (ver Tabla 12)

Tabla 12. Comparación entre el arroz pilado obtenido y el pronosticado

MES	Arroz pilado obtenido (t)	Arroz pilado pronostico (t)	Perdida de producto (t)
Enero	1,577,390	1,622,472	45,082
Febrero	1,116,600	1,143,335	26,735
Marzo	1,603,670	1,785,480	181,810
Abril	1,913,050	2,088,964	175,914
Mayo	1,899,210	2,061,948	162,738
Junio	1,860,240	2,189,216	328,976
Julio	1,304,790	1,553,895	249,105
Agosto	1,611,650	1,682,379	70,729
Septiembre	1,565,260	1,856,936	291,676
Octubre	1,570,340	1,760,709	190,369
Noviembre	1,401,010	1,535,106	134,096
Diciembre	1,252,110	1,288,427	36,317
Total	18,675,320	20,568,867	1,893,547

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se presenta el precio que la empresa cobra por el servicio de pilado y secado tanto para el producto como para los subproductos. Es importante indicar que cuando el cliente trae materia prima con un porcentaje de humedad mayor a 13% es necesario realizar la operación de secado, la cual tiene un valor de 24 soles por tonelada como procedemos a detallar en la Tabla N° 13.

Tabla 13. Valor comercial por los servicios que brinda la empresa

SERVICIO DE PILADO			SERVICIO DE SECADO			
Productos y subproductos	Unidad	Precio por pilado	Materia prima	Unidad	Precio por secado	Precio del saco
Arroz blanco	Saco	7 soles	Arroz cáscara	tonelada	24 soles	1,50 soles
Arrocillo	Saco	5,5 soles				1,20 soles
Polvillo	Saco	7 soles				1,50 soles
Ñelen	Saco	4 soles				1,0 soles

Fuente: Empresa molinera

En la tabla N° 14 Muestra el valor comercial de producto y subproductos en el mercado. Se ha considerado como producto el arroz blanco de la variedad NIR, que es la que principalmente pila el molino.

Tabla 14. Valor comercial del producto y subproductos

PRODUCTO	Sacos	Precio del producto	Subproductos	Sacos	Precio del Subproductos S/. soles
Arroz blanco NIR	50 kg	S/105,00	Arrocillo (quebrado)	50 kg	S/ 55/kg
			Polvillo	30kg	S/ 30/kg
			Ñelen	50kg	S/ 54/kg
			Cascarilla	Ton	S/. 50

Fuente: Empresa molinera

Conociendo los precios de producto y subproductos se demuestra que la empresa pierde dinero al no obtener la cantidad de producto pronosticada. En las tabla 15 y 16 se muestran los ingresos obtenidos y esperados durante el año 2019 tanto por producto como por la venta de los subproductos.

Tabla 15. Ingresos obtenidos durante el año 2019 por la empresa molinera

Producto/ Subproductos	Numero de sacos (Unid.)	Precio venta (S./Unid)	Ingreso por venta (S/.)	Ingreso por venta (%)
Arroz blanco	373,506	110	41,085,704	88,01%
Arrocillo	36,462	58	2,114,796	4,53%
Polvillo	56,296	30	1,688,880	3,62%
Ñelén	32,368	54	1,747,845	3,74%
Cascarilla	19,344	2.5	48,360	0,10%
Total			46 685,585	100.00%

Tabla 16. Ingresos esperados durante el año 2019 por la empresa molinera

Productos/ Subproductos	Numero de sacos (Unid.)	Precio venta (S./Unid)	Ingreso por venta (S/.)	Ingreso por venta (%)
Arroz blanco	411,377	110	45,251,507	96.93%
Arrocillo	47,648	58	2,763,600	5.92%
Polvillo	53,654	30	1,609,621	3.45%
Ñelén	13,200	54	712,822	1.53%
Cascarilla	6,005	2.5	15,014	0.03%
Total			50 352,563	100.00%

En las tablas anteriores se observa que es el arroz pilado (producto final) es el que proporciona la mayor cantidad de ingresos de allí la importancia de reducir la cantidad de subproductos. El ingreso obtenido durante el año 2019 fue de **46 685,585** soles sin embargo se debió percibir **50 352,563** soles de acuerdo a las evaluaciones realizadas por el área correspondiente.

Ante este incremento de los subproductos y disminución de ingresos se analizará las causas y se realizará una propuesta para lograr el incrementar la eficiencia de materia prima y el rendimiento, los mismos que ayudarán a mejorar la productividad.

5.1.4.2 Proceso productivo

A) Diagrama de bloques de la cadena productiva

La cadena de productiva atraviesa por 12 etapas para obtener el producto final y sus sub productos. Las operaciones por las que atravieza la materia prima son: pesado, secado, limpia, descascarado, separación, pulido 1, pulido 2, clasificación, selección, abrillantado, envasado y por último el almacenamiento.

En la figura N°11 . Se esquematiza las doce etapas productivas.

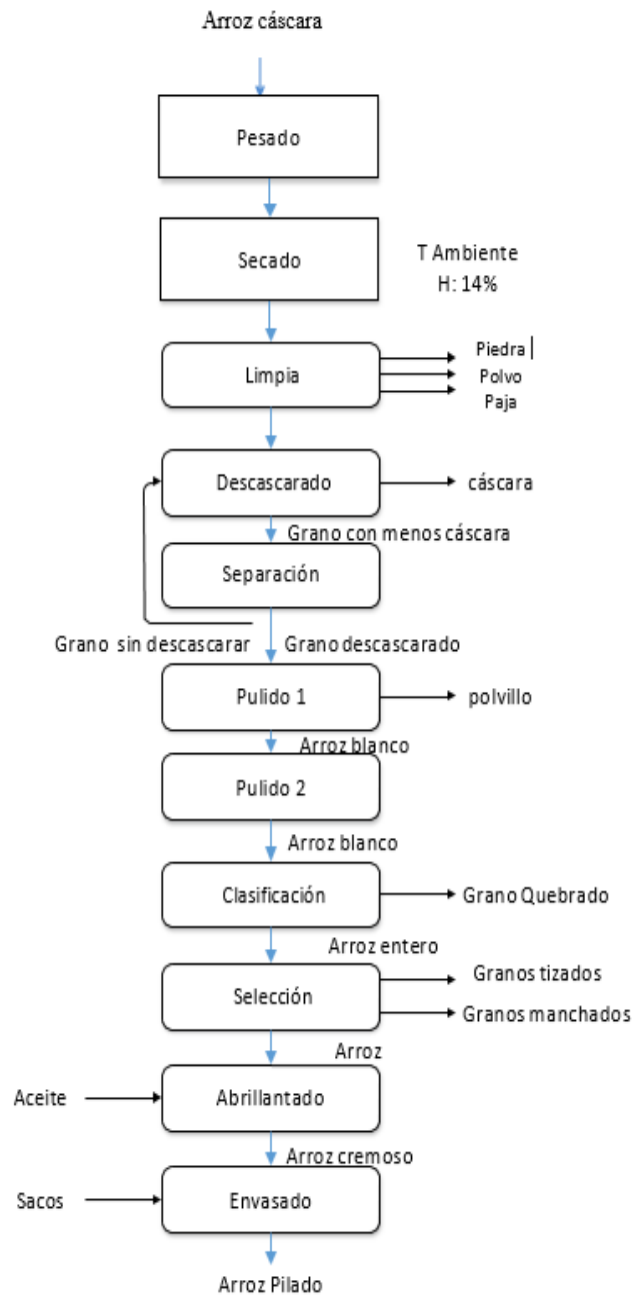


Figura 11. Diagrama de flujo de la cadena productiva

B) Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

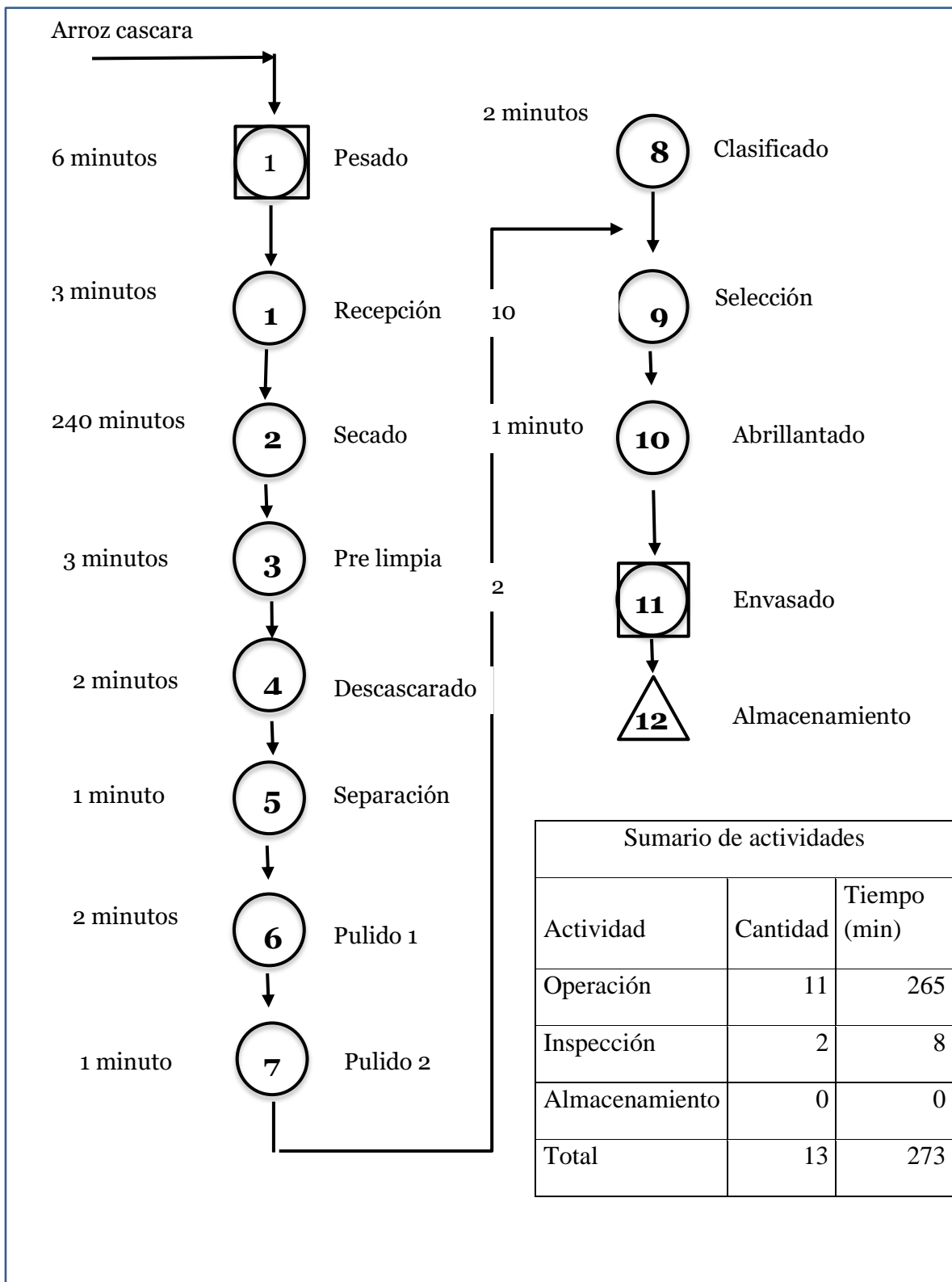


Figura 12. Diagrama de operaciones en proceso de pilado de arroz

C) Diagrama de análisis de proceso (DAP)

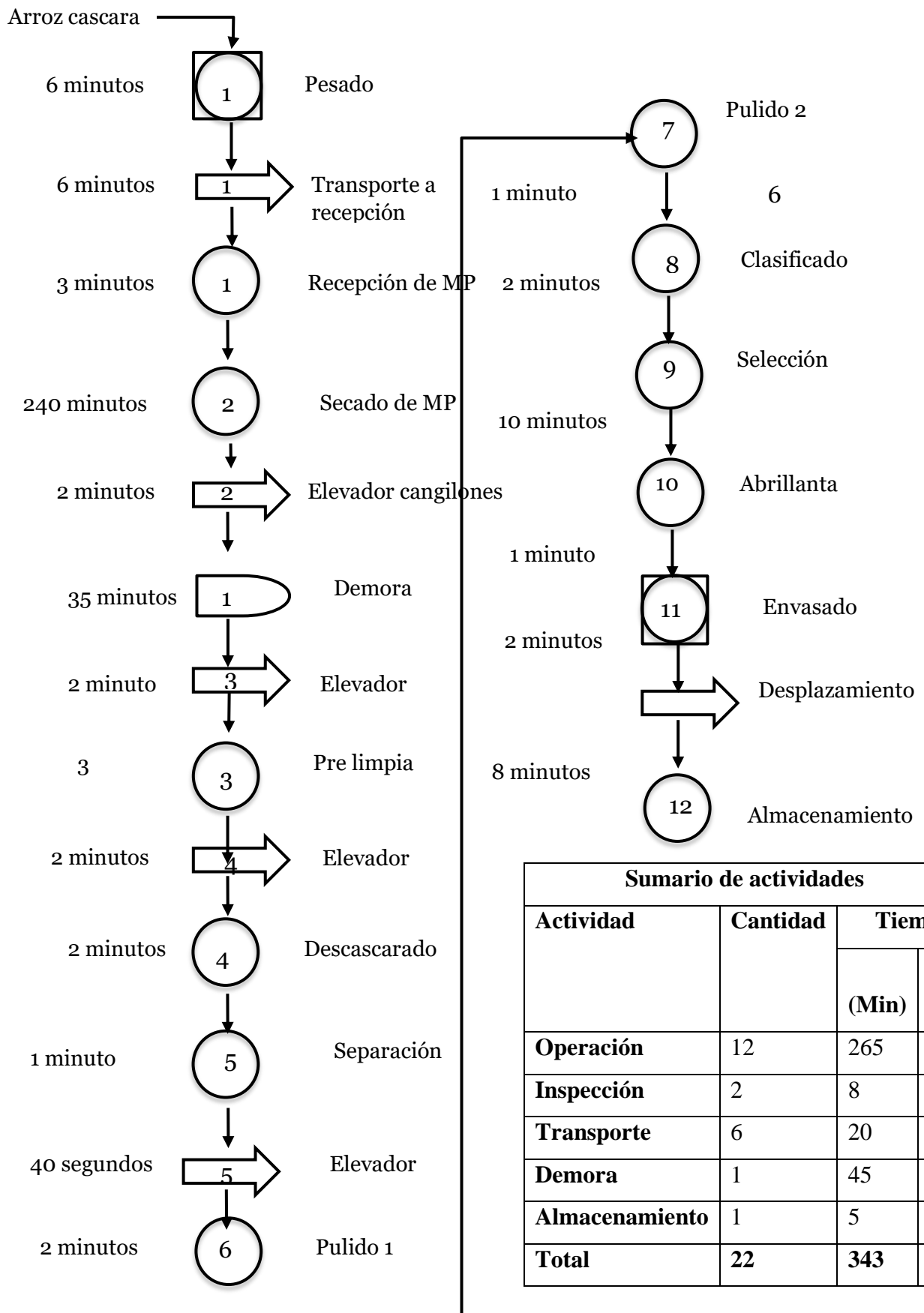


Figura 13. Diagrama de analisis de operaciones del proceso de pilado de arroz

En la investigación se determinó en 13 actividades con lleva realizar para obtener el producto final que es el arroz blanco o arroz ya pilado. Estas actividades están constituidas por 11 actividades de operaciones y 02 actividades de inspección ; totalizando todas un consumo de tiempo de 273 minutos como se detalla en la figura N° 12.

A través de la metodología de estudio de trabajo y las métricas realizadas se determinó los periodos de tiempo que operan una a una las etapas de la cadena productiva.

Con el desarrollo del diagrama de análisis de proceso se definió un total de 22 actividades las mismas suman un consumo de 343 minutos y 40 segundos como detallamos en la figura N° 13.

Con este análisis y el desarrollo de los diagramas DOP y DAP podemos ya determinar el porcentaje de actividades beneficiosas y no beneficiosas en la cadenas de producción.

Determinamos enseguida la participación de actividades beneficiosas y no beneficiosas.

$$\% \text{ Act. Beneficiosas o Productivas} = \frac{(265 + 8)}{(265 + 8 + 20 + 45 + 5)} \times 100 = 79,5 \%$$

$$\% \text{ Act. No beneficiosas o improductivas} = \frac{(20 + 45 + 5)}{(265 + 8 + 20 + 45 + 5)} \times 100 = 20,5 \%$$

Del cálculo se determina que el molino tiene 79,5 % de actividades productivas y 20,5% esta representado en actividades improductivas en sus operaciones como se muestra en el **e s q u e m a** de análisis de proceso.

También se describe el recorrido total incluyendo las clases de actividades que se desarrollan en la producción del producto final que es el arroz pilado como se dibuja en la figura N°14

5.1.4.3 Costos de producción en la empresa

A) Costo de materia prima directa

Tenemos al cereal que es el arroz cáscara como materia prima en el sistema de producción cuyo costo unitario oscila desde 0,95 a 1,4 soles /kilogramo acopiado ,el costo sube en los meses (diciembre a marzo) que son de bajos volúmenes de cosecha y adicional es influenciado por el mercado en su momento.

Se detalla la inversión en la compra mensual de la materia prima , sumando una inversión al año de compra en 33,293,390 millones de soles al año.

Tabla 17. Costo mensual de materia prima (arroz cáscara) 2019

MES	Arroz cáscara (t)	Costo unitario	Costo unitario	Costo de M. P
		Soles / t	Soles / Kg	Soles/mes
Enero	2 657,390	1,100	1.1	2923129
Febrero	1 955,759	1,200	1.2	2346910.8
Marzo	2 744,272	1,150	1.2	3293126
Abril	3 313,322	1,000	1.2	3975986
Mayo	3 216,115	920	1	3216115
Junio	3 171,961	900	0.9	2854765
Julio	2 201,232	950	0.9	1981109
Agosto	2 711,807	1,000	1	2711807
Septiembre	2 679,608	1,200	1.2	3215530
Octubre	2 744,020	1,200	1.2	3292824
Noviembre	2 426,303	1,150	1.4	3396824
Diciembre	2 148,852	1,150	1.4	3008393
Total	31 970,641			33'293, 390

Fuente: Elaboración propia

B) Costo de materiales directos: Insumos

Conociendo de la investigación al medir se determino que el ratio de consumo es 200 sacos /cono de hilo y 0,012 litro aceite alimentario/kg de arroz pilado.

Alcanzando costo anual de S/. 1'354,708 soles en la compra de sacos, conos de hilo y aceite alimentario.

Tabla 18. Costo de materiales directos

2019	Equivalencia en sacos					Cantidad total			Costos materiales directos		
MES	Arroz pilado (t)	Arrocillo (t)	Polvillo (t)	Ñelen (t)	Descarte (t)	Sacos	Conos hilo	Aceite alimentario	Costo sacos	Costo conos hilo	Costo aceite
Enero	31547.8	3012	8153	2209	1300	46221	231	18929	36977	1156	75715
Febrero	22332	2595	6195	2036	1171	34329	172	13399	27463	858	53597
Marzo	32073.4	3487	8376	2465	1420	47822	239	19244	38257	1196	76976
Abril	38261	4459	9773	3072	1728	57293	286	22957	45834	1432	91826
Mayo	37984.2	3267	10227	3456	2222	57156	286	22791	45725	1429	91162
Junio	37204.8	3247	9582	3524	2221	55778	279	22323	44622	1394	89292
Julio	26095.8	1787	6480	2683	1768	38813	194	15657	31051	970	62630
Agosto	32233	2590	7439	2750	1666	46678	233	19340	37342	1167	77359
Septiembre	31305.2	2801	7487	2917	1756	46266	231	18783	37013	1157	75132
Octubre	31406.8	3487	7375	2896	1652	46817	234	18844	37454	1170	75376
Noviembre	28020.2	3018	6703	2400	1339	41480	207	16812	33184	1037	67248
Diciembre	25042.2	2712	6039	1959	1101	36853	184	15025	29482	921	60101
Total	373506.4	36462	93827	32368	19343.86	555506	2778	224104	444405	13888	896415
%									33%	1%	66%

S/1,354,708.16

Fuente: Empresa molinera

C) Costo de mano de obra en el departamento de producción

En producción: El número de trabajadores permanentes y fijos son:

13 operarios ,01 supervisor y 01 jefe de producción. Total 15 trabajadores en un solo turno. Aún no se cuenta con programa de capacitaciones específicas en esta área e inducción de las labores a realizar con las máquinas y equipos.

De acuerdo a la necesidad del mercado y de preferencia en temporada alta (meses de Junio a Setiembre) se apertura un segundo turno de producción de pilado de arroz.

El jornal básico es de S/. 38 diarios y adicional reciben una bonificación por la función que realizan.

Tabla 19 . Datos laborales

	Diario	Mensual
Jornal trabajo	10 horas	260 horas
Bonificación	15 soles	450 soles
Capacitaciones	Ninguna	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Costo de mano de obra directa en el departamento de producción - 2019

Descripción	Planilla Trabajadores	Mensual			
		Salario (S/.)	Bonificación	Hr-H	Costo Hr-H
Cuadrilla N°01	1	1200	450	260	6.3
	2	1200	0	260	4.6
	3	1200	0	260	4.6
	4	1200	0	260	4.6
	5	1200	0	260	4.6
Cuadrilla N°02	6	1200	450	260	6.3
	7	1200	0	260	4.6
	8	1200	0	260	4.6
	9	1200	0	260	4.6
	10	1200	0	260	4.6
Maquinista	11	1400	450	260	7.1
Envasado	12(13)	1200	450	260	6.3
Supervisor	13	2500	0	260	9.6
Jefe de Producción	14	3500	0	260	13.5
Total	15	20,600	1,800	3640	6.2

Fuente:Elaboración propia

D) Costos indirectos de producción variables

Para la producción de arroz pilado, los costos de producción por consumo de energía eléctrica se tiene 88,693 mil soles mensuales.

Observando tabla 21 las máquinas secadoras con S/. 21,813 y el área de añejadoras S/. 29,170 son las que representan mayor consumo de energía y por consiguiente costo

Tabla 21. Requerimiento de potencia y consumo de kilo watt

MOTORES / MOTORREDUCTORES	HP	KW	Costo S/.
SECADORA	371.8	277.51	21813.0
PILADO	561.70	410.11	32758.3
AREA DE PRENZADO	65.00	48.00	4600.0
AREA DE AÑEJADORAS	496.50	375.60	29170.0
EQUIPOS DE OFICINA	6.30	4.70	352.5
PROYECCION DE MAQUINAS		0	0.0
TOTAL	1501.30	1115.92	88693.8
factor de simultaneidad		0.82	
PROMEDIO DE MAXIMA DEMANDA		915.05	

Fuente: Empresa molinera

E) Costos de mantenimiento correctivo

Estos costos existen solo cuando hay fallas en los equipos, en la siguiente tabla N° 22 se observa algunos costos de reparación de las máquinas que fallan y el tiempo que demora la reparación de la misma.

Tabla 22. Costos de mantenimiento de equipos por cada falla

Costo de mantenimiento correctivo		
Máquina o equipo	Tiempo (Hr)	Costo de reparar (S/.)
Pre limpia	6	1800
Motores	12	2600
Electricidad	6	1500
Chumaceras, rodajes	24	2150
cambio de fajas	12	760
Pulidora de piedra	12	2450
Pulidora de agua	12	2450
Descascara dora	4	2355
Mesa paddy	4	1350
Molinito	4	550
TOTAL	96	17 965

Fuente: Empresa molinera

F) Costos indirectos de producción fijos

Tabla 23. Costo indirecto de producción fijo

Item	Costo mensual (S/.)	Enero - Diciembre (S/.)
Predio	750	9000
Vigilancia	4800	57600
Limpieza	2100	25200
Total	7650	91, 800

5.1.4.4 Indicadores actuales de producción y productividad

A) Productividad:

- **Productividad de materia prima**

$$P.MP. = \frac{6241 \text{ Kg/h}}{10590 \text{ Kg/h}} * 100 = 58,9\%$$

Se determina del cociente entre la cantidad de producto final obtenido como es 10590 Kg/hora y la cantidad de de insumo u materia prima consumida en este estudio es 6241 Kg/hora obteniendo como resultado el 58.8% de productividad.

- **Productividad de mano de obra**

$$P.MP = \frac{62410 \text{ kg / día}}{13 \text{ operarios}} = 4800 \text{ kg / operario / día}$$

Lo calculamos de la relación entre la cantidad en kilogramos de producto final obtenida en este caso 6241Kg arroz pilado y el número de operarios involucrados en esta producción. Obteniéndose 4800 kg /operario/día

- **Productividad total**

$$\frac{\text{Ventas Totales (S/.)}}{\text{Costos operativos (S/.)}} = \frac{(S/.)46685,585}{(S/.)37865,455} = 1,23$$

- **Capacidad: Diseñada, Real, Utilizada, Ociosa**

Las capacidades a continuación son un promedio, que han sido brindadas por la empresa molinera de arroz.

- **Capacidad de fabricación o de diseño**

Esta determinada por el fabricante donde indica la capacidad teórica máxima que puede procesarse durante un período de tiempo, determinado en condiciones ideales . Al evaluar y revisar las etiquetas de cada una de las máquinas utilizadas en las líneas de producción se determina una capacidad de 80 t/día.

$$\text{Capacidad diseñada: } 8000 \text{ Kg / h} = 80 \text{ t / día}$$

- **Capacidad real**

Del estudio la capacidad real es la cantidad verdadera de materia prima que se procesa diariamente en los escenarios normales de trabajo, teniendo como soporte a los equipo de mantenimiento y calidad de la empresa.

En estudio se determino en 73 t/día.

$$\text{Capacidad real: } 7300\text{kg} / h = 73\text{t} / \text{día}$$

- **Capacidad utilizada:**

Viene a ser la producción actual promedio diario, que es de 62,4 t/día

$$\text{Capacidad utilizada: } 6241\text{kg} / h = 62,4\text{t} / \text{día}$$

- **Porcentaje de utilización**

Representa cuanto de la capacidad de diseño se aprovecha o utiliza, en este caso al calcular es del 78%

$$U = \frac{62,4\text{t} / \text{día} * 100}{80\text{t} / \text{día}} = 78 \%$$

- **Capacidad Ociosa**

La obtenemos de la desigualdad entre la capacidad real y la utilizada que es de 10,6 t/día que se deja de producir en el molino.

$$\text{Capacidad ociosa: } 73 \frac{\text{t}}{\text{día}} - \frac{62,4\text{t}}{\text{día}} = 10,6\text{t} / \text{día}$$

B) Eficiencia

- **Eficiencia física**

Representa cuanto el molino aprovecha de la materia prima (arroz cáscara) para obtener el mayor porcentaje del producto principal (arroz pilado), siendo en caso 58,8%

$$E = \frac{18675,320 \text{ ton/año} * 100}{31970,641 \text{ ton/día}} = 58,4 \%$$

C) Cuello de botella

Del diagrama de operaciones ,los retrasos en las operaciones se produce en la etapa de secado 240 minutos .

Tiempo de ciclo es de 343 minutos 40 segundos

5.1.5 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

La empresa cuenta un área de mantenimiento que depende del jefe de producción y cuenta con 2 trabajadores por turno para realizar tanto el mantenimiento correctivo como preventivo.

Actualmente la empresa cuenta con los siguientes mantenimientos:

A. Mantenimiento preventivo

Las actividades de este mantenimiento deberían realizarse según el cronograma elaborado por uno de los operarios responsable de mantenimiento de la empresa , las mismas en muchas ocasiones no se cumple estrictamente con las fechas de ejecución planificadas (Ver Tabla N° 24) por que:

- Faltan personal tecnico en mantenimiento.
- Exceso de carga de trabajo para el tiempo planificado para mantenimiento preventivo.
- Estas actividades siempre son estáticas,sin cambios y las mismas desde años atrás.(Anexo N°15)

B. Mantenimiento correctivo

Al presentarse una falla se registra en cuaderno denominado registro de producción (ver Anexo N°25) ,luego se comunica y coordina las actividades con el operario responsable del mantenimiento de la empresa .En el caso el tipo o dimensión de la reparación no puedan ser solucionado por los trabajadores de la empresa ,entonces el responsable técnico coordina y solicita la solución con proveedor tercerizado.

Las reparaciones de equipos ,cambios de pieza, son registrados en el histórico de cada equipo intervenido, también cabe mencionar que no se evidencia y realiza el análisis de la o las causas del origen de las fallas, no existe indices de confiabilidad.

5.1.5.1 Frecuencia de fallas en el año 2019

Despues de revisar los cuadernos de incidentes ,solicitudes de reparaciones,ordenes de compras repuestos y los trabajos realizados por servicio terceros ,el resultado se presenta en la tabla N° 24 y figura N°15

Tabla 24. Incidencias de fallo en equipos y máquinas durante el 2019

Máquinas y equipos de la planta molinera	N° de fallos	F. relativa	F. acumulada
Pulidora de piedra (02)	7	17%	17%
Pulidora de agua (02)	6	15%	32%
Elevadores (17 motores reductores, piñones, cadenas)	5	12%	44%
Fajas de elevadores	4	10%	54%
Secadora N° 02	4	7%	61%
Descascar adoras (02)	3	7%	68%
Electricidad (Tableros, cortes de energía no programado)	3	7%	76%
Compresores de aire	2	5%	80%
Chumaceras, rodajes	2	5%	85%
Pre limpia	1	2%	88%
Motores (Aspiración)	1	2%	90%
Mesa paddy	1	2%	93%
Zaranda Rotex	1	2%	95%
Clasificadores (03)	1	2%	98%
Selectoras	1	2%	100%
Secadoras N°01	0	0%	100%
Total	42		

Fuente: Elaboración propia

En tabla 24 . Se registro un total 42 incidentes o fallas en los equipos, alcanzando las pulidoras de piedra y pulidoras de agua 07 y 06 paralizaciones respectivamente sumando 32% de paralizaciones por fallas en ambos equipos,

Los elevadores de cangilones y fajas de elevadores sumaron 22% de paralizaciones.

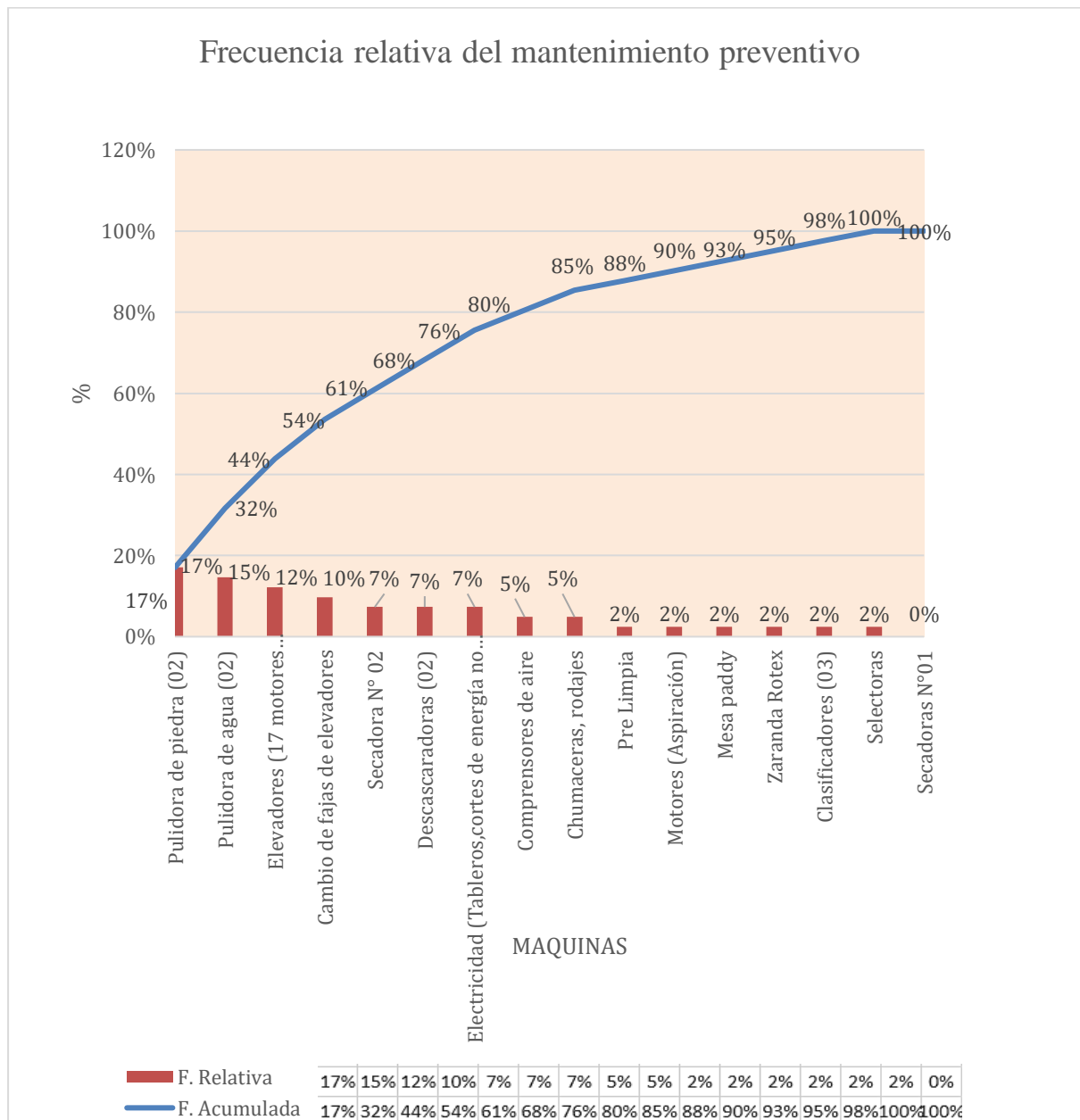


Figura 15. Frecuencia relativa de fallos de máquinas
Fuente: Elaboración propia

Analizando se observa las frecuencias de las fallas y se determina que: El área de pulido con su piedra esmeril y agua, los elevadores, las fajas de transporte y secadora representan el 80% de las paralizaciones en el sistema de producción.

Tabla 25. Porcentaje de incumplimiento del mantenimiento preventivo durante el 2019

Máquinas y equipos de la planta de pilado	N° mantenimientos programados	N° de mantenimientos realizados	% de Incumplimiento
Secadoras N°01	6	4	33%
Secadora N° 02	6	3	50%
Pre Limpia	6	4	33%
Motores (Aspiración)	12	5	58%
Elevadores (17 motores reductores, piñones, cadenas)	12	7	42%
Cambio de fajas de elevadores	12	4	67%
Electricidad (Tableros, cortes de energía no programado)	12	5	58%
Chumaceras, rodajes	24	14	42%
Descascar adoras (02)	12	8	33%
Mesa paddy	6	4	33%
Pulidora de piedra (02)	6	3	50%
Pulidora de agua (02)	6	2	67%
Zaranda Rotex	12	8	33%
Clasificadores (03)	24	15	37%
Selectoras	12	4	67%
Compresores de aire	12	9	25%
Total	180	99	45%

Fuente: Elaboración propia

En tabla 25 muestra el incumplimiento al mantenimiento programado alcanza en promedio 45% en el área de mantenimiento.

5.1.5.2 Análisis de criticidad

Se evaluó considerando la matriz de criticidad (Anexo N°01)

Y se observa en la tabla 25 que la empresa tiene cinco (5) equipos críticos en relación con los demás equipos. Se detalla en siguiente tabla resultados de la matriz de criticidad.

Tabla 26 Resultado de criticidad de los equipos

Máquinas y equipos de la planta de pilado	Valor	Indicador criticidad
Secadoras N°01	15	No critico
Secadora N° 02	85	Critico
Pre Limpia	60	Semi critico
Motores (Aspiración)	40	No critico
Elevadores (17 motores reductores, piñones, cadenas)	35	No critico
Cambio de fajas de elevadores	25	No critico
Electricidad (Tableros, cortes de energía no programado)	55	Semi critico
Chumaceras, rodajes	45	No critico
Descascar adoras (02)	75	Semi critico
Mesa paddy	17	No critico
Pulidora de piedra (02)	93	Critico
Pulidora de agua (02)	92	Critico
Zaranda Rotex	24	No critico
Clasificadores (03)	80	Critico
Selectoras	91	Critico
Compresores de aire	22	No critico
Total		

Fuente: Empresa molinera

Por la ponderación recibida de acuerdo al impacto en las operaciones para el desarrollo de la empresa se determina en la tabla que son cinco (05) las máquinas con indicador crítico: Secadora N° 02, pulidora de piedra , pulidora de agua ,clasificadoras y selectoras

5.1.5.3 Disponibilidad encontrada en los equipos

Se evaluó los meses de julio y agosto del último año 2019 por ser el periodo de mayor producción, se calculó de la relación de horas trabajadas entre horas teóricas o programadas. (ver figura 18). Se observa solo dos equipos tienen disponibilidad superior a 90% los demás equipos presentan baja disponibilidad menor al 70% en promedio, y como consecuencia se evidencia muchas paralizaciones en proceso ocasionando sobrecostos.

$$D = \frac{(TO - PP) - PNP}{TO - PP} * 100$$



Figura 16. Disponibilidad de equipos durante los meses de julio – agosto 2019

Fuente: Empresa molinera

5.1.5.4 Índice de rendimiento encontrado en los equipos

La fórmula para el cálculo analiza y relaciona las horas de trabajo teórica de los equipos con las horas reales de trabajo. De esta relación se determina el rendimiento encontrado en cada equipo como se detalla en figura N° 17.

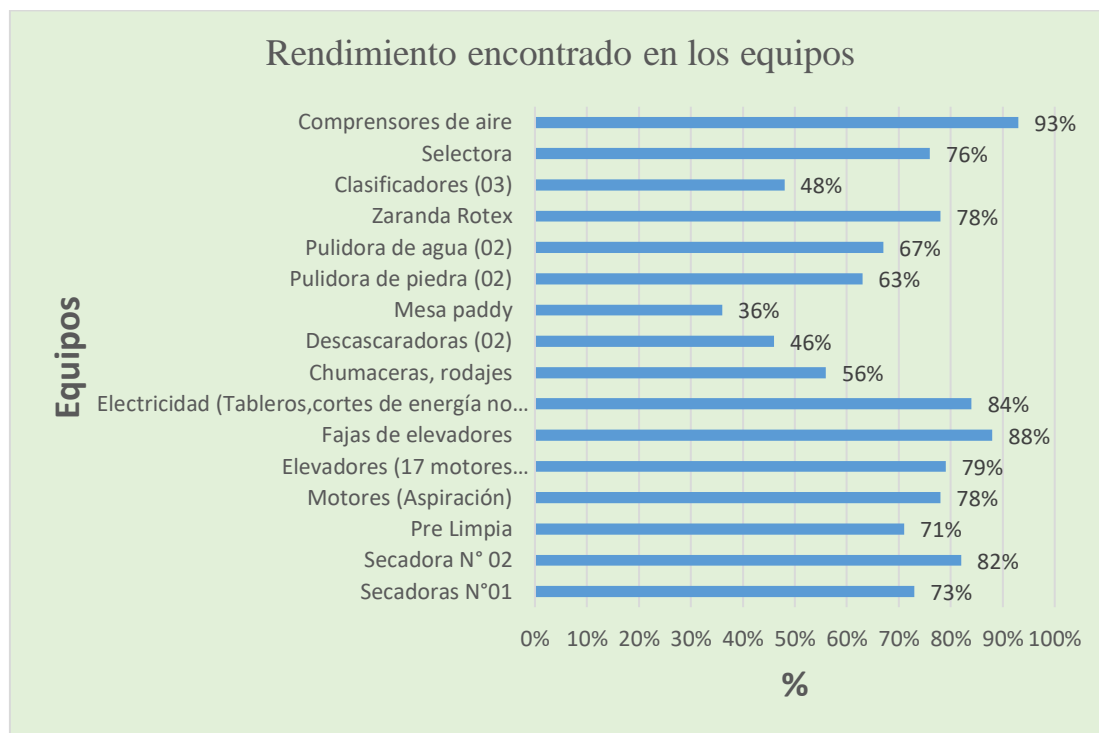


Figura 17. Rendimiento de equipos durante los meses de julio – agosto 2019

Se evidencia en la figura N° 17 equipos que no superan el 50% de rendimiento de t/h como por ejemplo el caso de las pulidoras de piedra, pulidoras de agua, mesa paddy, clasificadores y es porque estos son equipos antiguos y algunos ya desgastados.

En los demás equipos se supera el 70% de producción, porque se exigen y fuerzan más las máquinas con el fin de llegar al objetivo mensual, aunque esto implica aumento de fallas en las máquinas.

5.1.5.5 Índice de calidad encontrada en los equipos

Aquí se relaciona para el cálculo la producción buena (sin mermas) para continuar el flujo de proceso con la producción total de la máquina o equipo. Obteniendo como resultado lo mostrado en la figura N° 18

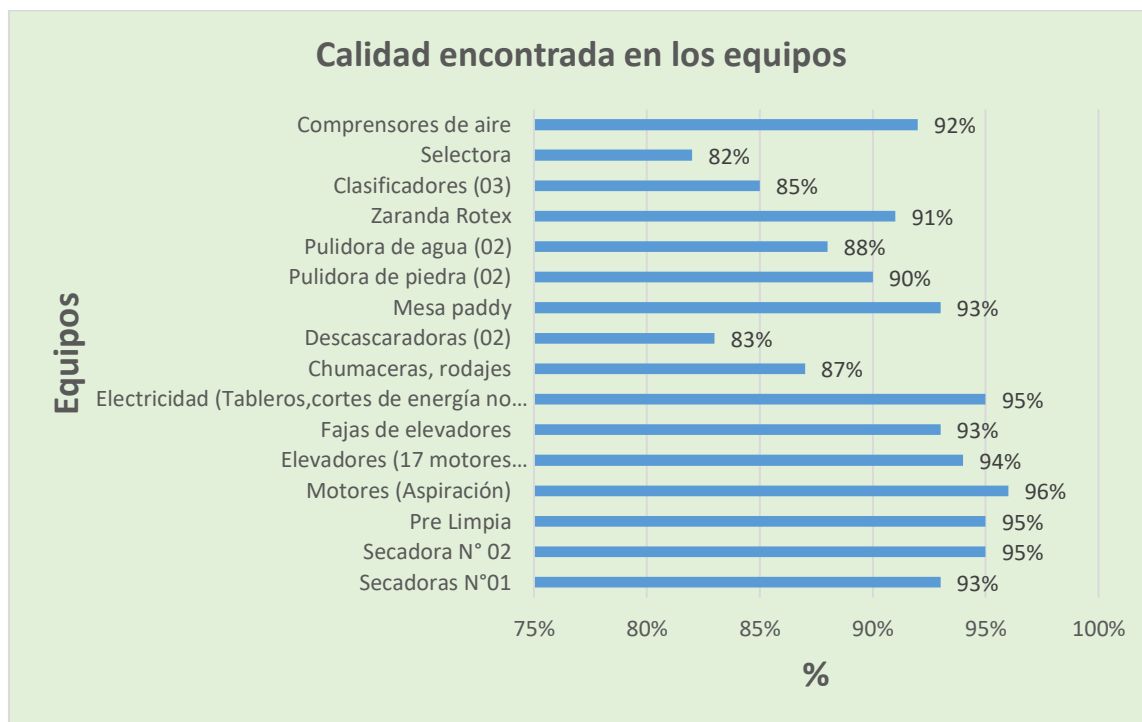


Figura 18. Calidad durante los meses de julio – agosto 2019

Se observa en la figura N° 18 que la mayoría de las maquinas o equipos presentan un índice alto, superan el 80% y hasta el 92% el nivel de calidad del producto y esto porque procesamos altos volúmenes de producción 80 a 100 t/ día que hace que las mermas se consideren despreciables.

5.1.5.6 Eficiencia general de los equipos OEE

La fórmula para calcular el OEE de los equipos en el periodo de julio a agosto es:

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

Los resultados se muestran en la siguiente figura N° 19.



Figura 19. Eficiencia general de equipos en el periodo de julio – agosto 2019

En la figura N° 19 decimos que el uso eficiente de las máquinas es bajo, donde el máximo llega al 72% en OEE, existiendo equipos con 22% y 26 % de OEE esto genera pérdida de aprovechamiento, menor oportunidad de producir en el mismo tiempo genera sobrecostos de producción y mantenimiento. En promedio el OEE es de 52%

5.1.5.7 Confiabilidad encontrada en los equipos

Su cálculo es una probabilidad de que las máquinas o equipos realicen sus funciones adecuadamente durante un periodo de tiempo y bajo condiciones establecidas.

Por ello se mide el tiempo promedio que se da entre fallas durante el proceso lo que se define como MTBF o en sus siglas en ingles Mean Time Between Failures y el MTTR que es tiempo que se tiene en reparar la falla. Los resultados en la figura N°20

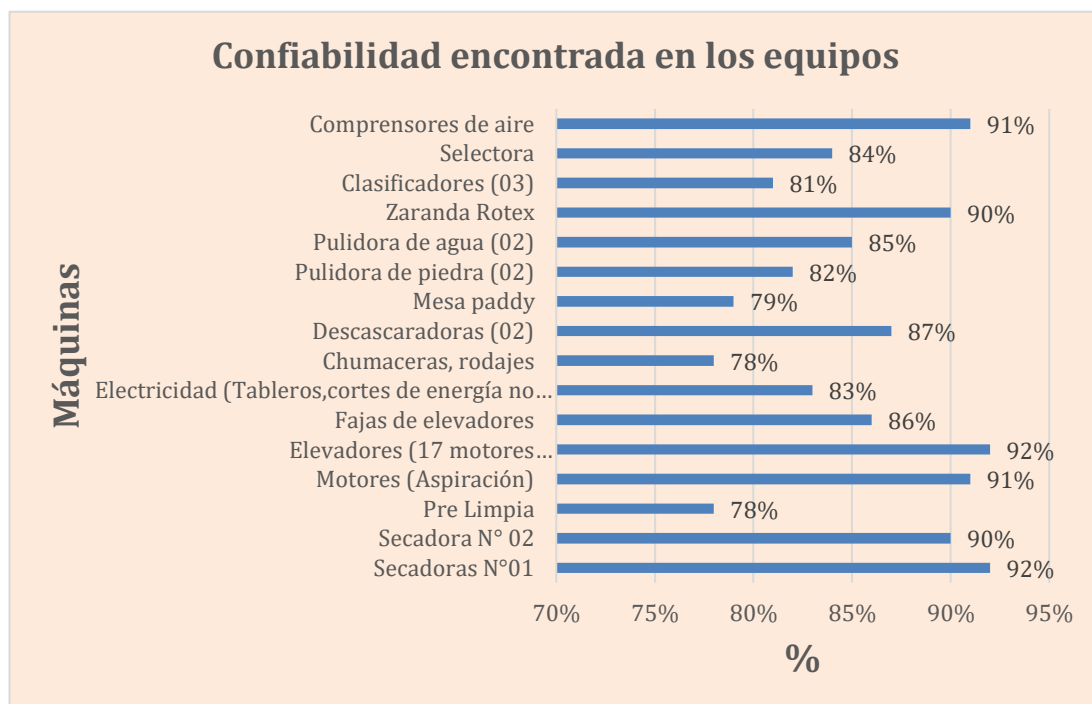


Figura 20. Confiabilidad de los equipos durante los meses de julio – agosto 2019

Se observa en figura N° 20 que existe equipos con una confiabilidad baja, no superan el 85% solo la mitad de los equipos presentan una confiabilidad regularmente alta y superior al 85%.

5.1.5.8 RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

Analizando la tabla N° 09 se determinó que el volumen de arroz a procesar ha aumentado en los últimos años siendo 31,970,641 toneladas las que se pilaron en el 2019.

El rendimiento de arroz cáscara en el año 2014 fue de 72% al año 2019 este valor fue de 64,5%, los subproductos aumentaron; entre ellos tenemos al ñelen, en el año 2014 fue del 1,6 % y en el año 2019 se obtuvo 5% el mismo comportamiento se observa en el polvillo en el año 2014 se obtuvo 7% y al 2019 se obtiene 8,8%.

En relación con la productividad de materia prima se observa que al año 2019 es de 58,4% este valor puede mejorarse si se disminuye la cantidad de subproductos esto se debe a problemas en el proceso de pilado, principalmente porque hubo fallas en los equipos ocasionando un exceso de pulido de los granos, falta de capacitación al trabajador lo que ocasiona que el proceso de pulido se realice por un tiempo mayor al recomendado y los problemas en el secado.

En cuanto a la productividad de los trabajadores es de 4800 kg/operario/día, las fallas en los equipos durante el día, originan tiempos muertos en las máquinas y también paralizaciones en los trabajadores.

Se tiene las capacidades de la planta; la capacidad real es de 73 toneladas al día, una capacidad ociosa de 23 toneladas al día. Por último se calculó la eficiencia y utilización de la empresa 58 y 78 % respectivamente

En el área de mantenimiento se encontró que solo se cumple el 45% de lo programado para mantenimiento preventivo; se registraron en cuanderno de incidencias 41 paralizaciones en promedio/ mes , la disponibilidad de los equipos esta en 77 % promedio, el indice de rendimiento en 70% ,el indice de calidad de los equipos esta en 91% obtenido una eficiencia global de los equipos de 52%

Analizando todos estos indicadores se observa que hay un problema de baja productividad y para mejorarlo es necesario rediseñar el sistema de mantenimiento aplicando TPM (Total Productive Management).

5.1.5.9 Identificación del problema y sus causas

En la figura N°21 se muestra la espina de pescado que brinda una visión más amplia de las posibles causas que originan el problema en la baja productividad de la planta molinera.

Figura 21. Problemática de la empresa molinera de arroz (Diagrama de Ishikawa)



5.1.6 RECONOCIMIENTO DE CAUSAS, PROBLEMAS Y PROPUESTAS DE RESOLUCIÓN

Realizado el diagnóstico en la empresa y observando su sistema de producción se define que las causas posibles de los problemas en la empresa molinera son:

5.1.6.1 Causa raíz 1: Deficiente gestión de mantenimiento preventivo

Problema: Parada por falla en máquinas y equipos. – El molino actualmente si dispone de un programa de mantenimiento preventivo, el mismo que no se cumple estrictamente, ocasionando fallas y paralizaciones de los equipos en la campaña anual, en la tabla N.º 26 se muestra que el porcentaje de incumplimiento del 2019 es de 45%, este incumplimiento del mantenimiento preventivo se debe a una deficiente gestión de mantenimiento preventivo

Tabla 197. Porcentaje de incumplimiento del mantenimiento preventivo durante el 2019

Máquinas y equipos de la planta molinera	Nº mantenimientos programados	Nº de mantenimientos realizados	% de incumplimiento
Secadoras N°01	6	4	33%
Secadora N° 02	6	3	50%
Pre Limpia	6	4	33%
Motores (Aspiración)	12	5	58%
Elevadores (17 motores reductores, piñones, cadenas)	12	7	42%
Cambio de fajas de elevadores	12	4	67%
Electricidad (Tableros, cortes de energía no programado)	12	5	58%
Chumaceras, rodajes	24	14	42%

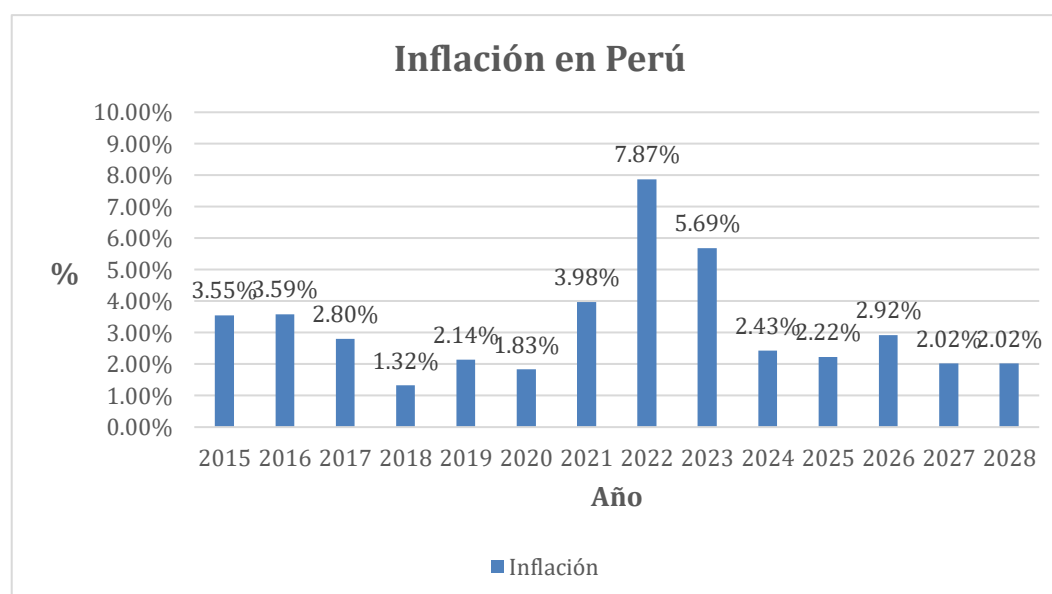
Tabla 27. (..Continua) Porcentaje de incumplimiento del mantenimiento preventivo durante el 2019

Máquinas y equipos de la planta molinera	N° de mantenimientos programados	N° de mantenimientos realizados	% de incumplimiento
Descascar adoras (02)	12	8	33%
Mesa paddy	6	4	33%
Pulidora de piedra (02)	6	3	50%
Pulidora de agua (02)	6	2	67%
Zaranda Rotex	12	8	33%
Clasificadores (03)	24	15	37%
Selectoras	12	4	67%
Compresores de aire	12	9	25%
Total	180	99	45%

Fuente. Elaboración propia

De la Tabla N°27 se determinó el porcentaje de incumplimiento de mantenimiento programado alcanza 45% y en la tabla 28 que los costos solo por reparación y cambio de repuesto suman S/. **49,505** y el monto por no brindar y perder el servicio de pilado a terceros es de S/. **212,656**. Ambos totalizan perdida al no facturar S/. 262,161 en el año 2019.

Tener en cuenta la inflación creciente proyectada en el Perú para los años futuros.



Fuente: Ministerio economía - Perú

Tabla 28. Costo por deficiente gestión de mantenimiento preventivo

Máquinas y equipos de la Planta molinera	ANTES DEL REDISEÑO						
	N° de fallos	Tiempo reparación (Hr)	Costo de reparar (S/.)	Toneladas dejadas de producir	Precio/Servicio pilado (Soles/t)	Servicio no facturado (S/.)	Costo total de la falla
Secadoras N°01	1	0	4200	150	0	0	4200
Secadora N° 02	3	48	5600	300	24	7200	12800
Pre Limpia	1	24	1800	300	24	7200	9000
Motores (Aspiración)	1	8	2600	59	24	1416	4016
Elevadores (17 motores reductores, piñones, cadenas)	5	12	3600	438	140	61320	64920
Fajas de elevadores	4	4	6000	116	140	16240	22240
Tableros, cortes de energía no programado	3	8	4150	168	140	23520	27670
Chumaceras, rodajes	2	3	2150	44	140	6160	8310
Descascar adoras (02)	3	4	2355	114	140	15960	18315
Mesa paddy	1	3	1350	22	140	3080	4430
Pulidora de piedra (02)	7	14	4000	103	140	14420	18420
Pulidora de agua (02)	6	18	3200	132	140	18480	21680
Zaranda Rotex	1	4	3500	28	140	3920	7420
Clasificadores (03)	1	48	1200	150	140	21000	22200
Selectoras	1	5	1300	35	140	4900	6200
Compresores de aire	2	4	2700	56	140	7840	10540
Total	42	207	49705	2215	1752	212656	262,361

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 29 Costos proyectados por deficiente gestión de mantenimiento antes del rediseño.

Inflación en Perú			1.8%	4.0%	7.9%	5.7%	2.4%	2.2%	2.9%	2.0%	2.0%
		Costo proyectado de las paralizaciones de máquina y equipos - Antes de rediseño									
Máquinas y equipos de la Planta de pilado	N° de fallas	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Secadoras N°01	1	4200	4277	4355	4435	4516	4599	4683	4768	4856	4945
Secadora N° 02	3	12800	13034	13273	13516	13763	14015	14271	14532	14798	15069
Pre Limpia	1	9000	9165	9332	9503	9677	9854	10035	10218	10405	10596
Motores (Aspiración)	1	4016	4089	4164	4241	4318	4397	4478	4560	4643	4728
Elevadores (17 motores reductores, piñones, cadenas)	5	64920	66108	67318	68550	69804	71082	72382	73707	75056	76429
Fajas de elevadores	4	22240	22647	23061	23483	23913	24351	24796	25250	25712	26183
Tableros, cortes de energía no programado	3	27670	28176	28692	29217	29752	30296	30851	31415	31990	32575
Chumaceras, rodajes	2	8310	8462	8617	8775	8935	9099	9265	9435	9607	9783
Descascaradoras (02)	3	18315	18650	18991	19339	19693	20053	20420	20794	21174	21562
Mesa paddy	1	4430	4511	4594	4678	4763	4850	4939	5030	5122	5215
Pulidora de piedra (02)	7	18420	18757	19100	19450	19806	20168	20537	20913	21296	21686
Pulidora de agua (02)	6	21680	22077	22481	22892	23311	23738	24172	24614	25065	25524
Zaranda Rotex	1	7420	7556	7694	7835	7978	8124	8273	8424	8578	8735
Clasificadores (03)	1	22200	22606	23020	23441	23870	24307	24752	25205	25666	26136
Selectoras	1	6200	6313	6429	6547	6666	6788	6913	7039	7168	7299
Compresores de aire	2	10540	10733	10929	11129	11333	11540	11752	11967	12186	12409
Total	42	262361	271675	281319	291306	301647	312356	323445	334927	346817	359129

Fuente: Elaboración propia

Actualmente antes de rediseño del sistema de mantenimiento encontramos costos por deficiente gestión de mantenimiento (paralizaciones de máquinas y equipos) en el año 2019 es S/. 262,361 estos costos con la inflación proyectada alrededor del 3% en el Perú alcanzarán para el año 2028 los S/. 359,129.

5.1.6.2 Causa raíz 2: Falta de capacitación e inducción a operarios

Problema: Baja productividad

El molino no realiza un programa de inducción y adiestramiento hacia sus trabajadores, sobre todo en puntos críticos de proceso, esto trae como consecuencia que disminuya la producción diaria, pues al no recibir la capacitación adecuada pueden incurrir en las siguientes faltas:

- Sobre pulido y llegando a obtener un 15,1 % de subproductos comparado con los 8 a 10% que menciona Kush et al. citado por Pinazo [8] debido a que las instrucciones para operar la maquinaria y equipos son brindadas por otro operario de mayor antigüedad si una base técnica.
- En el año 2019, la tarifa por reproceso es de S/. 7 soles por cada saco y el costo se cuantifico por fallas de los trabajadores asciende a S/. **46,975**

Tabla 30 . Costo de reprocesar por fallas de los operadores de producción

MES	ARROZ CÁSCARA (t)	Cantidad de arroz pilado (sacos)	% Reproceso		Cantidad sacos a reproceso		Costo reproceso (S/.)	
			Por Calidad	Por trabajador	Por Calidad	Por trabajador	Por Calidad	Por trabajador
Enero	2 657,390	31548	4.4	1.7	1388	536	9716.72	3754
Febrero	1 955,759	22332	3.5	1.5	782	335	5471.34	2345
Marzo	2 744,272	32073	2.8	2.2	898	706	6286.39	4939
Abril	3 313,322	38261	3.7	2.1	1416	803	9909.6	5624
Mayo	3 216,115	37984	1.5	1.6	570	608	3988.34	4254
Junio	3 171,961	37205	3.4	3.5	1265	1302	8854.74	9115
Julio	2 201,232	26096	2.9	2.8	757	731	5297.45	5115
Agosto	2 711,807	32233	4.8	1.3	1547	419	10830.3	2933
Septiembre	2 679,608	31305	5.2	1.4	1628	438	11395.1	3068
Octubre	2 744,020	31407	3.7	0.9	1162	283	8134.36	1979
Noviembre	2 426,303	28020	3.4	0.8	953	224	6668.81	1569
Diciembre	2 148,852	25042	3.3	1.3	826	326	5784.75	2279
Total	31 970,641	373506			13191	6711	46,975	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Costo real y proyectado de reprocesar por deficiente gestión de calidad

Costo real y proyectado de reprocesar por deficiente gestión de calidad

Año	Arroz cáscara (t)	Arroz pilado (t)	Arroz pilado equivalente (sacos)	Reproceso por defectos de calidad (sacos)	Costo de servicio maquila por saco S/.	Costo reproceso por calidad S/.
2009	28,878,430	16,171,920	323438	11644	5	58219
2010	28,865,210	16,164,521	323290	11638	5	58192
2011	28,000,450	15,680,253	313605	11290	6	67739
2012	28,901,520	16,184,850	323697	11653	6	69919
2013	28,832,560	16,146,238	322925	11625	6	69752
2014	28,680,660	16,061,173	321223	11564	6	69384
2018	31,770,641	18,675,320	373506	13446	7	94124
2019	31,970,633	18,675,320	373506	13185	7	92293
2020	32221606	18366315	367326	13224	7	92566
2021	32510684	18531090	370622	13342	7	93397
2022	33099127	18866502	377330	13584	7	95087
2023	33358958	19014606	380292	13691	8	109524
2024	33620830	19163873	383277	13798	8	110384
2025	33884757	19314311	386286	13906	8	111250
2026	34150756	19465931	389319	14015	8	112124
2027	34418843	19618740	392375	14125	8	113004
2028	34689034	19772750	395455	14236	8	113891
						1530849

En la tabla 31 evidencia que todos los años se incrementa los volúmenes de sacos a reprocesar por deficiente control de calidad; en el 2019 tenemos 13,185 sacos a reprocesar a un costo de tarifa de S/. 7 cada saco de 50 Kg, el costo asciende S/. 92,293 y para el año 2028 se estima sean 14,236 sacos por reprocesar a un costo de tarifa 8 soles cada saco de 50 kg proyectándose alcanzar S/ 113,891 por reproceso observados por deficiente calidad.

5.1.6.3 Causa raíz 3: Inexistencia de manual de organización y funciones (MOF)

Problema: Baja productividad por desconocimiento de funciones

No se cuenta con manual operativo de funciones y en consecuencia no se hace entrega de un instructivo que detalle claramente las funciones a realizar los colaboradores sobre todo en los puestos críticos, esto redundando en la productividad porque el operario no conoce a detalle las funciones que le competen y las áreas con las cuales debe coordinar.

5.1.6.4 Causa raíz 4: Ausencia de inspección durante la manufactura.

Problema: Bajo aprovechamiento de las horas hombre, errores en la calibración

La falta de control y alertas para indicar que existe desviaciones de proceso ocasiona, que no se detecten a tiempo errores en calibración de máquinas y equipos, fallas en las operaciones; esto ocasiona en los registros tabla 32 que la mano de obra no se aproveche con eficiencia y su productividad disminuya en promedio en 22 sacos/h, provocando una pérdida de S/. 42,900 por no aprovechamiento de la mano de obra.

Tabla 32. Diferencia de productividad /hora /trabajador

2019	ARROZ CÁSCARA (t)	Cantidad arroz pilado (Sacos)	Productividad MOD/h	Productividad estándar	Diferencia de pérdida
Enero	2 657,390	31,548	99	120	21
Febrero	1 955,759	22,332	70	120	50
Marzo	2 744,272	32,073	100	120	20
Abril	3 313,322	38,261	120	120	0
Mayo	3 216,115	37,984	119	120	1
Junio	3 171,961	37,205	117	120	3
Julio	2 201,232	26,096	82	120	38
Agosto	2 711,807	32,233	101	120	19
Septiembre	2 679,608	31,305	98	120	22
Octubre	2 744,020	31,407	98	120	22
Noviembre	2 426,303	28,020	88	120	32
Diciembre	2 148,852	25,042	79	120	41
Total	31 970,641			PROMEDIO	22

Fuente: El autor

Tabla 33. Costeo por ausencia de inspección durante la manufactura

Item	Descripción	Cantidad	
1	Jornal diario	10	horas
2	N° operarios en producción	13	trabajadores
3	Promedio menos de productividad	22	sacos /h
4	Pérdida de productividad día/operario	286	sacos /h
5	Pérdida de Productividad mensual	7150	sacos /h
6	Pérdida de productividad año	85800	sacos /h
7	Ratio de productividad sacos /h	120	sacos /h
8	Equivalencia de jornales no producidos	715	jornales
9	Pago de jornal	60	soles
	Costo de baja productividad de mano de obra	42,900	soles

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34 Ventas obtenidas en comparación a las ventas esperadas

2019	ARROZ CÁSCARA (t)	Eficiencia de MP	Rendimiento	% Polvillo	%Ñelen	%Descarte	Venta comercial (S/.)
OBTENIDO	31 970,641	58.41%	64.12%	8.80%	5.06%	3.03%	46,685,585
PRONOSTICO	31 970,641	64.34%	71.79%	8.39%	2.06%	0.94%	50,352,563
DIFERENCIA							3,666,978

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar en tabla 34 obtuvimos en año 2019 los resultados de eficiencia o aprovechamiento de la materia prima de lo real obtenido con lo esperado u pronosticado alcanza 6% de diferencia, donde estos productos finales no alcanzados convertidos a su valor comercial ascienden a S/. 3´666,978

Tabla 35. Porcentaje de pérdida real y proyectada por falta de control del proceso productivo.

Año	Arroz cáscara (t)	Arroz pilado (t)	Arroz pilado equivalente en sacos	Productividad MOD/sacos/h	Productividad estándar/sacos/h	Perdida por menor productividad del trabajador (sacos)	% Perdida
2009	28,878,430	16,171,920	323438	90	100	10	10%
2010	28,865,210	16,164,521	323290	88	100	12	12%
2011	28,000,450	15,680,253	313605	85	100	15	15%
2012	28,901,520	16,184,850	323697	92	120	28	28%
2013	28,832,560	16,146,238	322925	115	120	5	5%
2014	28,680,660	16,061,173	321223	118	120	2	2%
2018	31,770,641	18,675,320	373506	96	120	24	24%
2019	31,970,633	18,675,320	373506	98	120	22	22%
2020	34331207	19568788	391376	95	120	25	25%
2021	37228199	21220073	424401	93	120	27	27%
2022	43979943	25068568	501371	91	120	29	29%
2023	47227232	26919522	538390	93	120	27	27%
2024	50714288	28907144	578143	100	120	20	20%
2025	54458812	31041523	620830	97	120	23	23%
2026	58479816	33333495	666670	101	120	19	19%
2027	62797713	35794696	715894	90	120	30	30%
2028	67434425	38437622	768752	99	120	21	21%
Promedio				97	116	20	19%

En la tabla N° 35 Observamos que actualmente el mercado de las empresas molineras de arroz alcanza una productividad nominal de 120 sacos/ hora, al revisar los registros encontramos que la productividad está en promedio 97 sacos/hora, equivalente a producir 19% menos por falta del control del proceso productivo.

En la siguiente tabla se muestra los costos reales y proyectados por producir en promedio 19% menos cada año.

Tabla 36. Costo real y proyectado por falta de control del proceso productivo

Año	Perdida en productividad/trabajador (sacos)	Cantidad de trabajadores	Perdida/día	Perdida/mes	Perdida/año	Pedida en jornales	Costo perdida S/.
2009	10	13	130	3250	39000	325	19500
2010	12	13	156	3900	46800	390	23400
2011	15	13	195	4875	58500	487.5	29250
2012	8	13	104	2600	31200	260	15600
2013	28	13	364	9100	109200	910	54600
2014	25	13	325	8125	97500	812.5	48750
2018	34	13	442	11050	132600	1105	66300
2019	22	13	286	7150	85800	715	42900
2020	25	13	325	8125	97500	812.5	48750
2021	27	13	351	8775	105300	877.5	52650
2022	29	13	377	9425	113100	942.5	56550
2023	27	13	351	8775	105300	877.5	52650
2024	20	13	260	6500	78000	650	39000
2025	23	13	299	7475	89700	747.5	44850
2026	19	13	247	6175	74100	617.5	37050
2027	30	13	390	9750	117000	975	58500
2028	29	13	377	9425	113100	942.5	56550

746850

En esta tabla N°36. Evidencia que los costos por falta de control del proceso productivo en el año 2019 tenemos S/. 42,900, año 2020 se valorizó en S/. 48,750 y se estima para el año 2028 alcance S/. 56,550

Todos los años tenemos costos por falta de control del proceso productivo ocasionando una baja de producción.

5.1.6.5 Causa raíz 5: Falta de inspección en temas de calidad total durante la manufactura.

No se tiene un árbol de decisiones en el área de calidad, sobre todo cuando se presenta problemas que afectan la calidad del producto final.

La falta trabajadores calificados para las labores de técnicas como control de calidad de la materia prima que ingresa al molino, registrar la humedad del arroz cáscara en el área de secado, seguimiento a las actividades de pulido de arroz, clasificación eficiente de la calidad de arroz blanco estas inspecciones son deficientes ocasionan reprocesar 13,191 sacos de arroz ya pilado a un costo de S/. 92,338. Ver Tabla 37.

Tabla 37. Costo de reprocesar por deficiente control de calidad 2019

MES	ARROZ CÁSCARA (t)	Cantidad de arroz pilado (sacos)	% Reproceso	Cantidad sacos a reproceso	Costo reproceso (S/.)
			Por Calidad	Por Calidad	Por Calidad
Enero	2 657,390	31548	4.4	1388	9717
Febrero	1 955,759	22332	3.5	782	5471
Marzo	2 744,272	32073	2.8	898	6286
Abril	3 313,322	38261	3.7	1416	9910
Mayo	3 216,115	37984	1.5	570	3988
Junio	3 171,961	37205	3.4	1265	8855
Julio	2 201,232	26096	2.9	757	5297
Agosto	2 711,807	32233	4.8	1547	10830
Septiembre	2 679,608	31305	5.2	1628	11395
Octubre	2 744,020	31407	3.7	1162	8134
Noviembre	2 426,303	28020	3.4	953	6669
Diciembre	2 148,852	25042	3.3	826	5785
Total	31 970,641	373506		13191	92,338

Fuente: Empresa molinera

Tabla 38. Costo real y proyectado por deficiente gestión de control de calidad 2009 - 2028

Año	Arroz cáscara (t)	Arroz pilado (t)	Arroz pilado equivalente (sacos)	Reproceso por defectos de calidad (sacos)	Costo de servicio maquila por saco S/.	Costo reproceso por calidad S/.
2009	28,878,430	16,171,920	323438	11644	5	58219
2010	28,865,210	16,164,521	323290	11638	5	58192
2011	28,000,450	15,680,253	313605	11290	6	67739
2012	28,901,520	16,184,850	323697	11653	6	69919
2013	28,832,560	16,146,238	322925	11625	6	69752
2014	28,680,660	16,061,173	321223	11564	6	69384
2018	31,770,641	18,675,320	373506	13446	7	94124
2019	31,970,633	18,675,320	373506	13185	7	92293
2020	32221606	18366315	367326	13224	7	92566
2021	32510684	18531090	370622	13342	7	93397
2022	33099127	18866502	377330	13584	7	95087
2023	33358958	19014606	380292	13691	8	109524
2024	33620830	19163873	383277	13798	8	110384
2025	33884757	19314311	386286	13906	8	111250
2026	34150756	19465931	389319	14015	8	112124
2027	34418843	19618740	392375	14125	8	113004
2028	34689034	19772750	395455	14236	8	113891
						1530849

En tabla N° 38 muestra la cantidad de sacos para reproceso realizado en la empresa molinera hasta el año 2022 alcanzando 13,584 sacos para reproceso, esto significa un costo adicional de S/. 95,087; también se estima el volumen de sacos de arroz a reprocesar para los siguientes años producto de una deficiente gestión en el control de calidad

5.1.6.6 Causas raíz 6: Retrasos en tiempo de entrega de suministros

Al no contar con el modelo de envase o tipo de saco de acuerdo con la especificación técnica del producto y la calidad; el arroz pilado muchas veces se envasa en otros sacos provisionalmente, para luego ser trasegados a su envase original final, ocasionando pérdida de envase y retrabajos por el pago de adicional de jornales solo por la falta de sacos asciende a S/. 23 ,516

Tabla 39. Costo de falta de abastecimiento de insumos oportuno

MES	ARROZ CÁSCARA (t)	Cantidad de arroz pilado (sacos)	Cantidad trasvasije (sacos)	Retrabajos (jornales)	Costo de trasvasije (S/.)	Costo de retrabajos (S/.)	Costo total(S/.)
Enero	2 657,390	31548	1600	10	2400	600	3000
Febrero	1 955,759	22332	450	3	675	180	855
Marzo	2 744,272	32073	780	5	1170	300	1470
Abril	3 313,322	38261	650	4	975	240	1215
Mayo	3 216,115	37984	1050	7	1575	420	1995
Junio	3 171,961	37205	720	5	1080	300	1380
Julio	2 201,232	26096	2320	15	3480	900	4380
Agosto	2 711,807	32233	663	4	994.5	240	1235
Septiembre	2 679,608	31305	2400	15	3600	900	4500
Octubre	2 744,020	31407	1050	7	1575	420	1995
Noviembre	2 426,303	28020	334	2	501	120	621
Diciembre	2 148,852	25042	460	3	690	180	870
Total	31 970,641	373506	12477	80	18716	4800	23,516

Fuente. Elaboración propia

5.1.6.7 Causa raíz 7: Falta de orden y limpieza

Hemos podido cuantificar en el último año 144 horas hombre improductivas que asciende a S/. 11 ,232 horas solo en mano de obra.

Figura 22. Registro fotografico de falta de orden y limpieza

	<p>Utiles de limpieza obstaculizan el transito de las operaciones</p>
	<p>Equipo en des uso ubicados en el área de proceso</p>
	<p>EPP extraviado</p>

Tabla 40 . Costo por falta de orden y limpieza

Item	Descripción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total (h)
1	Extravío herramientas de trabajo	4	1	2	5	1	2	2	1	1	3	3	2	27
2	Útiles de limpieza en desorden	2	2	1	0	1	2	2	3	2	2	2	2	21
3	Uniformes (EPP)	4	6	6	4	5	6	4	4	5	6	7	3	60
4	Perdida cuaderno de reporte	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	15
5	Retrazos de adición de insumo	2	1	2	2	1	0	1	2	3	1	1	2	18
6	Accidente trabajador	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
		13	11	13	13	9	14	10	11	12	13	14	11	144
Total de trabajadores en Producción	13													
Tiempo de retrasos	144													
Total H-H	1872													
Costo H_H	6													
Total costo S/.	11,232													

Fuente: Elaboración propia.

5.1.7 DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

En base a la norma ISO 9001 se realizó una auditoría interna, utilizamos cuestionarios, entrevistas, revisión de registros y documentación siguiendo una lista de verificación de los procesos aplicados a las áreas de la empresa determinando cual es porcentaje de cumplimiento que la empresa molinera tiene en relación con los requisitos del sistema de gestión de calidad (Norma ISO 9001. 2015) el cual describimos en la tabla siguiente.

Tabla 43 Cumplimiento de los requisitos del sistema de calidad - Norma ISO 9001;2015

NUMERAL	REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	% CUMPLIMIENTO
4.3	Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad	46%
4.4	Sistema de gestión de calidad y sus procesos	60%
5	Liderazgo	75%
6	Planificación	62%
7	Provisión de recursos	73%
7.1.3	Infraestructura	86%
7.1.4	Ambiente para la operación de procesos	48%
7.1.5	Recursos de seguimiento y medición	44%
7.2	Competencia	88%
7.3	Toma de conciencia	55%
7.4	Comunicación	50%
7.5	Información documentada	48%
8.1	Planificación y control de la realización del producto	62%
8.2	Procesos relacionados con el cliente	54%
8.4	Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente	76%
8.5	Producción y provisión del servicio	43%
8.6	Liberación de los productos	85%
8.7	Control de las salidas no conformes	85%
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	60%
9.1.3	Análisis y evaluación	22%
9.2	Auditoría interna	49%
9.3	Revisión por la dirección	70%
10	Mejora	65%
PROMEDIO		61%

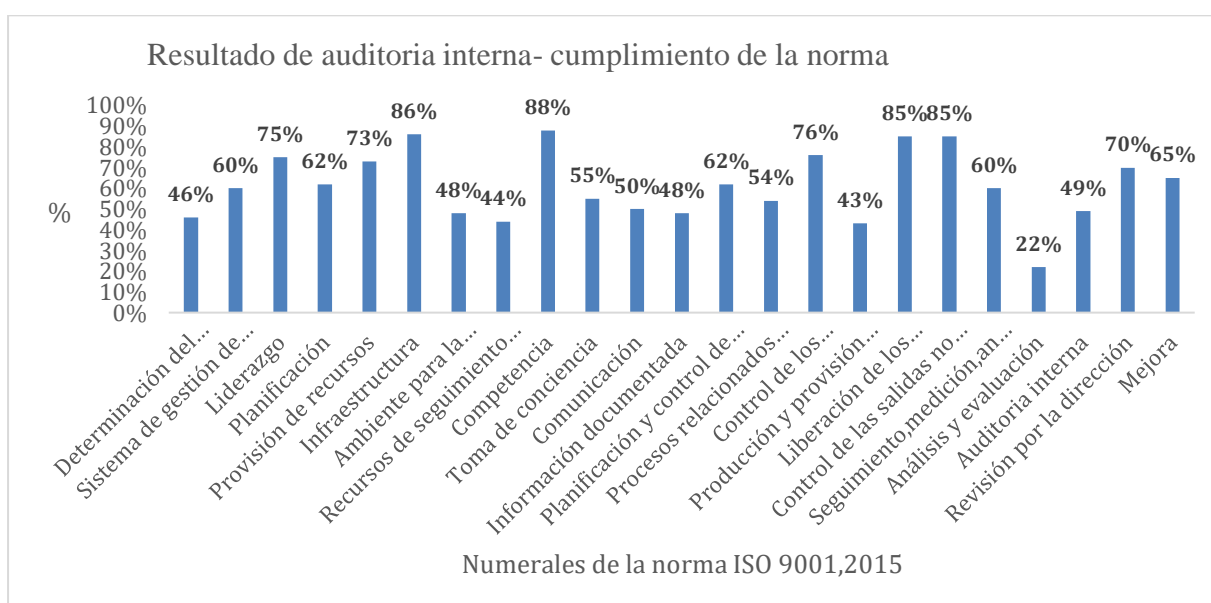
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 43 Se obtiene 61% de cumplimiento de la Norma, regularmente camino a la mejora, recomendando puntos críticos que implementar y trabajar.

Siendo los puntos más crítico análisis y evaluación en 22% (numeral 9.1.3), producción y provisión de servicio con 43% (numeral 8.5). recursos de seguimiento y medición con 44% (numeral 4.3)

También observamos los numerales con mayor cumplimiento de la norma: Competencia 88% (numeral), infraestructura 86%, liberación de productos 85%.

En la figura 24, siguiente muestra el nivel de cumplimiento para cada numeral Norma ISO 9001:2015.



Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Nivel de cumplimiento de los numerales Norma ISO 9001-2015

Actualmente la empresa molinera desarrolla su sistema de gestión de calidad al 61%

Este resultado se relaciona con la determinación del alcance del sistema cumpliendo 46% por eso los procesos no alcance un mayor nivel de cumplimiento.

El liderazgo con 75% de cumplimiento es importante en la planificación de la empresa que alcanza 62% de cumplimiento de la norma, ambos influyen en los procesos productivos y comerciales, reflejándose en la provisión de recursos que también alcanza 73% de cumplimiento esto porque algunos parámetros se operan de forma empírica, no siguen una base teórica y comprobada, motivo por el cual se presentan incidencias en el área.

El numeral 7.1.4 ambiente para la operación de procesos está en 48% cumplimiento ya se está realizando medidas correctivas que mejoren más la infraestructura

El numeral recurso de seguimiento y medición se implementó hasta un 44% muy cercano a la numeral información documentada 48% estos últimos son relevantes al realizar el análisis y evaluación de los procesos de la empresa contemplados a través de la Norma, que llega a un cumplimiento del 22%.

5.1.8 SUMARIO DE COSTEO DE CADA CAUSA RAIZ QUE OCASIONA LA BAJA PRODUCTIVIDAD

En tabla N°41 se presenta el valorizado monetario en los que incurre la empresa molinera a consecuencia de las diversas causas encontradas en el análisis realizado.

Determinando que el deficiente mantenimiento preventivo es la que mayores costos ocasiona a la empresa

Tabla 41. Costos de cada causas raiz y frecuencia relativa y acumulada 2019

N° Causa raíz	Descripción	Costo S/.	F. relativa	F. absoluta
1	Deficiente gestión de mantenimiento preventivo	262,361	54%	54%
5	Deficiente gestión de control de calidad	92,338	19%	73%
4	Falta de control del proceso productivo	42,900	9%	82%
2	Falta de capacitación e inducción a operarios	46,975	10%	91%
6	Retrasos en tiempo de entrega de suministros	23,516	5%	96.15%
7	Falta de orden y limpieza	11,232	2%	98.46%
3	Inexistencia de manual de organización y funciones (MOF)	7,500	2%	100%
Total		486,822	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Pareto para las causas raiz del problema

Con Pareto nos ayuda en organizar los datos determinados, elaborar una fila de prioridades de acuerdo a los efectos en los resultados, identificar los motivos de la baja producción en la obtención del producto final.

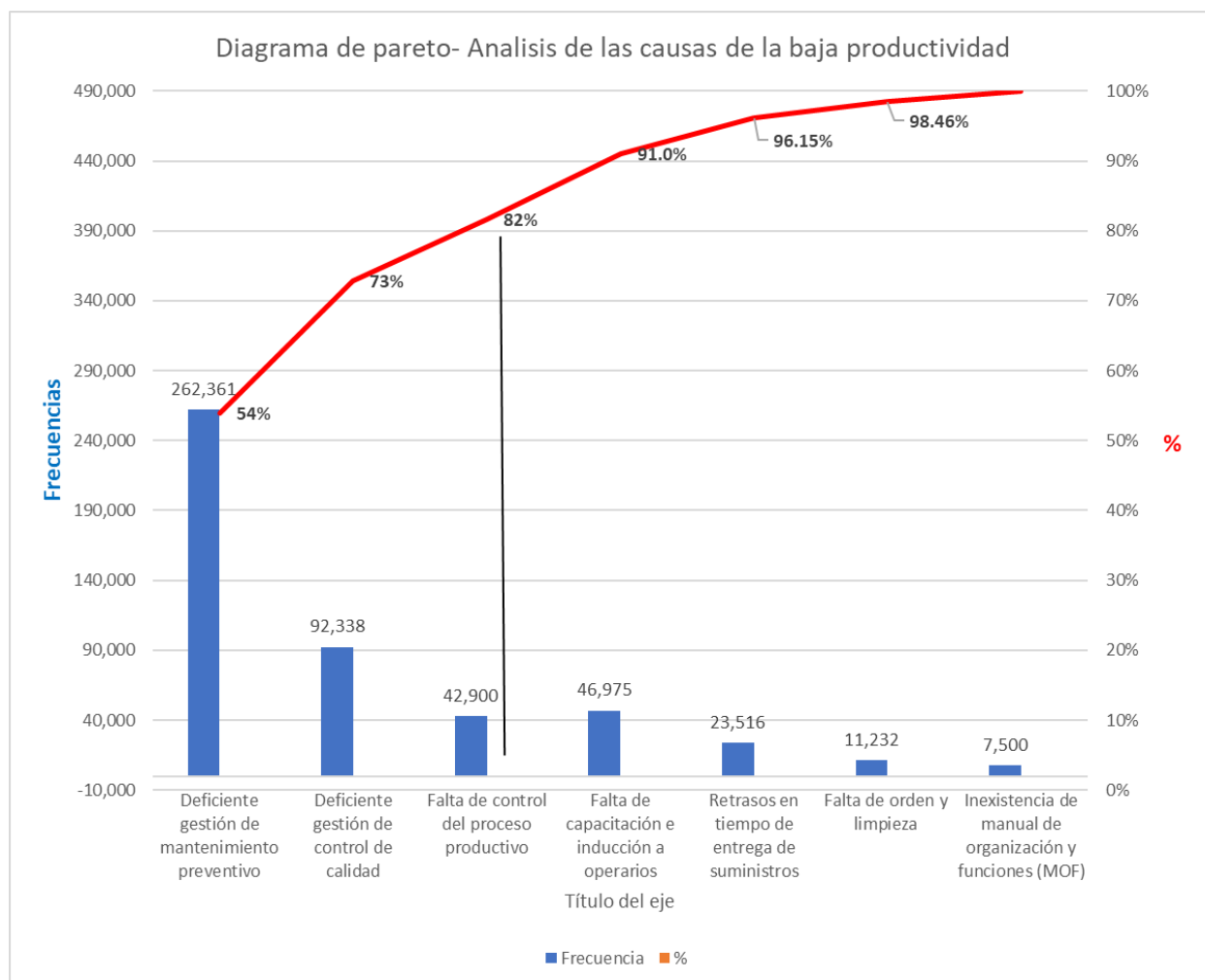


Figura 23. Diagrama de Pareto con las principales problemas

Se concluye en figura 23 las causas relevantes que ocasiona una baja de productividad es:

Deficiente gestión de mantenimiento alcanzando una frecuencia relativa del 54%

Deficiente gestión de control de calidad con una frecuencia del 19%

Falta de control del proceso productivo con una frecuencia del 9%

De todas las causas analizadas y valorizandolas cada una se determina que los mayores sobre costos es por deficiente gestión de mantenimiento, motivo por el cual el rediseño se enfocará en esta causa.

Para concluir con el diagnóstico realizado se presenta en la tabla N° 42 el indicador obtenido es de 52% en la etapa diagnóstica.

Empresa: Molinera de arroz

Problema : Baja productividad

Tabla 42. Matriz de indicadores

Causa Raiz	Descrpción	Indicador	Formula	Actual	Meta	Herramienta
CR1	Deficiente gestión de mantenimiento	OEE	$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$	52%	63%	TPM// Gestión de mantenimiento productivo

Elaboración propia

Se observa en tabla 42 que en la etapa de diagnóstico el indicador OEE es de 52% y se estima para esta investigación de rediseño aplicando TPM alcanzar OEE en 63%.

5.2 PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Con el fin de incrementar la productividad de la empresa molinera se pretende estructurar con eficiencia el mantenimiento preventivo para lo cual se propone rediseñar el sistema de mantenimiento aplicando TPM (Total Productive Management) y usar como indicador de control el OEE (Overall Equipment Effectiveness). (ver figura 24)

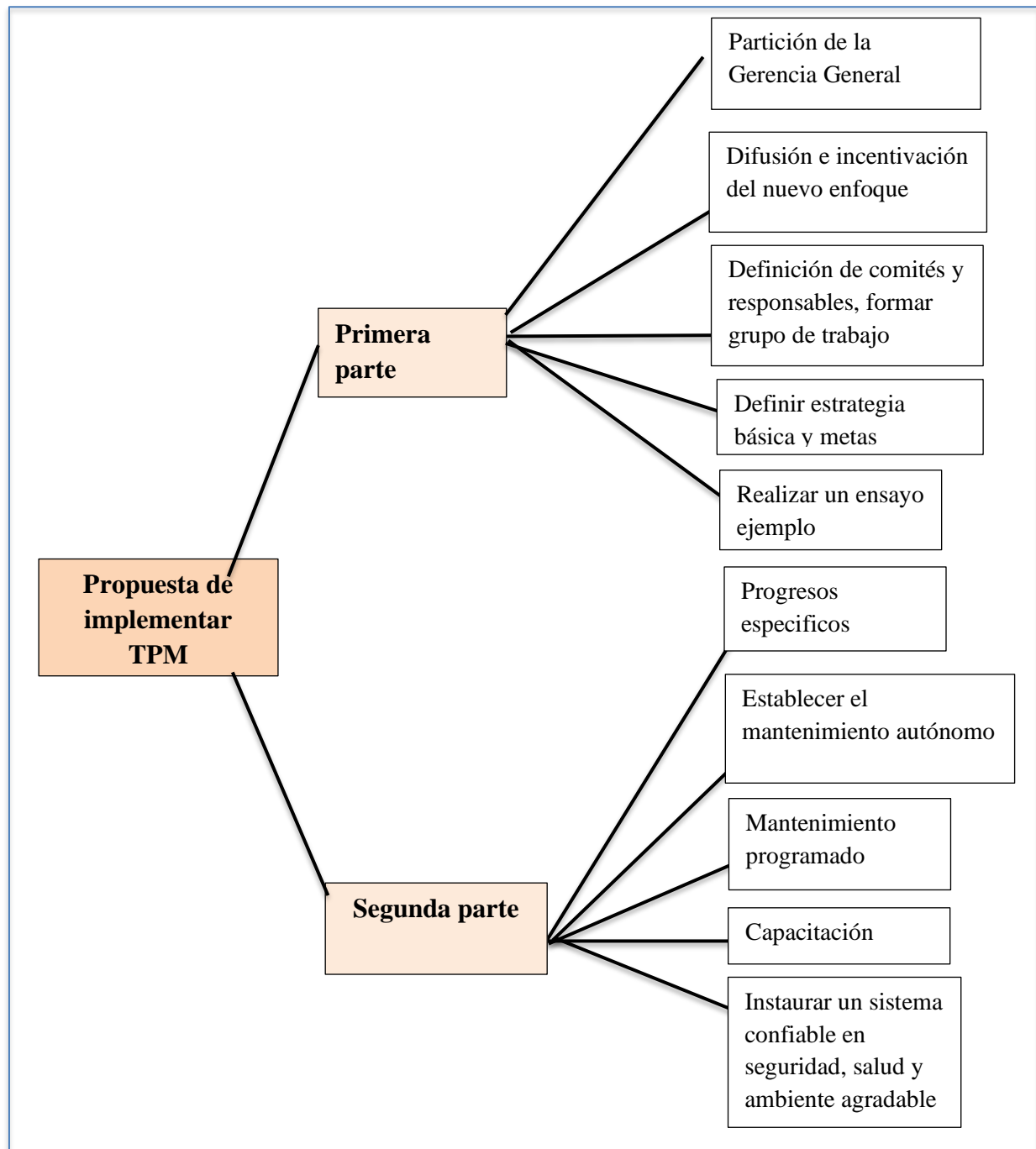


Figura 25. Sugerencia de implementación de TPM en la empresa molinera

Siguiendo la metodología propuesta por Harmon [32] después de realizar el estudio del proceso de manufactura del molino, se procedió a plantear el rediseño de la gestión de mantenimiento que es la causa mas importante que afecta la productividad debido a que ocasiona que el molino incremente en mas costos.

Al proponer rediseñar el sistema de mantenimiento esta investigación se centra en la elaboración de una propuesta que permita a empresas del sector implementar el TPM, que es un metodología de gestión donde se identifica y elimina las perdidas producidas por las fallas en los equipos , aumentando asi la confianza en el uso de los activos de la empresa.

La información de las desviaciones de proceso como exceso de secado y pulido de arroz cascara, defectos en clasificar el arroz blanco, ausencia de abrillantar el arroz blanco, retrasos en los volumenes pilados diariamente, atascamiento de fajas transportadoras de materia prima, ausencia de personal calificado, falla de los equipos ,etc, se obtienen de los registros historicos en los cuadernos de incidentes de producción, de los registros informaticos del area de calidad y mantenimiento.

El TPM propone : Incrementar la eficiencia global de los equipos , eliminar o disminuir mermas por desperfecto de los equipos ,por ajustes de proceso, por errores en la producción, perdida de producto defectuoso y reprocesos.

La investigación debe analizar y definir cuales son las perdidas mas importantes y con esto definir que pilares del TPM utilizaremos.

Se logrará con el TPM: Establecer un centro laboral mas ordenado, incremento de la capacidad de proceso, disminucción de accidentes de trabajo, incrementando el uso de los equipos, aprovechamiento de las habilidades de los trabajadores, entre otras.

Para llevar a cabo el TPM se hara gradualmente de acuerdo a la figura N° 24.

5.2.1 Etapas de la propuesta de implantación de un programa de TPM

Desarrollar TPM implica comúnmente cuatro fases con objetivos separados en cada una de las mismas, estas se describen a continuación.

- a. Preparación.
- b. Introducción.

- c. Implantación.
- d. Estabilización.

Cada etapa durante su desarrollo involucra la sumatoria de 12 etapas, que inician desde la decisión política de aplicar TPM en la empresa hasta afianzamiento de implantación del TPM y encontrar objetivos con mayores resultados en la implantación de mantenimiento preventivo TPM. (Torrel, 2012)

Tabla 44. Etapas que abarca la implementación de TPM

Fase	Etapas	Gestión
1. Preparación	1. Decisión de aplicar TPM	Gerencia general extiende y comunica con el uso de boletines, reuniones internas su compromiso de llevar a cabo el TPM.
	2. Información sobre TPM	Jornadas informativas a todos los trabajadores de la empresa sobre el TPM
	3. Esquema promoción del TPM	Creación de comités especiales en cada nivel para promover el TPM.
	4. Fines básicos del TPM	Evaluar estado actual, planear objetivos y estimar resultados
	5. Programa de desarrollo de TPM	Elaborar planes describiendo actividades alcanzar en tiempo y resultados.
2. Introducción	6. Partida oficial	Aconseja invitar a empresa y proveedores en TPM

Tabla N° 44. (... Continua) Etapas que abarca la implementación de TPM

Fase	Etapas	Gestión
3. Implementación	7.Incrementar la eficiencia del equipo	Identificar una(s) máquina(s) con pérdidas agresivas, para evaluar causas y efectos de cómo actuar
	8. Desplegar un programa de mantenimiento	Involucra realizar actividades básicas y entrenamiento mejorado en el mantenimiento diario para los operadores de los equipos,
	9.Extender un programa de mantenimiento planificado	Compromete realizar un mantenimiento secuencial programado correctivo y predictivo.
	10.Formación para incrementar las competencias en las operaciones de mantenimiento	Preparar a cada líder de grupo que posterior capacitará a los demás trabajadores del grupo
	11.Gestión oportuna de equipos	Esquematizar y fabricar máquinas de alta confiabilidad
4.Consolidación	12. Afianzar el TPM y describir metas	Conservar y perfeccionar los resultados obtenidos con una herramienta de mejora continua.

Fuente: [34]

Primera parte

1° Paso Participación de la gerencia general

Es importante contar con la colaboración de la gerencia general del molino , tomar nota de su diagnostico actual de las diferentes areas de la empresa , indicando los problemas en la manufactura que deben ser corregidos.Es importante explicar a la gerencia las alternativas de solucion a los problemas de la empresa y por que el TPM es una solución viable.

Para lograr el éxito en la implementación de TPM es importante contar con la aceptación de la gerencia en los recursos necesarios para tal fin.

2° Paso Difusion e incentivación de nuevo enfoque

Esta difusión deberá realizarse con la publicidad interna usando afiches, enviando boletines vía email, convocando reuniones, incentivando la aportación de todos los trabajadores del molino.

Este paso es necesario y debe ser dirigido a todos los colaboradores de las diferentes áreas de la empresa con el fin de que todos puedan aportar con ideas y participar de las actividades.

La difusión implica convencer a todos los trabajadores lo importante de establecer el TPM , sabiendo que esto significará reservar una parte de su tiempo a limpiar, lubricar y mantener eficiente la operación de sus equipos, el mismo traerá resistencia en el inicio en los trabajadores.

Posterior al compromiso de la alta gerencia se inicia la difusión, en la tercera semana se colocan los afiches en todas las áreas de la empresa, asimismo se remiten boletines informativos vía correo electrónico a todos los trabajadores. La empresa consultora se reunirá con los jefes de cada área de acuerdo al cronograma mostrado

Tabla N° 45 . Plan de difusión a cada area de la empresa

TPM		N° semanas				
Etapa	Área	1	2	3	4	5
Difusión nuevo enfoque TPM	1. Producción					
	2. Mantenimiento					
	3. Calidad					
	4. Administración					

Fuente: Elaboración propia

3° Paso Definición de comisiones y responsables , formación de grupos de trabajo.

Aquí estableceremos una comisión central de trabajo los días viernes de cada semana para la implementación de TPM, encabezado por la gerencia general, gerencia de Planta y jefe de cada area.

Asimismo cada uno de los miembros de la comisión central convoca a su area de trabajo a reunirse todos los días lunes de cada semana .y comunicar los alcances a su grupos de trabajo correspondiente.

Tabla 46 . Reuniones de la comisión central en TPM

TPM		Dia de la semana						
Etapa	Comisión central	L	M	M	J	V	S	D
3.Esquema promoción del TPM	1.Gerencia general 2. Gerente de planta 3. Jefe de planta 4. Jefe Mantenimiento 5. Jefe de calidad 6. Empresa Consultora							

Fuente: Elaboración propia

Estructura promocional del TPM

Este paso lleva a cabo a constituir de pequeños grupos o comisiones de trabajo dentro de la empresa. Cada líder de grupo será miembro de otro grupo de un nivel superior. De esta forma existe conexión entre cada nivel y la comunicación es de manera horizontal y vertical y cada vez más fluida.

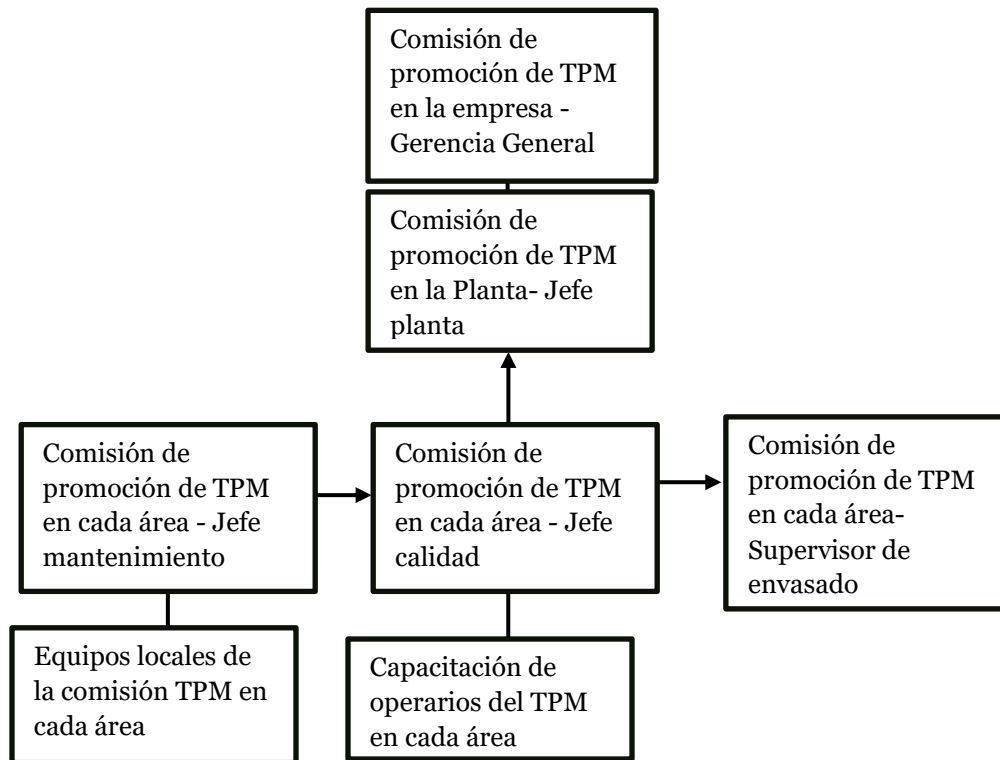


Figura 24. Estructura promocional de TPM

Ayudará mucho instalar una oficina de promoción del TPM, cuyo fin será promover y motivar la aceptación del TPM, será de importancia durante el desarrollo de la propuesta en cada etapa del TPM y es imprescindible se cuente con profesionales cualificados de alto nivel.

4º Paso – Definir estrategia y metas

Con una estrategia definida se puede conseguir resultados aceptables como disminución de fallas e incremento de disponibilidad de los equipos, aumento de rendimiento , aumento de la productividad.

Aquí este grupo deberá estar conformada por trabajadores líderes de grupo, donde cada área establecerá la política, objetivos y metas las mismas deberán ser expuestas en la comisión central para posteriormente definir los lineamientos generales.

Aquí la gerencia general de la empresa deberá incorporar el TPM dentro de la política estratégica de la compañía; con el fin de establecer objetivos medibles e instrucciones a cumplir al corto plazo por ellos necesitará conocer el estado actual de la organización en cantidad de número de fallas, defectos, eficiencias y rendimientos de cada máquina y equipo

En tabla N°47 describimos las metas propuestas alcanzar con el TPM.

Tabla 47. Metas propuestas con el TPM

Metas propuestas con el TPM			
	Indicador	Actual	Meta
1	Eficiencia de materia prima	58.80%	60.10%
2	Rendimiento de Materia prima	64%	67%
3	Productividad total	1,23	2.74
4	% Cumplimiento del mantenimiento preventivo	55%	70%
5	Nº de fallas de máquinas	42 /mes	22 /mes
6	Eficiencia Global de los equipos	52%	63%
7	% Reprocesos	7%	3%
8	Capacidad utilizada	78%	85%
9	Cuello de botella	240 minutos	220 minutos
10	Tiempo total de proceso	343 minutos 40 "	323 minutos 40 "
11	Eficiencia física	58%	60%

Fuente: Elaboración propia

5° Paso – Realizar un ensayo como ejemplo.

Establecer una programación para la inserción del TPM en el área de mantenimiento. Se elaborará un cronograma de cada paso en la implementación.

La implantación de TPM en el sistema de mantenimiento será un piloto de referencia a realizar e implantar TPM en toda la planta.

Debemos identificar y registrar los cambios de mejora ,asi como también los problemas que pudieran presentarse.

En la tabla N° 48 se muestra la propuesta del cronograma de inserción del TPM

Tabla N° 48. (...Continua) Cronograma de inserción de TPM en el área de mantenimiento

TPM		N° semanas																													
Fase	Etapa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3. Implementación	7.Incrementar la eficiencia del equipo																														
	8. Desplegar un programa de mantenimiento																														
	9.Extender un programa de mantenimiento planificado																														
	10.Formación para incrementar las competencias en las operaciones de mantenimiento																														
	11.Gestión oportuna de equipos																														
4.Consolidación	12. Afianzar el TPM y describir metas																														

Fuente: Elaboración propia

Segunda etapa

Conversamos con el responsable del mantenimiento ,con el jefe de producción y los operadores de los equipos en la manufactura de arroz blanco para comunicar la necesidad de sincerar y cuantificar correctamente la eficiencia global del equipo (OEE), explicar lo importante que el operador de los equipos realice labores autonomas de mantenimiento, describir las fallas en los equipos utilizando el formato de la tabla N° 49 y como corregir el desperfecto.

Tabla N° 49. Formato de inspección de máquinas y equipos

PROGRAMA DE INSPECCION, TAREAS ,CONTROL DE AVANCE																		
Empresa :																		
Area : Producción		Fecha																
Máquina : Pulidora de piedra																		
N°	Verificación de tarea	Frecuencia	Enero				Febrero				Marzo				Junio			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Verificar pulsos off/On	Diario																
2	Verificar funcionamiento	Diario																
3	Limpieza externa	Diario																
4	Limpieza de rodamientos	Semanal																
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
Fecha de realizado el mantenimiento																		
Firma del responsable del mantenimiento																		
Observaciones																		
										Frecuencia				Revisado				
										S :Semanal				O:Inspeccionar				
										Q :Quincenal				V° B° : Confrome , C				
										M : Mensual				X: Con falla				
										A :Anual								

Adicional se realizo y verifiko con una encuesta , si los trabajadores entienden la importancia del TPM y cuales son los fines de su implementación. Anexo N° 03

Con el fin de conocer el estado actual de los equipos y en que condiciones trabajan se realiza un inspección in si tu de los equipos considerados criticos en un día habitual de procesamiento .El informe se debera posteriormente evaluado por jefe de area.

Tabla 50. Grados de mantenimiento a realizarse.

Grados de mantenimiento	Frecuencia	Actividades
Diario	Diaria	Llevar acabo inspección organolectica
Preventivo Tipo A	Semanal	Inspección exigente con el fin de identificar desperfectos no detectadas por trabajador
Preventivo Tipo B	Mensual	Revisar la conformidad de piezas y accesorios
Predictivo	Consumidas 3000 horas	Verificar lubricación,desgaste de piezas.
Rutinario	Siempre que sea necesario	Lubricaciones,engrase,cambio de aceite y filtros

6° Paso Progresos específicos o Kobetsu Kaisen

Las mejoras enfocadas de los equipos utilizados en el molino; se obtendrán y registrarán en el formato de identificación de fallas en los equipos Ver tabla N° 42

Para facilitar la metodología de trabajo y registrar las desviaciones se hará uso del siguiente formato:

Tabla 51. Formato de registro de número de fallas de la maquina

Máquina	Hora		MANTENIMIENTO										Fecha: / /	
	Inicio	Final	Calibración	Lubricación	Motor	Fajas	Poleas	Tablero eléctrico	Sobre carga	Esmeril	bomba de agua	Herramientas	Total, tiempo	
Pulidora piedra con agua	09:00	09:30	X											
	10:15	11:00			X	X								
				X										
						X								
Total (h)														
Fecha			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	
Número de paralizaciones														
Tiempo total														

Fuente:Elaboración propia

De la evaluación del numero de fallas y sus causas que las producen se analizarán durante un periodo de tiempo, producto de las observaciones anotadas cada vez que se realice el mantenimiento preventivo.

Todas estas mejoras en la disminució del numero de fallas son posteriormente revisadas con los jefes de areas.

Otro formato a establecer como uso en el de análisis de las fallas o paralizaciones y su fin será detallar las posibles causas raíces del problema a incluido las soluciones propuestas. Tabla N° 52 y N° 53

Tabla 52. Registro de analisis de fallas

Datos generales				
Fecha				
Integrantes	1.	2.	3.	4.
Tema				
Responsable				
Descripción de la falla				
Herramientas de ilustración				
Causas raíz				
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
Propuesta				
Solución	Responsable	Fecha	Resultado alcanzado	
1.				
2.				
3.				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Mantenimiento preventivo de bandas transportadoras

Mantenimiento preventivo de bandas transportadoras										
Complete la información solicitada y marque con una “x” el tipo de ítems que realizó										
Fecha y Hora	Verificación del estado físico de la banda	Detección de fisuras	Engrase chumaceras	Verificación de rodajes	Cambio de bandas	Cambio de chumaceras	Cambio de poleas	Cambio de banda completa	Engrase y lubricación	PLANTA:
										RESPONSABLE:
										HORA HOMBRE: OBSERVACIONES:

Fuente: Elaboración propia

7° Paso Establecimiento de mantenimiento autonomo - Establecimiento del “Jishu Hozen”

En este paso el operador tiene mayor vigilancia de su equipo y se inicia con una relación de labores de mantenimiento autonomo ,que el mismo operador debera realizar esta relación es elaborada por todo el equipo del área de mantenimiento y de producción con la aprobación de las jefaturas.Este pilar se desarrolla en siete etapas pasando una a otro y al terminar cada etapa es evaluada por el gerente.Las etapas son:

- La inspección de limpieza, retirar los materiales inertes o en descomposición que afecten la integridad del equipo;identificar irregularidades y subsanarlas.Utilizando el formato de monitoreo de máquinas Tabla N° 52
- Establecer barreras para evitar la suciedad y habilitar entrada a zonas de complicado aseo y lubricación.
- Formular estandares de trabajo ,incluyendo hábitos y periodicidad en labores de limpieza ,inspección de tornillos y pernos, inspección del desgaste de piezas.
- Inspección general , capacitar a los operadores como realizar esta etapa.
- Inspección autonomas ,es la capacidad de inspección de los equipos que debe tener el operador ,prevenir e identificar desperfectos y lograr subsanarlos.

- Estandarización ,con el fin normar las actividades de inspección de los equipos. Utilizando el formato . Tabla N° 54
- Inspección netamente autonomo ,el fin es dar constancia a las acciones de ” Jishu hoze”

Utilizando y registrando el formulario de auditoria para mantenimiento. Tabla N° 54

A los trabajadores que operan las máquinas se les realizará una evaluación para conocer el nivel de competencia en que se encuentran cada uno , ya identificado los niveles de experiencia,comprensión y destrezas que se necesitan se da inicio a las capacitaciones , las mismas son desarrolladas por técnicos calificados en el tema.

Posterior a la capacitaciones se realizarán evaluaciones graduales con el fin de cuantificar y cualificar el avance de los operadores de los equipos.

Asignadas todas las responsabilizadas autonomas hacia los maquinistas ,se elaboran los formatos de registro aprobados por la comisión TPM y que serán llenados por los mismos maquinistas capacitados en la metodología de como llenar los formatos TPM. Tabla N° 54

Los formatos deben ser revisados por los supervisores y jefaturas del area con la finalidad de dar resolución oportuna hacia algún problema o desperfecto ocasionado en la inspección del equipo.

Tabla 54. Formato de monitoreo de máquinas – TPM

TPM - MAQUINA SELECTORA		
EMPRESA MOLINERA DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE		Fecha
		Operador
		Turno
		Producto
LIMPIEZA		
Descripción	Realizado	Observaciones
1.	<input type="checkbox"/>	
2.	<input type="checkbox"/>	
3.	<input type="checkbox"/>	
4.	<input checked="" type="checkbox"/>	
5.	<input type="checkbox"/>	
AJUSTE		
Descripción	Realizado	Observaciones
1.	✓	
2.	✓	
3.	✓	
4.	✓	
LUBRICACION		
Descripción	Realizado	Observaciones
1.		
2.		
3.		
4.		
DESCRIPCION		
Descripción	Estado	Observaciones
	✓	
	X	
	X	
CONCLUSIONES Y SUGERENCIA		

 Responsable de turno

 V ° B ° Producción

 V ° B ° Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

También podemos usar como información la cedula o tarjeta de activo que ayudará al operador a identificar en menor tiempo información como tipo de modelo, capacidad y especificaciones técnicas del fabricante. Tabla N° 55

Tabla 55. Tarjeta de activo

Tarjeta de activo		
Seleccora Sortex 4.5		
	Nombre técnico	
	Modelo	
	Serie	
	Marca	
	Fabricación	
	Codigo de máquina	
Frecuencia de mantenimiento	Descripción de elementos	Responsable
Diario		
Semanal		
Mensual		
Anual		

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar y realizar seguimiento se debe efectuar una supervisión no programada asegurando la participación de las áreas interesadas y utilizando el siguiente formato Tabla N° 54 de auditoria de mantenimiento autonomo.

Tabla 56. Formulario de auditoría para mantenimiento

Gestión integral de mejoramiento en la empresa molinera									
Formulario de auditoría para mantenimiento autónomo				Linea de proceso	Puntos	Aprobado	Rechazado		
				Fecha Solicitada para auditoría	Nivel de evaluación de la auditoría + Puntos de evaluación				
				Fecha deseada para auditoría	Autónoma	Coordinador	Comité TPM		
	Autónoma	Coordinador	Comité TPM	Fecha auditoría	Sobre 90 puntos	Sobre 85 puntos	Sobre 80 puntos		
Auditoría									
Item para auditoría	Descripción de puntos principales de evaluación de la auditoría			Pesimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente	Valor final
				1	2	3	4	5	
1.Limpieza de equipo y línea general	Existe una zona designada para equipos de suciedad,derrames lubricantes, residuos de materiales.								
	Existe fugas de lubricantes ,vibraciones debido a fijaciones sueltas o falta de pernos ,tuercas.								
2.Limpieza de elementos auxiliares,accesorios,herramientas	Existe herramientas de trabajo en lugares que no corresponde								
	Se encuentran los estantes limpios y ordenados,se receptiona los insumos y MP limpias y ordenados								
3.Lubricación ,elementos de control	Derrames por cantidad,estan señalizados los puntos criticos,se tiene los necesario para realizar una lubricación								
	Se encuentran los sistemas operativos identificados,existe elementos y cables en mal estado y visibles, los extintores estan visibbles y bien ubicados								
4.Limpieza y cuidado del producto	Las vias de transito a las linea de proceso estan accesibles y limpias.El producto terminado se ubica en lugares adecuados								
	Los sistemas de trasmision estan limpios y señalados,Se registra las mermas y insumos defectuosos.Existe señales de emergencia de salida.								
5.Medidas para causas de deterioro	Existe alguna lista que muestre las fuentes de contaminación de polvo,lubricantes .Existe un plan futuro de limpieza								
	Los utiles de limpieza son los correctos, se ha comunicado las responsabilidades de limpieza a cada area								
6.Grado de involucramiento TPM	Los trabajadores conocen de TPM y participan de las actividades			Puntos de Evaluación	10 puntos	20 puntos	30 puntos	40 puntos	50 puntos
					10	20	30	40	50
Total de puntaje obtenido en la auditoría									
				1 punto (10)	2 puntos(20)	3 puntos(30)	4 puntos (40)	5 puntos (50)	
Nivel de evaluación de las actividades	Equipo			Las cosas no se realizan	Solo de realizan en zonas visibles	Se realizan en puntos especificos de la máquina	Se frealizan en lugar no visibles	La limpieza esta conforme ,permite ver puntos criticos	
	Personas			Estan desinteresadas	Solo realizan mantenimient o y supervisores	Operadores realizan en lugares faciles	Las realizan los operadores o mecánicos	Participan todos.	

Fuente: Elaboración Propia

8° Paso Mantenimiento planeado

Se enfoca en actividades preventivas y predictivas para lo cual los operadores deben estar entrenados y capacitados completamente en las funciones de la máquina. Tabla N° 49

Es necesario conocer la lista completa del inventario de utillaje de las máquinas como se muestra en el Anexo N° 10 y 11.

También conocer las máquina y equipos , las actividades que involucra el mantenimiento de cada uno a intervenir, esta información corresponde a los técnicos de mantenimiento desarrollarla y difundirla a los interesados. Tabla N° 57 y N° 58

Tabla 57. Cronograma de inspección, tarea, controles de avance planeado

PROGRAMA DE INSPECCION, TAREAS ,CONTROL DE AVANCE																		
Empresa :																		
Area : Producción																		
Máquina : Pulidora de piedra																		
N°	Verificación de tarea	Frecuencia	Enero				Febrero				Marzo				Junio			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Verificar pulsos off/On	Diario																
2	Verificar funcionamiento	Diario																
3	Limpieza externa	Diario																
4	Limpieza de rodamientos	Semanal																
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
Fecha de realizado el mantenimiento																		
Firma del responsable del mantenimiento																		
Observaciones																		
										Frecuencia				Revisado				
										S :Semanal				O:Inspeccionar				
										Q :Quincenal				V° B° : Confrome , C				
										M : Mensual				X: Con falla				
										A :Anual								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58 . Cronograma de mantenimiento planeado

Máquinas y equipos de la Planta de pilado	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Secadoras N°01																								
Secadora N° 02																								
Pre Limpia																								
Motores Fuente: Elaboración propia																								
Piñones, cadenas																								
Fajas de elevadores																								
Tableros eléctricos																								
Chumaceras, rodajes																								
Descascar adora																								
Mesa paddy																								
Pulidora de piedra																								
Pulidora de agua																								
Zaranda Rotex																								
Clasificadores																								
Selectoras																								
Compresores de aire																								

Fuente: Elaboración propia

9° Paso Capacitación

Se elabora y propone un plan de capacitaciones hacia los operadores de la línea de pilado de arroz con la finalidad de adquirir conocimientos ,habilidad y motivación. Tabla N° 59.

Tabla 59. Plan de capacitaciones a los operadores de la máquinas de la planta molinera

Máquinas	Tema	Responsable	Horas dictar	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Secadoras N°01	Limpieza de rodajes	Ing° Mecánico ,con experiencia 3 años minimo	20 horas							
	Desgaste de piñones									
	Cambio de cribas									
	Cambio de piñones									
	Cambio de sin fin									
	Limpieza de succión									
Motores	Limpieza de bandejas									
	Verificar contactores									
Fajas de elevadores	Limpieza de piezas									
	Cambio de fajas									
Tableros eléctricos	Tiempo de vida util									
	Energización									
Chumaceras, rodajes	Cambio de rodajes									
Descascar adora	Cambio de rodillos									
Mesa paddy	Cambio de fajas									
	Cambio de rodamientos									
	Cambio de piñones									
Pulidora de piedra	Limpieza de bandejas									
	Cambio de rodajes									
	Cambio de frenos									
	Cambio de cribas									
	Cambio de fajas									
Clasificadores	Limpieza de polvos									
	Lavado de tambores									
	Limpieza de fajas									
	Cambio de rodamientos									
	Cambio de pines									
Selectoras	Cambio de valvula de aire									
	Cambio de inyectores									
	Cambio de lamparas									
	Limpieza de mallas									
Compresores de aire	Cambio de filtro									
	Cambio aceite									
	Cambio de valvula									

Fuente: Elaboración propia

10° Paso. Establecimiento de una norma de confianza, salubridad y ambiente agradable

Establecer un ambiente laboral seguro favorece en el rendimiento de los trabajadores, mejora los rendimientos de las máquinas, disminuye las pérdidas económicas de materia prima y protege la integridad de las personas es por ellos la importancia de mantener un ambiente de trabajo seguro y agradable donde laborar.

Este paso se integra con las instrucciones, el trabajo autónomo y con la ayuda de la herramienta de las 5'S se lograra mejorar el entorno laboral.

Se elaboro formatos de incorporación entre el trabajo autónomo y seguridad de las personas Ver tabla N° 58, cuyo fin es que el operador conozca que implementos de seguridad debe utilizar antes de operar la máquina.

Todos los operadores de acuerdo a la criticidad de sus labores deben limpiar sus máquinas o equipos cumpliendo el reglamento interno de la empresa.

Tabla 60. Formato de mantenimiento autónomo

Formato de mantenimiento autónomo – Seguridad personal							
Máquina		Modelo		Empresa molinera del departamento de Lambayeque			
Fabricante		Serie					
Operador		Fecha					
N°	Actividad	Recomendación	Observaciones	Diario	Semanal	Mensual	Anual
1	Seguridad de Personal	Usar guantes, lentes, casco y zapatos de seguridad industrial de acuerdo a la criticidad de las labores. leer los instructivos de seguridad	Los EPP y las recomendaciones se deben implementar correcta e inmediatamente	✓			
2	Lubricación	Consumir la grasa necesaria para cada máquina.	Usar grasa de acuerdo a la especificación del fabricante		✓		
3	Revisar cable de alimentación	Que no este desgastado u cosas encima que afecte la transmisión de energía	El cable debe estar enrollado, estable y estatico		✓		
4	Ajuste de piezas	Cambiar los pernos y tuercas rotos.	Instalarlos de tal forma garantice la inocuidad del producto final		✓		
5	Limpieza general	Utilizar desengrasante a todos los residuos al terminar la actividad	Evítara no mojar la piezas de la máquina			✓	
6	Limpieza de máquina	Al terminar la limpieza , que no exista residuos o trazas de metal encima de la máquina o en el piso.	Los residuos deben estar en los tachos de basura, y las herramientas en gabinetes correctos.	✓			

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Documentación del rediseño de la gestión de mantenimiento preventivo en el proceso de manufactura de la planta molinera

Con el fin de mejorar la deficiente gestión de mantenimiento es necesario realizar un conjunto de actividades ,procedimientos ,protocolos que direccionen los procesos adecuadamente.

Se utilizan indicadores de OEE como control de evaluación ,cumplimiento y mejora. Se debe elaborar:

- Política de mantenimiento
- Objetivos de mantenimiento
- Actividades de mantenimiento preventivo
- Manual de mantenimiento.
- Flujograma de procedimiento de mantenimiento de preventivo.
- Elaboración de protocolos por cada máquina.

Determinar y listar relación de máquinas para mantenimiento preventivo o correctivo.

Agrupación de las máquinas según la frecuencia de sus actividades y especialidad de operación.

Propuesta de instalación e implementación de SOFTWARE en gestión de mantenimiento asistido por ordenador . Modelo RENOVFREE 3.7

5.2.2.1 Política de mantenimiento

Garantizar la realización de los trabajos preventivos y correctivo en las fechas y tiempos programados de las máquinas y equipos mecánicos u eléctricos presentes en la planta molinera de arroz, comprometidos a brindar soluciones eficientes, oportunas a nuestros clientes cumpliendo las normativas de forma que superen las expectativas de eficiencia operativa.

5.2.2.2 Objetivos del rediseño

- Atender y brindar solución oportuna y eficiente a las máquinas y equipos de la empresa.
- Aumentar la eficiencia operativa de las máquina y equipos.
- Innovación de mejora de nuestros máquinas y equipos.

5.2.2.3 Actividades del rediseño

Actividades de mantenimiento preventivo

Se confecciona una relación de actividades a realizar a los equipos de la planta molinera, priorizamos los equipos de mayor criticidad descritas en la tabla N° 26

Para desarrollarlo estas actividades de mantenimiento preventivo se retroalimenta de los históricos de paralizaciones reportados en el cuaderno de incidentes, de los manuales de funcionamiento del equipo y las referencias detalladas por el responsable técnico de mantenimiento de la empresa. Estas actividades se dividieron por:

A. Nivel de competencias

- Labores de responsabilidad de los operarios u operadores
Son labores comunes y simples como ejemplo intercambio de aceite, lubricación, ajuste de piezas, prueba test en vacío, limpieza.
- Labores de responsabilidad del personal técnico
Son labores que requieren nivel técnico de conocimientos avanzados como instalar nueva configuración, rebobinar motores, cambio y configuración de tarjetas electrónicas para estas actividades las debe realizar trabajadores capacitados de la empresa o en su defecto tercerizar estas actividades.

B. Frecuencia para realizarse

- Actividades anuales
Conformadas por desmontaje de la máquina, cambio de ejes,
- Actividades semestrales
Como limpieza de los tambores de clasificadores, cambio de chumaceras, rodajes.
- Actividades mensuales
Son las de mayor facilidad y no consumen mucho tiempo, como calibración de piedras pulidoras, cambio de rodillos de máquina de descascara.
- Actividades diarias y semanales
Son las actividades que no superan los 15 minutos, como lubricación, limpieza del tablero.

5.2.2.4 Manual de mantenimiento

Se debe confeccionar un folleto con el fin de normar los procedimientos a seguir cuando se solicite un mantenimiento preventivo a correctivo en la empresa

A continuación, se describe el procedimiento mantenimiento preventivo y correctivo a seguir como una de las propuestas de mejora.

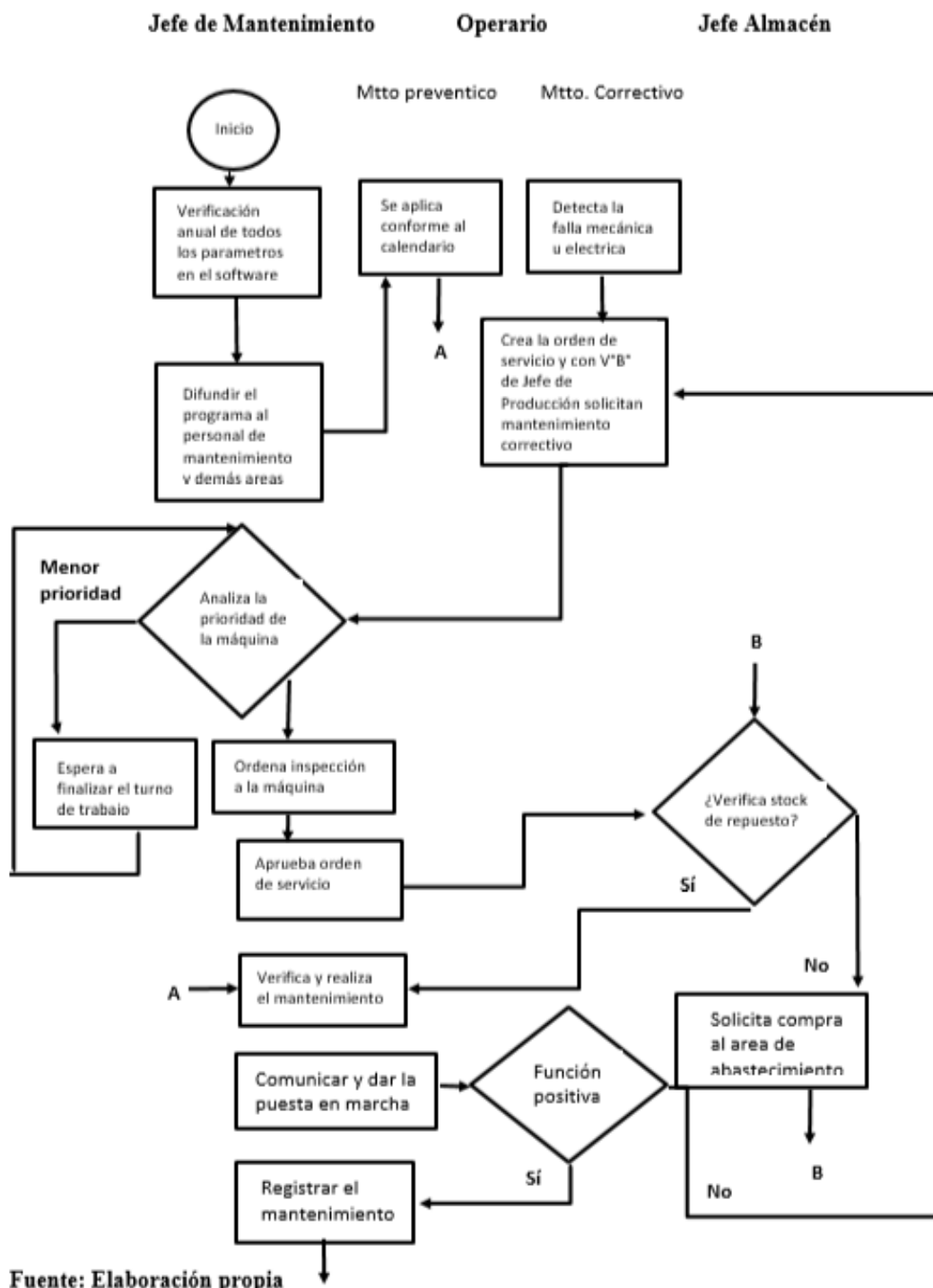


Figura 25. Procedimiento a seguir para un mantenimiento preventivo y correctivo

Difusión

Realizado el procedimiento de manteamiento y antes de implementarlo es darlo a conocer al área de mantenimiento, producción, calidad y demás trabajadores por medio de capacitaciones, charlas de concientización.

Por tanto, convocar a reunión e incluirlo en las charlas en el nuevo programa de capacitaciones de la empresa.

5.2.2.5 Elaboración de protocolos

Antes de elaborar los protocolos es necesario identificar todos los activos participes en la manufactura de la planta molinera. (Anexo N°11)

Detallar las tareas secuenciales a realizarse, las frecuencias de operación, las pruebas en vacío de las máquinas o equipos, el nivel de perfil que debe contar el usuario al asignarse la máquina.

Se empezará con máquinas y equipos de acuerdo con el análisis de criticidad. (Anexo N°01 y tabla N° 26)

Adicional a elaboración de los protocolos se asignarán un conjunto de tareas específicas como:

- Mantenimiento de panel de control
- Tarea de engrase y lubricación
- Inspecciones mecánicas
- Inspecciones eléctricas.
- Inspección de motores
- Inspección de sensores
- Configuración de set point establecido
- Limpieza

Relación de máquinas o equipos para mantenimiento preventivo

Los protocolos se aplicarán a todas las máquinas y equipos que califiquen para un trabajo preventivo.

Relación de máquinas y equipos para mantenimiento correctivo

Los protocolos se aplicarán a todas las máquinas y equipos que califiquen para trabajo correctivo.

Debido al tiempo de duración de la reparación.

Agrupación de las máquinas según la frecuencia de actividades y especialidad

Las tareas de mantenimiento se agruparán por nivel de frecuencia y especialidad para lograr incremento en la eficacia del mantenimiento, las mismas serán cada una verificadas para garantizar y eliminar el error que pudiese encontrar.

Posterior se debe ingresar la data de acciones realizadas al software de mantenimiento para que esta herramienta programe con mayor eficiencia los futuros mantenimiento preventivo, incluido el nivel de competencia que debe contar el ejecutor de las actividades.

5.2.3 Indicadores esperados si la propuesta se llega a implementar

La propuesta no se ha implementado, sin embargo, se han asumido una producción de acuerdo con el número indicado por G. Kush [37] .

5.3.3.1 Determinar de la efectividad global de los equipos después de aplicar TPM

Con la propuesta de mejora, al aplicar TPM teniendo como indicador de control el OEE.

Disponibilidad

$$D = \frac{(TO - PP) - PNP}{TO - PP} * 100$$

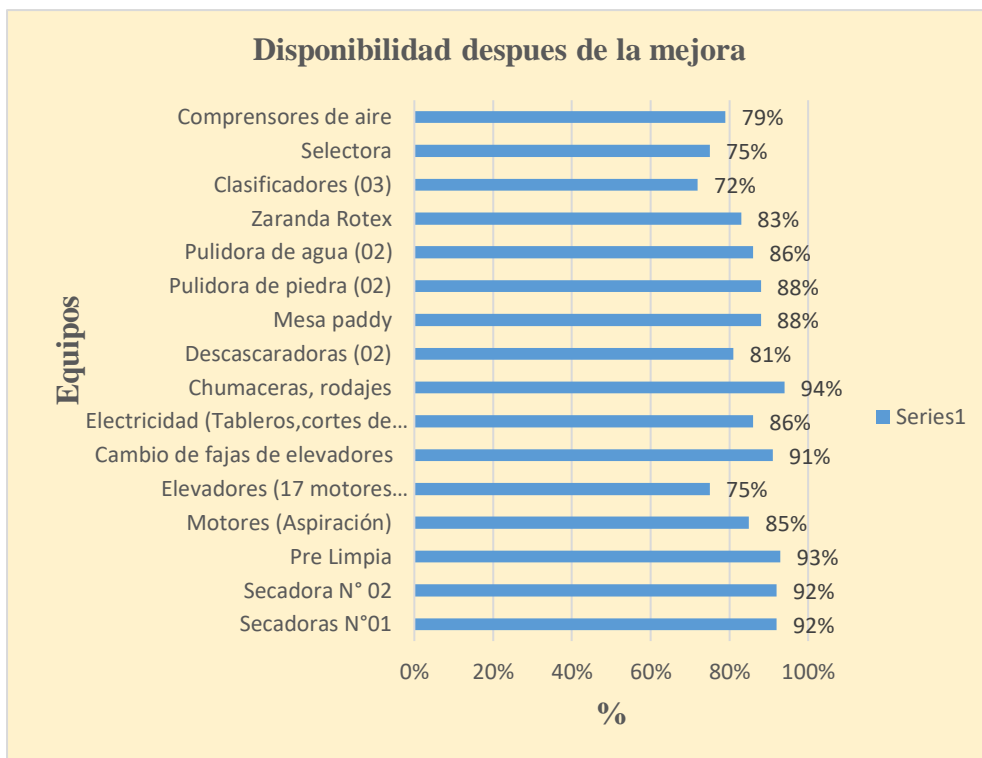


Figura 26. Disponibilidad después de aplicar TPM

Rendimiento:

$$R = \frac{\text{Tiempo teorico de ciclo} * \text{Cantidad producida}}{\text{Tiempo de funcionamiento real}}$$

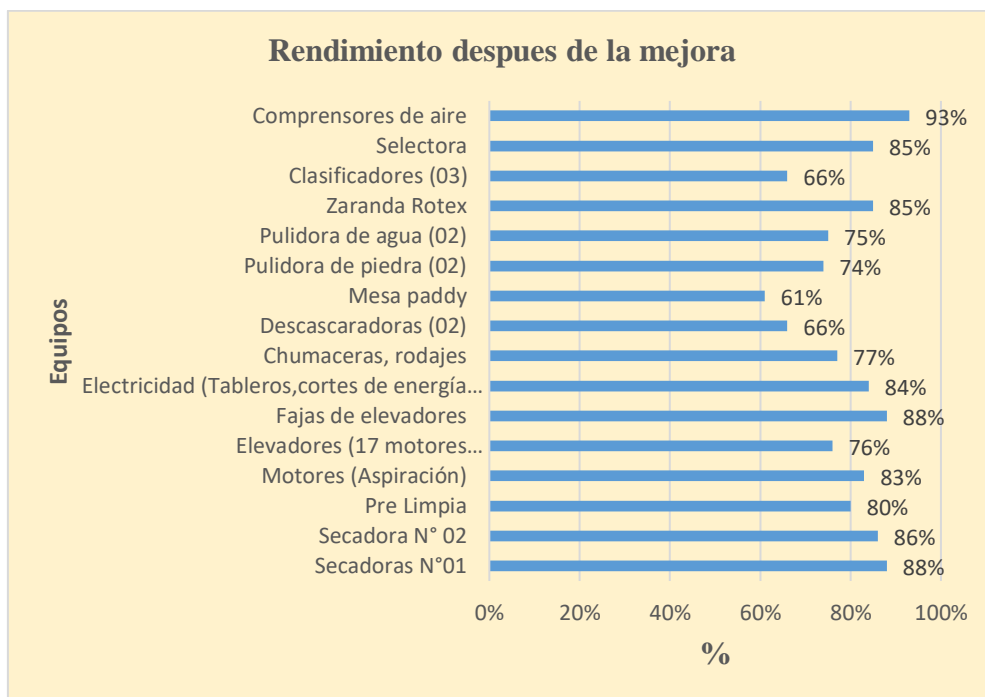


Figura 27. Rendimiento después de aplicar TPM

Calidad:

$$C = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{rechazos}}{\text{Piezas producidas}} * 100$$



Figura 28. Calidad después de aplicar TPM

Eficiencia Global de los equipos

$$E = (\text{Disponibilidad} * \text{Re n dim i ento} * \text{Calidad}) * 100$$

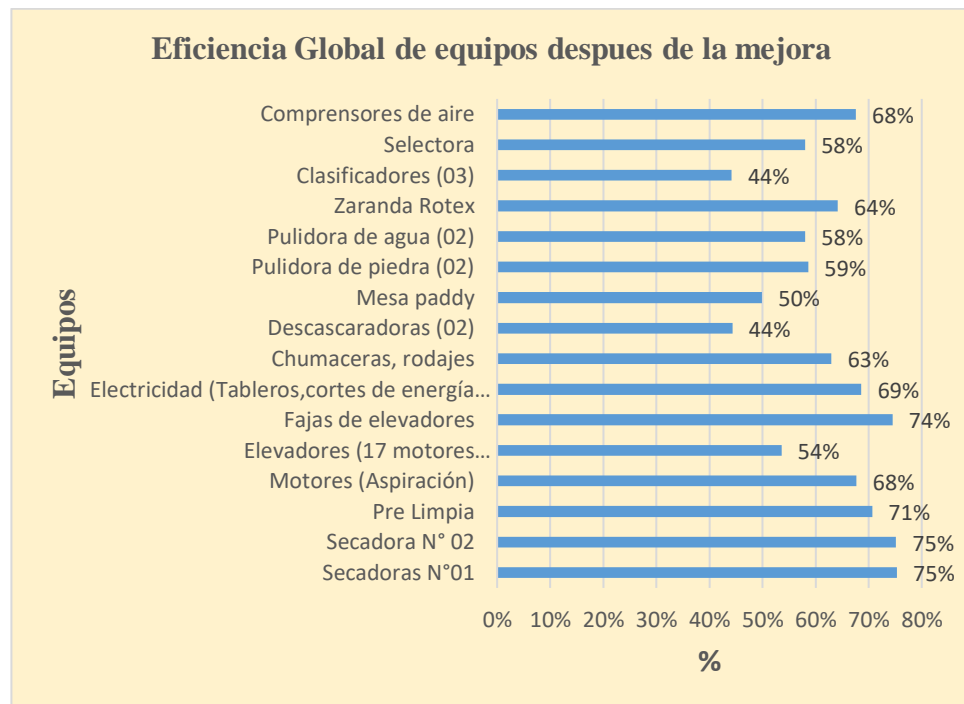
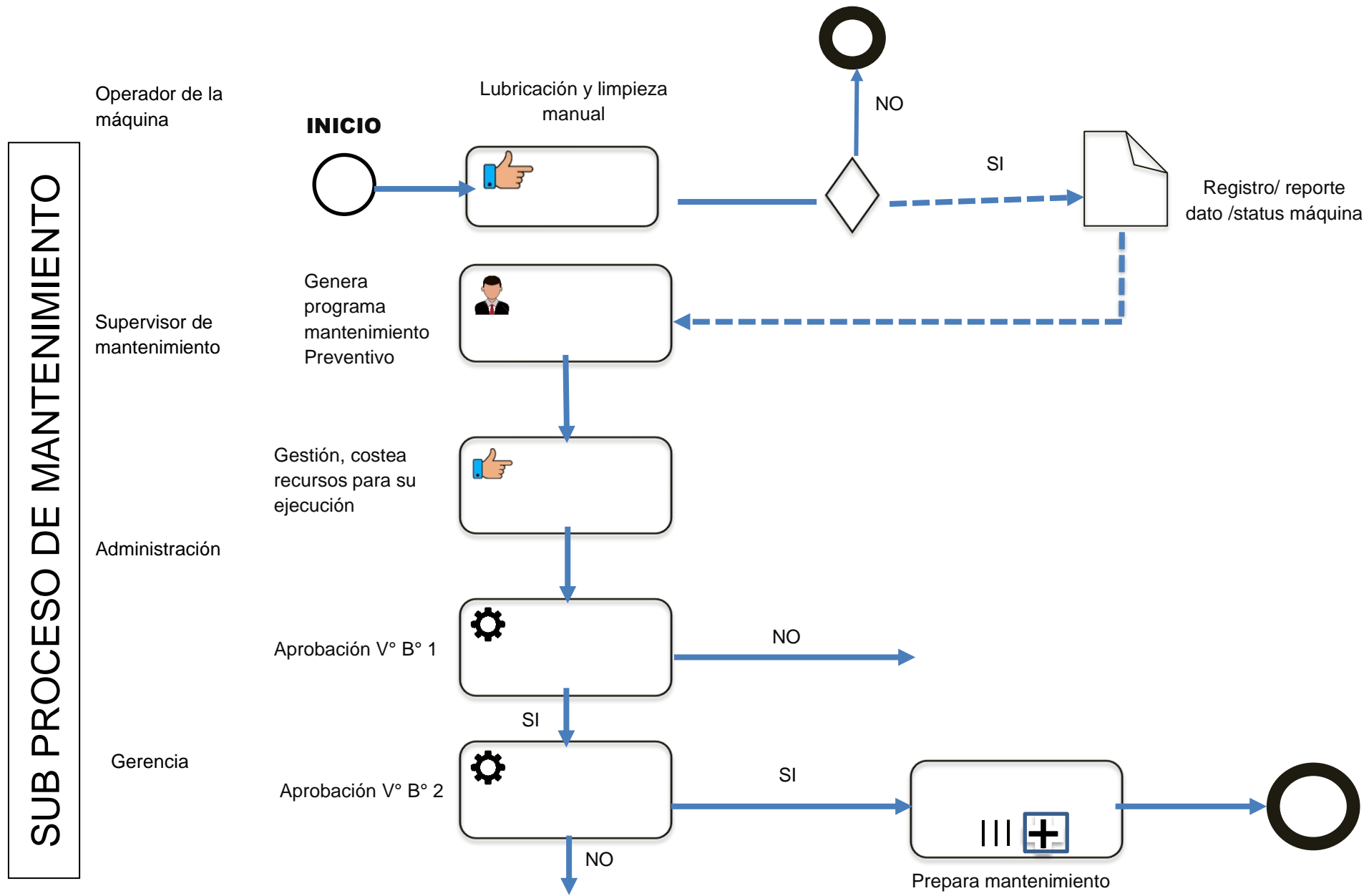
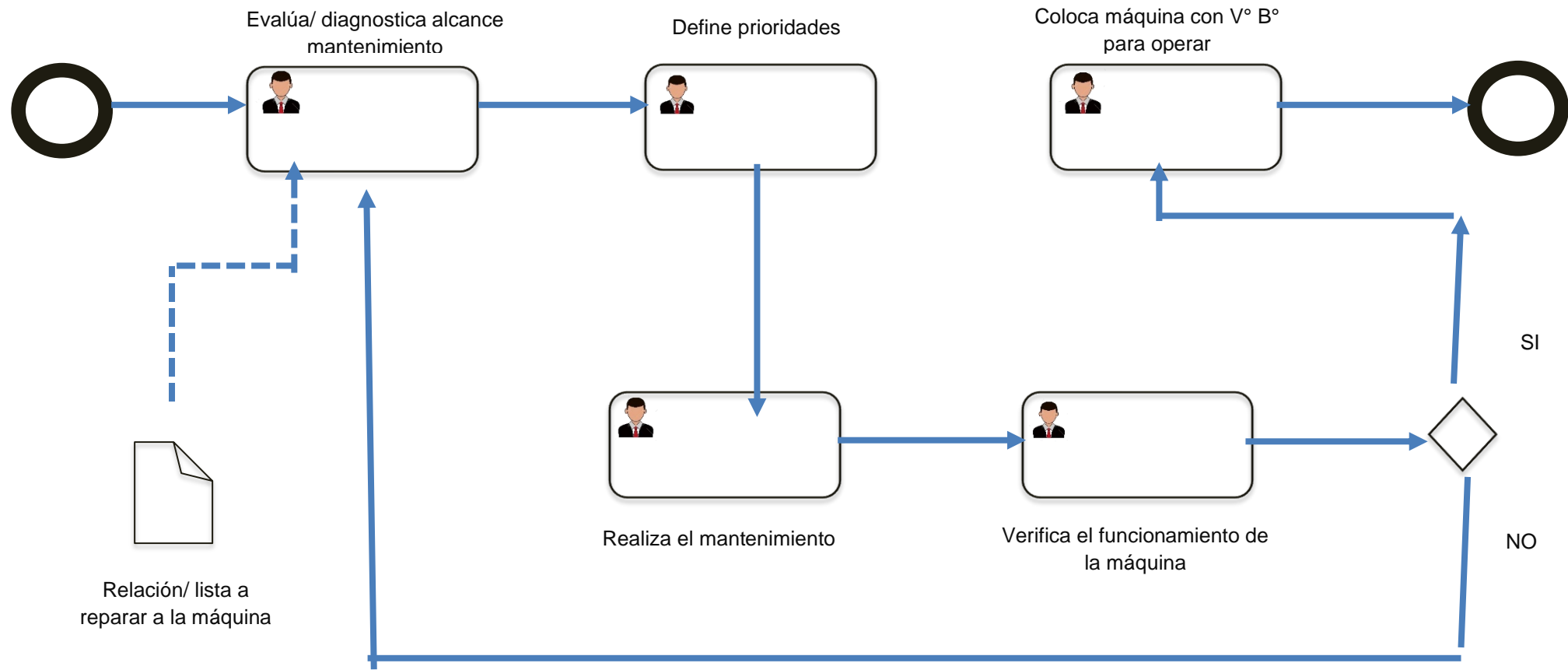


Figura 29. Eficiencia Global de equipos después de aplicar TPM

5.3.4 Diagrama de mantenimiento actual de los equipos antes de aplicar TPM

DIAGRAMA AS – IS DEL SUB-PROCESO “REALIZAR EL MANTENIMIENTO”

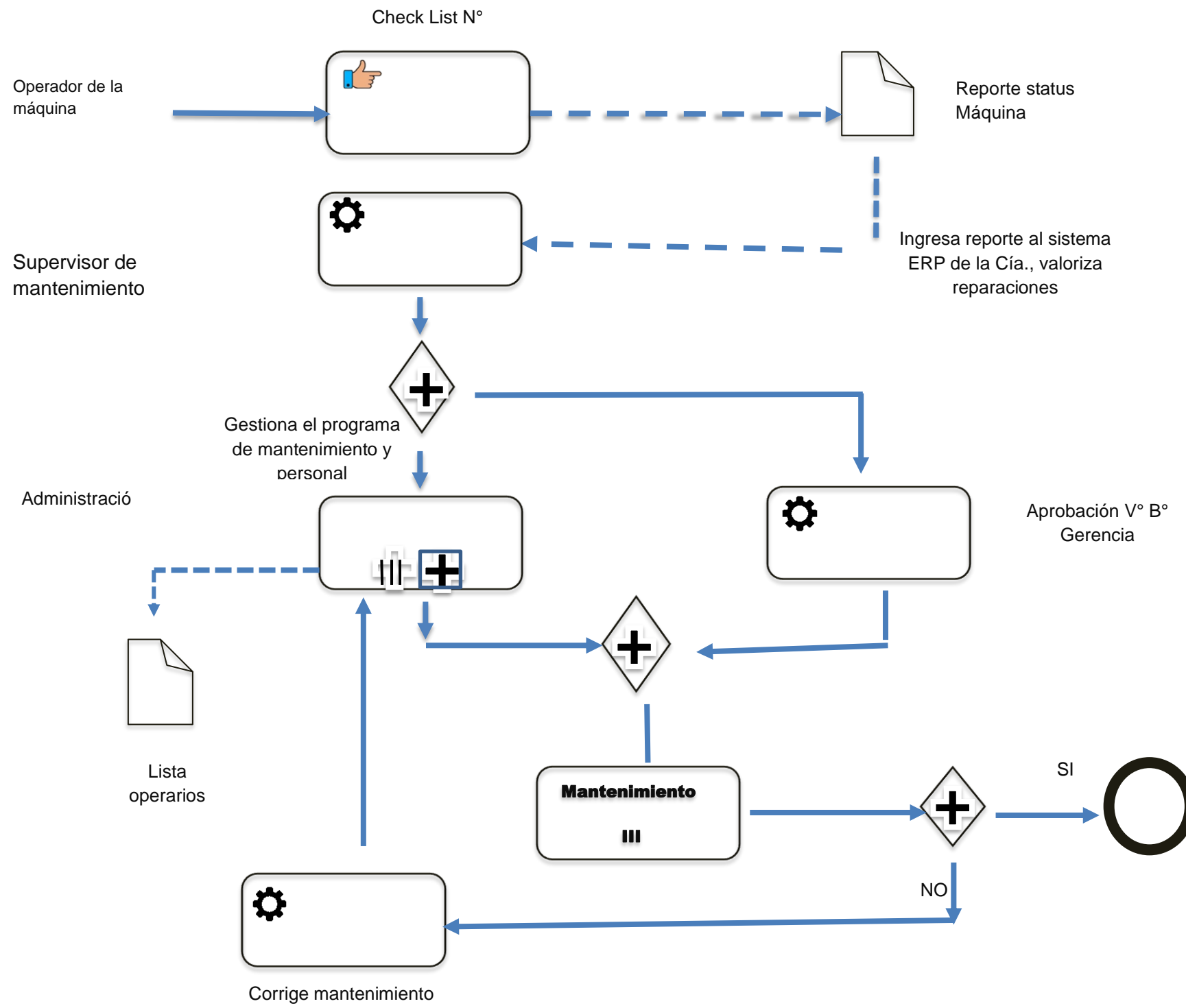




5.3.5 Diagrama de mantenimiento propuesto de los equipos después de aplicar TPM

DIAGRAMA TO BE DEL SUB-PROCESO "REALIZAR EL MANTENIMIENTO"

SUB PROCESO DE MANTENIMIENTO



RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez terminado de evaluar y cuantificar la propuesta de solución con la implementación de TPM en el sistema de mantenimiento de la planta molinera. Se estima alcanzar:

- Los trabajadores maquinistas efectuarán trabajos autónomos y registrarán correctamente en los nuevos formatos de TPM de las máquinas a su cargo, con esto se logra un mejor control de operación y eficiencia de la máquina reduciendo las paralizaciones.
- Los trabajadores calificados coordinan y programan el dictado de cursos en trabajo autónomo, incrementándose las competencias de los interesados.
- Se realiza seguimiento y control semanal de OEE (Eficiencia global del equipo) para identificar pérdidas de rendimiento.
- Se estima incrementar en 10% promedio en disponibilidad, rendimiento y calidad.
- Obtener 63% OEE después de la aplicación TPM, como promedio de la línea de pilado de arroz.
- Un ahorro de S/. 151,322 como se muestra en la tabla N° 58
- Disminuye de 7% a 3% los reprocesos de producto.
- Una relación beneficio / costo beneficio igual a 3,8
- En tabla N° 52 siguiente se presenta un resumen los beneficios de aplicar TPM

Tabla 61 . Comparativo de indicadores antes y después de aplicar TPM

Comparación de indicadores antes y después de aplicar TPM			
Item	Indicador	Antes	Después
1	Producción real	7300 kg/h	7500 kg/h
2	Producción utilizada	6241 kg/h	6742 kg/h
3	Eficiencia de materia prima	58.4%	64.40%
4	Rendimiento de materia prima	64%	67%
5	Productividad total	1,23	2.74
6	% Cumplimiento del mantenimiento preventivo	55%	70%
7	N° de fallas de máquinas	42 /mes	32 /mes
8	Eficiencia global de los equipos	52%	63%
9	% Reproceso	7%	3%
10	Capacidad diseño	8000 kg/h	
11	Capacidad utilizada	78%	85%
12	Cuello de botella	240 minutos	220 minutos
13	Tiempo total de proceso	343 minutos 40 segundos	323 minutos 40 segundos
14	Eficiencia física	58%	60%

Fuente: Elaboración propia

5.3 Análisis Económico

5.3.1 Inversiones

5.3.1.1 Horas invertidas por jefe de mantenimiento

Dada la magnitud de la propuesta se requiere la contratación de un Ing. Mecánico como jefe de mantenimiento y 01 asistente técnico para apoyo de las labores.

En las tablas siguiente se muestra las horas invertidas por el personal administrativo, de mantenimiento, trabajadores de producción y calidad para la instalación de TPM.

Tabla N° 62. Horas invertidas por el jefe de mantenimiento y asistente

Jefe de Mantenimiento, asistente	Horas
Comunicación y difusión de la implementación.	6
Establecer las comisiones TPM	2
Examinar la política de mantenimiento	2
Examinar los fines del mantenimiento	4
Elaborar un programa maestro	8
Apertura oficial de TPM	1
Elaboración de actividades de mantenimiento preventivo	24
Difundir actividades preventiva	6
Difundir el manual mantenimiento	6
Total	59

Fuente: Elaboración propia

5.3.1.2 Horas invertidas por los trabajadores calificados de área de mantenimiento.

Tabla N° 63 . Horas invertidas por trabajadores de mantenimiento

Trabajadores de mantenimiento	Horas
Conversación y difusión de la implementación	6
Establecimiento de la comisión	2
Revisión de la protocolos de mantenimiento	2
Revisión de los fines de mantenimiento	4
Elaboración del programa maestro	8
Apertura formal del TPM	1
Elaboración de actividades de mantenimiento preventivo	24
Difundir actividades preventiva	6
Difundir el manual	6
Total	59

Fuente: Elaboración propia

5.3.1.3 Horas invertidas por los trabajadores del área de producción

Tabla N° 64. Horas invertidas por operadores de producción

Trabajadores	Horas
Comunicar y difundir los nuevos metodos	2
Establecer el comité	2
Apertura oficial del TPM	1
Desarrollo de programa autónomo	4
Difundir actividades preventiva	4
Difundir el manual	4
Total	17

5.3.1.4 Horas hombre totales invertidas por trabajadores de la empresa

Tabla 65. Total de horas invertidas por los trabajadores en la implementación del TPM

	Salario	Cantidad de horas	N° de personas	COSTO S/.
Jefe de mantenimiento	3500	59	1	1000
Asistente	1500	59	1	425
Operarios de mantenimiento	1500	59	4	1701
Operarios de producción	1200	17	12	1468
Total		194		4,594

Fuente: Elaboración propia

5.3.1.5 Recursos adicionales invertidos

Para llevar a cabo las propuestas y lograr obtener las diferentes mejoras también se necesita desembolsar lo siguiente: A detallar a continuación.

Tabla 66. Recursos adicionales invertidos 2019

Materiales				
Elementos utilizados	Cantidad	Unidad medida (Uni)	Costo (S./)/unidad	Total costo S/.
Afiches	30	Unidad	20	600
Lapiceros	50	Unidad	1	50
Cuadernos	20	Unidad	3	60
Papel bond	5 millar	Unidad	10	100
Formatos de Mantenimiento	72 planillones	Unidad	30	2160
Utiles de limpieza	60	Unidad	25	1500
Folder manila	50	Unidad	1	50
Equipos de computo				
Laptop	1	Unidad	2500	2500
Impresora	1	Unidad	1100	1100
Software	1	Unidad	10000	10000
Capacitación				
Capacitador de mantenimiento	5	Meses	3000	15000
Consultor de TPM	12	Meses	2500	30000
H- Hombre	250	horas	10	2500
Costo Total S/.				S/. 63,120

Fuente : Elaboración propia

Tabla 67. Inversión total del rediseño -aplicando TPM

			Inflación real y proyectada	1.8%	4.0%	7.9%	5.7%	2.4%	2.2%	2.9%	2.0%	2.0%	
				Inversiones: Costo proyectado									
Elementos utilizados	Cantidad	Unidad medida (Uni)	Costo (S./)unidad	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Afiches	30	Unidad	20	600	611	635	685	724	742	758	781	796	812
Lapiceros	50	Unidad	1	50	51	53	57	60	62	63	65	66	68
Cuadernos	20	Unidad	3	60	61	64	69	72	74	76	78	80	81
Papel bond	5	Millar	10	100	102	106	114	121	124	126	130	133	135
Registros de Mantenimiento	72	Unidad	30	2160	2200	2287	2467	2607	2671	2730	2810	2867	2924
Útiles de limpieza	60	Unidad	25	1500	1527	1588	1713	1811	1855	1896	1951	1991	2031
Folder manilo	50	Unidad	1	50	51	53	57	60	62	63	65	66	68
Subtotal				4520	4603	4785.9	5162.6	5456.3	5588.9	5713	5879.8	5998.6	6119.7
Equipos de computo													
Laptop	1	Unidad	2500	2500	2546	2647	2855	3018	3091	3160	3252	3318	3385
Impresora	1	Unidad	1100	1100	1120	1165	1256	1328	1360	1390	1431	1460	1489
Software	1	Unidad	10000	10000	10183	10588	11422	12071	12365	12639	13008	13271	13539
Subtotal				13600	13849	14400	15533	16417	16816	17189	17691	18049	18413

Tabla 67. Continua ..Inversiones total del rediseño – aplicando TPM

Elementos utilizados	Cantidad	Unidad medida (Uni)	Costo (S./)/unidad	Inversiones: Costo proyectado									
				2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Capacitación													
Capacitador de mantenimiento	5	Meses	3000	15000	15275	15882	17132	18107	18547	18959	19513	19907	20309
Consultor de TPM	12	Meses	2500	30000	30549	31765	34265	36214	37094	37918	39025	39813	40618
H- Hombre capacitadores	250	horas	10	2500	2546	2647	2855	3018	3091	3160	3252	3318	3385
H-Hombre trabajadores de la Empresa	194	horas		4594	4678	4864	5247	5546	5680	5806	5976	6097	6220
Subtotal				52094	53047	55159	59500	62885	64413	65843	67766	69135	70531
Costo de inversión total S/.				70214	71499	74345	80195	84759	86818	88746	91337	93182	95064

5.3.1.6 Inversión total en la implementación del TPM

La inversión total para implementar TPM es de S/. 67,714

Tabla 68. Inversión total 2019

	Costo Total
Horas- Hombre implementación	4594
Recursos Invertidos	63120
	S/. 67,714

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 BENEFICIOS

Con el TPM se alcanza a disminuir el numero de fallas, disminuir el número de tiempos muertos, aumenta la productividad y genera ahorro en la inversiones.

Estos ahorros se resumen en tabla N° 69. Tenemos un ahorro de S/. 184,801 determinado por la diferencia de los costos de mantenimiento antes del rediseño S/262,361 y despues del rediseño S/77,560 como se muestra en la siguiente tabla N° 69

Ademas se incrementa en número de toneladas a producir en el año en 1,705 toneladas más

Antes del rediseño se dejaban de producir 2,215 tonelada y despues del rediseño este indicador alcanza las 510 toneladas , estimando lograr un beneficio economico de 3.8 soles de utilidad por cada sol invertido.

Comparativo de costos de mantenimiento antes y después de la mejora-2019

Tabla 69. Costos proyectados por paralizaciones de máquinas y equipos antes de rediseño 2019 – 2028

Inflación en Perú			1.8%	4.0%	7.9%	5.7%	2.4%	2.2%	2.9%	2.0%	2.0%
		Costo proyectado de las paralizaciones de máquina y equipos - Antes de rediseño									
Máquinas y equipos de la Planta de pilado	N° de fallas	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Secadoras N°01	1	4200	4277	4355	4435	4516	4599	4683	4768	4856	4945
Secadora N° 02	3	12800	13034	13273	13516	13763	14015	14271	14532	14798	15069
Pre Limpia	1	9000	9165	9332	9503	9677	9854	10035	10218	10405	10596
Motores (Aspiración)	1	4016	4089	4164	4241	4318	4397	4478	4560	4643	4728
Elevadores (17 motores reductores, piñones, cadenas)	5	64920	66108	67318	68550	69804	71082	72382	73707	75056	76429
Fajas de elevadores	4	22240	22647	23061	23483	23913	24351	24796	25250	25712	26183
Tableros, cortes de energía no programado	3	27670	28176	28692	29217	29752	30296	30851	31415	31990	32575
Chumaceras, rodajes	2	8310	8462	8617	8775	8935	9099	9265	9435	9607	9783
Descascaradoras (02)	3	18315	18650	18991	19339	19693	20053	20420	20794	21174	21562
Mesa paddy	1	4430	4511	4594	4678	4763	4850	4939	5030	5122	5215
Pulidora de piedra (02)	7	18420	18757	19100	19450	19806	20168	20537	20913	21296	21686
Pulidora de agua (02)	6	21680	22077	22481	22892	23311	23738	24172	24614	25065	25524
Zaranda Rotex	1	7420	7556	7694	7835	7978	8124	8273	8424	8578	8735
Clasificadores (03)	1	22200	22606	23020	23441	23870	24307	24752	25205	25666	26136
Selectoras	1	6200	6313	6429	6547	6666	6788	6913	7039	7168	7299
Compresores de aire	2	10540	10733	10929	11129	11333	11540	11752	11967	12186	12409
Total	42	262361	271675	281319	291306	301647	312356	323445	334927	346817	359129

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 70. Costos proyectados por paralizaciones de máquinas y equipos después de rediseño 2019 – 2028

Costo proyectado de las paralizaciones de máquina y equipos - después del rediseño

Máquinas y equipos de la Planta de pilado	N° de fallas	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Secadoras N°01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Secadora N° 02	1	3480	3544	3685	3975	4201	4303	4398	4527	4618	4712
Pre Limpia	1	2880	2933	3049	3289	3477	3561	3640	3746	3822	3899
Motores (Aspiración)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elevadores (17 motores reductores, piñones, cadenas)	3	9640	9816	10207	11010	11637	11920	12184	12540	12793	13052
Fajas de elevadores	2	5100	5193	5400	5825	6156	6306	6446	6634	6768	6905
Tableros, cortes de energía no programado	2	9310	9480	9858	10633	11239	11512	11767	12111	12355	12605
Chumaceras, rodajes	2	2933	2987	3106	3350	3541	3627	3707	3815	3892	3971
Descascaradoras (02)	3	4693	4779	4969	5360	5665	5803	5932	6105	6228	6354
Mesa paddy	2	2974	3028	3149	3397	3590	3677	3759	3869	3947	4027
Pulidora de piedra (02)	5	13375	13620	14162	15276	16146	16538	16905	17399	17750	18109
Pulidora de agua (02)	4	13762	14014	14572	15718	16613	17016	17394	17902	18264	18633
Zaranda Rotex	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clasificadores (03)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Selectoras	4	4730	4817	5008	5402	5710	5849	5978	6153	6277	6404
Compresores de aire	3	4943	5033	5234	5646	5967	6112	6248	6430	6560	6692
Total	32	77820	79244	82398	88883	93940	96223	98359	101231	103276	105362

Fuente : Elaboración propia

La productividad se ve incrementada como puede observarse en la tabla 71.

Antes del rediseño se producía 62,41 t/día después de insertar rediseño alcanzaremos 66,15 t/día, luego al observar la tabla N° 68 se producirán 1705 toneladas más al año equivalente a 3,74 toneladas adicionales por día, lo que genera un incremento de los ingresos de S/. 1'875,500

Tabla 71. Beneficios por incremento de producción

	Cantidad	Ingresos
Producción antes de rediseño	62,41 t/día	S/. 40,891.032 anual
Productividad de Materia Prima antes de rediseño	58,4%	
Producción después del rediseño	66,15 t /día	S/. 43,341.480 anual
Productividad de Materia Prima después de rediseño	64,4%	
Incremento de la productividad	6%	
Beneficio por aumento de producción	3,74 t /día	S/. 116,688

Fuente: Elaboración propia

El beneficio total para implementar TPM es de S/.268,010 para el primer año

Tabla 72. Beneficio total

Ahorro por disminución de paradas	151,322
Utilidad por la venta de 1705 toneladas /anuales	116,688
Total	S/. 268,010

Fuente: Elaboración propia

5.3.3 RELACION COSTO - BENEFICIO

De acuerdo a lo explicado líneas arriba, se determina la relación costo beneficio del rediseño mediante la implementación del TPM:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{S/268,010}{S/67714} = 3,8$$

El estudio demuestra que instalar TPM en el sistema de mantenimiento de la planta molinera es rentable, por que el beneficio supera a la inversión realizada

El análisis beneficio-costo demuestra que la implementación del mantenimiento Productivo Total es rentable, debido a que se obtiene 3,8 soles de utilidad por cada sol invertido.

Tabla N° 73 Beneficio proyectado de rediseño del sistema de mantenimiento aplicando TMP – año 2019 - 2028

		1.8%	4.0%	7.9%	5.7%	2.4%	2.2%	2.9%	2.0%	2.0%
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Disminuciones paradas de máquinas	151322	192431	198921	202423	207707	216133	225086	233696	243541	253767
Incremento de la capacidad y utilidad	116,688	118823	123553	133276	140860	144282	147486	151792	154858	157986
Beneficio	268010	311254	322474	335700	348567	360415	372571	385488	398399	411753
Costo	70214	71499	74345	80195	84759	86818	88746	91337	93182	95064
Relación costo - beneficio	3.8	4.4	4.3	4.2	4.1	4.2	4.2	4.2	4.3	4.3

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 73.

Esta investigación, evidencia que la proyección que la relación beneficio/costo es rentable obteniéndose 3.8 soles por cada sol invertido para el año 2019; para el año 2028 se alcanza 4.3 soles por cada sol invertido

VI. CONCLUSIONES

1. Mediante el rediseño del sistema de mantenimiento y con la realización de la propuesta de instalar TPM – mantenimiento total programado se incrementará los resultados finales de 1,23 a 1,29 la productividad de materia prima incremento en 5% produciendo 1,705 toneladas adicionales.
2. El diagnóstico a la planta molinera en pilado de arroz determina que la línea de procesamiento de pilado de arroz presenta baja productividad debido principalmente a la deficiente gestión del mantenimiento preventivo lo que generó pérdidas de S/. 262, 361 además se detectaron otras causas como son ausencia de inspecciones al proceso productivo, falta de capacitación e inducción hacia los trabajadores y falta trabajadores calificado en las labores o puestos críticos en el sistema de mantenimiento, entre otros. Siendo la deficiente gestión de mantenimiento la responsable del 54% de los costos. Se determinó que la eficiencia global de los equipos en promedio es de 52%
3. Para incrementar la productividad se propuso mejorarla rediseñando el sistema de mantenimiento con la puesta en marcha de TPM – mantenimiento total programado. Con esta herramienta se estima disminuir de 231 horas de paralizaciones por fallas en los equipos a 81 horas totales. Con el TPM se logra incrementar de 52% a 63% el indicador OEE.
4. Para implementar el mantenimiento total programado se debe invertir S/. 67,714 y se obtiene un beneficio de S/. 268,010. Determinando que por cada 01 nuevo sol invertido se produce 3,8 soles, significa 2,8 soles de ganancia.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere aumentar dos trabajadores al área de calidad y mejorar los perfiles de contratación del personal técnico en esta área.
2. Se recomienda implementar sistema de planeamiento productivo total (TPM) a las demás áreas de la planta. (Recepción,Secado,Almacen).
3. Coordinar y establecer un equipo multidisciplinario que establezca objetivos, metas y mejoras de la aplicación de TPM, cumpliendo con honestidad los planes que desarrolla el TPM.
4. Fomentar, la participación, el compromiso, la conciencia de todos los trabajadores en continuar desarrollando y evaluando oportunidades de mejora para la empresa molinera, como es en este caso la implementación de TPM.
5. Complementar con la aplicación de RCM (Reliability Centred Maintenance)

VIII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] Diario Gestión : Minagri: arroz pilado en molinos y mayoristas supera las 451,000 toneladas, «Diario Gestión,» [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-minagri-arroz-pilado-molinos-y-mayoristas-supera-las-451000-toneladas-726146.aspx>. [Último acceso: 23 09 2018].
- [2] M. d. A. y. Riego, «Ministerio de Agricultura y Riego: ARROZ,» [En línea]. Available: <http://www.minagri.gob.pe/portal/26-sector-agrario/arroz>. [Último acceso: 18 09 23].
- [3] D. Gestión, «Diario Gestión Producción agropecuaria fue el sector que más aportó al crecimiento del PBI de julio,» 15 09 2017. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/produccion-agropecuaria-sector-aporto-crecimiento-pbi-julio-143601>.
- [4] Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas del MINAGRI, «Informe Coyuntura de arroz 2011 -2017,» [En línea]. Available: http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/Informe-coyuntura-arroz-280818_o.pdf.
- [5] Minagri, «IV Cenagro Ministerio de Agricultura y riego,» [En línea]. Available: <http://minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/26-sector-agrario/arroz>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [6] MINAGRI, «Importancia de la calidad en las agroexportaciones,» [En línea]. Available: <http://minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/26-sector-agrario/arroz>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [7] C. Najar y J. Álvarez, «Mejora en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias,» [En línea]. Available: <http://textos.pucp.edu.pe/texto/Mejoras-en-el-proceso-productivo-y-modernizacion-mediante-sustitucion-y-tecnologias-limpias-en-un-m>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [8] Pinazo, «Comparación de tres sistemas de transplante manual de arroz(Oryza sativa L.) en el valle Jequetepeque. Tesis para optar el grado de ingeniero agronomo,» [En línea]. Available: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2863/F01-P555-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [9] I. Cruz y J. Burdano, «Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de lean manufacturing. Caso de estudio de mezclas de ingredientes para panaderia industrias XYZ,» [En línea]. Available: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68158/1/redise%C3%B1o_sistema_productivo.pdf. [Último acceso: Febrero 2018].
- [10] A. L. Paque Salazar, D. Licht Ardilla y T. Castilla Peñate, «Mejora en el proceso de trilla para reducción del exceso de arroz partido en la empresa molino X,Y,Z,» [En línea].

- Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47843368005>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [11] O. Mendez Neiza y H. Palacio Jaramillo, «Propuesta de mejoramiento de la productividad bajo las herramientas de Lean Manufacturing para la línea de bollería en Bimbo de Colombia S. A. en la Planta de Tenjo Cundinamarca,» [En línea]. Available: <https://docplayer.es/3502663-Propuesta-de-mejoramiento-de-la-productividad-bajo-las-herramientas-de-lean-manufacturing.html>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [12] E. Saldaña Coba , «Rediseño de procesos para incrementar la productividad en el area de etiquetado de una empresa agroindustrial,» [En línea]. Available: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9554/SALDA%C3%91A%20COBA%2c%20Evelyn%20Paola.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [13] E. Guerrero Vargas, «Propuesta de mejora de operaciones en el molino de arroz Puro norte S.A.C. para reducir los niveles de desperdicios y demoras en la producción,» [En línea]. Available: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/9771/Guerrero%20Vargas%20Eddy%20Marcel%20%28Tesis%20Parcial%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [14] J. De la Cruz Gonzales, «Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en el área de pozos basado en el TPM para mejorar la productividad de los equipos de bombeo de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A,» [En línea]. Available: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12776>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [15] G. Carpio Coronado, «Plan de mejora en el area de producción de la empresa Comolsa S.A.C. para incrementar la productividad usando herramientas de Lean Manufacturing-Lambayeque,» [En línea]. Available: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/2297/CARPIO%20CORONADO%2C%20CHRISTIAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [16] A. Maldonado Mondragon y S. Ysique Chavez, «Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el area de producción de la empresa Induamerica S.A.C. Lambayeque 2016,» [En línea]. Available: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4069/TESIS-FINAL-MALDONADO-YSIQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [17] Y. Cruz Vásquez y L. Rivera Andonaire , «Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la mejora de la productividad del proceso de producción de arroz en la empresa Induamerica S.A.C.,» [En línea]. Available: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/5398>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [18] J. M. Franquet y C. Borrás, «Variedades y mejora del arroz (Oryza sativa L.) Universidad Nacional de Cataluña 2004. Copy rapid Tortosa,» 2004. [En línea]. Available: http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNEDCentroAsociadoTortosa-Libros-5025/Franquet_Bernis_JoseMaria_Variedades.pdf. [Último acceso: Marzo 2018].

- [19] INIA, «Análisis de las variedades más comerciales de arroz en el Perú 2017.» [En línea]. Available: <http://profesionalesdelagro.com/caracteristicas-de-las-variedades-mas-comerciales-de-arroz-en-peru/>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [20] «Cadenas Administración de Operaciones,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/aocadenasvictor/1-1-definicion-concepto-de-sistemas-de-produccion>. [Último acceso: Enero 2018].
- [21] D. De La Fuente, I. Fernandez y N. Garcia, «Administración de empresas en ingeniería. Universidad de Oviedo,» 2006. [En línea]. Available: <https://books.google.com.pe/books?id=ablfgZihSuOC&pg=PA41&dq=sistema+productivo&hl=en&sa=X&ved=oahUKEwiVqez-r9PgAhVQmeAKHeGUD9w4ChDoAQgsMAE#v=onepage&q=sistema%20productivo&f=false>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [22] O. Vásquez, «Apuntes de estudio Ingeniería de métodos,» [En línea]. Available: https://issuu.com/oscarvgervasi/docs/ingenier_a_de_m_todos/3. [Último acceso: Febrero 2018].
- [23] D. Gonzales Gomez y R. Carro Paz, «El sistema de producción y operaciones. Universidad Nacional de mar de Plata,» [En línea]. Available: http://nulan.mdp.edu.ar/1606/1/o1_sistema_de_produccion.pdf. [Último acceso: Febrero 2018].
- [24] A. Suñé, F. Gil y I. Arcusa, «Manual práctico de diseño de sistemas productivos. Editorial Diaz de Santos 2004,» [En línea]. Available: https://books.google.com.pe/books?id=oPoTHCPJ2-gC&printsec=frontcover&dq=sistema+productivo&hl=en&sa=X&ved=oahUKEwj1_Iqkr9PgAhVGPn8KHR7kAawQ6AEIMDAB#v=onepage&q=sistema%20productivo&f=false. [Último acceso: Febrero 2018].
- [25] R. Garcia Criollo, «Estudio de trabajos. Ingeniería de métodos del trabajo. Mc Graw Hill Interamericana,» [En línea]. Available: https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf. [Último acceso: Febrero 2018].
- [26] R. Chase, R. Jacobs y N. Aquilano, «Administración de operaciones .Producción y cadena de suministros,» [En línea]. Available: https://www.u-cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion_de_Operaciones_-_Completo.pdf. [Último acceso: Febrero 2018].
- [27] R. Chiong Rayo, «Rediseño del proceso de ingeniería de detalle en una empresa de ingeniería de mecánica industrial,» [En línea]. Available: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130385/cf-chiong_rr.pdf?sequence=1. [Último acceso: Febrero 2018].

- [28] J. Bravo Carrasco, «Gestión de procesos. Desde la mejora hasta el rediseño. Resumen 2011,» [En línea]. Available: Bravo Carrasco. Gestión de Procesos. Desde la mejora hasta el rediseño. Resumen- 2011. [Último acceso: Febrero 2018].
- [29] L. Asmat Cueva y T. Perez, «Rediseño de procesos de recepción, almacenamiento, picking y despacho de productos para la mejora en la gestión de pedidos de la empresa distribuidora Hermer en el Perú,» [En línea]. Available: http://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1452/perez_tjp.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: Marzo 2018].
- [30] T. H. Davenport y J. Short, «Information Technology and Business Process Redesign. Sloan Management review,» [En línea]. Available: <https://sloanreview.mit.edu/article/the-new-industrial-engineering-information-technology-and-business-process-redesign/>. [Último acceso: Marzo 2018].
- [31] S. Aguirre y N. Cordova, «Diagnóstico de la madurez de los procesos en empresas medianas Colombianas,» [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/inun/v12n2/v12n2a04.pdf>. [Último acceso: Marzo 2018].
- [32] P. Harmon, «Business Process Change 2007,» [En línea]. Available: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=wSLnCTBjbn8C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Business+Process+Change.&ots=2_P_RJOtaC&sig=69PKa7DVx1iSM3klh9Ew8nUs4to#v=onepage&q=Business%20Process%20Change.&f=false. [Último acceso: Abril 2018].
- [33] Nakajima, Seiichi, [En línea]. Available: http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf. [Último acceso: Abril 2018].
- [34] L. Cuatrecasas Arbós, «TPM en un entorno de Lean Management,» [En línea]. Available: https://books.google.com.pe/books/about/TPM_en_un_entorno_Lean_Management.html?id=n5qUDVbPA6wC&redir_esc=y. [Último acceso: Febrero 2018].
- [35] C. Gómez Santos, «Mantenimiento productivo total. Una visión global. Las canarias. Editorial Académica española,» [En línea]. Available: <https://books.google.com.pe/books?id=IPtzAgAAQBAJ>. [Último acceso: Enero 2018].
- [36] F. Bojorquez Esquer, «Diseño de un plan de mantenimiento productivo total para el área de texturizado en una empresa productora de yeso,» [En línea]. Available: https://www.academia.edu/36549784/_Dise%C3%B1o_de_un_plan_de_Mantenimiento_Productivo_Total_para_el_%C3%A1rea_de_texturizado_en_una_empresa_productora_de_yeso_TITULACI%C3%93N_POR_TESIS_QUE_PARA_OBTENER_EL_T%C3%8DTULO_DE_INGENIERO_INDUSTRIAL_Y_DE_SISTEMAS. [Último acceso: Febrero 2018].
- [37] G. Kush, C. Paule y N. De La Cruz, «Rice Grain Quality Evaluation and Improvement at IRRI. In Proceeding on the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality.

International Rice Research Institute,» [En línea]. Available:
http://books.irri.org/9711040107_content.pdf. [Último acceso: Febrero 2018].

ANEXOS

Anexo N° 01: Criticidad de los equipos de la Planta.

Análisis de Criticidad

Registrar el nivel de importancia de cada punto critico del equipo en estudio (la suma debe ser igual a 100)

Frecuencia de velocidad de manifestación de la falla	10
Seguridad del trabajador y en su entorno	25
costos de no producir por paralizaciones	30
costos de reparación	35
Total	100

Proceso de evaluación:

Introduce el valor 1 para cada factor que mejor describa la situación en caso se suceda la falla

FACTORES														
	Velocidad de manifestación de la falla				Seguridad de personal y el ambiente				Costos de parada de producción			Costos de reparación		
	Periodo				Descripción				Criterio			Clasificación de acuerdo a Pareto		
Máquinas / Equipos	Muy corto,no da tiempo de detener la máquina	Corto si es posible deterner la máquina	Suficiente ,es posible programar la intervención	Sin consecuencias	Efecto temporal sobre las personas	Efecto temporal sobre las personas y el ambiente	Efecto irreversible sobre las personas	Efecto irreversible sobre las personas y el ambiente	No implica demora en la entrega	Implica demora de corto tiempo en la entrega	Implica demora y perdida de clientes	Clasificación		
												A	B	C
Secadoras N°01		1				1				1		1		
Secadora N° 02		1				1				1			1	

Anexo N° 01: (...Continua) Criticidad de los equipos de la Planta

	FACTORES													
	Velocidad de manifestación de la falla			Seguridad de personal y el ambiente					Costos de parada de producción			Costos de reparación		
	Periodo				Descripción				Criterio			Clasificación de acuerdo a Pareto		
Máquinas / Equipos	Muy corto, no da tiempo de detener la máquina	Corto si es posible detener la máquina	Suficiente ,es posible programar la intervención	Sin consecuencias	Efecto temporal sobre las personas	Efecto temporal sobre las personas y el ambiente	Efecto irreversible sobre las personas	Efecto irreversible sobre las personas y el ambiente	No implica demora en la entrega	Implica demora de corto tiempo en la entrega	Implica demora y perdida de clientes	Clasificación		
												A	B	C
Máquina Pre Limpia			1		1					1				1
Motores (Aspiración)	1				1						1		1	
Elevadores (motores reductores)		1				1			1				1	
Fajas de elevadores			1		1					1				1
Electricidad (Tableros)		1				1				1		1		
Chumaceras, rodajes		1				1			1				1	
Descascaradoras	1				1						1		1	
Mesa paddy		1				1			1					1
Pulidora de piedra	1				1						1		1	
Pulidora de agua	1				1						1		1	
Zaranda Rotex														
Clasificadores			1			1				1				1
Selectoras			1		1				1			1		
Compresores de aire		1				1				1			1	

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 02 Verificación del mantenimiento preventivo de las bandas transportadoras

Mantenimiento preventivo de bandas transportadoras										
Complete la información solicitada y marque con una "x" el tipo de ítems que realizó										
Fecha y Hora	Verificación del estado físico de la banda	Detección de fisuras	Engrase chumaceras	Verificación de	Cambio de bandas	Cambio de	Cambio de poleas	Cambio de banda	Engrase y lubricación	PLANTA: RESONSABLE: HORA HOMBRE: OBSERVACIONES:

Elaboración: Propia

Anexo N°03 Encuesta a los trabajadores del área de manufactura

1. Ud. qué opinión tiene del Sistema Productivo de Pilado de Arroz funciona:

Correctamente Con algunos problemas Mal

2. De existir un Plan de Producción Diario ¿Se cumple?

Siempre Con frecuencia A veces Nunca

3. La empresa ¿Reprocesa Arroz Pilado?

SI NO

Mencione 3 motivos de Reproceso:

4. ¿Considera Ud. que los controles realizados en las etapas del proceso son suficientes?

SI NO

5. ¿Considera suficiente el monitoreo a parámetros críticos como % de humedad y % de pulido?

SI NO

6. Los operarios reciben los suministros (sacos, hilo, aceite) en el tiempo requerido

Siempre Con frecuencia A veces Nunca

7. ¿Cuántas paradas por falla de equipos se producen en promedio al mes?

0 – 10 10 – 20 20 – 30 30 – 40 40 - a más

8. ¿Con que frecuencia reciben mantenimiento la maquinaria y equipos clave?

1 vez por semana 1 vez cada quincena 1 vez al mes Cada campaña

9. ¿Se cumplen las normas y planes de seguridad y salud ocupacional en el trabajo?

SI NO

10. Existen programas de capacitación e inducción en las funciones que realiza.

SI NO

Anexo N°04 Encuesta a los trabajadores de Mantenimiento

11. En su opinión la gestión de mantenimiento se realiza:

Correctamente Con algunos problemas Mal

12. De existir un plan de mantenimiento programado semanal ¿Se cumple?

Siempre Con frecuencia A veces Nunca

13. La empresa ¿realiza mantenimiento a sus equipos?

SI NO

Mencione 3 actividades de para reparar su equipo:

14. ¿Considera Ud. que las labores realizados en el mantenimiento preventivo son suficientes?

SI NO

15. ¿Considera suficiente el monitoreo del origen de las paralizaciones de los equipos?

SI NO

16. Los operarios reciben los EPP (Equipos de protección personal) adecuados y en buen estado

Siempre Con frecuencia A veces Nunca

17. ¿Cuántas paradas por falla de equipos se producen en promedio al mes?

0 – 10 10 – 20 20 – 30 30 – 40 40 - a más

18. ¿Con que frecuencia reciben mantenimiento la maquinaria y equipos clave?

1 vez por semana 1 vez cada quincena 1 vez al mes Cada campaña

19. ¿Se cumplen las normas y planes de seguridad y salud ocupacional en el trabajo?

SI NO

20. Existen programas de capacitación e inducción en mantenimiento autónomo preventivo

SI NO

Anexo N° 04: Gastos de energía eléctrica en el molino "San Fernando S.R.L"

Imagen N°01: Gasto de energía mes de Marzo 2014

FECHA	CUENTA	IMPORTE
10/04/2014	009-174-000001364120-44	9,374.20
Banco : SCOTIANBANK		
Son : Nueve Mil trescientos Setenta y Cuatro 20/100 Soles		
Cliente :		
Grupo : GASTOS DE PRODUCCION		
Concepto : ELECTRICIDAD		
Detalle : PAGO ELECTRICIDAD MES MARZO MOLINO		
Firma		
DNI		
H.Digital		
Nombre		
Impreso: 11/04/2014	Hora: 06:05:10	Usuario: Mayra

Imagen N°02 Gasto de energía mes de Junio 2014

FECHA	CUENTA	IMPORTE
13/07/2014	009-174-000001364120-44	8,750.30
Banco : SCOTIANBANK		
Son : Ocho Mil Setecientos cincuenta y 30/100 Soles		
Cliente :		
Grupo : GASTOS DE PRODUCCION		
Concepto : ELECTRICIDAD		
Detalle : PAGO ELECTRICIDAD MES JUNIO MOLINO		
Firma		
DNI		
H.Digital		
Nombre		
Impreso: 14/07/2014	Hora: 13:15:32	Usuario: Mayra

Imagen N°02 Gasto de energía mes de Agosto

FECHA	CUENTA	IMPORTE
20/09/2014	009-174-000001364120-44	7,429.10

Banco : SCOTIANBANK

Son : Siete Mil Cuatrocientos VeintiNueve y 10/100 Soles

Cliente :

Grupo : GASTOS DE PRODUCCION

Concepto : ELECTRICIDAD

Detalle : PAGO ELECTRICIDAD MES AGOSTO MOLINO

Firma	DNI	H.Digital	Nombre
Impreso: 21/09/2014	Horas: 16:08:50	Usuario: Mayra	

Anexo N° 05: Perfil de la persona a contratar para el área de control de calidad

Descripción del puesto:

-Inspector de control de calidad

-Reconocida empresa del sector agroindustrial requiere profesional para cubrir el cargo de inspector en el área control de calidad.

Requisitos:

-Bachiller o titulado de la carrera profesional de Ingeniería Industrial, Ingeniería Química y carreras afines.

-Experiencia 02 años en molinos de arroz

-Conocimiento de programas: Microsoft Excel a nivel Básico

Funciones a realizar:

-Aseguramiento de la calidad en proceso y productos terminados y sub productos.

-Conocimientos principales de molinos de arroz.

-Determinación de la humedad del arroz cascara antes y después del secado.

- Con ayuda de la maquina limpiadora de impurezas, sacar y pesar las impurezas que tiene la materia prima: palos, hojas, piedras, etc.

- Determinar el rendimiento de masa blanca

- Determinar los porcentajes de arroz quebrado, tizado y manchado antes y después del proceso de pilado (materia prima y producto terminado).

- Determinar la cocción del arroz

- Por ultimo registrar todos los parámetros de control de calidad.

Elaboración: Propia

Anexo N° 06: Días laborales, paradas de máquinas y de producción en el año 2019 antes de la propuesta.

Días laborales, paradas y producción en el año 2018			
Mes	Días laborales	Días de paradas por falla	Días de producción
Enero	27	8	19
Febrero	24	6	18
Marzo	26	8	18
Abril	26	6	20
Mayo	27	5	22
Junio	25	3	22
Julio	27	2	25
Agosto	26	3	24
Septiembre	26	4	23
Octubre	27	3	24
Noviembre	25	4	21
Diciembre	24	3	23
Total	310	55	255

Fuente: Empresa Molinera

Elaboración: Propia

Anexo N° 07: Verificación del mantenimiento preventivo de pulidora

Mantenimiento preventivo de la pulidora											
Complete la información solicitada y marque con una "x" el tipo de ítems que realizó											
Fecha y Hora	Limpieza superficial	Detección de ruidos	Engrase y lubricación	Estructura metálica	Poleas	Chumaceras	Sistema eléctrico	Motor	Limpieza interna	Planta: Responsable	Observaciones

Elaboración: Propia

Anexo N° 08: Check list :Control de la arroz cascará

Control de materia prima - Molino														
Fecha	Hor	# de sac	lote	Maqu	# muestra	cli	Varie	tipo secad	tiemp o	% H	%	%T	%	OBSERVACIONES

Elaboración propia

Anexo N° 09 Costos por paralizaciones de máquinas y equipos antes y después del rediseño año 2019

Máquinas y equipos de la Planta de pilado	ANTES DEL REDISEÑO							DESPUES DEL REDISEÑO					
	N° de fallas	Tiempo reparación (Hr)	Costo de Reparar (S./.)	Toneladas dejadas de producir	Precio/Servicio pilado (Soles/t)	Servicio no facturado	Costo total de la falla	N° de fallas	Tiempo reparación (Hr)	Costo de Reparar (S./.)	Toneladas dejadas de producir	Servicio no facturado (S./.)	Costo total de la falla
Secadoras N°01	0	0	4200	0	24	0	4200	0	0	0	0	0	0
Secadora N° 02	3	48	5600	300	24	7200	12800	1	12	1800	70	1680	3480
Pre Limpia	1	24	1800	300	24	7200	9000	1	18	1200	70	1680	2880
Motores (Aspiración)	1	8	2600	59	24	1416	4016	0	0	0	0	0	0
Elevadores (17 motores reductores, piñones, cadenas)	5	12	3600	438	140	61320	64920	3	7	2500	51	7140	9640
Fajas de elevadores	4	4	6000	116	140	16240	22240	2	2	3000	15	2100	5100
Tableros, cortes de energía no programado	3	8	4150	168	140	23520	27670	2	6	3150	44	6160	9310
Chumaceras, rodajes	2	3	2150	44	140	6160	8310	1	2	1100	13	1820	2920
Descascaradoras (02)	3	4	2355	114	140	15960	18315	2	3	1450	23	3220	4670
Mesa paddy	1	3	1350	22	140	3080	4430	1	2	1000	14	1960	2960
Pulidora de piedra (02)	7	14	4000	103	140	14420	18420	5	10	2800	75	10500	13300
Pulidora de agua (02)	6	18	3200	132	140	18480	21680	4	12	2200	82	11480	13680
Zaranda Rotex	1	4	3500	28	140	3920	7420	0	0	0	0	0	0
Clasificadores (03)	1	48	1200	150	140	21000	22200	0	0	0	0	0	0
Selectoras	1	5	1300	35	140	4900	6200	1	4	500	30	4200	4700
Compresores de aire	2	4	2700	56	140	7840	10540	2	3	1700	23	3220	4920
Total	41	207	49705	2065	1776	212656	262361	25	81	22400	510	55160	77560

Anexo N° 10 Inventario de máquinas y equipos de la empresa molinera de arroz Parte I

MOTORES Y MOTORREDUCTORES - PLANTA SECADO Y PRENSAS CASCARILLA.						
Nº	TIPO	MODELO	MAQUINA	RPM	Pot. HP	KW
1	Motorreductor	FA57GRX112M4	ELEV - N° 01 TOLVAS	1720/90	5.5	4.00
2	Motorreductor	FA67GRX13254	ELEV - N° 02 SALIDA PRELIMPIAS	1720/95	7.5	5.50
3	Motorreductor	FA776RX132M4	ELEV - N° 03 SECADORA-KEPLER	1750/89	10	7.50
4	Motorreductor	FA77GRCS132M4	ELEV - N° 04 SECADORA-PAGE	1750/89	10	7.50
5	Motorreductor	RS7DRS9024	ELEV - N° 05 TOLVA-PADDY MONTACARGA	1715/92	3	2.20
7	Motorreductor	FA47GR2100L4	FAJA T - N° 01 TOLVA	1700/55	4	3.00
8	Motorreductor	FA37GR2100L4	FAJA T - N° 02 TOLVA	1700/153	4	3.00
9	Motorreductor	FA37GR2100L4	FAJA T N° 03 SALIDA PRELIMPIAS	1700/153	4	3.00
10	Motorreductor	FA37GRU100M4	FAJA T N° 04 SILOS HUM-KEPLER	1700/153	3	2.20
11	Motorreductor	FA47GRES100M4	FAJA T N° 05 SILOS HUM-PAGE	1700/123	4	3.00
12	Motorreductor	FA47GRS90L4	FAJA T N° 06 TORRE PAGE	1715/123	3	2.20
13	Motorreductor	FA47GDRS100M4	FAJA T N° 07 SILOS KEPLER -ABAJO	1720/123	4	3.00
14	Motorreductor	FA47GDRS100M4	FAJA T N° 08 SILO KEPLER -ARRIBA	1720/123	4	3.00
15	Motorreductor	RS7DRS100M4	FAJA T N° 09 SILOS PAGE ABAJO	1720/159	4	3.00
16	Motorreductor	R47DRS90L4	FAJA T N° 10 CRUZA A TOLVA	1715/145	3	2.20
17	Motorreductor	R57DRS100M4	FAJA T N° 11 SILOS PAGE ARRIBA	1720/159	4	3.00
18	Motorreductor	FA47GARS100M4	FAJA T N° 12 KEPLER A SILOS PAGE	1720/123	4	3.00
19	Motorreductor		TRANSP. CADENA - 01		3	2.20
20	MOTOR		AREACION SILO H - N° 01		3	2.20
21	MOTOR		AREACION SILO H - N° 02		3	2.20
22	MOTOR		AREACION SILO H - N° 03		3	2.20
23	MOTOR		AREACION SILO H - N° 04		3	2.20
24	MOTOR		AREACION SILO H - N° 05		3	2.20
25	MOTOR		AREACION SILO H - N° 06		3	2.20
26	MOTOR		PRE-LIMPIA PAGE aspiración		3	2.20
27	MOTOR		PRE-LIMPIA PAGE ZARANDA		3	2.20
28	MOTOR		PRE-LIMPIA KEPLER aspiración		3	2.20
29	MOTOR		PRE-LIMPIA KEPLER ZARANDA		3	2.20
30	MOTOR		VENTILDOR SEC KEPLER		15	11.00
31	MOTOR		VENTILDOR SEC KEPLER		15	11.00
32	MOTOR		VENTILADOR SEC PAGE		15	11.00
33	MOTOR		VENTILADOR SEC PAGE		15	11.00
34	Motorreductor		ELEVADOR SEC. KEPLER 70 TON		25	18.50
35	MOTOR		VENTILADOR SEC. KEPLER 70 TON		25	18.50
	MOTOR		VENTILADOR SEC. KEPLER 70 TON		25	18.50
	MOTOR		BANDEJA DE DESCARGA SEC. A FAJA		1	0.75
36	MOTOR		FAJA RECIRCULACION SEC. KEPLER 70 TN		3	2.20
37	Motorreductor		ELEV- SILOS DE ALMACENAMIENTO	1760/91	20	15.00
38	Motorreductor	R57DRS100M4	FAJA TRANSP. KEPLER-PAGE A SILOS	1720/123	4	3.00
39	Motorreductor	R47DRS90L4	FAJA T - CARGA SILO G# 01	1715/145	3	2.20
40	Motorreductor	R47DRS90L5	FAJA T - DESCARGA SILO G# 01	1715/145	3	2.20
41	Motorreductor	R47DRS90L6	FAJA T - CARGA SILO G# 02	1715/145	3	2.20
42	Motorreductor	R47DRS90L7	FAJA T - DESCARGA SILO G# 02	1715/145	3	2.20
43	MOTOR	TE1BFOX0	VENT-AREACION SILO G# 1- N° 01	1755	15	11.00
44	MOTOR	TE1BFOX1	VENT-AREACION SILO G# 1- N° 02	1755	15	11.00
45	MOTOR	TE1BFOX2	VENT-AREACION SILO G# 2- N° 03	1755	15	11.00
46	MOTOR	TE1BFOX3	VENT-AREACION SILO G# 2- N° 04	1755	15	11.00
47	Motorreductor		SINFIN INTERIOR SILO G# 01 4 HP	1750		no
48	Motorreductor		SINFIN INTERIOR SILO G# 02 4 HP	1750		no
49	Motorreductor	R77DT71D6	SIN FIN PAJILLA DE TVA A HORNO N°1		0.4	0.54
50	MOTOR	1LAZ1122460	INyec. AIRE - PAJILLA AL HORNO N°1	3480	5	4.00
51	MOTOR	1LAZ1122460	INyec. AIRE AL HORNO N°1	3480	5	4.00
52	Motorreductor	R77DT71D4	BARREDOR HORNO N°1		0.4	0.54
53	Motorreductor	R77DT71D5	SIN FIN CENIZA N°1		0.4	0.54
54	MOTOR		ELEV. DE CENIZA A TVA		0.4	0.54
55	Motorreductor	R77DT71D6	SIN FIN PAJILLA DE TVA A HORNO N°2		0.4	0.54
56	MOTOR	1LAZ1122460	INyec. AIRE - PAJILLA AL HORNO N°2	3480	5	4.00
57	MOTOR	1LAZ1122460	INyec. AIRE AL HORNO N°2	3480	5	4.00
58	Motorreductor	R77DT71D4	BARREDOR HORNO N°2		0.4	0.54
59	Motorreductor	R77DT71D5	SIN FIN CENIZA N°2		0.4	0.54
TOTAL					371.8	277.5

Fuente: Empresa molinera

Anexo N° 11 Inventario de máquinas y equipos de la empresa molinera de arroz Parte II

PRENZA DE CASCARILLA DE ARROZ						
	Motorreductor		ELEVADOR CASCARILLA P° PRENZA		5	4
50	Motorreductor		COMPACTADORA N° 01		30	22
51	Motorreductor		COMPACTADORA N° 02		30	22
TOTAL					65.00	48.00

MOTORES Y MOTORREDUCTORES - PLANTA PILADO.						
N°	T	MODELO	MAQUINA	RPM	Pot. HP	KW
1	MOTORREDUCT		ELEV. N° 01 (TOLVA PILADO)		3	2.2
2	MOTOR		PRE-LIMPIA PAGE ASPIRACIÓN		5	3.7
3	MOTOR		PRE-LIMPIA PAGE ZARANDA		3	2.2
4	MOTORREDUCT		ELEV. N° 02 (SALIDA DE PRELIM)		3	2.2
	MOTOR		DESPREDADORA VIBRADOR N°1	870	0.5	0.35
	MOTOR		DESPREDADORA VIBRADOR N°2	870	0.5	0.35
5	MOTORREDUCT		ELEV. N° 03 (SALIDA DE DESPRED)		3	2.2
6	MOTOR		ELEV. N° 04 (RETORNO)		1	0.75
7	MOTORREDUC		ELEV. N° 05 SALIDA MESA PADDY		3	2.2
8	MOTORREDUC		ELEV. N° 06 SALIDA CALIBRADOR 3HP			no c
9	MOTORREDUC		ELEV. N° 07 SALIDA TVA PADDY		3	2.2
10	MOTORREDUC		ELEV. N° 08 SALIDA PULID VERT N°1		3	2.2
11	MOTORREDUC		ELEV. N° 09 SALIDA PULID VERT N°2		3	2.2
12	MOTORREDUC		ELEV. N° 10 HIDROPULIDORA N°1		3	2.2
13	MOTORREDUC		ELEV. N° 11 HIDROPULIDORA N°2		3	2.2
14	MOTORREDUC		ELEV. N° 12 SALIDA GRANULADOR(MIXTO)		3	2.2
15	MOTOR		ELEV. N° 13 SALIDA 2 CLASIFICADORES		1	0.75
16	MOTORREDUC		ELEV. N° 14 SALIDA GRANULADOR-CLASIFIC 3HP			no c
17	MOTOR		ELEV. N° 15 SALIDA SELECTORA 1 (MIXTO) 1HP			no c
18	MOTOR		ELEV. N° 16 SALIDA RECUPER SELECT N°2		1	0.75
19	MOTORREDUC		ELEV. N° 17 SALIDA SELECTORAS (PRODUCTO)		3	2.2
20	MOTORREDUC		SINFÍN DE RECUPERACIÓN		1	0.75
21	MOTOR		DESCASCARADORA N°01		12	8.6
22	MOTOR		CIRCUITO SEPAR DESCASCARADORA N°01		7	4.8
23	MOTOR		DESCASCARADORA N°02		12	8.6
24	MOTOR		CIRCUITO SEPAR DESCASCARADORA N°02		7	4.8
25	MOTOR		MESA PADDY		7	5
26	MOTOR		CALIBRADOR BHULER		0.3	0.22
27	MOTOR		CALIBRADOR CHINO		1.5	1.1
28	MOTOR		PULIDORA VERTICAL N°01		71	53
29	MOTOR		PULIDORA VERTICAL N°02		71	53
30	MOTOR		HIDROPULIDORA N° 01		71	52
	MOTOR		VENTILADOR DE HIDROPULID N°1		1	0.75
31	MOTOR		HIDROPULIDORA N° 02		70	45
	MOTOR		VENTILADOR DE HIDROPULID N°2		0.75	1
32	MOTOR		electrobonba de pulidora N°1		0.5	0.37
34	MOTOR		electrobonba de pulidora N°2		0.5	0.37
33	MOTOR		GRADUADOR DE GRANOS (Rotex)		3	2.2
35	MOTORREDUCT		CLASIFICADORES (2)		6	4.4
36	MOTORREDUCT		CLASIFICADORES (2)		4	3
	MOTORREDUCT		CLASIFICADOR		1	0.75
	CIRCUITOS-EYEECT		SELECTORA DE GRANOS -Z N°1		4	3
	CIRCUITOS-EYEECT		SELECTORA DE GRANOS -Z N°2		4	3
	TIPO MOTOR		ESTABILIZADOR N°1		3.2	2.4
	TIPO MOTOR		ESTABILIZADOR N°2		3.2	2.4
40	MOTORRED		ZARANDA CLASIFICADOR		2	1.5
37	MOTORRED		SIN FIN A TVA ARROZ		1	0.75
39	MOTOR		ASPIRACION POLVILLO N°1		30	22
	MOTOR		ASPIRACION POLVILLO N°2		15	11
38	MOTOR		SIN FIN DE POLVILLO		1	0.75
	MOTORREDUCT		EXCLUSA POLVILLO N°2		0.75	0.55
39	MOTOR		ASPIRACIÓN DE POLVO N°1		10	7.5
39	MOTOR		ASPIRACIÓN DE POLVO N°2		15	11
39	MOTORREDUCT		TRANS. SIN FIN - EXCLUSA POLVO		1.5	1.1
39	MOTOR		COMPRESOR N° 01		30	22
39	MOTOR		COMPRESOR N° 02		40	30
41	MOTOR		MOTORREDUCTOR SINFIN PAJILLA 1		3	2.2
42	MOTOR		MOTORREDUCTOR SINFIN PAJILLA 2		5.5	4
43			BALANZAY COSEDORA SEMI-AUTOMATICA			2.2
TOTAL					561.70	410.11

Fuente: Empresa Molinera

Anexo N° 12 Inventario de máquinas y equipos de la empresa molinera de arroz Parte III

MOTORES Y MOTORREDUCTORES - AREA DE AÑEJADORAS.						
Nº	T	MODELO	MAQUINA	RPM	Pot. HP	KW
1	MOTORREDUCT		ELEV. N° 01 ALIMENTA AÑEJADORA 1 Y 2	1720	4	3
	MOTORREDUCT		ELEV. N° 02 SALIDA AÑEJADORAS	1720	4	3
	MOTORREDUCT		SEW- FAJA TRANSPORTADORA		2	1.5
			18 RESIST. CALEFACCIÓN AÑEJ. N°1		66	50
	MOTOR		WEG- VIBRADOR	3350	0.75	0.55
	MOTOR		WEG - RECIRCULACIÓN DE AIRE	3350	0.75	0.55
	MOTOR		ABB- VENTILACIÓN DE AIRE	1150	10	7.5
	MOTORREDUCTOR		WEG -SINFÍN	1730	1.5	1.5
	MOTOR		WEG - VIBRADOR	1730	1	0.75
			RESISTENCIAS AÑEJADORA N°2		66	50
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°2	3350	0.75	0.55
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°2	3350	0.75	0.55
	MOTOR		ABB- AÑEJADORA N°2	1150	10	7.5
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°2	1730	2	1.5
	MOTOR		WEG - VIBRADOR	1730	1	0.75
	MOTORREDUCT		ELEV N°3 ALIMENTA AÑEJADORA 3 Y 4		2	1.5
			RESISTENCIAS AÑEJADORA N°3		66	50
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°3	3350	0.75	0.55
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°3	3350	0.75	0.55
	MOTOR		ABB- AÑEJADORA N°3	1150	10	7.5
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°3	1730	2	1.5
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°3	1730	1	0.75
			RESISTENCIAS AÑEJADORA N°4		66	50
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°4	3350	0.75	0.55
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°4	3350	0.75	0.55
	MOTOR		ABB- AÑEJADORA N°4	1150	10	7.5
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°4	1730	2	1.5
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°4	1730	1	0.75
	MOTORREDUCT		ELEV N°4 ALIMENTA AÑEJADORA 5 Y 6		2	1.5
			RESISTENCIAS AÑEJADORA N°5		66	50
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°5	3350	0.75	0.55
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°5	3350	0.75	0.55
	MOTOR		ABB- AÑEJADORA N°5	1150	10	7.5
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°5	1730	2	1.5
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°5	1730	1	0.75
			RESISTENCIAS AÑEJADORA N°6		66	50
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°6	3350	0.75	0.55
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°6	3350	0.75	0.55
	MOTOR		ABB- AÑEJADORA N°6	1150	10	7.5
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°6	1730	2	1.5
	MOTOR		WEG - AÑEJADORA N°6	1730	1	0.75
TOTAL					496.50	375.60

1

1

1

2019

Anexo N° 13: Tablas de producción de molinos propuestos para la comparación con el Empresa Molinera

Tabla N°01: Producción del molino "Moliner S.A.C."

Producción del molino " Moliner S.A.C" en el año 2018							
PERIODO	ARROZ CÁSCARA (ton)	Arroz pilado (ton)	Arroz quebrado (ton)	Polvillo (ton)	Descarte (ton)	Poña(ton)	Pajilla (ton)
2018	30 240,00	20 865,60	846,72	1 572,48	725,76	181,44	6 048,00

Elaboración: Propia

Tabla N°02: producción del molino "San Jorge S.R.L."

Producción del molino " San Jorge S.R.L." en el año 2018							
PERIODO	ARROZ CÁSCARA (ton)	Arroz pilado (ton)	Arroz quebrado (ton)	Polvillo (ton)	Descarte (ton)	Poña(ton)	Pajilla (ton)
2019	43 435,00	28 232,75	2 171,75	2 388,92	1 520,22	434,35	8 687,00

Elaboración: Propia

Tabla N°03: producción del molino "Santa Lila S.A."

Producción del molino " Santa Lila S.A." en el año 2018							
PERIODO	ARROZ CÁSCARA	Arroz pilado	Arroz quebrado	Polvillo	Descarte		Pajilla
2018	36706,54	24226,32	2037,21297	2000,50643	844,25042	256,94578	7341,308

Elaboración: Propia

Tabla N° Producción a comparar del molino "Moliner S.A.C." en el año 2018

Producción del molino " Moliner S.A.C" en el año 2018							
PERIODO	ARROZ CÁSCARA (ton)	Arroz pilado (ton)	Arroz quebrado (ton)	Polvillo (ton)	Descarte (ton)	Poña(ton)	Pajilla (ton)
2018	30 240,00	20 865,60	846,72	1 572,48	725,76	181,44	6 048,00

Elaboración: Propia

Anexo N° 14: Fotografías del molino, donde se emplea el plan de mantenimiento

Imagen N° 01: Mantenimiento a la máquina descascara el arroz



Imagen N° 02: Mantenimiento a la mesa paddy



Imagen N° 03: Mantenimiento a la pulidora de piedra



Anexo N° 15: Fotografías del molino, donde se realice el control de calidad

Imagen N° 04: Control de calidad del proceso



Imagen N° 05: Control de calidad del producto terminado



Anexo 16: Manual probador para Arroz Paz-1-DTA

PAZ-1

Modelo:

PAZ-1 DTA

Potencia / polos:

60 Hz:	50 Hz:
0,37 kW / IV	0,75 kW / IV
0,5 cv / IV	1 cv / IV

Capacidad: muestra de arroz en cáscara (g):

100

Volumen aproximado embalado (m³):

0,3

Peso aproximado embalado (kg):

118

Dimensiones del equipo (mm):

Largura	Anchura	Altura
905	385	1260



Trieur

Conjunto clasificador de perfil para test de cereales (opcionales).



Balanza Digital (opcional)

Industrias Machina Zaccaria S/A se reserva el derecho de alterar las informaciones contenidas en este catálogo, color del equipo y sus detalles, sin previo aviso.

Probador para Arroz PAZ-1 DTA

El probador Zaccaria para arroz, modelo PAZ-1 DTA, fue desarrollado para determinar la renta del procesamiento y el rendimiento de los granos de arroz. Cada variedad de arroz posee una renta propia en función de las características de plantío, tipo de arroz, suelo, clima de la región, entre otros. Por tanto, es de vital importancia conocer la renta y el porcentual de granos enteros que serán obtenidos después del procesamiento.

Considerado como el principal equipo dentro de un laboratorio, el probador se destina a todos aquellos que trabajan con arroz, desde el productor al industrial, pues proporciona referencia y confiabilidad para la comercialización del producto. Basado en el mismo principio de procesamiento de arroz en un modelo industrial, el probador descascara, separa la cáscara, pule y clasifica los granos por tamaño y/o por espesor.

INNOVACIONES

El PAZ-1 DTA presenta innovaciones, en referencia a la estandarización de los ajustes garantizando una mayor repetibilidad en las pruebas realizadas. Todos los parámetros de ajustes pueden ser aferidos, consiguiendo así, que las pruebas sean realizadas por cualquier persona, permaneciendo inalterados los resultados.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- Alimentación continua del descascarador a través de canaleta vibratoria;
- Descasque a través de rodillos de goma;
- Separación de la cáscara a través de canal de aspiración y precipitación en cición;
- Pulimento por principio abrasivo a través de piedras abrasivas y freno de goma;
- Clasificación de los granos de arroz enteros y partidos, a través de cilindro Trieur;
- Clasificación por espesor para retirada del arroz rojo o yesoso, a través de criba rotativa (opcional);
- Administración y control de las funciones a través de panel digital;
- Contador de número de pruebas realizadas;
- Posibilita contrastar todos los parámetros de ajustes, garantizando la estandarización y repetibilidad en las pruebas realizadas;
- Manipulos de ajustes en acero inoxidable;
- Equipado de fábrica con motor monofásico 220 V;
- Equipado con filtro de mangas e caja colectora.

VENTAJAS

- Construcción compacta (un solo conjunto);
- Fácil sustitución de los componentes de desgaste: rodillos, freno, piedra abrasiva, etc;
- Posee manual ilustrativo de todos los ajustes, proporcionando una gran facilidad en los ajustes iniciales;
- Ajuste de los tiempos de pulimento y clasificación a través de panel digital;
- Resultados constantes y precisos, independiente del operador;
- Acompaña 2 cilindros clasificadores trieur, con alvéolos de 5,5 mm y 4,5 mm;
- Puede trabajar en ambientes cerrados por largo tiempo, puez no polua.

OPCIONALES

- Balanza digital;
- Cilindro clasificador de perfil con diversas dimensiones de agujeros para la separación de los granos rojos e yesosos.

ZACCARIA

EXPERIENCIA QUE HACE LA DIFERENCIA.

INDÚSTRIAS MACHINA ZACCARIA S/A
Rua Laranjal, 180
CEP: 13484-016 - Limeira - SP - Brasil
Fono: (55.19) 3404 5725
Fax: (55.19) 3404 5720

www.zaccaria.com.br
comex@zaccaria.com.br



Anexo N° 17: Probador para Arroz Paz-1-DTA “MOLINITO”



Anexo N°19 Ficha técnica del clasificador

ZACCARIA

SISTEMAS PARA ELABORACIÓN DE ARROZ, FRIJOL, MAÍZ Y OTROS CEREALES

Clasificador de Zarandas - PZX-25

Categoría - Equipos para Arroz - Zarandas

Características:

El clasificador de zaranda PZX-25, ha sido desarrollado para ejecutar con gran eficiencia la separación de las impurezas mayores y menores que los granos de arroz elaborado, tales como: arroz rojo y arroz partido entre otros.



Producción arroz elaborado (kg/h)

750 hasta 900

Potencia consumida

0,5 cv / 0,4 kW / VI polos

 Imprimir

Indústrias Machina Zaccaria S/A - FONO : (55.19) 3404.5721 – comex@zaccaria.com.br

Anexo N°20 Ficha técnica del pulidor de agua

WPZ

Modelo: WPZ-1	WPZ-60

Potencia / Polos: 30 kW / IV 40 cv / IV	30 kW / IV 40 cv / IV

Producción arroz pulido (kg/h): 3600 a 4200	3600 a 4200

Sistema de micro aspersión de agua:	
Agua (l/h) 50	50
Aire (l/min) 150	150

Extractor de afrecho:	
Presión del aire (mmHgO) -130 a -150	-130 a -150
Caudal de aire (m³/min) 40	40

Volumen aproximado embalado (m³): 7,0	

Peso aproximado embalado sin motor (kg): 900	

Dimensiones del equipo (mm):	
A - 1595	
B - 935	
C - 715	
D - 2105	
E - 300	
F - 1320	

- La humedad del arroz en cáscara recomendada para rendimiento máximo es de 12 a 13% (B. U.)
- Equipo proveído originalmente sin motor.

Indústrias Machina Zaccaria S/A se reserva el derecho de alterar las informaciones contenidas en este catálogo, color del equipo y sus detalles, sin previo aviso.

Pulidor para Arroz con micro aspersión de agua WPZ

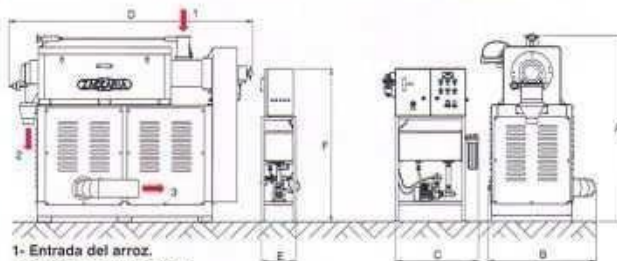
El Pulidor de arroz con micro aspersión de agua fue desarrollado para proporcionar un mejor acabado en los granos de arroz. Compuesto por un núcleo con geometría desarrollada para provocar una presión suficiente entre los granos en un medio con humedad controlada, promoviendo la remoción de parte del afrecho sin rayar el grano. Con eso se obtiene un acabado superficial excelente, con aspecto vitreo sin rayas y polvo.

VENTAJAS

- Arroz mas limpio y vitreo, facilitando su comercialización;
- Mayor tiempo de almacenaje del arroz acabado, pues el mismo queda con una superficie mas limpia (exento de polvo);
- Un arroz mas limpio resulta en una mejora en los siguientes procesos, como clasificación, selección por color etc.

CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

- **Panel de comando para monitoramiento del:**
 - Amperaje del motor principal, con accionamiento automatico del sistema corta flujo e inyección de agua en el caso de sobrecarga e falta de carga y caída de energia (na versão WPZ-1);
 - Caudal y presión del aire comprimido necesario para la micro aspersión de agua;
 - Caudal de agua;
 - Nivel del producto;
 - Paradas de emergencia (todo el equipo ou accesorios);
- **Accesorios común:**
 - Filtros para agua y aire comprimido;
 - Reservóirio para agua con flotado;
 - Bomba centrífuga radial motorizada;
 - Tolda de carga con sensor de nivel;
 - Tapa de inspección en acero inoxidable;
- **Opcionalmente proveído con rotor en acero inoxidable.**



- 1- Entrada del arroz.
2- Salida del arroz pulido.
3- Salida del afrecho.

ZACCARIA

EXPERIENCIA QUE HACE LA DIFERENCIA

INDÚSTRIAS MACHINA ZACCARIA S/A
Rua Laranja, 180
CEP: 13484-016 - Limeira - SP - Brasil
Fono: (55 19) 3404 5725
Fax: (55 19) 3404 5720

www.zaccaria.com.br
comex@zaccaria.com.br



Anexo N°21: Ficha técnica del pulidor de tierra

BHZ

Modelo:
BHZ

Caudal de aire para succión de afrecho (m³/min):
40

Presión de aire para succión de afrecho (mmHg±0):
60 - 100

Volumen aproximado embalado (m³):
2,8

Peso aproximado embalado (kg):
960

Dimensiones del equipo (mm):

Altura (A)	1660
Largo (B)	1755
Ancho (C)	865

Obs.: La humedad del arroz cáscara recomendada para máximo rendimiento es de 12% a 13% (B.U.). Equipo proveído originalmente sin motor principal.

Indústrias Machina Zaccaria S/A se reserva el derecho de alterar las informaciones contenidas en este catálogo, color del equipo y sus detalles, sin previo aviso.

Brunidor Horizontal BHZ

Ventajas de un pulimento con el BHZ
El pulidor horizontal Zaccaria modelo BHZ tiene por finalidad quitar la película de tegumento y el gérmen del grano de arroz a través de acción abrasiva. El la concepción moderna de su proyecto, el BHZ presenta los mejores resultados de eficiencia y el menor índice de quiebra del arroz durante el pulimento.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- Sigue armado de fabrica;
- Sistema unico para ajuste simultaneo de los frenos;
- Estructura y carcaza robusta en perfilados de acero;
- Facilidad en la operación y mantenimiento;
- Sistema de inyección de aire para enfriamiento y limpieza de los granos. Inyector sigue motorizado;
- Requiere poco espacio y es de facil instalación;
- Sistema de reglaje gradual y corte rapido de entrada;
- Sistema de protección contra sobrecarga de producto;
- Correas y rodamientos tipo comercial;
- Tapas de inspección de acero inoxidable.



Producto	Montaje	Prod. (kg/h)	Equipo	Potencia de los motores kW/cv/polos	
				Principal	Inyector
Arroz Pulido	1 Pulidor	1500 hasta 1800	Unico	37/50/IV	1 inj. X 1,5 / 2 / II
	2 Pulidores	2400 hasta 3600	1º pase	37/50/IV	1 inj. X 1,5 / 2 / II
			2º pase	30/40/IV	1 inj. X 1,5 / 2 / II

Producto	Montaje	Prod. (kg/h)	Equipo	Potencia de los motores kW/cv/polos				
				Principal	Inyector			
Arroz Pulido cuando utilizar pulidor con micro aspersión de agua	1 Pulidor	hasta 3600	Unico	37/50/IV	1 inj. X 1,5 / 2 / II			
				2 Pulidores	3600 hasta 4200	1º pase	37/50/IV	1 inj. X 1,5 / 2 / II
						2º pase	30/40/IV	1 inj. X 1,5 / 2 / II

Capacidad para arroz parboilizado, consultar nuestro Departamento de Ingeniería.





EXPERIENCIA QUE HACE LA DIFERENCIA



INDÚSTRIAS MACHINA ZACCARIA S/A
Rua Laranjal, 180
CEP: 13484-016 - Limeira - SP - Brasil
Fono: (55.19) 3404 5725
Fax: (55.19) 3404 5720


www.zaccaria.com.br
comex@zaccaria.com.br



Anexo N° 22 Fotos de posibles causas de baja productividad

Diagrama de Ishikawa				
		Causa	Cantidad	Perdida (S/.)
Mano de Obra		Falta de capacitación del personal	17 errores/mes	El costo por reproceso es S/. 1.5/saco
		Rotación de personal	Frecuencia semanal	
Métodos		Reproceso de lotes. Producto final no cumple con la	6,711 sacos/año	

		especificación técnica y debe iniciar el ciclo productivo nuevamente.		
		Falta estandarización de procesos		
Máquinas		Máquinas desgastadas, sin mantenimiento en el # de rpm de las piedras pulidoras ocasiona exceso	7% de Producción de pilado	

		de pulido en el producto final.		
		Falta de Programa de Mantenimientos Preventivo	En máquinas clasificadores, Selectoras.	
Medición		Tiempos muertos por falta de mantenimiento preventivo.		
		No existe control de límites máximo permisible de pulido.		

		Incertidumbre de la demanda	Existe 17% de sobre stock (4000 sacos de arroz)	Consumo de fumigantes (20 pastillas c/100 sacos).
Materiales				
		Materia prima mal almacenada	Del 6% de sacos pilados al año, presenta mal almacenamiento	

		Disponibilidad de materiales. No aplican las 5'S		
M. Ambiente		Instalaciones inadecuadas en caso de lluvias	8,000 sacos	

Anexo N° 23 REGISTRO FOTOGRAFICO

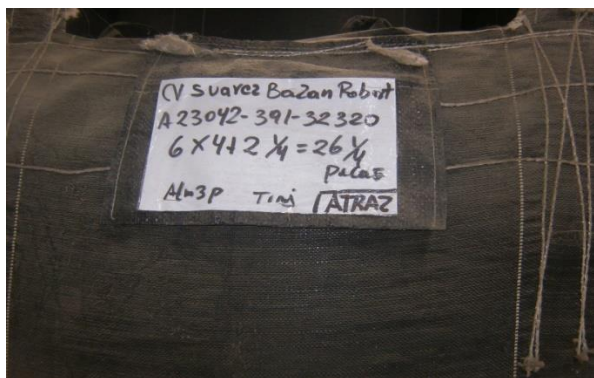
Envasado de polvillo



Fajas de transporte de materia prima



Almacén de materia prima



Identificación de lote



Almacén de equipos en desuso



Almacén de materia prima



Recursos en desorden

OPERACION SECADO			
Tiempo	Horno	Humedad	Secado
08:30	200	22.5	100
09:00	200	23.5	100
09:30	200	24.5	100
10:00	200	25.5	100
10:30	200	26.5	100
11:00	200	27.5	100
11:30	200	28.5	100
12:00	200	29.5	100
12:30	200	30.5	100
13:00	200	31.5	100
13:30	200	32.5	100
14:00	200	33.5	100
14:30	200	34.5	100
15:00	200	35.5	100

Registro de producción (Operador - maquinista)

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR
10318	248	22070	248
222			
63			
64			
38			

Total: 229

(Este photo junto a la 79. 25210/11211)

Registro de producción (Ingeniero)



Equipos de pre limpieza de arroz cascará