

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



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PILADO DE ARROZ
DE LA EMPRESA MOLINO CHICLAYO S.A.C. PARA
INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD**

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

**AUTOR
JUAN JOSE FERNANDO MUÑOZ ZULUETA**

**ASESOR
OSCAR KELLY VASQUEZ GERVASI**
<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2019

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PILADO DE
ARROZ DE LA EMPRESA MOLINO CHICLAYO S.A.C. PARA
INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD**

PRESENTADA POR:

JUAN JOSE FERNANDO MUÑOZ ZULUETA

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Joselito Sanchez Perez
PRESIDENTE

Diana Peche Cieza
SECRETARIO

Oscar Kelly Vasquez Gervasi
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por estar a mi lado en cada paso que doy, por mostrarme el camino de crecimiento espiritual, personal y profesional, por darme sabiduría y voluntad para llegar hasta este punto de culminar mis estudios.

A mi madre Magaly Zulueta Pérez, por el cariño y el apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mi padre Walter Muñoz Vásquez, por transmitirme todos sus conocimientos y vivencias que junto con sus consejos supe tomar las decisiones correctas.

A mis hermanos Walter Ricardo Muñoz Zulueta, Edson Gabriel Muñoz Zulueta, por su entusiasmo y su alegría.

A mi abuelo Nicolás Muñoz Alarcón (Q.E.P.D.), por su carisma y su entusiasmo que me brindaba, y sobre todo por el modelo de persona que algún día aspiro ser.

A mis abuelas Fredesvinda Perez Castillo (Q.E.P.D.) y Nicida Vásquez Gonzales (Q.E.P.D.), por siempre recibirme alegremente en sus hogares y brindarme el amor de una segunda madre.

A todas aquellas personas que creyeron, apoyaron y confiaron en mí.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa “Molino Chiclayo S.A.C.”, por permitirme el acceso y disposición de los medios necesarios para el desarrollo de la presente tesis.

A mis padres: Walter Muñoz Vásquez y Magaly Zulueta Pérez, por su ferviente y profundo cariño, por darme siempre ese apoyo incondicional para seguir adelante en mi desarrollo profesional. Sin ustedes no hubiera sido posible que me titule como Ingeniero Industrial.

A mi compañera, Leidy Yanira Rodrigo Mena, por su importante apoyo y presencia en las reuniones para culminar el presente proyecto.

A mi asesor de tesis, el Ingeniero Oscar Kelly Vásquez Gervasi, por su constante apoyo, por sus consejos y guías para culminar este proyecto.

A ti Dios, por darme la fuerza y la voluntad para seguir adelante.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación, es un estudio en el que se trata de aplicar y concretizar los conocimientos, ideas, teorías y opiniones adquiridas a lo largo de la carrera profesional, los cuales fueron adquiridos dentro de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y aplicados en Molino Chiclayo S.A.C.

El presente trabajo de investigación lleva como título “propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz de la empresa Molino Chiclayo S.A.C. para incrementar su productividad”, con la finalidad de mejorar sus indicadores de productividad, y la eficiencia durante el proceso de producción de pilado de arroz, asegurando mayor rentabilidad en el mercado al que se dirige.

Inicialmente se realiza un diagnóstico, el cual describe la situación actual de la empresa, reflejándose en indicadores de: productividad, eficiencia, capacidad tiempos por operación, flujo del proceso, etc.; los cuales reflejan las deficiencias que el proceso posee como la baja eficiencia del pilado frente la eficiencia promedio nacional del pilado de arroz. Luego se indican las propuestas de mejoras, para aumentar la baja eficiencia. Finalmente se realiza un análisis económico de la mejora.

Autor: Juan José Fernando Muñoz Zulueta.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se analizó el proceso de pilado de arroz en la empresa Molino Chiclayo S.A.C, una empresa molinera de Lambayeque, con el objetivo principal de aumentar su productividad. Este análisis consistió en realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa, lo que permitió identificar los problemas que reducen la eficiencia del proceso, sobre la base de indicadores de producción, productividad, eficiencia y capacidad.

Identificando de esta manera las actividades que limitan la productividad en el proceso de pilado de arroz, realizando el diagrama de operaciones para el estudio de métodos. Se observó que el principal limitante es la etapa del secado, debido a que en la empresa realizan esta etapa de manera artesanal, con una duración de 586 minutos y un bajo rendimiento del grano (56,22%). Otra limitante del proceso es la falta de mantenimiento preventivo, ocasionando un gran número de fallas, en el año 2016 se obtuvieron un total de 188 paradas y un tiempo de parada total de 688 horas.

Una vez identificado las actividades que limitan la productividad, fue necesario proponer e implementar un nuevo método, esto implicaría adquirir nueva tecnología. Es por ello que se propuso implementar una máquina de secado, lo cual reducirá el cuello de botella y aumentará el rendimiento del grano. Además, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para minimizar y prever fallas a lo largo de su operación en el año.

Con la propuesta, la eficiencia en la empresa Molino Chiclayo S.A.C. fue aumentada en 12,78%, lo que conllevó el aumento de la productividad de materia prima 0,011 sacos de arroz pilado/kg arroz cáscara a 0,014 sacos de arroz pilado/kg arroz cáscara, se disminuyó la capacidad ociosa de 320 a 142 sacos de arroz pilado/día. En cuanto al beneficio, se obtuvo que la empresa al aplicar las propuestas de mejora es de 2,44 soles por cada sol invertido.

Palabras Claves: Pilado de arroz, productividad, eficiencia.

ABSTRACT

In the present research work, the process of piling rice was analyzed in the company Molino Chiclayo S.A.C, a milling company of Lambayeque. This analysis consisted of making a diagnosis of the current situation of the company, which allowed to identify problems that reduce the efficiency of the process, based on indicators of production, productivity, efficiency and capacity.

Identifying in this way the activities that limit productivity in the process of rice pumping, making the operations diagram for the study of methods. It was observed that the main limitation is the drying stage, because in the company they carry out this stage in a traditional way, with a duration of 586 minutes and a low yield of the grain (56,22%). Another limitation of the process is the lack of preventive maintenance, causing many failures. In 2016, a total of 188 stops and a total shutdown time of 688 hours were recorded.

Once identified activities that limit productivity, it was necessary to propose and implement a new method, this would involve acquiring new technology. That is why, it was proposed to implement a drying machine, which will reduce the bottleneck and increase grain yield. In addition, a preventive maintenance plan was developed to minimize and predict failures during its operation during the year.

With the proposal, efficiency in the company Molino Chiclayo S.A.C. was increased in 12,79%, which leads to increased raw material productivity of 0,011 sacks / kg paddy rice to 0,014 sacks / kg paddy rice, and a decrease in idle capacity of 305 to 125 sacks / day. As for the benefit, it was obtained that the company when applying the improvement proposals is of 3,44 soles for each sun invested.

Keywords: *Piled rice productivity, efficiency.*

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	16
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	16
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	20
2.2.1. PROCESO PRODUCTIVO	20
2.2.2. PRODUCCIÓN	20
2.2.3. PRODUCTIVIDAD	20
2.2.4. FACTORES QUE RESTRINGEN LA PRODUCTIVIDAD	22
2.2.5. CRITERIOS PARA ANALIZAR LA PRODUCTIVIDAD	23
2.2.6. INDICADORES DE LA PRODUCCIÓN	24
2.2.6.1. Capacidad	24
2.2.6.2. Eficiencia.....	24
2.2.6.3. Tiempo estándar	25
2.2.7. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	25
2.2.7.1. Observación directa	26
2.2.7.2. Tormenta de ideas.....	26
2.2.8. DIAGRAMA DE PROCESOS.....	27
2.2.9. ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPOS	29
2.2.10. DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO	29
2.2.11. MANTENIMIENTO	31
2.2.12. OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO	31
2.2.13. TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	31
2.2.13.1. Mantenimiento Correctivo.....	31
2.2.13.2. Mantenimiento Preventivo	32
2.2.14. SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO	34
2.2.15. RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN, CALIDAD Y MANTENIMIENTO .	35
2.2.16. RELACIÓN ENTRE EL SECADO Y EL QUEBRAMIENTO DEL ARROZ	36
III. RESULTADOS	38
3.1. ANÁLISIS DEL ENTORNO	38
3.2. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	40
3.2.1. EMPRESA.....	40
3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	40

3.3.1. PRODUCTOS	40
3.3.2. MATERIALES E INSUMOS	44
3.3.2.1. Materia prima	44
3.3.2.2. Data de materia prima.....	45
3.3.2.3. Materiales indirectos.....	46
3.3.3. MANO DE OBRA.....	47
3.3.4. MAQUINARIA Y EQUIPOS	48
3.3.5. PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	56
3.3.6. SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	61
3.3.7. ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	61
3.3.7.1. Estudio de tiempos.....	62
3.3.7.2. Diagrama de Flujo del proceso de pilado de arroz	65
3.3.7.3. Diagrama de Operaciones del proceso de pilado de arroz.....	66
3.3.7.4. Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz.....	68
3.3.7.5. Balance de materia del proceso de pilado de arroz	71
3.3.8. INDICADORES ACTUALES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD ...	73
3.3.9. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	83
3.3.9.1. Eficiencia del proceso de pilado de arroz a nivel nacional.....	83
3.3.9.2. Eficiencia del proceso de pilado de arroz en Molino Chiclayo S.A.C. vs Eficiencia promedio nacional	84
3.3.9.3. Análisis del cuello de botella.....	86
3.3.9.4. Diagrama de Ishikawa	88
3.4 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	89
3.4.1. PROBLEMAS, CAUSAS Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	91
3.5. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION	94
3.5.1. DESARROLLO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA	94
3.5.2. ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DESPUES DE LA MEJORA	106
3.5.3. NUEVOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD.....	111
3.5.4. CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES.....	117
3.6. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	119
3.6.1. LISTADO DE COSTOS Y/O GASTOS TANGIBLES DEL PROYECTO ...	119
3.6.2. LISTADO DE COSTOS Y/O GASTOS INTANGIBLES DEL PROYECTO	119

3.6.3. LISTA DE BENEFICIO ESPERADO	119
3.6.3.1. Pronóstico de acopio de materia prima, “arroz cáscara”	120
3.6.3.2. Beneficios obtenidos antes y después de la mejora	121
3.6.4. INVERSIÓN.....	126
3.6.5. FLUJO DE CAJA ANUAL.....	127
3.7. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.....	132
IV. CONCLUSIONES.....	133
V. RECOMENDACIONES.....	134
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
VI. ANEXOS.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Técnicas de recolección de datos.	26
Tabla N° 2: Simbología empleada para el DOP	27
Tabla N° 3: Simbología empleada para el DAP.	28
Tabla N° 4: Superficie cosechada y producción nacional de arroz	38
Tabla N° 5: Producción nacional de arroz en el 2015	39
Tabla N° 6: Producción por regiones en el año 2014 y 2015	39
Tabla N° 7: Ficha técnica del arroz-característica general.	41
Tabla N° 8: Ficha técnica del arroz-característica técnicas.	42
Tabla N° 9: Materia prima utilizada en el 2016.....	45
Tabla N° 10: Número de trabajadores durante Agosto 2015-Agosto 2017.....	47
Tabla N° 11: Clasificación de la mano de obra	47
Tabla N° 12: Diagnostico de la maquinaria en la etapa de prelimpia.....	48
Tabla N° 13: Diagnostico de la maquinaria en la etapa de descascarado y clasificación. ...	49
Tabla N° 14: Diagnostico de la maquinaria en la etapa de pulido.....	50
Tabla N° 15: Diagnóstico de la maquinaria en la etapa de clasificación.....	51
Tabla N° 16: Diagnostico de la maquinaria en la etapa de selección.	52
Tabla N° 17: Frecuencia de fallas y tiempo de paradas de las máquinas	53
Tabla N° 18: Pérdida económica por fallas en los equipos.	54
Tabla N° 19: Recepción de materia prima y pesado.....	56
Tabla N° 20: Secado Natural	56
Tabla N° 21: Almacenaje.....	57
Tabla N° 22: Pre- Limpia.....	57
Tabla N° 23: Descascarado.....	58
Tabla N° 24: Clasificación.....	58
Tabla N° 25: Pulido	59
Tabla N° 26: Clasificación.....	59
Tabla N° 27: Selección	60
Tabla N° 28: Ensacado.....	60
Tabla N° 29: Almacenamiento.....	60
Tabla N° 30: Número recomendado de ciclos de observación	62
Tabla N° 31: Muestra de ciclos observados.....	64
Tabla N° 32: Resumen general del diagrama de operaciones.....	67
Tabla N° 33: Resumen general del diagrama de análisis del proceso.	70
Tabla N° 34: Resumen general del balance de materia.	72
Tabla N° 35: Producción en toneladas en el 2016.	74
Tabla N° 36: Producción en toneladas de subproductos en el 2016.....	75
Tabla N° 37: Maquinaria del proceso de pilado que agrega valor.....	77
Tabla N° 38: Capacidad de diseño del proceso de pilado.....	79
Tabla N° 39: Capacidad real del proceso de pilado.....	79
Tabla N° 40: Eficiencia promedio en el 2016.....	81
Tabla N° 41: Resumen de indicadores de producción y productividad.....	82
Tabla N° 42: Eficiencia promedio nacional del proceso de pilado de arroz.....	83
Tabla N° 43: Producción nacional de arroz cáscara y arroz pilado	83
Tabla N° 44: Eficiencia del pilado de arroz en Molino Chiclayo S.A.C.	84

Tabla N° 45: Eficiencia Molino Chiclayo S.A.C vs Eficiencia a nivel nacional.....	85
Tabla N° 46: Pérdida económica por baja eficiencia.....	85
Tabla N° 47: Costo promedio al mes de tiempo ocioso.....	87
Tabla N° 48: Pérdidas según criterios.....	89
Tabla N° 49: Identificación de problemas, causas y propuestas de solución.	90
Tabla N° 50: Secador rotativo vs Horno quemador de biomasa/torre de secado.	96
Tabla N° 51: Actividades de mantenimiento preventivo para la descascarado y pulidora.	101
Tabla N° 52: Cronograma de capacitaciones.....	105
Tabla N° 53: Costo de las capacitaciones.	105
Tabla N° 54: Muestra de ciclos observados.....	106
Tabla N° 55: Muestra de ciclos observados en la etapa del secado.....	107
Tabla N° 56: Resumen general del diagrama de análisis del proceso.	110
Tabla N° 57: Maquinaria del proceso de pilado que agrega valor.....	113
Tabla N° 58: Costo de mantenimiento preventivo.....	114
Tabla N° 59: Capacidad de diseño del proceso de pilado.....	115
Tabla N° 60: Capacidad real del proceso de pilado.....	115
Tabla N° 61: Resumen de indicadores de producción y productividad.....	117
Tabla N° 62: Data del acopio de arroz cáscara del 2011 al 2016.	120
Tabla N° 63: Pronóstico del acopio de arroz cáscara del 2017-2021.	121
Tabla N° 64: Data del acopio de arroz cáscara en los 2011-2016.	121
Tabla N° 65: Cantidad de arroz pilado obtenida y su posterior venta, antes y después de la mejora del año 2017 al 2021.....	122
Tabla N° 66: Venta extra de arroz pilado en los años 2017-2021.	123
Tabla N° 67: Precio de los subproductos.....	123
Tabla N° 68: Ingreso obtenido por la venta de producto y subproductos, antes de la mejora.	124
Tabla N° 69: Ingreso obtenido por la venta de producto y subproductos, después de la mejora.	124
Tabla N° 70: Incremento debido a la mejora en los años 2017 al 2021.	125
Tabla N° 71: Utilidad perdida por mantenimiento correctivo.	125
Tabla N° 72: Utilidad perdida por mantenimiento preventivo.	126
Tabla N° 73: Inversión total.....	126
Tabla N° 74: Flujo de caja anual.....	127
Tabla N° 75: Amortización bancaria	128
Tabla N° 76: Flujo Neto.....	128
Tabla N° 77: Evaluación financiera para hallar el VAN yTIR.....	129
Tabla N° 78: Cálculo Beneficio -Costo Financiero	130
Tabla N° 79: Cálculo del Periodo de Recuperación	130
Tabla N° 80: Fracción del periodo de Recuperación	130
Tabla N° 81. Periodo de Recuperación.....	131
Tabla N° 82: Aspectos e impactos ambientales del proceso de pilado de arroz.	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Diagrama Causa- Efecto	30
Figura N° 2: Selección del modelo de mantenimiento.	35
Figura N° 3: Selección del modelo de mantenimiento.	35
Figura N° 4: Causas del fisuramiento del grano.	36
Figura N° 5: Distribución de frecuencia por N° de fallo durante el 2016.	54
Figura N° 6: Distribución de frecuencia por pérdida económica durante el 2016.....	55
Figura N° 7: Cursograma analítico del proceso de pilado de arroz.	63
Figura N° 8: Diagrama de flujo del proceso de pilado de arroz.	65
Figura N° 9: Diagrama de operaciones del proceso de pilado de arroz.	66
Figura N° 10: Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz.	68
Figura N° 11: Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz.....	69
Figura N° 12: Balance de materia del proceso de pilado de arroz.....	71
Figura N° 13: Cursograma analítico del secado artesanal.	86
Figura N° 14: Diagrama de Ishikawa.....	88
Figura N° 15: Secador rotativo continuo – SRCZ-1.....	95
Figura N° 16: Torre SuperBrix ST AX. y Figura N° 17: TEO IV/ 1000.....	95
Figura N° 18: Elevador de Cangilones GE. y Figura N° 19: Transporte por arrastre TA. .	97
Figura N° 20: Silo de almacenamiento 4.58/45.	98
Figura N° 21: Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo de la descascaradora.	102
Figura N° 22: Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo de la Pulidora. .	103
Figura N° 23: Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz después de la mejora.	108
Figura N° 24: Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz después de la mejora.	109

I. INTRODUCCIÓN

Arroz, uno de los cereales más producidos en el mundo, cultivado en los cinco continentes; donde el 80% de la oferta mundial pertenece a Asia, teniendo como mayores exponentes a los países de China, India, Indonesia y Bangladesh. El consumo de arroz mundial ha venido creciendo en estos últimos años, para ser precisos según CIRAD, ha aumentado en una tasa del 40% en los últimos 40 años, hoy en día el consumo per cápita es de 54 kg al año. (CIRAD, 2016).

El Perú es uno de los mayores productores de arroz, con un rendimiento anual de 12 millones de toneladas, teniendo en cuenta que el consumo per cápita supera los 54 kilos al año, uno de los más altos en Latinoamérica. Pese a que 19 regiones del país cosechan arroz, la totalidad de toneladas que demanda su población no llega a ser cubierta por la producción local, por este motivo el mercado peruano es cada vez más atractivo para los países exportadores de este grano.

Según el Minagri, las regiones de Arequipa, La Libertad, Piura, Lambayeque, Tumbes y Ancash mantienen rendimientos por encima del promedio nacional (7,9 t/ha). Lambayeque actualmente posee un rendimiento de 9,2 t/ha (18,61% mayor que el año anterior), por otro lado, la producción se incrementó en un 34,26% entre los años 2014 al 2015.

La agroindustria arrocera en el Perú transforma el 99% del arroz producido en el país, el proceso de pilado comienza con el ingreso del arroz cáscara, luego se obtiene el arroz descascarado, también llamado moreno o integral, luego pasa por un proceso de pulido y se obtiene el arroz pilado. La Asociación Peruana de Molineros de Arroz, indica que el promedio de la eficiencia nacional del proceso de pilado es de 69%, y la mayor registrada es del 75%.

Muchas empresas del sector agroindustrial se encuentran inmersas en una constante problemática acerca de su eficiencia productiva, su productividad y la utilización inadecuada de sus recursos, así como también de los elevados gastos de operación.

Por lo que estas empresas están inmersas en una constante búsqueda de soluciones a sus principales problemas, a través de adecuados análisis y evaluación en todos sus sistemas productivos.

“Molino Chiclayo S.A.C.”, con RUC 20480510144 es una empresa lambayecana ubicada en la carretera Panamericana norte Km. 776 en la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque, dedicada al pilado exclusivo de grano de arroz.

Actualmente la empresa cuenta con una eficiencia de pilado de 56,21%, menor que el promedio nacional brindado por la Asociación Peruana de Molineros de Arroz, por lo que se vio en la necesidad de mejorar su sistema productivo con el objetivo principal de aumentar la producción, y para lograr esto se requiere mejorar los procesos.

Esta baja eficiencia del proceso de pilado, se debe a una serie de problemas y fallas en el proceso, entre los posibles problemas se puede indicar: la disminución de la producción del producto principal (arroz pilado), y el aumento de los subproductos (arrocillo, ñelen, polvillo), fallas en la maquinaria. Por ello se obtienen pérdidas, las cuales afectan directamente a los indicadores de producción, apareciendo como desperdicios para la industria, lo que genera un sobre costo y una deficiencia en la eficiencia del proceso de producción.

Frente a lo descrito anteriormente, surge la pregunta: ¿Cómo mejorar el proceso pilado de arroz de la empresa Molino Chiclayo S.A.C. para incrementar la productividad?, por lo cual el objetivo principal es Incrementar la productividad del proceso pilado de arroz de la empresa Molino Chiclayo S.A.C. Para ello se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, determinando los indicadores de productividad (materia prima, mano de obra), eficiencia, capacidad. Posteriormente se analizó los problemas detectados, y se desarrollaron propuestas de mejoras. Finalmente se evaluó el costo – beneficio de la propuesta; conllevando a resolver el problema del estudio.

Con el presente trabajo de investigación se logró evidenciar la baja eficiencia del pilado de arroz, por lo que el desarrollo de una propuesta de mejora del proceso pilado de arroz ofrece una oportunidad a la empresa “Molino Chiclayo S.A.C.”, para poder hallar las fallas existentes y así poder cumplir con las necesidades demandadas por un mercado que cada año se vuelve más competitivo.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- Juthamas, Monsiri y Phrompong (2015), in their paper “Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles”. Companies frequently find techniques and tools to enhance productivity and quality for success in the long-term in order to maximize competitive advantage. To date, lean manufacturing principle is one of the successful improvement concepts that have been applied to eliminate waste and non-value added activities that occur in many companies. This paper explores a real work case study of the manufacturing sheet metal stamping process to demonstrate how lean manufacturing can help improve work efficiency. This study was conducted within 10 months, started from July 2013 until April 2014. Lean and other improvement tools and techniques such as visual control, Poka-Yoke, and 5s were applied to help companies identify areas of opportunity for waste reduction and improve the efficiency of production processes. Studies of the company processes showed that the deburring and polishing processes tend to create the most non-value added activities and should be addressed as quickly as possible. The improvement results have shown a positive impact on the company productivity improvements. The significant results indicate that the processing time of a polishing stage, after applying lean manufacturing principle, was reduced from 6 582 seconds to 2 468 seconds or by 62,5%. Also non-value added activities were reduced from 1 086 activities to 261 activities, or by 66,53%. Furthermore, overtime cost was reduced by 1 764 Dollar per year.

Juthamas, Monsiri y Phrompong (2015). Las empresas frecuentemente se encuentran con técnicas y herramientas para mejorar la productividad y la calidad para el éxito a largo plazo con el fin de maximizar la ventaja competitiva. Hasta la fecha, el principio de eficiencia en la fabricación es uno de los conceptos de mejora de éxito que se ha aplicado para eliminar las actividades de residuos y que no aportan valor añadido que se producen en muchas empresas. Este documento analiza un estudio de caso real de trabajo del proceso de estampación de chapa metálica de fabricación para demostrar cómo la manufactura esbelta puede ayudar a mejorar la eficiencia del trabajo. Este estudio se llevó a cabo en 10 meses, comenzó a partir de julio de 2013 hasta abril de 2014. Las herramientas de mejora de Lean y otros y técnicas tales como el control visual, Poka-Yoke, y se aplicaron 5 años para ayudar a las empresas a identificar áreas de oportunidad para la reducción de residuos y mejorar la eficiencia de los procesos de producción. Los estudios de los procesos de la empresa mostraron que el desbarbado y pulido de los procesos tienden a crear el mayor número de actividades que no aportan valor añadido y deben abordarse lo antes posible. Los resultados de mejora han demostrado un impacto positivo en las mejoras de la productividad de la empresa. Los resultados significativos indican que el tiempo de procesamiento de una etapa de pulido, después de aplicar principio eficiencia en la fabricación, se redujo de 6 582 segundos a 2 468 segundos o 62,5%. También actividades que no aportan valor añadido se redujeron de 1 086 actividades de 261

actividades, o 66,53%. Por otra parte, el costo de las horas extraordinarias se redujo en 1 764 dólares por año.

- Hernández, Camargo y Martínez (2014), in their paper: “Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda”. Describes a first approach of 5S impact on the study factors of quality, productivity, industrial security and organizational climate in the manufacturing area of Small and Medium Enterprises (SMEs) in Colombia, through a case study carried out in a small company located in Bogotá, in order to evaluate whether the 5S methodology could be considered as an effective tool to improve manufacturing companies. A visual diagnosis was chosen to identify the area that presented the greater amount of clutter and dirt. Once the location was identified, surveys, performance measures and a risk landscape were performed, focusing on the study factors, in order to understand the initial situation of the area. Subsequently, the implementation of 5S was carried out and then three measurements were taken to monitor the performance of the study factors, so as to know if they followed a trend during the measuring period. The results show the existence of a positive relationship between the study factors and the implementation of the 5S methodology, since an increase of productivity and quality was evidenced, based on the performance measures as well as an improvement of the organizational climate and a decrease of the risks identified in the workshop.

Hernández, Camargo y Martínez (2014). Este trabajo describe una primera aproximación del impacto de las 5S sobre los factores de estudio de: calidad, productividad, seguridad industrial y el clima organizacional, en el área de fabricación de pequeñas y medianas empresas (PYME) de Colombia, por medio de un estudio de caso realizado en una pequeña empresa ubicada en Bogotá, con el fin de evaluar si la metodología de las 5S puede ser considerada como una herramienta eficaz de mejora para las empresas manufactureras. En primera medida se desarrolló un diagnóstico visual e identificar el área que presentaba mayor cantidad de desorden y suciedad en la organización. Una vez identificado el lugar, se realizaron encuestas, medidas de rendimiento y panoramas de riesgo, centrándose en los factores de estudio, para comprender la situación inicial de la zona. Posteriormente, se llevó a cabo la aplicación de 5S y se tomaron tres mediciones para supervisar el rendimiento de los factores de estudio a fin de saber si presentaron una tendencia durante el período de medición. Los resultados muestran la existencia de una relación positiva entre los factores de estudio y la aplicación de la metodología 5S, ya que se evidenció un aumento de la productividad y de calidad basado en las medidas de rendimiento, así como una mejora del clima organizacional y una disminución de los riesgos identificados en el taller.

- Moncayo, Novoa y Saldaña (2014). En su investigación: “Aplicación de la herramienta OEE en el proceso de molienda para el aumento de efectividad de los equipos en la empresa agroindustrial Mecainnova S.A.C”. Se basa en el lineamiento que le permita conocer el estado actual de sus activos, ya que a pesar de tener sus procesos bien definidos, presenta pérdidas tanto físicas como económicas que afectan directamente a su eficiencia, por lo que se ha considerado idóneo en el presente artículo la aplicación de una herramienta de TPM (total productive maintenance) llamada OEE (Overall Equipment Effectiveness) que mediante la combinación de conceptos de disponibilidad, rendimiento de los equipos y la calidad del producto OEE se manifiesta como en una métrica sencilla y fácil de comprender. Aplicando esta herramienta es posible determinar el total del rendimiento desde una máquina hasta la totalidad de una fábrica y que puede ser explicado como el impacto acumulado (producto) de tres factores distintos expresados como porcentajes.
- Alayo y Becerra (2013). En su investigación: “*Elaboración e implementación de mejora continua en el área de producción Agroindustrias Kaizen*”, se basa en la implementación de un plan de mejora continua en una empresa de producción de alimentos balanceados para animales de crianza familiar, aplicando la metodología PHVA. Las herramientas que se han utilizado son: diagrama de Pareto, análisis Causa-Efecto, 5S’s. En la parte de planear, se define el problema, sus efectos y sus respectivos objetivos y planes de acción. En la parte de hacer, se implementa las 5S’s, plan de motivación, implementación de estandarización, mejoramiento y control de procesos, plan de capacitación. En la parte de verificar, Se realizan los indicadores después de la mejora. En la parte de actuar, se crean círculos de calidad y auditorías de verificación.

Mediante la planificación e implementación de mejoras, se logró un aumento en los niveles de eficiencia de 50% a 70%, eficacia de 71% a 93% y la productividad de mano de obra en un 9,92 a 13,2 Además se logró reducir los tiempos ociosos en un 4%, los índices de mantenimiento producción en un 1,2% y el índice de material reprocessado en un 0,02%.

- Ipsán Pedrera et al. (2013). En su investigación: *Influencia de la temperatura del grano, durante el proceso de secado, en la calidad del arroz blanco*, menciona que el estudio se realizó en el Secadero Enrique Troncoso con tecnología STEIN perteneciente a la Empresa Agroindustrial de Granos Los Palacios. Con el objetivo de disponer de arroz blanco con mayor calidad se modificó la temperatura en el proceso de secado, aplicando dos variantes de secado al cultivar de arroz INCA LP 5. En la variante A la temperatura de salida del grano fue 37 °C en todos los pases de secado, mientras que en la B se utilizó la tabla de secado tradicional. Se evaluó en ambas variantes la Eficiencia Industrial obtenida, el porcentaje de granos enteros y el índice de consumo de combustible. Para el procesamiento de los datos se realizaron análisis de varianza de clasificación simple y la Prueba de rangos Múltiples de Duncan. Los resultados mostraron que con la variante A se logra mayor calidad del arroz con porcentajes de granos enteros superiores. Ambas variantes cumplen el valor planificado de Eficiencia Industrial pero la variante A es

superior a B. A pesar de que el índice de consumo de combustible en la variante B es menor, la calidad del arroz blanco obtenido en la variante A justifica económicamente este incremento. Finalmente se llegó a la conclusión de que, con temperaturas de 35 a 37 °C en el grano de arroz durante el proceso de secado se obtienen valores superiores en el rendimiento de enteros, lo cual permite a la empresa alcanzar mayor desempeño económico al comercializar sus producciones entre el 4 y el 10%, que son las mejores calidades con precios más elevados. El incremento en el índice de consumo de combustible para el secado de arroz en la variante A se justifica con los resultados de la comercialización de productos con mayor calidad. La variante A logra una Eficiencia Industrial del proceso de secado superior al 94 %.

- Viveros et. al. (2013). En su artículo: *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo*, presenta un modelo para la gestión integral del mantenimiento, teniendo en consideración la característica de mejora continua en el tiempo. A modo de introducción y contextualización, se explica la importancia que tiene la alineación de objetivos a todo nivel organizacional para lograr la integración y correcta gestión de la unidad de mantenimiento. El modelo a presentar se compone de siete principales etapas: Etapa 1, el Análisis de la situación actual, definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento. Etapa 2, Jerarquización de equipos. Etapa 3, Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto. Etapa 4, Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios. Etapa 5, Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos Etapa 6. Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento y la Etapa 7, el Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos. Todas estas deben desarrollarse progresivamente según el escenario actual de la organización, haciendo énfasis en la gestión y optimización sostenida en el tiempo de procesos asociados a la planificación, programación y ejecución del mantenimiento. Adicionalmente, el modelo presentado complementa herramientas de apoyo para el desarrollo e implementación de las etapas, y características operacionales reales, las cuales podrían afectar el desempeño de la unidad de mantenimiento.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. PROCESO PRODUCTIVO

Según García Márquez (2013), proceso productivo se refiere a la forma de llevar a cabo la transformación de los inputs en outputs mediante un conjunto organizado y estructurado de operaciones. El proceso productivo determinará la disposición de las máquinas, la cualificación de los operarios, el volumen de las instalaciones y su localización. La empresa buscará optimizar el proceso productivo mediante la eficiencia productiva, es decir emplear los medios de forma que sean los mínimos posibles.

Uno de los motivos principales para estudiar la productividad en una empresa es encontrar las causas que la deterioran y una vez conocidas establecer las bases para incrementarla. (García, 2005)

2.2.2. PRODUCCIÓN

Es la cantidad de productos fabricados en un periodo de tiempo determinado, y se representa de la siguiente manera:

$$Producción = \frac{Tiempo\ base\ (tb)}{Ciclo\ (c)}$$

Dónde:

- **Tiempo base (tb):** Tiempo que se demora para producir un artículo, puede ser una hora, una semana, un mes.
- **Ciclo o velocidad (c):** Representa el “cuello de botella” de la línea de producción y prácticamente viene a ser la estación de trabajo que más tiempo se demora.

2.2.3. PRODUCTIVIDAD

Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.

Por otro lado, para Koontz (2008), la productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables. Pudiendo ser medida, según la división de la producción con los insumos y por otro lado los resultados logrados con los recursos empleados.

Así mismo Hansen, Howen y Moryanne (2007), hace referencia a productividad, con relación a la importancia de su medición, estableciendo que esta es la evaluación cuantitativa de los cambios en la productividad. La medición de la productividad real permite evaluar, vigilar y controlar cambios. La medición prospectiva mira hacia delante y sirve como un insumo para la toma de decisiones estratégicas. De manera específica, la medición prospectiva permite comparar los beneficios relativos de diferentes combinaciones de insumos, eligiendo insumos y las mezclas de estos que proporcionen el beneficio mayor. Se pueden desarrollar medidas (indicadores) de productividad para cada insumo separado o para todos los insumos de manera conjunta. La medición de la productividad para un insumo a la vez recibe el nombre de medición parcial de la productividad.

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables. Por tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista:

$$Productividad = \frac{Productos\ o\ servicios\ producidos}{Recursos\ utilizados}$$

$$Productividad = \frac{Producción}{Insumos}$$

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

Para G. Criollo (2005), Productividad es el grado de rendimiento con que se emplea los recursos disponibles por alcanzar objetivos premeditados, en este caso es que cada fabricación de artículos sea a un menos costo, a través del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y maquinaria, elementos en los cuales la acción del ingeniero industrial debe enfocar sus esfuerzos para aumentar los índices de productividad actual. La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se fabrica, sino de la eficiencia con la que han combinado y utilizado los recursos para obtener los resultados.

La cantidad de recurso empleado puede ser la mano de obra, materia prima e insumos, capital, etc. Entonces para hallar la productividad tenemos las siguientes formulas:

- **Productividad de materia prima:**

$$p_{MP} = \frac{\text{Producción}}{\text{Materia Prima}}$$

- **Productividad de recursos humanos:**

$$p_{RH} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos humanos}}$$

- **Productividad hora-máquina:**

$$\text{Productividad de H - M} = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas - máquina}}$$

- **Productividad económica:**

$$P_{capital} = \frac{\text{Producción actual}}{\text{Inversión en materiales}}$$

Si partimos de que los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto – insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

- Aumentar la producción, utilizando los mismos insumos.
- Mantener la producción, reduciendo los insumos utilizados.
- Aumentar la producción, reduciendo los insumos utilizados.

2.2.4. FACTORES QUE RESTRINGEN LA PRODUCTIVIDAD

Un incremento de la productividad no ocurre por sí solo, sino que son los directivos dedicados y competentes los que lo provocan, y lo logran mediante la fijación de metas, la remoción de los obstáculos que se oponen al cumplimiento de éstas, el desarrollo de planes de acción para eliminarlos y la dirección eficaz de todos los recursos a su alcance para mejorar la productividad, pues varios son los factores que actúan en contra de ésta, en ocasiones generados por la propia empresa o por su personal. Otros surgen en el exterior, por lo cual están fuera del control de los directivos. (García Criollo, 2005)

Los factores restrictivos más comunes son:

- Incapacidad de los dirigentes para fijar el ambiente y crear el clima apropiado para el mejoramiento de la productividad: todos los dirigentes son responsables de desarrollar y mantener un ambiente laboral favorable para cumplir las metas organizacionales.
- Problemas de los reglamentos gubernamentales: la reglamentación gubernamental cada vez mayor ha tenido efectos negativos en la productividad ya que reduce los recursos de las organizaciones.
- El tamaño y la obsolescencia de las organizaciones tienen un efecto negativo sobre el aumento de la productividad, cuanto mayor tamaño adquiere una organización, mayores serán los obstáculos a los que se enfrentaran tanto las comunicaciones internas como las externas, la unicidad de propósitos y el cumplimiento de los resultados.
- Incapacidad para medir y evaluar la productividad de la fuerza de trabajo: muchas organizaciones desconocen los procedimientos para evaluar y medir la productividad del trabajo, lo que genera inconformidad entre los empleadores.
- Los recursos físicos, los métodos de trabajo y los factores tecnológicos que actúan tanto en forma individual y combinada para restringir la productividad: el área de producción, el diseño del producto, la maquinaria y el equipo, así como la calidad de las materias primas que se empleen y la continuidad de sus abastecimiento tienen un importante efecto en la productividad.

2.2.5. CRITERIOS PARA ANALIZAR LA PRODUCTIVIDAD

Según Barde (1979), existe una gran variedad de parámetros que tienen que ser analizados para obtener la productividad del trabajo entre estos tenemos los factores conocidos como las “M” mágicas, hombres (men), dinero (money), materiales, métodos, mercados, máquinas, medio ambiente, mantenimiento del sistema y otros.

Asimismo Duffua (2009), también establece criterios para analizar la productividad, mediante la medición de la productividad total, que comprende la medición de la productividad de todos los insumos a la vez. De este modo, en términos prácticos, el análisis y medición de la productividad total se puede definir como aquella que concentra la atención en un número de insumos limitado, lo cual, en total, indica el éxito de la organización.

2.2.6. INDICADORES DE LA PRODUCCIÓN

2.2.6.1. Capacidad

Según Rojas (1996), es la producción o número de unidades que una instalación puede gestionar, recibir, almacenar o producir en un determinado periodo de tiempo.

- **Capacidad proyectada o diseñada:** es la máxima producción teórica que se puede obtener de un sistema en un periodo de tiempo determinado en condiciones ideales.
- **Capacidad efectiva o real:** es la capacidad que espera alcanzar una empresa según su combinación de productos, métodos de programación, mantenimiento y estándares de calidad.
- **Capacidad utilizada:** es la capacidad actual, dadas las limitaciones operativas.
- **Capacidad ociosa:** es la capacidad dada por la diferencia entre la capacidad real y la utilizada.

2.2.6.2. Eficiencia

Según Chiavenato (1999), la eficacia es el logro de los objetivos previstos mediante los recursos disponibles y la eficiencia está enfocada hacia la búsqueda de la mejor manera de hacer o ejecutar las tareas (métodos) con el fin de que los recursos se utilicen del modo más racional posible. Es decir, la eficacia es hacer lo correcto y la eficiencia es hacer las cosas correctamente con el mínimo de recursos.

- **Eficiencia física:** es la materia prima de salida empleada (producto terminado) entre la materia prima de entrada. Por lo tanto la eficiencia física es menor o igual que uno ($E_f \leq 1$).

$$Eficiencia\ física = \frac{Salida\ útil\ de\ M.P.}{Entrada\ de\ M.P.}$$

- **Eficiencia económica:** es la relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta. La eficiencia económica debe ser mayor que la unidad para que se pueda obtener beneficios ($E_s > 1$).

$$Eficiencia\ económica = \frac{Ventas\ (ingresos).}{Costos\ (inversiones).}$$

Es el uso racional de los medios con que se cuenta para alcanzar un objetivo predeterminado; es el requisito para evitar o cancelar dispendios y errores. Capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización.

Para que una empresa trabaje bien, todas sus áreas y su personal, sin importar la jerarquía, deben funcionar adecuadamente, pues la productividad es el punto final del esfuerzo y combinación de todos los recursos humanos, materiales y financieros que integran a la empresa. (G. Criollo, 2005)

2.2.6.3. Tiempo estándar

Los tiempos estándares de trabajo son intervalos de tiempo necesarios para realizar un trabajo o parte de un trabajo. Cada empresa tiene tiempos estándares de trabajo, aunque puede existir alguna variación entre los métodos establecidos por métodos informales y los establecidos por métodos profesionales. (Heizer et al, 2007)

El estándar de tiempo es uno de los elementos de información de mayor importancia, con él se dan respuestas a los siguientes problemas:

- Programar maquinas, operaciones y personas para hacer el trabajo y entregarlo a tiempo, usando menos inventario.
- Determinar el balanceo de las líneas de ensamble.
- Determinar el rendimiento de los trabajadores e identificar las operaciones que tienen problemas para ser corregidas.

2.2.7. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos que se emplearon en la investigación permitieron recolectar información necesaria que condujo al desarrollo de los objetivos planteados; con sustento en la información suministrada por el personal involucrado en el proceso productivo y la observación del funcionamiento de la línea del proceso de producción.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2003), la recolección de datos se puede definir como el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, el proceso se realiza mediante un plan explícito y organizado con el fin de clasificar y frecuentemente cuantificar los datos disponibles en términos del concepto que el investigador tiene en mente. Los instrumentos y técnicas utilizados para recoger la información necesaria se describen a continuación en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1: Técnicas de recolección de datos.

INSTRUMENTOS	TÉCNICAS
Diagrama de flujo de proceso	Observación Directa
Diagrama Causa-Efecto	Tormenta de ideas

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

2.2.7.1. Observación directa

La observación directa, se realiza con la finalidad de observar y detectar labores operacionales en la empresa, además de visualizar el funcionamiento del proceso; así pues a través de esta herramienta se verifico la forma en que los operarios ejecutan las actividades, así como se notaron las fallas presentes en la línea de producción, también se aprecian las condiciones de trabajo a las que están expuestos los trabajadores; con esta técnica se obtuvo la información necesaria de los diversos problemas que afectan y que producen una baja productividad en la empresa. (Hernández, Fernández y Baptista, 2003)

2.2.7.2. Tormenta de ideas

La tormenta de ideas es una técnica de grupo que permite la obtención de un gran número de ideas sobre un determinado estudio mediante reglas sencillas, aumentar las posibilidades de innovación y originalidad, esta herramienta es utilizada en las fases de identificación y definición de proyectos, en diagnóstico y solución de las causas. (Hernández, Fernández y Baptista, 2003)

Pasos para realización de la tormenta de ideas:




- Redactar el objeto de la tormenta de ideas.
- Preparación de la comunicación del objetivo y el material.
- Presentar los cuadros de reglas conceptuales; ninguna crítica, ser no convencional, cuantas más ideas mejor y apoyarse en otras.
- Preparativos para la tormenta de ideas.
- Realizar la tormenta de ideas con el objetivo de la sesión y las ideas que van surgiendo escritas en lugar visibles.
- Procesar las ideas.

2.2.8. DIAGRAMA DE PROCESOS

Diagrama de operaciones de proceso (DOP): Según Abrahan (2008), representa gráficamente un cuadro general de cómo se realizan procesos o etapas, considerando únicamente todo lo que respecta a las principales operaciones e inspecciones.

El uso de este diagrama ayuda a visualizar el método presente con todos sus detalles, entonces nuevos y mejores procedimientos deben ser elaborados. Muestra al analista que efecto tiene un cambio en una operación dada en las operaciones precedentes y subsecuentes.

Tabla N° 2: Simbología empleada para el DOP

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Operación		Se emplea para indicar los pasos principales del proceso, método o procedimiento, en procesos.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Combinada 2		Una operación y transporte se lleva a cabo simultáneamente.


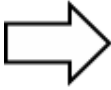





Fuente: García Criollo, 2005.

Diagrama de análisis de proceso (DAP): Este es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o de un procedimiento, señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo correspondiente.

Es una representación gráfica de todas las actividades realizadas por una persona o máquina en una estación de trabajo, con un cliente o en materiales.

El uso de este diagrama nos permite encontrar y eliminar ineficiencias (costos escondidos, distancias largas, retrasos innecesarios y almacén).

Tabla N° 3: Simbología empleada para el DAP.

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Operación		Se emplea para indicar los pasos principales del proceso, método o procedimiento. En procesos de producción, la pieza o materia prima se modifica durante la operación, sufriendo un cambio físico, químico o ambos.
Transporte		Se emplea para indicar el desplazamiento de los trabajadores o la trayectoria seguida por los materiales cuando se trasladan de un lugar a otro.
Inspección		Se emplea para indicar que se está verificando la calidad, cantidad, o ambos.
Demora		Se emplea para indicar el estancamiento o inactividad de un material durante un proceso de producción.
Almacenaje		Indica depósito de un objeto vigilancia en un almacén, donde se le recibe o entrega mediante alguna forma de autorización, el cual se guarda con fines de referencia.
Combinada 1		Una inspección es realizada conjuntamente con una operación.
Combinada 2		Una operación y transporte se lleva a cabo simultáneamente.

Fuente: García Criollo, 2005.

2.2.9. ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPOS

Según Garcia Marquez (2013), El estudio de tiempos es el registro y examen crítico y sistemático de las maneras de realizar las operaciones, las actividades, procesos, etc. Con el fin de efectuar mejoras.

El estudio de métodos busca eliminar ciertos aspectos en una empresa como:

- Mal diseño o cambios frecuentes en el productos
- Desechos y desperdicios de materiales
- Malas condiciones de trabajos
- Mala ejecución de trabajos
- Problemas de mantenimientos
- Metodos ineficintes de trabajo
- Manejo inadecuados de materiales

2.2.10. DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO

El diagrama de causa efecto o diagrama de Ishikawa (DI), es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. (Gutiérrez et al, 2009).

Según Galgano (1995), es un esquema que muestra la relación sistemática entre un resultado fijo y sus causas. Generalmente, el diagrama asume la forma de espina de pez, de donde toma el nombre alternativo de diagrama de espina de pescado.

El análisis causa-efecto, en su significado más completo, es el proceso que parte de la definición precisa del efecto que deseamos estudiar y, a través de la fotografía de la situación, obtenida mediante la construcción del diagrama, permite efectuar un análisis de las causas que influyen sobre el efecto estudiado. Es probable que para cada efecto haya diversas categorías principales de causas.

En general, existen seis categorías llamadas las 6M: mano de obra, material, métodos, máquina, medio ambiente y medición. El esquema para la construcción del diagrama es como el que se muestra en la Figura N° 01.

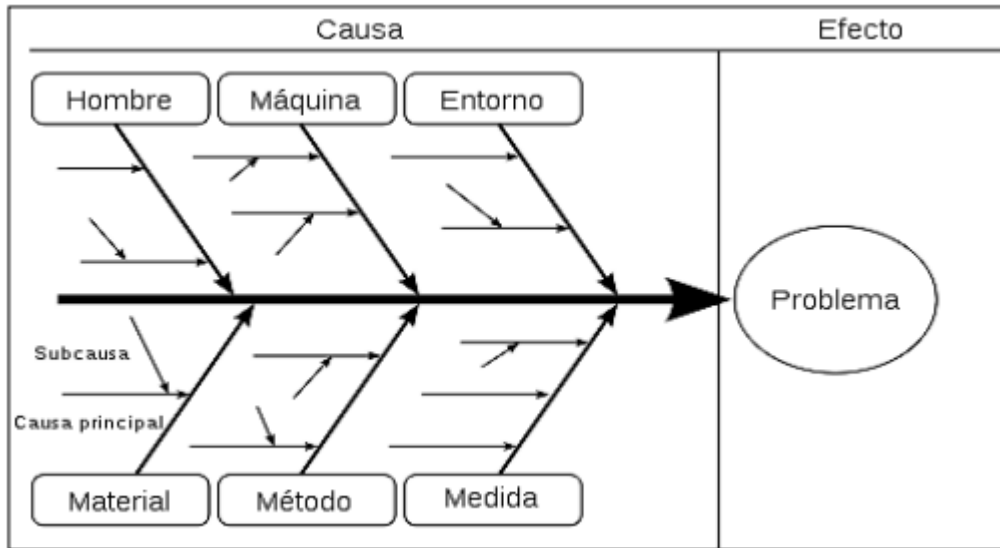


Figura N° 1: Diagrama Causa- Efecto

Fuente: Gutiérrez, 2009.

- **Causas de Medida:** Frecuentemente en los procesos industriales los problemas de los sistemas de medición pueden ocasionar pérdidas importantes en la eficiencia de una planta.
- **Causas del Método:** Están relacionadas con la forma de operar el equipo y/o método de trabajo. Son muchas las averías que pueden producirse en los equipos, debido a deficiente operación y el incumplimiento de los estándares de capacidades máximas a operar de las máquinas y/o equipos de trabajo.
- **Causas de Maquinaria:** Relacionada con el proceso de transformación de las materias primas en las máquinas y herramientas empleadas durante el proceso de producción, las averías a producirse estas relacionas con: acciones de mantenimiento, obsolescencia de las maquinarias y equipos, problemas de operación, capacidades máximas, entre otros.
- **Causas de Mano de Obra:** En este grupo se incluyen los factores que pueden generar el problema desde el punto de vista del factor humano, se puede mencionar: falta de experiencia del personal, grado de entrenamiento, curva de aprendizaje, habilidades, estado de ánimos (falta de motivación).
- **Causas de materiales:** Los materiales o insumos empleados, son otro de los posibles focos en los que puede surgir la causa raíz de un problema, es por ello, que se debe contar con un sistema de trazabilidad durante el proceso para controlar ciertas especificaciones de producción.
- **Causas de Medio:** En este grupo se incluyen aquellas causas que pueden venir de factores externos como: contaminación, humedad, temperatura del medio ambiente, ambiente laboral, entre otros.

2.2.11. MANTENIMIENTO

García Garrido (2010), afirma que el mantenimiento se define como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

José María de Bona (2009), menciona que “La revisión periódica de una instalación tiene dos ventajas:

- Permite minimizar el número y consecuencia de las averías y fallas, al vigilar el estado de los elementos que la constituyen y posibilitar la reparación o la reposición programada.
- Permite alargar la vida útil de la instalación o al menos evitar la degradación imprevista.”

2.2.12. OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO

En el caso del mantenimiento, su organización e información debe estar encaminada a la permanente ejecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.
- Mejorar la calidad del producto.

2.2.13. TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.2.13.1. Mantenimiento Correctivo

García Garrido (2003), define al mantenimiento correctivo como el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios mismos.

El sistema correctivo es el tipo de mantenimiento más usado, ya que es el que requiere de menor conocimiento, organización, esfuerzo, aunque en la realidad no es así, ya que demanda una cantidad de trabajo y por lo general, fuera de las horas hábiles.

La actividad principal que desarrolla el Mantenimiento Correctivo es la reparación no planificada que resulta debido a la falla imprevista, antes que se realice la

reparación propiamente dicha es necesario examinar el tipo y la causa del daño; esto suele llamarse comprobación del daño y mediante esta constatación se permite ver concretamente cuales son las operaciones que hay que efectuar. (García Palencia, 2012).

A) Falla

A cada función se le asocian una o varias fallas funcionales. Éstas se definen como la incapacidad del activo de cumplir con una función según los parámetros de funcionamiento aceptable para el usuario. (Moubray, 2004).

Según García Garrido (2003), para determinar un fallo funcional, no tenemos más que determinar la función que cumple y definir el fallo como la anti función, como el no cumplimiento de su función.

B) Avería

La avería, también llamada modo de falla, es la forma en la que un activo pierde su habilidad para desempeñar su función, entrando en el estado de falla funcional. (Aguilar., Torres y Magaña, 2010)

Para especificar los modos de falla se buscan las posibles causas de cada falla establecida, pudiéndose tener el caso de que varios modos de falla originen la falla funcional. (Moubray, 2004).

2.2.13.2. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos. (García palencia, 2012).

Según García Garrido (2003), el mantenimiento preventivo consiste en servicios de inspección, control conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir detectar o corregir defectos tratando de evitar fallas. Esto quiere decir que el mantenimiento preventivo es aquel que se realiza periódicamente para mayor vida útil de cada equipo al que se le aplique para un debido seguimiento. El mantenimiento tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.

Es un programa planificado, destinado asegurar el mínimo tiempo de paros no previstos y un máximo de tiempo de funcionamiento productivo, eficaz y eficiente para equipos maquinarias y por supuesto los procesos de producción es decir se ejecutan para evitar la falla crítica.

Esto significa que un programa de mantenimiento preventivo incluye dos actividades básicas:

- Inspección periódica de los equipos de industria, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, y
- Conservación de la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos cuando se encuentren aun en etapa incipiente.

a) Fases del mantenimiento preventivo:

- Inventario técnico, con características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicaciones exactas de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de operaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

b) Ventajas de un programa de mantenimiento preventivo:

Para García Palencia (2012), en su libro “Gestión moderna del mantenimiento industrial”, expone las siguientes ventajas del mantenimiento preventivo:

- Reducción de las paradas imprevistas de los equipos.
- Menor necesidad de reparaciones o reconstrucciones en gran escala, y menor número de mantenimientos repetitivos, por lo tanto, menor acumulación de carga de trabajo.
- Disminución de los pagos por tiempo extra del personal.
- Disminución de los costos de reparaciones.
- Reducción de los costos de mantenimiento, de materiales y de mano de obra, para los activos que se encuentran en el programa.
- Mejor control de refacciones, lo cual conduce a tener un inventario menos costoso.
- Mayor seguridad para operarios y maquinaria.
- Menores costos unitarios, al aumentar la disponibilidad de equipos, y por tanto, el tiempo útil de producción.
- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, por la correcta adaptación del equipo.

c) Implementación de un Sistema Preventivo:

Las 4 condiciones para la correcta implementación de un sistema preventivo son las siguientes:

- **Vender la idea del plan:** Se necesita el apoyo en primer lugar de la Gerencia, ya que ellos son los que aprueban y dan puesta a marcha el plan de mantenimiento y su presupuesto. Luego siguiendo el orden jerárquico, se necesita el apoyo de los jefes de los departamentos, supervisores y personal de producción, mantenimiento y en general a todos los interesados
- **Crear conciencia sobre los beneficios del sistema:** Se requiere por tanto, el convencimiento de todos los empleados, sobre la importancia y ventajas del mantenimiento preventivo expuestas en el punto anterior.
- **Establecer técnicamente los programas de inspección:** Para que funcione el programa es necesario inspecciones, que sea bien encausada y dirigido, a plazos definidos.
- **Diseñar controles efectivos para el programa:** Un eficiente control del sistema debe incluir: Cumplimiento estricto de los programas sin interrupción, ubicación adecuada de los puntos y medios de control, responsabilidad en el manejo de los programas de mantenimiento.

2.2.14. SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO

Para poder seleccionar el modelo de mantenimiento, debemos preguntarnos sobre el coste que supone una parada, y el coste que supone la reparación de la posible avería. Si el coste de una parada es importante, el mantenimiento es uno de los modelos programados. Si el coste es bajo, aún debemos preguntar algo más: cuál es el coste de una posible avería. Si el equipo piezas cuya avería nos supondrá un gasto grande (materiales, mano de obra), el modelo de mantenimiento será programado; si por el contrario es coste es bajo, el modelo de mantenimiento que le corresponderá será correctivo. (García Palencia, 2012).

Es decir, si la parada del equipo supone un gran trastorno a la producción y el coste de la avería es alto, el modelo será programado y si es lo contrario, el modelo será correctivo. Como se puede observar en la Figura N°2.

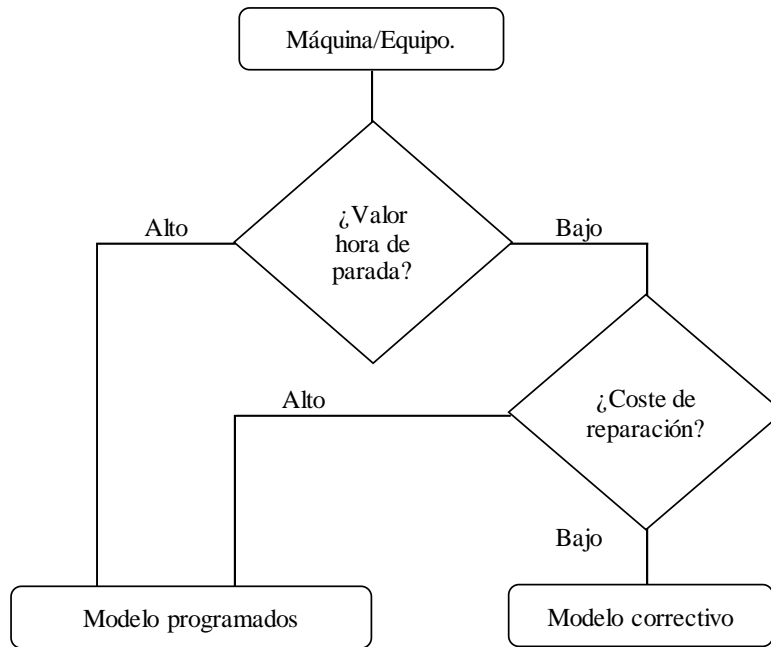


Figura N° 2: Selección del modelo de mantenimiento.
 Fuente: García, 2012.

2.2.15. RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN, CALIDAD Y MANTENIMIENTO

El mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad del producto y la productividad. El equipo con un buen mantenimiento produce menos desperdicios que el equipo con un mantenimiento deficiente. (Mora, 2009).

Un informe mensual sobre el porcentaje de trabajos repetidos y rechazados de productos, contribuye a definir cuáles máquinas requieren una investigación para determinar las causas de los problemas de calidad

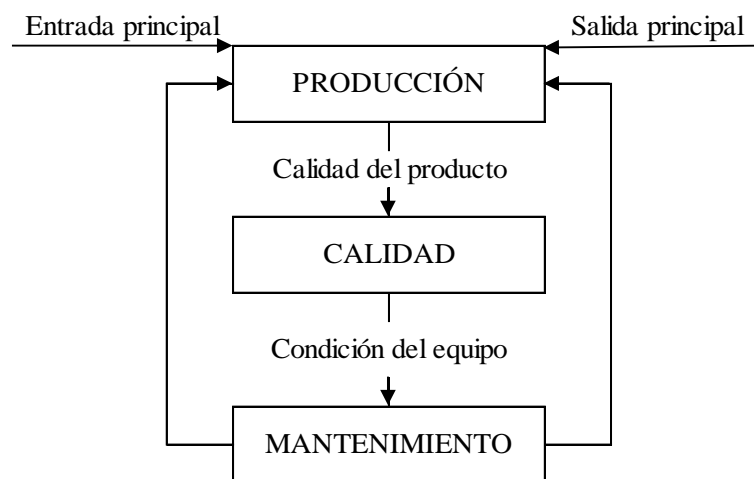


Figura N° 3: Selección del modelo de mantenimiento.
 Fuente: Mora, 2009.

2.2.16. RELACIÓN ENTRE EL SECADO Y EL QUEBRAMIENTO DEL ARROZ

En el manejo de poscosecha del arroz, el secado es la etapa más influyente en el fisuramiento de los granos, lo que definitivamente se puede llegar a manifestar como grano quebrado pulido durante el beneficio final. (Esmay et al., 1979)

De Dios (1996), afirma que los daños de secado dependen del tipo y la severidad con que se realiza el proceso, los daños visuales son diversos, como: decoloración de los granos, oscurecimiento de los granos y cuarteado o fisurado.

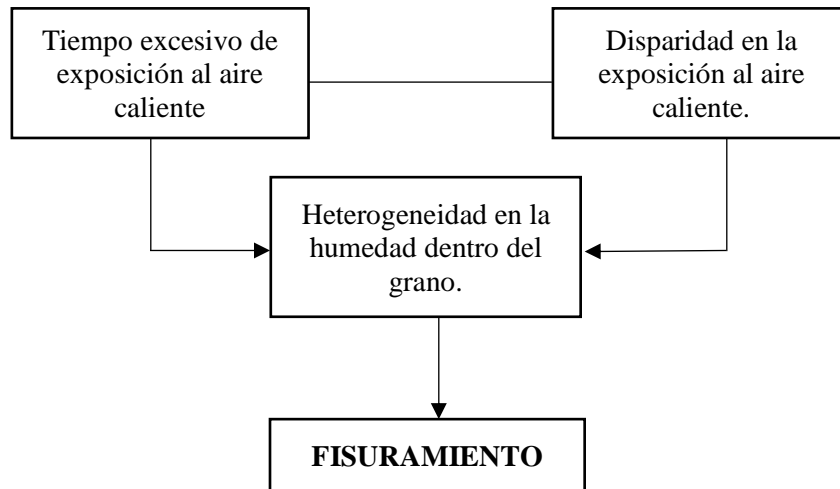


Figura N° 4: Causas del fisuramiento del grano.

Fuente: de Dios, 1996.

Experiencias llevadas a cabo por Marsans (1984) han probado que la humedad final es un factor decisivo en la formación de fisuras. Cuanto menor sea la humedad final a que es llevado el grano en la secadora, mayor es el porcentaje de granos fisurados. Para el arroz el porcentaje aceptable de humedad es del 14% con una tolerancia de $\pm 0,5\%$.

Ensayos realizados por Gauchat et al (1980) en secadoras de columnas han probado que los granos fisurados están siempre más secos que los sanos; para obtener fisurados de poca magnitud recomiendan temperaturas de 45°C del aire caliente. Si la humedad final se detiene a 13-15%, el grano presenta mayor resistencia para fisurarse.

Zeledon y Mora (1987), en su investigación “Relación entre el secado y el quebramiento del arroz en cinco molinos de Costa Rica”, realiza una comparación de los porcentajes de humedad y su relación con el quebramiento del arroz.

Los cinco molinos de arroz estudiados eran los que los de mayor capacidad en el país (entre 16 000 y 32 000 t/año) en ese momento. Estos fueron identificados como I, II, III, IV, y V. Los tres primeros estaban situados en el Valle Central y los dos restantes, en la costa del Pacífico.

Los datos de incremento en grano quebrado correspondientes a cada uno de los muestreos practicados en los molinos mostraron gran variación. En el caso del Molino II, los incrementos oscilaron entre 5,1% y 11,6%; en el Molino I, entre 1,2 y 7,9%; en el Molino III entre 0 y 4,6%; en el molino IV entre 0,4 y 5,1% y en el V entre 0 y 1,2%.

La humedad final del grano fue en promedio: 12,0 %, 13,2 %, 14,0 % y 13,7 %, para los molinos I, II, III y IV, respectivamente.

En conclusión, una combinación adecuada para mantener al mínimo el daño del arroz por fisuramiento es mantener la temperatura entre 40 y 45°C; y la humedad final del grano en 14%.

III. RESULTADOS

3.1. ANÁLISIS DEL ENTORNO

Según el ministerio de agricultura la producción de arroz viene creciendo a una tasa promedio de 3,6% en los últimos once años, sustentado por la mayor área cosechada el año 2009 con 404,6 miles de hectáreas. Sin embargo se aprecia una reducción en los años 2010 y 2011, recuperándose a partir del 2012 manteniéndose hasta la fecha, tal y como se observa en la siguiente tabla N°4.

Tabla N° 4: Superficie cosechada y producción nacional de arroz

AÑO	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)
2004	275 047	1 844 896
2005	358 123	2 468 357
2006	343 436	2 363 498
2007	339 677	2 435 134
2008	379 783	2 793 980
2009	404 639	2 991 157
2010	388 532	2 831 374
2011	359 602	2 624 458
2012	390 919	3 043 305
2013	395 030	3 046 773
2014	381 368	2 896 613
2015	395230	3124137

Fuente: MINAGRI

De otro lado, la producción obtenida de arroz cáscara en el año 2015 mostró un incremento de 8% (228 mil toneladas), sustentada en la mayor producción en: Piura 53% (157 mil toneladas), Lambayeque 44% (135 mil toneladas) y San Martín donde se incrementó en 2% (10 mil toneladas).

El presente calendario de producción de arroz (en miles de toneladas), toma como referencia el año 2015. Se observa que la mayor concentración en la producción se da entre los meses de marzo a julio, con un 65,7% y la menor producción es de agosto a febrero con el 34,3%. (Ver Tabla N°5)

Tabla N° 5: Producción nacional de arroz en el 2015

Calendario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Producción	209,3	134,2	223,6	272,7	466,1	678,2	412,0	107,1	130,4	137,1	112,7	240,8	3 124,1
(%)	6,70%	4,30%	7,16%	8,73%	14,92%	21,71%	13,19%	3,43%	4,17%	4,39%	3,61%	7,71%	100,00%

Fuente: SIEA

En el 2015, la producción se ha incrementado en un 7,85%, principalmente por las regiones de Piura (41,16%), Lambayeque (34,26%), San Martín (4,43%) y Loreto con (4.6%). Sin embargo en las regiones como Amazonas, La Libertad, Tumbes la producción ha disminuido, tal y como se observa en la tabla N° 6:

Tabla N° 6: Producción por regiones en el año 2014 y 2015

Región	Años	Producción en miles de toneladas	Var%
Total Nacional	2014	2 896,6	7,85%
	2015	3 124,1	
Amazonas	2014	366,6	-4,10%
	2015	351,6	
Arequipa	2014	266,0	-0,98%
	2015	263,4	
Cajamarca	2014	208,0	-3,68%
	2015	200,3	
La Libertad	2014	362,9	-5,05%
	2015	344,5	
Lambayeque	2014	328,8	34,26%
	2015	441,4	
San Martín	2014	647,4	4,43%
	2015	676,1	
Tumbes	2014	143,0	-9,75%
	2015	129,0	
Piura	2014	356,5	41,16%
	2015	503,2	
Otros departamentos	2014	217,4	-1,37%
	2015	214,4	

Fuente: SIEA

3.2. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.2.1. EMPRESA

“MOLINO CHICLAYO S.A.C”, es una empresa Chiclayana, dedicada al servicio de pilado y comercialización de arroz.

- RUC: 20480510144
- Razón Social: MOLINO CHICLAYO S.A.C.
- Tipo Empresa: Sociedad Anónima cerrada.
- Condición: Activo.
- Fecha Inicio Actividades: 01/Noviembre/2008.
- CIU: 93098.
- Dirección Legal: Car. Panamericana Norte Km. 776.
- Distrito/Ciudad: Chiclayo.
- Provincia: Chiclayo.
- Departamento: Lambayeque.
- Gerente General: Coronel Calderon Einer.


3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.3.1. PRODUCTOS

a. Descripción del Producto:

El producto principal y en el cual se basará esta investigación es el Arroz Nir de 50 kg, siendo el arroz con mayor consumo, y considerado el mejor de la Región. El arroz deberá ser inocuo y adecuado para el consumo humano. No deberá contener insectos o sus huevos; granos mohosos, germinados, picados, sucios; y, olores o sabores extraños, causados por agentes químicos, físicos o microbiológicos. Asimismo, deberá estar exento de ñelén y polvillo. (Ref.: **NTP 205.011: 2014**). Asimismo, deberá presentar lo siguiente:

Tabla N° 7: Ficha técnica del arroz-característica general.

	<p>Ficha técnica del arroz</p>
<p>Características Generales</p>	
<p>Denominación del bien:</p>	<p>ARROZ PILADO</p>
<p>Denominación técnica:</p>	<p>Oryza sativa L</p>
<p>Tipo de alimento:</p>	<p>No Perecibles</p>
<p>Grupo de alimentos:</p>	<p>Cereales y derivados</p>
<p>Unidad de medida:</p>	<p>Kilogramo (kg)</p>
<p>Descripción general:</p>	<p>Llamado también arroz blanco o elaborado, es el grano entero y quebrado procedente de cualquier variedad de la especie Oryza sativa L., al cual se le ha removido la cáscara, los embriones y el pericarpio o cutícula, en un procesamiento normal del arroz en cáscara (grano que la ha mantenido después de la trilla).</p>

Fuente: NTP 205.011:2014

Tabla N° 8: Ficha técnica del arroz-característica técnicas.

Ficha técnica del arroz		
Características Técnicas		
Factores de calidad Generales:	El arroz debería ser inocuo y adecuado para el consumo humano. El arroz deberá estar exento de sabores y olores anormales.	
Factores de calidad específicos:	Contenido de humedad:	Máximo del 14%
	Suciedad:	Máximo 0,1%
	Longitud:	<p>Cuando menos el 80% de los granos (en masa), están dentro de los límites de la clase a adquirir, y no más del 20% (en masa), son de mezcla con variedades de clases contrastantes, de acuerdo a lo indicado:</p> <p>Largo: Más de 7mm. Mediano: De 6mm a 7mm. Corto: Menos de 6mm. Mezclado: Más del 205 de mezclas.</p>
	Color	Cumplir con lo indicado en la tabla N°08: Requisitos de sanidad y aspecto, según el grado de calidad a adquirir.
	Olores	Exento de olores y sabores extraños.

Fuente: NTP 205.011:2014

b. Subproducto:

Los subproductos que se obtienen del proceso de pilado de arroz son: Arroz partido (Arrocillo $\frac{3}{4}$, Arrocillo $\frac{1}{2}$), Rechazo, Ñelen, Polvillo.

- Arrocillo: Lo conforman los granos quebrados mayores o guales a $\frac{1}{4}$ de la longitud de la variedad del grano de mayor contraste y se obtiene del procesamiento físico al que es sometido el arroz.
- Ñelen: Lo conforman los granos quebrados menores a $\frac{1}{4}$ de la longitud de la variedad del grano de mayor contraste.
- Polvillo: Se encuentra constituido por cutícula, embrión y otras partes del grano como producto del blanqueado de arroz, cuando este pasa por pulidoras abrasivas y de fricción.
- Rechazo: Subproducto que los molinos ofrecen para alimento de ganado también denominado puntina o descartes de arroz. Este subproducto es muy variable en su composición ya que depende mucho del proceso industrial. Si la puntina es muy limpia, donde solo hayan granos de arroz quebrados, tendrá un muy buen nivel de energía y bajo de proteína como es característico en todos los granos.

c. Desecho:

El desecho que se obtienen del proceso de pilado de arroz es la Cascarilla, la cual puede venderse a ladrilleras, granjas o para el uso interno del molino en los hornos de secadora como combustible.

d. Desperdicio:

Los desperdicios que se obtienen del proceso de pilado de arroz son:

- Piedras.
- Pajas.

3.3.2. MATERIALES E INSUMOS

3.3.2.1. Materia prima

La materia prima que ingresa al proceso de pilado, en el arroz cáscara o paddy, es el arroz provisto de cáscara después de la trilla. Esto significa que los granos de arroz siguen estando revestidos de una cáscara que los envuelve firmemente.

El arroz es un cereal de grano de la familia de las gramíneas. Esta planta de gran talla, que crece con mayor facilidad en los climas tropicales, aunque puede crecer en medios bastante diversos, crecerá más rápidamente y con mayor vigor en un medio caliente y húmedo, el fruto de esta planta el grano de arroz, es la base de la dieta en Asia y un alimento muy importante en Latinoamérica.

Su nutriente principal son los hidratos de carbono, contiene algo de proteínas alrededor de un 7% y en estado natural bastantes vitaminas y minerales que se suelen perder en gran proporción con los procesos de refinado y pulido.

La cascarilla constituye el 20% del peso total de arroz. Contiene un alto porcentaje de humedad (19-23%, aproximadamente); esta humedad hace vulnerable al grano de arroz, manchándolo en el proceso de pilado. Debido a que la cascarilla tiene un alto valor calorífico, se puede utilizar como combustible para los hornos del secado.

Dentro de esta clasificación, el agua también se le considera como un material directo debido a la participación en la etapa del pulido (pulidora de agua), el cual el arroz se somete a procesos de fricción, en el que se elimina la capa superior y se obtiene el arroz blanco o pulido y por último, se encargara de darle brillo al grano.

Por otro lado, también se menciona al aceite como material directo debido a su participación en la etapa de abrillantado, este consiste en almacenar el arroz entero en una tolva, en el cual se agrega el aceite, para que así el arroz tenga una mejor calidad y apariencia.

3.3.2.2. Data de materia prima

La materia prima recibida a lo largo del año 2016, se muestra en la Tabla N°9. Donde se puede observar que el mes con mayor recepción de materia prima es Julio con 3 045,39 toneladas y el mes con menor recepción es Noviembre con 1 154,42 toneladas.

Tabla N° 9: Materia prima utilizada en el 2016.

Mes 2016	Materia prima (t)
Enero	2 060,61
Febrero	1 891,32
Marzo	2 804,5
Abril	1 182,36
Mayo	2 231,13
Junio	2 729,18
Julio	3 045,39
Agosto	2 725,51
Septiembre	2 268,14
Octubre	1 708,78
Noviembre	1 154,42
Diciembre	2 725,56

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.3.2.3. Materiales indirectos

- **Sacos de polipropileno.**

Los envases tienen las siguientes características:

- **Estructura del envase:** polipropileno tejido.
- **Color:** transparente o blanco.
- **Peso mínimo del envase:** 75 g.
- **Tejido:** trama 10 cintas/pulgada.

El arroz pilado son envasados en sacos de polipropileno que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutricionales, tecnológicas y organolépticas del alimento. Los envases deben ser fabricados con sustancias que sean inocuas y apropiadas para el uso al que se destinan. No deberán transmitir al producto sustancias tóxicas ni olores o sabores desagradables

Estos envases son sacos de polipropileno de primer uso, del mismo tamaño, que contengan aproximadamente 50 Kg de arroz pilado, de tal forma que:

- Estén limpios y permitan mantener las características del alimento.
- Se encuentren bien cosidos o sellados
- Sean resistentes al almacenamiento (manipuleo) y transporte.
- Faciliten los muestreos e inspecciones
- No contengan monómeros residuales de estireno, de cloruro de vinilo, de acrilonitrilo o de cualquier monómero residual o sustancia que puedan ser considerados nocivos para la salud, en cantidades superiores a los límites máximos permitidos que establezca el Ministerio de Salud.

- **Rollos de hilos.**

Utilizado para coser y sellar los sacos de polipropileno.

3.3.3. MANO DE OBRA

En la tabla N°10, muestra el número de trabajadores durante el periodo de Agosto del 2015 hasta Agosto del 2017. Se puede observar que hasta enero del 2016, el número de trabajadores se mantuvo en 16, en febrero aumento a 24 y el número más alto de trabajadores se dio en Noviembre y Diciembre del 2016, con 30 trabajadores. Actualmente desde Agosto del 2017, la empresa Molino Chiclayo S.A.C. cuenta con 28 trabajadores.

Tabla N° 10: Número de trabajadores durante Agosto 2015-Agosto 2017.

Periodo	N° de trabajadores
2015-08 hasta 2016-01	16
2016-02	24
2016-03 hasta 2016-09	23
2016-10	21
2016-11	30
2016-12	30
2017-01	28
2017-02	28
2017-03	28
2017-04 hasta 2017-08	28

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

En la Tabla N°11, se observa la clasificación de la mano de obra y el número de trabajadores que le corresponde. Producción cuenta con 17 trabajadores, mantenimiento con 4 trabajadores, administración con 6 y un personal encargado de la seguridad y controlar el ingreso y salida del personal.

Tabla N° 11: Clasificación de la mano de obra

CLASIFICACIÓN	PROD.	MANT.	ADM.	SEGURIDAD
N° de trabajadores	17	4	6	1

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.3.4. MAQUINARIA Y EQUIPOS

A lo largo del año 2016 se registraron varias fallas en la maquinaria utilizada en el proceso de pilado de arroz, teniendo como consecuencia un incremento en los gastos operacionales, daños en la materia prima, entre otros. En las siguientes tablas se describirá la, la maquinaria involucrada, su función, el número de fallas en el 2016, el tiempo de parada de la máquina (horas), las especificaciones técnicas y el tipo de mantenimiento que posee cada etapa del proceso de pilado de arroz.

Tabla N° 12: Diagnostico de la maquinaria en la etapa de prelimpia

Etapa	Maquinaria involucrada	Función de la maquinaria	Número de fallas en el año 2016	Tiempo de parada de la máquina. (horas).	Especificaciones				Tipo de mantenimiento
					Marca:		Capacidad de diseño:		
Prelimpia	Elevador 1	Transportar el arroz cáscara, de la tolva de recepción a la prelimpia.	3	8,5	Marca:	SuperBrix	Capacidad de diseño:	20t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	1	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		
	Prelimpia	Separar las impurezas (paja, palotes, piedras) del arroz cáscara.	16	56	Marca:	Super Brix	Capacidad de diseño:	10t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	1	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Tabla N° 13: Diagnostico de la maquinaria en la etapa de descascarado y clasificación.

Etapa	Maquinaria involucrada	Función de la maquinaria	Número de fallas en el año 2016	Tiempo de parada de la máquina. (horas).	Especificaciones				Tipo de mantenimiento
					Marca:		Capacidad de diseño:		
Descascarado	Elevador 2	Transportar el arroz cáscara, de la prelimpia a la tolva de la descascaradora.	5	15	Marca:	SuperBrix	Capacidad de diseño:	20t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	1	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		
	Descascaradoras	Separar la cáscara del arroz integral.	62	294,5	Marca:	Zaccaria	Capacidad de diseño:	20t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	2	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		
Elevador 3	Transportar el arroz cáscara rechazado de las mesas paddy, al elevador 3.	3	8,5	Marca:	SuperBrix	Capacidad de diseño:	4t/h	Correctivo	
				Años de compra:	2008	Cantidad:	2		
				Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico			
Clasificación I	Mesas paddy	Separar el arroz cáscara, del arroz integral.	16	60	Marca:	Zaccaria	Capacidad de diseño:	4t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	2	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Tabla N° 14: Diagnostico de la maquinaria en la etapa de pulido

Etapa	Maquinaria involucrada	Función de la maquinaria	Número de fallas en el año 2016	Tiempo de parada de la máquina. (horas).	Especificaciones				Tipo de mantenimiento
					Marca:		Capacidad de diseño:		
Pulido	Elevador 4	Transportar el arroz integral a las pulidoras de piedra.	3	11	Marca:	SuperBrix	Capacidad de diseño:	4t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	2	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		
	Pulidoras de piedra	Pulir el grano de arroz.	21	52,5	Marca:	Zaccaria BHZ	Capacidad de diseño:	3t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	2	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		
	Pulidora de agua	Dar brillo al grano de arroz.	32	104	Marca:	Zaccaria WPZ-1	Capacidad de diseño:	5t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	1	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Tabla N° 15: Diagnóstico de la maquinaria en la etapa de clasificación

Etapa	Maquinaria involucrada	Función de la maquinaria	Número de fallas en el año 2016	Tiempo de parada de la máquina. (horas).	Especificaciones				Tipo de mantenimiento
					Marca:		Capacidad de diseño:		
Clasificación II	Elevador 5	Transportar el grano de arroz de las pulidoras a la clasificadora.	5	15	Marca:	SuperBrix	Capacidad de diseño:	10t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	1	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		
	Clasificador	Separar las fracciones de grano quebrado con el grano entero.	13	32,5	Marca:	Zaccaria	Capacidad de diseño:	6t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	2	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Tabla N° 16: Diagnostico de la maquinaria en la etapa de selección.

Etapa	Maquinaria involucrada	Función de la maquinaria	Número de fallas en el año 2016	Tiempo de parada de la máquina. (horas).	Especificaciones				Tipo de mantenimiento
					Marca:		Capacidad de diseño:		
Selección	Elevador 6	Transportar el grano de arroz del clasificado a la selectora por color.	1	3,5	Marca:	SuperBrix	Capacidad de diseño:	10t/h	Correctivo
					Años de compra:	2014	Cantidad:	1	
					Años de antigüedad:	3	Motor: Eléctrico		
	Selector por color	Retirar los defectos como grano tizoso y manchado, granos que no poseen el color adecuado.	4	13	Marca:	SORTEX Z+	Capacidad de diseño:	5t/h	Correctivo
					Años de compra:	2014	Cantidad:	1	
					Años de antigüedad:	3	Motor: Eléctrico		
	Elevador 7	Transportar el grano de arroz de la selectora a la tolva de producto final.	2	7	Marca:	SuperBrix	Capacidad de diseño:	10t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	1	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		
	Elevador 8	Transportar el grano de arroz rechazado, de la selectora a la tolva de descarte.	2	7	Marca:	SuperBrix	Capacidad de diseño:	5t/h	Correctivo
					Años de compra:	2008	Cantidad:	1	
					Años de antigüedad:	9	Motor: Eléctrico		

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Una vez hecho el diagnóstico de la maquinaria en cada etapa del proceso de pilado de arroz, se procedió a determinar el área crítica del proceso de pilado, para ello se basará en la frecuencia de la cantidad de fallas y los tiempos de paradas de las máquinas, en el año 2016, como se muestra en la Tabla N°17.

Tabla N° 17: Frecuencia de fallas y tiempo de paradas de las máquinas

Área del proceso de pilado.	Número de fallas en el año 2016	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Prelimpia	19	10,1%	10,1%
Descascarado	70	37,2%	47,3%
Clasificación I	16	8,5%	55,9%
Pulido	56	29,8%	85,6%
Clasificación II	18	9,6%	95,2%
Selección	9	4,8%	100,0%
TOTAL	188		

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Al realizar la distribución de frecuencia en el año 2016, se puede observar que cerca del 67% de los números de fallas radica en el área de descascarado y pulido, como se muestra en la Figura N° 5.

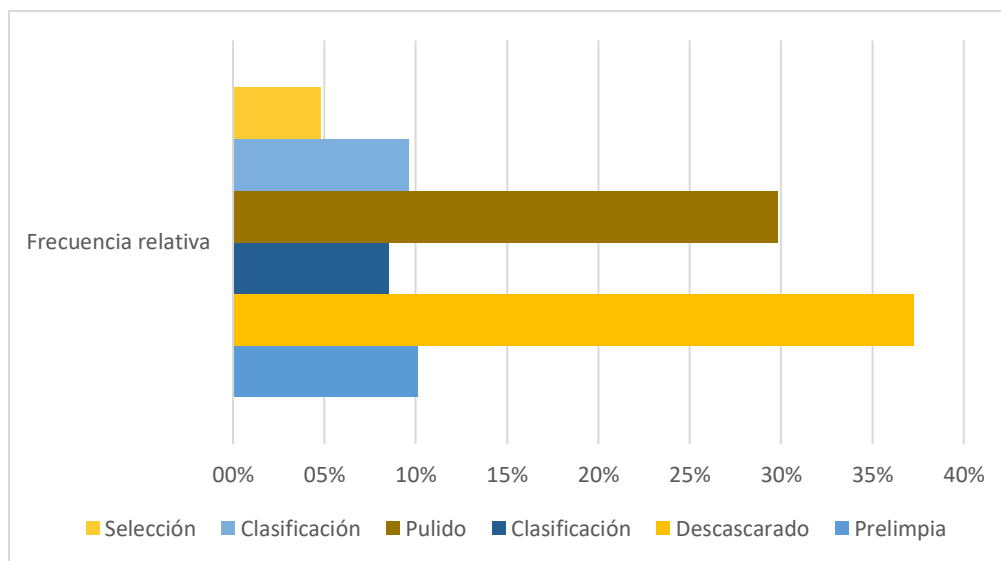


Figura N° 5: Distribución de frecuencia por N° de fallo durante el 2016.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Las pérdidas económicas de la empresa debido a las fallas de la maquinaria en el 2016, se observa en la Tabla N°18. Para ello es importante mencionar que Molino Chiclayo S.A.C. tiene una capacidad real de 780 sacos de arroz pilado por día, cuyo ingreso por el servicio de pilado de arroz es de 8,5 soles por saco.

Tabla N° 18: Pérdida económica por fallas en los equipos.

Área del proceso de pilado.	Tiempo de parada de la máquina. (horas)	Pérdida económica.	Porcentaje. (%)	Clasificación
Descascarado	318	S/. 191 667,27	46,22%	Vital
Pulido	167,5	S/. 100 956,82	24,35%	Importante
Prelimpia	64,5	S/. 38 875,91	9,38%	Triviales
Clasificación I	60	S/. 36 163,64	8,72%	
Clasificación II	47,5	S/. 28 629,55	6,90%	
Selección	30,5	S/. 18 383,18	4,43%	
TOTAL	688	S/. 414 676,36	100,00%	

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Como se indica en la tabla anterior la pérdida económica total por fallas en la maquinaria en el año 2016 es de 414 676,36 soles, de los cuales la causa vital son las fallas en el descascarado, con un 46,22%; la causa importante son las fallas en el pulido con un 24,35% y las causas triviales lo conforman las fallas en la prelimpia, clasificación I, Clasificación II y selección con un 29,43%. Como se puede apreciar en la Figura N°6.

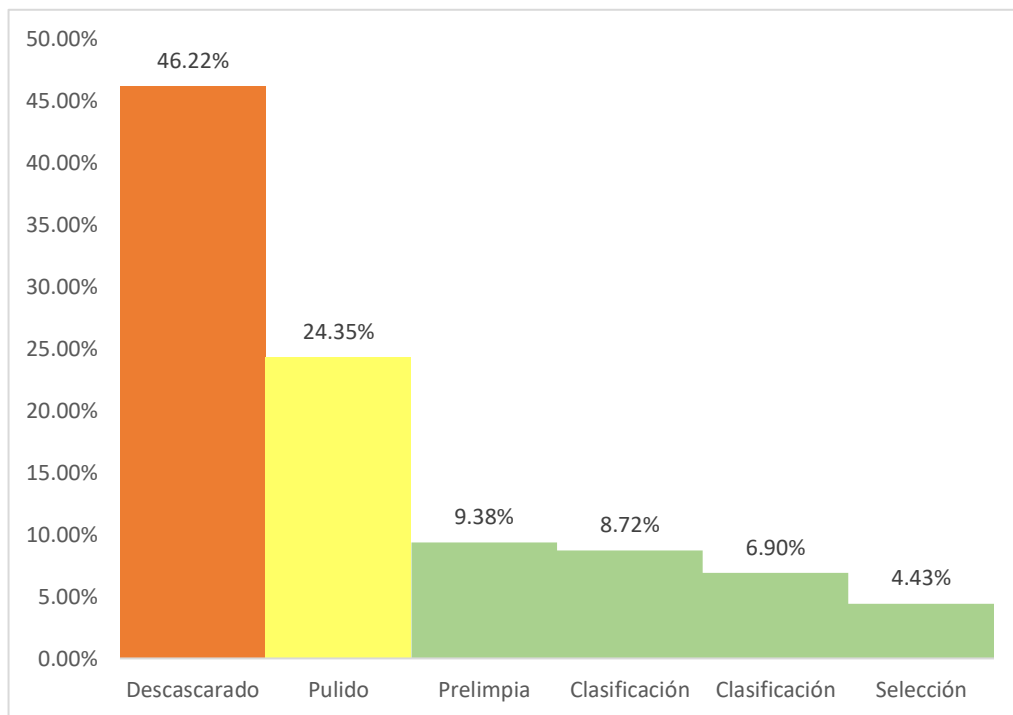


Figura N° 6: Distribución de frecuencia por pérdida económica durante el 2016.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Basados en los datos que arrojan los diagramas, las áreas críticas lo conforman el descascarado y el pulido, por ello se enfocará en mejorar la confiabilidad de estos equipos.

3.3.5. PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción es conocido como “pilado”. La cantidad de arroz blanco que se obtenga del proceso determinara el rendimiento de la piladora. El proceso de pilado está conformando por las siguientes operaciones:

- **Recepción de la materia prima:**

El arroz en cáscara llega a la empresa por medio de camiones, provenientes de las chacras. Los camiones con arroz paddy ingresan a la balanza electrónica. Después se realiza la descarga de los vehículos.

Tabla N° 19: Recepción de materia prima y pesado.

Actividad	M.P que ingresa	Tiempo promedio	Operarios	Mano de obra calificada
Recepción de materia prima	750 kg	6,24 min.	4	No

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Secado Natural:**

En esta operación, el arroz cáscara se deja reposar en el suelo y por efecto del ambiente se va secando al pasar las horas hasta que llega al grado de humedad necesario (14%), para ello se utilizan mantas de color negro.

Es importante mencionar que si el secado es muy lento, se permite el desarrollo de microorganismo por el alto contenido de humedad, como consecuencia el deterioro de la masa. Por otro lado, si el secado es muy rápido se corre riesgo de que el embrión muera a causa del excesivo calor.

Tabla N° 20: Secado Natural

Actividad	Tiempo promedio	Operarios	Mano de obra calificada
Secado natural	586 min	8	No

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Almacenaje:**

El arroz cáscara seco son almacenados en sacos de color negro y agrupados según el propietario (cliente), a la espera de entrar a la pre-limpia.

Tabla N° 21: Almacenaje

Actividad	Operarios	Mano de obra calificada
Almacenaje	3	No

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Pre-Limpia:**

El arroz cáscara proveniente del secado (14% de humedad) es colocado en una tolva. Por intermedio de un elevador el arroz paddy se hace ingresar continuamente a una zaranda vibratoria, con la finalidad de que el grano ingrese libre de material extraño (pepas, semillas, paja, granos vanos, entre otras) al proceso de descascarado, las impurezas son retiradas por medio de un juego de dos mallas: en la primera quedan retenidas las impurezas mayores y pasa el arroz; en la segunda elimina los vanos y el arroz queda retenido en la malla. Los rechazos de las dos mallas son continuamente llenados en sacos de polipropileno que luego se disponen para su eliminación fuera del molino.

Tabla N° 22: Pre- Limpia

Actividad	M.P que ingresa	Tiempo promedio	Maquinaria
Pre-Limpia	750 kg	8 a 9 min.	1 Pre limpia

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Descascarado:**

En esta operación la materia prima es descascarada mediante dos rodillos que giran en forma contraria, obteniéndose arroz descascarado, también llamado arroz integral (rico en vitaminas B, minerales y fibra), y la pajilla de arroz. En esta etapa el equipo de descascarado expulsa la pajilla a través de un tubo por transporte neumático a un área fuera del proceso.

Tabla N° 23: Descascarado

DActividad	M.P que ingresa	Tiempo promedio	Maquinaria
Descascarado	750 kg	1,27 min.	2 descascaradoras

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Separación/Clasificación:**

Con el vaivén que produce la mesa paddy, separa el arroz con cáscara (Paddy), del arroz sin cáscara. El primero regresa a las descascaradora.

Esta mesa es también llamada “seleccionadora” por la sencilla razón de seleccionar el arroz con cáscara (Paddy), del arroz sin cáscara. Esta separación se realiza a través de movimientos vibratorios. Esta máquina se encarga de retomar el arroz Paddy o con cáscara a la descascaradora. El arroz sin cáscara, conocido como arroz integral pasa a la siguiente etapa de pulido.

Tabla N° 24: Clasificación

Actividad	Reproceso (%)	Tiempo promedio	Maquinaria
Clasificación	3%-5%	1,59 min.	2 Mesas paddy

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Blanqueado o Pulido:**

La realización del blanqueado o pulido se subdivide en dos fases, relacionada a la maquinaria utilizada:

Pulidora de Piedra: Pule el arroz hasta un nivel de 60%. Interiormente la máquina contiene una piedra “PÓMEZ” que con la fricción tiende a pulir el arroz.

Pulido de Agua: Pule el arroz hasta un nivel de 100%. En esta etapa se lustra y se da brillo al arroz. Esta pulidora y los dos anteriores están unidos a un conducto llamado “SINFÍN”, por donde transporta el polvillo, para luego ser envasado a sacos y a su venta como subproducto en sacos de 30 kg.

Tabla N° 25: Pulido

Actividad	M.P que ingresa	Tiempo promedio	Maquinaria
Pulido	750 kg	2,18 min.	2 pulidora de piedra. 1 pulidora de agua.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Clasificación producto:**

La zaranda tiene como función separar el ñelen y el arrocillo del arroz pulido. El ñelen y arrocillo es envasado por sacos de 50 kg por un obrero que lo llena, cose y se almacena.

Tabla N° 26: Clasificación

Actividad	M.P que ingresa	Tiempo promedio	Maquinaria
Clasificación	750 kg	1,7 min.	1 Clasificadora

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Selección:**

El arroz pulido y clasificado, se somete a una selección electrónica para separar granos tizosos, manchados y otros defectos. Los granos seleccionados van a la etapa de envasado. El arroz rechazo y arroz $\frac{3}{4}$ también son envasados en sacos de 50 kg para su venta.

Tabla N° 27: Selección

Actividad	M.P que ingresa	Tiempo promedio	Maquinaria
Selección	750 kg	7,13 min.	1 selectora.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Ensayado:**

En el ensacado se utilizan sacos nuevos con capacidad de 50 kg. El personal de producción se encarga de pesar los sacos para posteriormente ser cosido.

Tabla N° 28: Ensayado

Actividad	M.P que ingresa	Tiempo promedio	Operarios	Mano de obra calificada
Ensayado	750 kg	1,5 min.	2	No

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Almacenamiento:**

Después de ser pesado y cosido el saco de arroz es trasladado hacia el almacén para su posterior entrega.

Tabla N° 29: Almacenamiento

Actividad	Maquinara	Operarios	Mano de obra calificada
Almacenamiento	Monta cargas	3	No

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.3.6. SISTEMA DE PRODUCCIÓN

El sistema de producción que caracteriza las operaciones de esta empresa, es continuo debido a las siguientes características:

- Poca diversificación, se producen grandes cantidades de un mismo producto.
- Líneas de producción generalmente automatizadas.
- Cualquier cambio en la línea de producción por cualquier motivo es costoso.
- Costos unitarios bajos.
- Labores de mantenimiento preventivo importantísimas, al parar una máquina, para toda la línea.
- Los operarios realizan la misma tarea.
- Cada máquina y cada equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación y preparados para aceptar de forma automática el trabajo que le es suministrado por una máquina precedente.

3.3.7. ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Para el análisis del proceso de producción se tomó muestra de los tiempos de cada actividad, mediante un cursograma analítico cronometrando el tiempo en las distintas etapas del proceso productivo.

El tamaño de la muestra se determinará tomando en cuenta la información del Time Study Manual De los Erie Works de General Electric Company. En la Tabla N° 30, se determina el número de ciclos de observación, según el tiempo de ciclo observado preliminarmente.

Tabla N° 30: Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	25
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 – a mas	3

Fuente: García, 2015.

3.3.7.1. Estudio de tiempos

Verificación de la muestra: Se realizó un cursograma registrando 5 muestras de ciclos observados, en distintas horas de trabajo (Ver Figura N° 7), cabe resaltar que en la empresa Molino Chiclayo S.A.C. se trabaja 11 horas al día. Posteriormente se determinara si estos eran suficientes, calculando en número real de ciclos necesarios.

Cursograma analítico del proceso													
Proceso: Pilado de arroz		Resumen											
Fecha: 08-05-17		Actividad		Símbolo		Cantidad		Tiempo (min)					
Analista: Juan José Muñoz		Operación		●		8		602,43					
Método:		Inspección		■		1		0,21					
Tipo:		Operación- inspección		■		1		6,24					
Comentarios		Transporte		➔		11		32,56					
		Demora		●		0		-					
		Almacenamiento		▼		3		-					
		Total				24		641,44					
No.	Actividad	Tiempo (min)					Tiempo (min)						
		●	■	■	➔	●	▼	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio
1	Recepción y pesado.			X				6,20	6,40	6,00	6,20	6,40	6,24
2	Desplazamiento a almacén.				X			8,50	8,80	8,60	8,50	9,00	8,68
3	Almacenamiento de arroz cáscara.					X							
4	Desplazamiento a secado.				X			6,50	6,80	6,60	6,65	6,80	6,67
5	Secado.	X						580,00	587,00	583,00	586,00	594,00	586,00
6	Desplazamiento a prelimpia.				X			7,50	8,20	7,45	7,72	7,65	7,70
7	Prelimpia.	X						1,00	1,10	1,05	1,09	1,07	1,06
8	Desplazamiento a descascarado.				X			0,35	0,40	0,45	0,40	0,40	0,40
9	Descascarado.	X						1,20	1,32	1,26	1,31	1,28	1,27
10	Clasificación.	X						1,50	1,65	1,58	1,63	1,60	1,59
11	Desplazamiento a puído.				X			0,30	0,40	0,30	0,40	0,35	0,35
12	Puído.	X						2,05	2,26	2,15	2,23	2,19	2,18
13	Desplazamiento a clasificación.				X			0,35	0,27	0,28	0,30	0,30	0,30
14	Clasificación.	X						1,60	1,76	1,68	1,74	1,71	1,70
15	Desplazamiento a selección.				X			0,35	0,27	0,28	0,30	0,30	0,30
16	Selección.	X						7,20	6,85	7,35	7,10	7,15	7,13
17	Desplazamiento a ensacado.				X			0,35	0,27	0,28	0,30	0,30	0,30
18	Inspección saco.		X					0,20	0,22	0,21	0,22	0,21	0,21
19	Transporte hacia almacén				X			1,50	1,65	1,58	1,63	1,60	1,59
20	Almacén					X							
21	Transporte hacia ensacado.				X			2,40	2,64	2,52	2,61	2,56	2,55
22	Ensacado.	X						1,40	1,65	1,50	1,50	1,45	1,50
23	Desplazamiento a almacén.				X			3,50	3,85	3,68	3,81	3,74	3,71
24	Almacenamiento de los sacos de arroz pilado 50Kg.					X							
Total							633,95	643,76	637,79	641,64	650,06	641,44	

Figura N° 7: Cursograma analítico del proceso de pilado de arroz.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Una vez desarrollado el cursograma analítico, se procederá a dividirlo en las siguientes partes:

- Secado: Abarca las operaciones desde la recepción y pesado, hasta el desplazamiento a prelimpia.
- Circuito de pilado: Abarca las operaciones desde la prelimpia, hasta el almacenamiento de los sacos de arroz pilado de 50 kg.

El que se usará para determinar el número real de ciclos necesarios es el circuito de pilado. Como se observa en la Tabla N° 31.

Tabla N° 31: Muestra de ciclos observados

Operaciones del proceso		Ciclo observado (min)					$\sum X_i$ (min)	Tiempo promedio (min).
		1	2	3	4	5		
A.	Prelimpia.	1,00	1,10	1,05	1,09	1,07	5,31	1,06
B.	Desplazamiento a descascarado.	0,35	0,40	0,45	0,40	0,40	2,00	0,40
C.	Descascarado.	1,20	1,32	1,26	1,31	1,28	6,37	1,27
D.	Clasificación.	1,50	1,65	1,58	1,63	1,60	7,96	1,59
E.	Desplazamiento a pulido.	0,30	0,40	0,30	0,40	0,35	1,75	0,35
F.	Pulido.	2,05	2,26	2,15	2,23	2,19	10,88	2,18
G.	Desplazamiento a clasificación.	0,35	0,27	0,28	0,30	0,30	1,50	0,30
H.	Clasificación.	1,60	1,76	1,68	1,74	1,71	8,49	1,70
I.	Desplazamiento a selección.	0,35	0,27	0,28	0,30	0,30	1,50	0,30
J.	Selección.	7,20	6,85	7,35	7,10	7,15	35,65	7,13
K.	Desplazamiento a ensacado.	0,35	0,27	0,28	0,30	0,30	1,50	0,30
L.	Inspección saco.	0,20	0,22	0,21	0,22	0,21	1,06	0,21
M.	Transporte del saco hacia almacén	1,50	1,65	1,58	1,63	1,60	7,96	1,59
O	Transporte del saco hacia ensacado.	2,40	2,64	2,52	2,61	2,56	12,73	2,55
P	Ensacado.	1,40	1,65	1,50	1,50	1,45	7,50	1,50
Q	Desplazamiento a almacén.	3,50	3,85	3,68	3,81	3,74	18,57	3,71
Total		25,25	26,56	26,14	26,57	26,21	130,72	26,14

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Según el muestreo preliminar el tiempo promedio del ciclo del proceso es de 26,14 minutos, y el rango de muestra según la información tomada de General Electric Company, se determinó que según el tiempo de ciclo observado preliminarmente este se encuentra en el rango de 20 a 40 minutos, con un número recomendado de 5 ciclos. Por lo que concluimos que las observaciones realizadas en el estudio preliminar de **5 muestras, es la adecuada.**

Para los diagramas siguientes se ha tomado en cuenta el promedio de los tiempos anteriormente mencionados y la materia prima que se procesa es de 750 kg (15 sacos de arroz cáscara).

3.3.7.2. Diagrama de Flujo del proceso de pilado de arroz

En la figura N°08 se muestra el diagrama de flujo del proceso de pilado de arroz, como ya se indicó la materia prima que ingresa al proceso es el arroz cáscara y el producto que se obtiene es el arroz pilado.

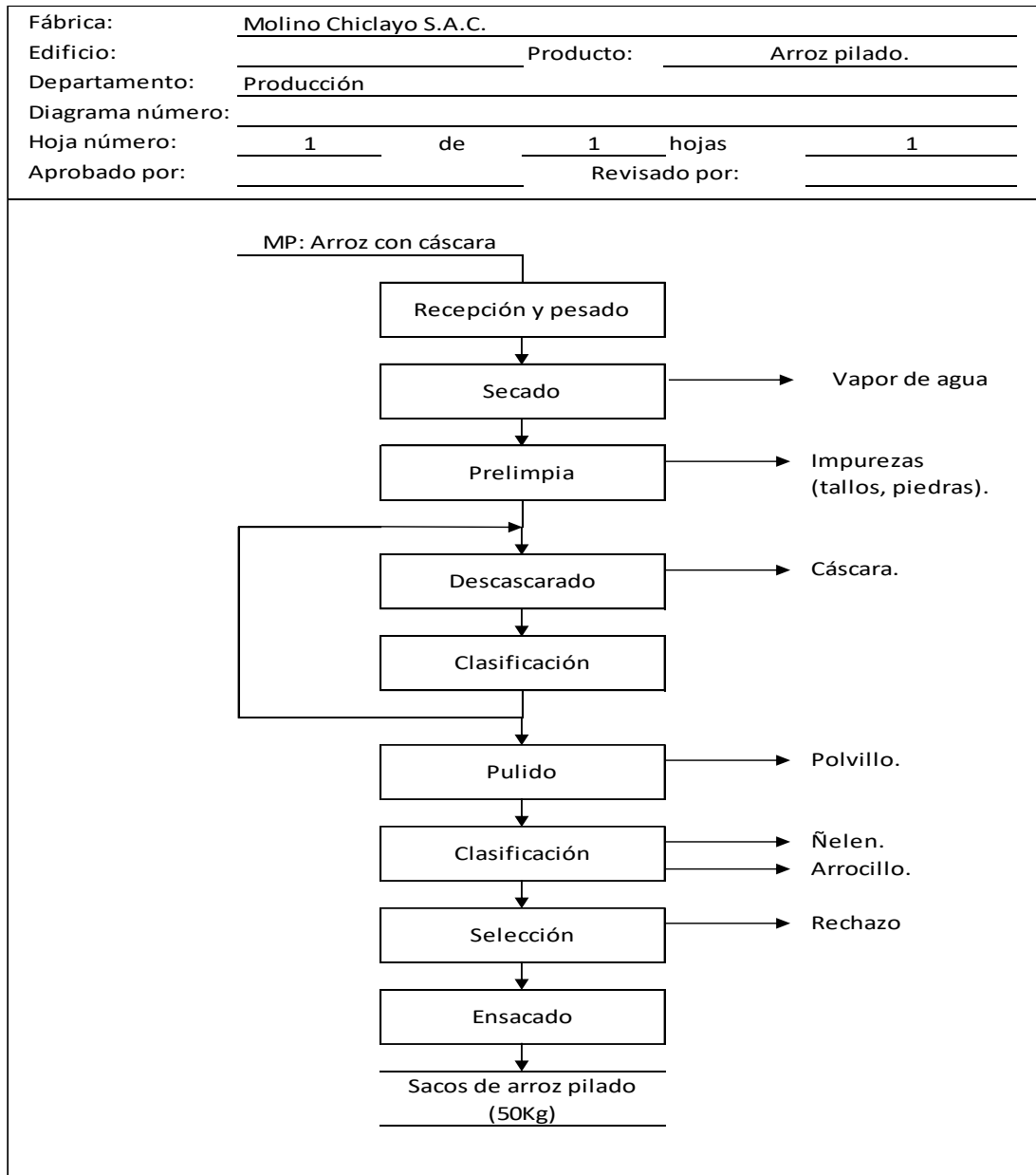


Figura N° 8: Diagrama de flujo del proceso de pilado de arroz.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.3.7.3. Diagrama de Operaciones del proceso de pilado de arroz

En la figura N°09 se muestra todas las operaciones necesarias para la fabricación de arroz pilado.

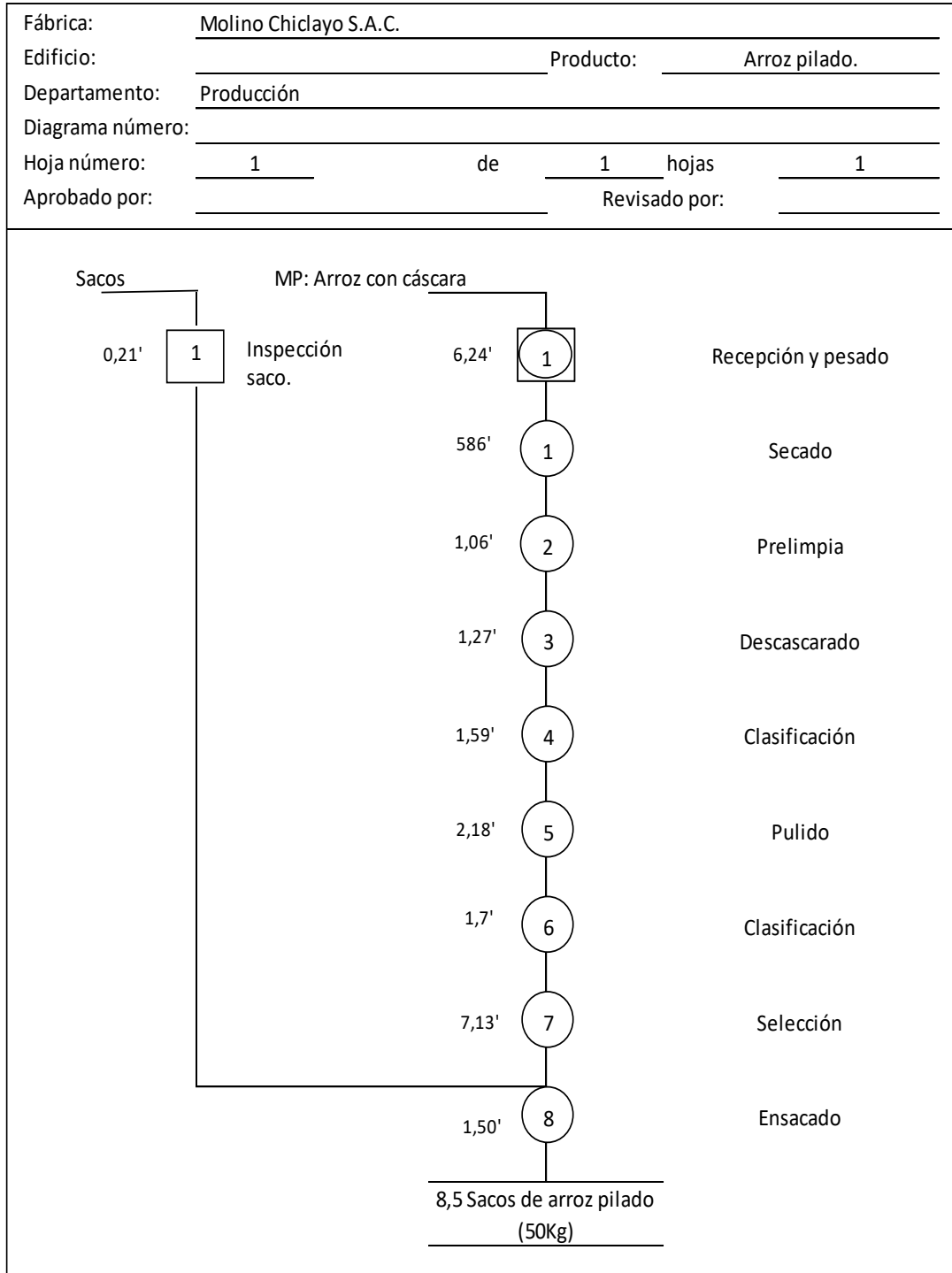





Figura N° 9: Diagrama de operaciones del proceso de pilado de arroz.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Tabla N° 32: Resumen general del diagrama de operaciones.

Resumen general			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		8	602,43
Inspección		1	0,21
Operación-inspección		1	6,24
Total		10	608,88

Fuente: Molino Chiclayo S.AC.

En la tabla N°32 se muestra el resumen general del diagrama de operaciones, se tiene ocho actividades operativas que suman un tiempo total de 602,43 minutos, también se tiene una actividad de inspección cuyo tiempo es de 0,21 minutos y, por último hay una actividad combinada lo que quiere decir que se realiza una actividad operativa y una de inspección simultáneamente, dicha actividad tiene un tiempo de 6,24 minutos.

Fábrica: Molino Chiclayo S.A.C.
 Edificio: _____ Producto: Arroz pilado.
 Departamento: Producción
 Diagrama número: _____
 Hoja número: 1 de 2 hojas 2
 Aprobado por: _____ Revisado por: _____

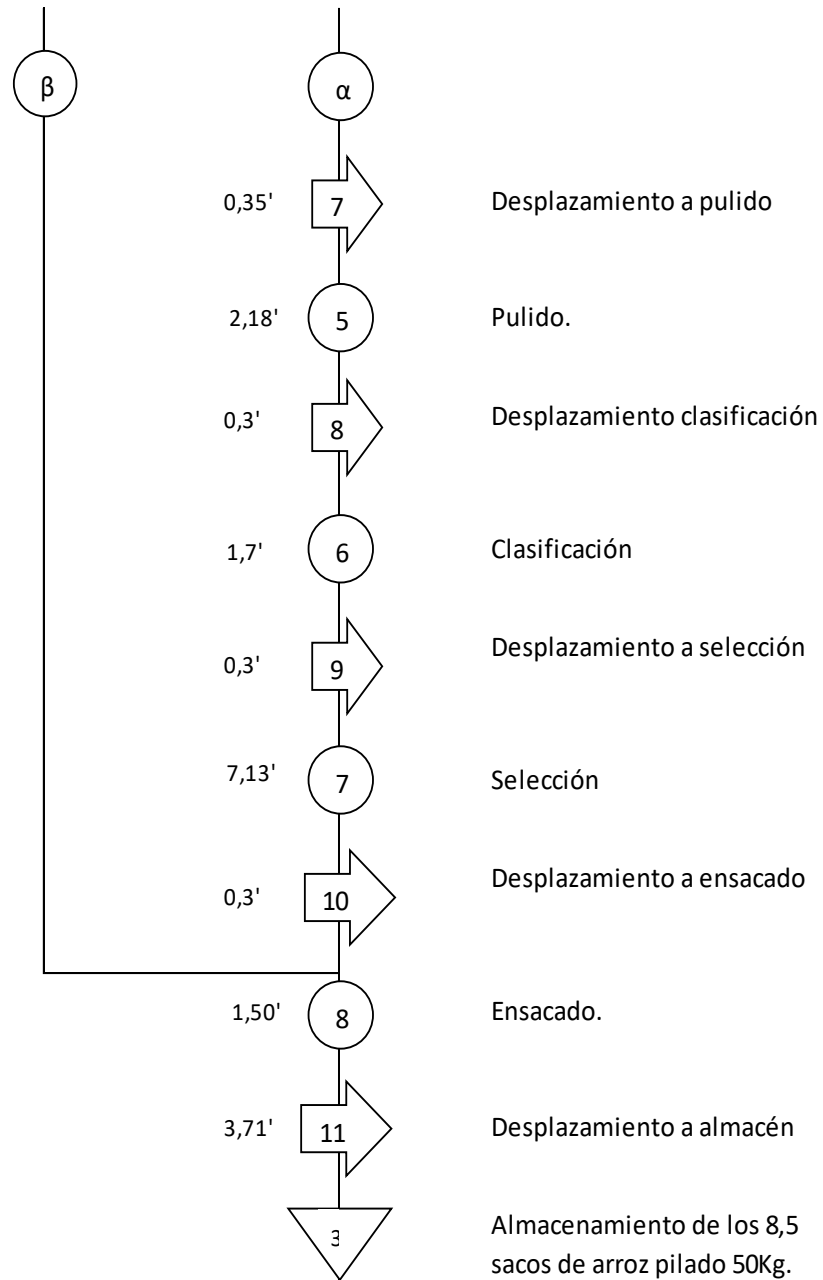







Figura N° 11: Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Tabla N° 33: Resumen general del diagrama de análisis del proceso.

Resumen general			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		8	602,43
Inspección		1	0,21
Operación-inspección		1	6,24
Transporte		11	32,56
Almacenamiento		3	—
Total		24	641,44

Fuente: Molino Chiclayo S.AC.

En la tabla N°33, se muestran los tiempos normales necesarios para el proceso de pilado de arroz. Como se observa en la tabla se tiene un total de 24 actividades, conformadas por 8 operaciones propiamente dichas, 1 inspección, 11 transportes, 1 operación-inspección y 3 actividades de almacenamiento. Todas estas actividades se realizan en un tiempo de 641,44 minutos tal como lo muestra la tabla resumen. Por lo cual se mostrará a continuación el porcentaje de actividades productivas e improductivas:

$$\% \text{ act. productivas} = \frac{602,43 + 0,21 + 6,24}{641,44} = 94,92\%$$

Como se observa a través de la aplicación de la fórmula de obtención de actividades productivas. El proceso de pilado de arroz de la empresa Molino Chiclayo S.A.C. tiene un 94,92% de actividades productivas.

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{32,56}{641,44} = 5,08\%$$

A su vez cuenta con un porcentaje de actividades improductivas de 5,08%. Estos dos resultados en su combinación completan el 100% de actividades que se muestran en el diagrama de análisis de proceso.

3.3.7.5. Balance de materia del proceso de pilado de arroz

En la figura N°12 se muestra el balance de materia del proceso de pilado de arroz.

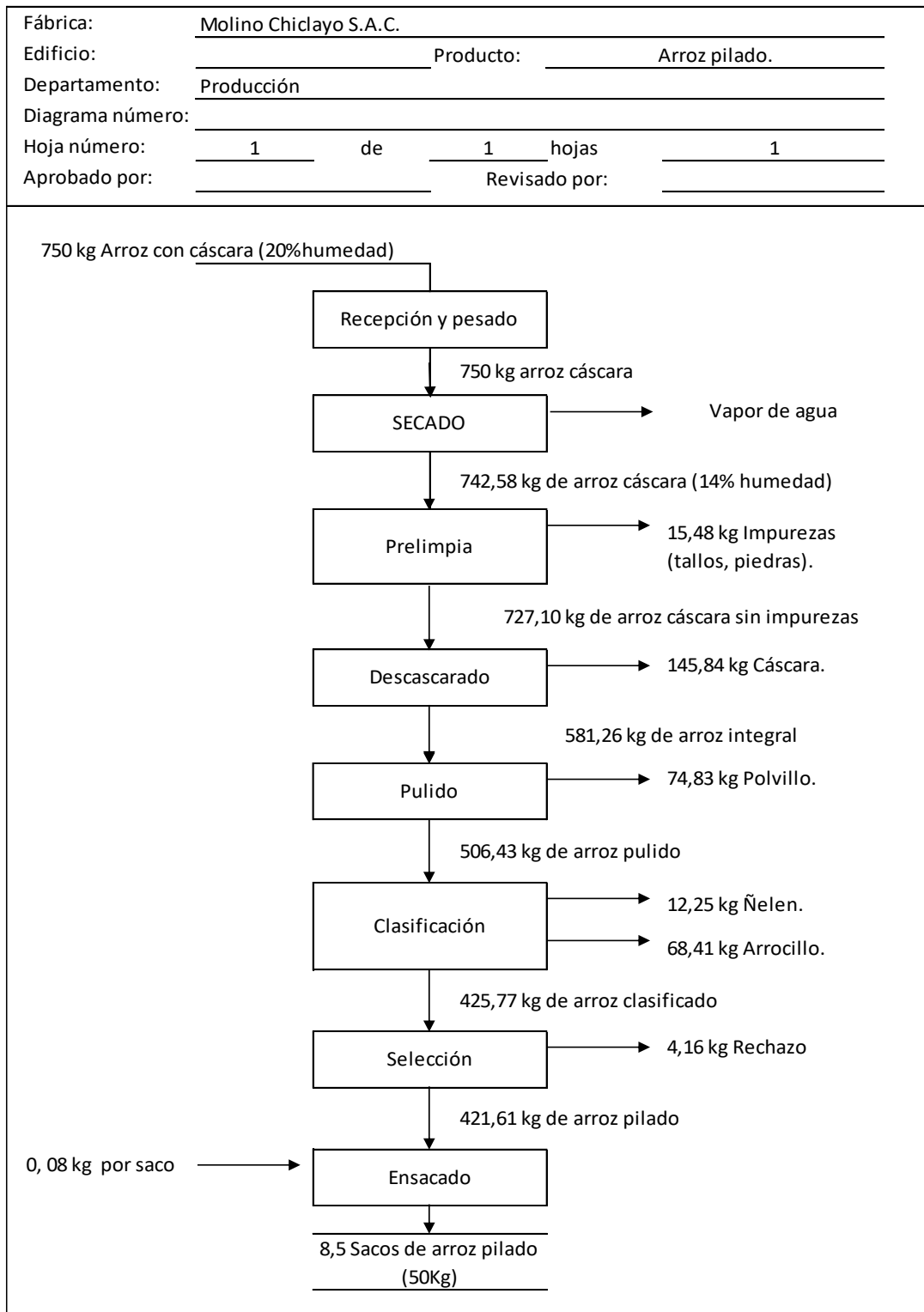


Figura N° 12: Balance de materia del proceso de pilado de arroz.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Tabla N° 34: Resumen general del balance de materia.

Actividad	M.P. Ingresada (kg)	M.P. salida (kg)	%Pérdida del producto principal.
Recepción y pesado	750	750	0,00%
Secado	750	742,58	0,99%
Prelimpia	742,58	727,1	2,08%
Descascarado	727,1	581,26	20,06%
Pulido	581,26	506,43	12,87%
Clasificación	506,43	425,77	15,93%
Selección	425,77	421,61	0,98%
Ensacado	421,61	421,61	0,00%

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

La tabla N°34, se muestra el porcentaje de pérdida de materia prima en cada actividad del proceso de pilado de arroz. Las actividades que generan una mayor pérdida de materia prima son: Descascarado con un porcentaje de 20,06%, Pulido con un porcentaje de 12,87% y clasificación con un porcentaje de 15,93%. Estas etapas deben ser analizadas individualmente para disminuir el índice de pérdida en cada actividad.

3.3.8. INDICADORES ACTUALES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

Los indicadores actuales de productividad, producción y los tiempos del proceso se determinarán utilizando los datos obtenidos en el punto anterior (diagrama de análisis de proceso).

A. Producción

Molino Chiclayo S.A.C. posee una jornada laboral de 11 horas al día, por lo que el tiempo bases es el siguiente:

$$\mathbf{Tiempo\ base\ (Tb) = 11\ horas/día = 660\ minutos/día}$$

El ciclo o velocidad está representado por la operación de la selectora a color, que equivale a 7,13 minutos (Ver Figura N° 9), además la cantidad de arroz pilado que se obtiene en este ciclo es de 421,61 kg (Ver Figura N° 12).

$$\mathbf{Ciclo\ (c) = 7,13\ minutos/421,61\ kg\ arroz\ pilado}$$

Una vez obtenido el tiempo base y el ciclo se procederá a calcular la producción diaria:

$$\mathbf{Producción = \frac{660\ minutos/día}{7,13\ minutos/421,61\ kg\ arroz\ pilado.}}$$

$$\mathbf{Producción = 39\ 027,013\ kg\ arroz\ pilado/día}$$

Ahora un saco de arroz pesa 50 kg por lo que la producción diaria en sacos de arroz sería:

$$\mathbf{Producción = 780\ sacos\ de\ arroz\ pilado/día}$$

En la tabla N°35, refleja la producción de arroz pilado en toneladas a lo largo de todos los meses del año 2016. Teniendo como mes de mayor producción de arroz pilado, Junio con 1 604,3 toneladas (32 086 sacos de arroz pilado) y el mes con menor producción Abril con 649,75 toneladas (12 995 sacos de arroz pilado).

Tabla N° 35: Producción en toneladas en el 2016.

Producto(t) Meses	Arroz (t)	Producción en sacos de 50 kg de arroz pilado
Enero	1 144,25	22 885
Febrero	994,2	19 884
Marzo	1 500,5	30 010
Abril	649,75	12 995
Mayo	1 266,7	25 334
Junio	1 604,3	32 086
Julio	1 586	31 720
Agosto	1 433,05	28 661
Septiembre	1 379,1	27 582
Octubre	1 003,25	20 065
Noviembre	662,8	13 256
Diciembre	1 572,9	31 458

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

En cuanto a los subproductos mostrados en la Tabla N° 36, la mayor producción del arrocillo se dio en Marzo con 186,35 toneladas y el mes con menor producción en Abril con 64,85 toneladas. Para el polvillo la mayor producción se dio en Julio con 318,55 toneladas y el mes con menor producción en Abril con 64,85 toneladas.

Para el ñelen, la mayor producción se dio en el mes de Enero con 24,8 toneladas y el mes con menor producción en Abril con 9,45 toneladas. Por último para el rechazo, la mayor producción se dio en Julio con 275,45 toneladas y el mes con menor producción en Abril con 43,15.

Tabla N° 36: Producción en toneladas de subproductos en el 2016.

Producto(t) Meses	Arrocillo (t)	Polvillo (t)	Ñelen (t)	Rechazo (t)
Enero	89,2	218,65	24,8	81,7
Febrero	121,95	205,1	16,8	105,4
Marzo	186,35	299,8	23,45	139,8
Abril	64,85	124,35	9,45	43,15
Mayo	65,2	239,25	9,5	96,9
Junio	79,05	308,65	9,55	139,55
Julio	162,65	318,55	13,9	275,45
Agosto	124,5	291,05	15,8	144,95
Septiembre	101,1	266,85	14,25	123,35
Octubre	66,1	186,55	11	73,45
Noviembre	38,65	128,4	9,05	51,6
Diciembre	100,65	304,95	16,35	112,3

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

B. Productividad:

Al realizar el cálculo de la productividad, como indicador permitirá determinar la relación existente entre la cantidad de producto terminado y la cantidad de recursos empleados para la producción de arroz pilado.

- **Productividad de Materia Prima:**

La cantidad de arroz cáscara que se procesa al día es de 69 429,96 kg, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Materia prima} = \frac{660 \text{ minutos/día}}{7,13 \text{ minutos/750 kg arroz pilado.}}$$

$$\text{Materia Prima} = 69\,424,96 \text{ kg arroz pilado/día}$$

La productividad de materia prima, indica que la empresa produce 0,011 sacos de arroz pilado por cada kilogramo de arroz cáscara que ingresa al proceso de pilado. Como se muestra la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad}_{M.P.} = \frac{780 \text{ sacos de arroz pilado}}{69\,424,96 \text{ kg arroz cáscara.}}$$

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

- **Productividad de Mano de Obra:**

Como se indica en la siguiente fórmula, se produce 45,88 sacos de arroz pilado por cada operario en una jornada laboral de 11 horas, considerando que la empresa cuenta con 17 operarios (Ver Tabla N°11) en el proceso de pilado.

$$\text{Productividad}_{M.O.} = \frac{780 \text{ sacos de arroz pilado diario}}{17 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad}_{M.O.} = 45,88 \frac{\text{sacos de arroz pilado diario}}{\text{operario}}$$

- **Productividad de Maquinaria:**

Para el cálculo de este indicador se tomó en cuenta la maquinaria que agrega valor al producto, como se muestra en la Tabla N°37.

Tabla N° 37: Maquinaria del proceso de pilado que agrega valor.

Maquinaria	Cantidad
Pre Limpia	1
Circuito descascarado	2
Mesa Paddy	2
Pulidora de piedra BHX	2
Pulidora de agua Wpz-1	1
Clasificadores	2
Selectora	1
TOTAL	11

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Como se indica en la siguiente fórmula, se produce 70,91 sacos de arroz pilado por cada maquinaria en una jornada laboral de 11 horas.

$$Productividad_{Maquinaria} = \frac{780 \text{ sacos de arroz pilado diario}}{11 \text{ máquinas}}$$

$$Productividad_{Maquinaria} = 70,91 \frac{\text{sacos de arroz pilado diario}}{\text{máquina}}$$

- **Productividad Total:**

Para el cálculo de este indicador, es necesario saber los costos asociados a la producción de arroz pilado, los cuales se detallan a continuación:

Costos de personal: Los costos de personal está representado por los 17 colaboradores y un jefe de planta, cuya suma es de 229 800 soles al año.

Costo de energía eléctrica: El costo de energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria involucrada en el pilado de arroz, oscila entre los 6 000 y 9 000 soles al mes, esta variaciones depende del uso de maquinaria y sobre todo al incremento de las tarifas eléctricas. Para el cálculo se tomara el promedio que es 7 500 soles al mes, el cual hace un total de 90 000 soles al año.

Costo de insumos: El saco de polipropileno cuesta 50 soles por 100 unidades, es decir 0,5 por unidad. El ciento de rollo de hilo para coser saco cuesta 450 soles, la empresa al año compra 3 cientos al año, entonces se gasta 1 350 soles al año por rollos de hilo para coser saco.

Costo de mantenimiento correctivo: El costo asociado por mantenimiento correctivo descrito en la Tabla N°18, es de 414 676,36 soles al año.

$$\text{Costo Total} = S/. 229\ 800 + S/. 90\ 000 + S/. 1\ 350 + 140\ 400 + 414\ 676,36$$

$$\text{Costo Total} = S/. 876\ 226,36$$

La producción al año de sacos de arroz pilado es de 280 800 unidades. Entonces la productividad económica de la empresa Molino Chiclayo S.A.C., se define en la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad}_{\text{Total}} = \frac{280\ 800 \text{ sacos de arroz pilado}}{876\ 226,36 \text{ soles}}$$

$$\text{Productividad}_{\text{Total}} = 0,32 \frac{\text{sacos de arroz pilado diario}}{\text{soles}}$$

La productividad total nos permite establecer que por cada sol invertido, se obtiene 0,32 sacos de arroz pilado, o por cada sol invertido se obtiene 16 kg de arroz pilado.

C. Capacidades:

- **Capacidad de Diseño**

Capacidad representada por la cantidad máxima de producción que se puede conseguir en condiciones ideales. Dentro del proceso de pilado de arroz la producción máxima teórica se obtiene a partir de la máquina cuya capacidad es la menor de todas, como se observa en la Tabla N° 38.

Tabla N° 38: Capacidad de diseño del proceso de pilado.

Capacidad de la selectora por color	5 t/h
Horas trabajadas al día	11 horas
Peso del saco de arroz	50 kg
Capacidad de diseño	1 100 Sacos de arroz pilado/día

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Capacidad efectiva o real**

Capacidad representada por la cantidad máxima a la que la producción llegó en un tiempo determinado. Dentro del proceso de pilado de arroz la capacidad real se detalla en la Tabla N°39:

Tabla N° 39: Capacidad real del proceso de pilado.

Capacidad efectiva o real	780 Sacos de arroz pilado/día
Horas trabajadas/día	11 horas

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Utilización**

La utilización será determinada en base a la capacidad real de la planta y la capacidad de diseño de la misma, teniéndose en la fórmula que la utilización es de 70,91%.

$$\textit{Utilización} = \frac{780 \text{ sacos de arroz pilado}}{1\ 100 \text{ sacos de arroz pilado}}$$

$$\textit{Utilización} = 0,7091 = 70,91\%$$

- **Capacidad Ociosa**

Capacidad determinada mediante la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad real, teniéndose que la capacidad ociosa es de 320 unidades por día-

$$\textit{Capacidad ociosa} = 1100 - 780$$

$$\textit{Capacidad ociosa} = 320 \text{ sacos de arroz pilado/día}$$

D. Eficiencia:

- **Eficiencia física:** Para calcular la eficiencia física se procedió a calcular las salidas, que viene a ser el producto terminado en kilogramos y las entradas, que viene a ser la materia prima que ingresó para realizar el producto terminado. Se tomaran los datos evaluados en la Tabla N°34.

$$\textit{Eficiencia}_{física} = \frac{421,61 \text{ kg de arroz pilado}}{750 \text{ kg de arroz cáscara}}$$

$$\textit{Eficiencia}_{física} = 56,22\%$$

De la cantidad de arroz cáscara que ingresa al proceso de pilado de arroz se aprovecha el 56,22%, es decir que por cada 100 Kg de arroz cáscara se obtiene 56,22 kg de arroz pilado y 43,78 kg de subproductos y desechos.

Gracias a las Tablas: N° 9, N° 35 y N° 36, se calculó la eficiencia mensual del proceso de pilado de arroz en el año 2016. Como se puede observar en la Tabla N°40.

Tabla N° 40: Eficiencia promedio en el 2016

Mes	Arroz pilado (t)	Materia prima (t)	Eficiencia
Enero	1 144,25	2 060,61	55,53%
Febrero	994,2	1 891,32	52,57%
Marzo	1 500,5	2 804,5	53,50%
Abril	649,75	1 182,36	54,95%
Mayo	1 266,7	2 231,13	56,77%
Junio	1 604,3	2 729,18	58,78%
Julio	1 586	3 045,39	52,08%
Agosto	1 433,05	2 725,51	52,58%
Septiembre	1 379,1	2 268,14	60,80%
Octubre	1 003,25	1 708,78	58,71%
Noviembre	662,8	1 154,42	57,41%
Diciembre	1 572,9	2 725,56	57,71%

Fuente: Molino Chiclayo S.AC.

En la tabla anterior nos muestra la eficiencia molinera de la empresa, donde la mayor registrada se da en el mes de Septiembre con 60,8% y la menor eficiencia registrada se da en el mes de Julio con 52,08%. Además el promedio de su eficiencia en el 2016 es de 55,95%.

En el siguiente apartado se analizará estos datos en relación a la eficiencia promedio del pilado de arroz a nivel nacional, para determinar si la empresa Molino Chiclayo S.A.C., posee una baja eficiencia.

E. Cuello de botella y tiempo total de ciclo:

El cuello de botella del proceso de pilado en la empresa Molino Chiclayo S.A.C. es el secado.

Cuello de botella = 586 minutos

Tiempo total de ciclo = 641,44 minutos

F. Resumen de los indicadores de producción y productividad:

La siguiente tabla se muestra el resumen de los indicadores de producción y productividad:

Tabla N° 41: Resumen de indicadores de producción y productividad.

PRODUCCIÓN	
Producción diaria	780 sacos de arroz pilado
PRODUCTIVIDAD	
Productividad de Materia Prima	0,011 sacos de arroz pilado/kg arroz cáscara
Productividad de Mano de Obra	45,84 sacos de arroz pilado diario/operario
Productividad de Materia prima	70,91 sacos de arroz pilado diario/máquina
Productividad Total	0,32 sacos de arroz pilado/soles.
CAPACIDAD	
Capacidad diseñada	1 100 sacos de arroz pilado/día
Capacidad efectiva o real	780 sacos de arroz pilado/día
Utilización	70,91%
Capacidad Ociosa	320 sacos de arroz pilado/día
EFICIENCIA	
Eficiencia física	56,22%
CUELLO DE BOTELLA Y TIEMPO TOTAL DE CICLO	
Cuello de botella	586 minutos
Tiempo total de ciclo	641,44 minutos

Fuente: Molino Chiclayo S.AC.

3.3.9. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.3.9.1. Eficiencia del proceso de pilado de arroz a nivel nacional

Analizando lo que pasa a nivel nacional, el Ministerio de Agricultura nos manifiesta que en el proceso de pilado, que se inicia con el arroz cáscara (100%), se obtiene el arroz descascarado o moreno (78%) y arroz pilado (69%). La Asociación Peruana de Molineros de Arroz (APEMA), indica que el promedio de la eficiencia nacional del proceso de pilado es también de 69%, y la mayor registrada es del 75% como se observa en la Tabla N° 42.

Tabla N° 42: Eficiencia promedio nacional del proceso de pilado de arroz.

Medidas	Promedio nacional	Mayor registrada
Eficiencia del pilado	69%	75%

Fuente: APEMA

En el Anexo N°01, se aprecia la superficie cosechada – arroz producido, rendimiento, arroz pilado, precios e importación en los años 2005-2015, proporcionado por el ministerio de agricultura, del cual se extrae la Tabla N° 43.

Tabla N° 43: Producción nacional de arroz cáscara y arroz pilado

Año	Arroz cáscara		Arroz pilado
	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Producción (t)
2015	395 230	3 124 137	2 186 896

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego.

Ahora con respecto a la tabla anterior, procederemos a calcular la eficiencia nacional del proceso de pilado de arroz en el año 2015.

$$\text{Eficiencia nacional del pilado de arroz} = \frac{2\ 186\ 896}{3\ 124\ 137}$$

$$\text{Eficiencia nacional del pilado de arroz} = 70\%$$

Como se observa en el cálculo anterior, la eficiencia nacional del pilado de arroz en el 2015 es de 70%, aproximándose a lo expuesto por la Asociación Peruana Molinera de Arroz.

3.3.9.2. Eficiencia del proceso de pilado de arroz en Molino Chiclayo S.A.C. vs Eficiencia promedio nacional

La eficiencia actual de la empresa, ya descrito en las páginas 77 y 78, se resume en la tabla N°44.

Tabla N° 44: Eficiencia del pilado de arroz en Molino Chiclayo S.A.C.

Menor eficiencia mensual en el año 2016	Mayor eficiencia mensual en el año 2016	Promedio de la eficiencia mensual en el año 2016	Eficiencia calculado en el diagnostico
52,08%	60,80 %	55,95%	56,22%

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

En la tabla anterior se observa que la menor eficiencia mensual registrada en el año 2016 es de 52,08% y la mayor eficiencia mensual en el año 2016 es de 60,80%, además el promedio de la eficiencia mensual en el año 2016 es de 55,95%.

Mientras que la eficiencia calculada en el diagnóstico es 56,22%, el cual utilizaremos para comparar lo que pasa a nivel nacional vs la empresa, como se muestra en la Tabla N° 45.

Tabla N° 45: Eficiencia Molino Chiclayo S.A.C vs Eficiencia a nivel nacional.

Eficiencia del pilado a nivel nacional	Eficiencia del pilado en Molino Chiclayo S.A.C.	Diferencia
69%	56,22%	12,78%

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Como se observa en la tabla anterior, la diferencia de eficiencia entre la empresa y el promedio nacional es de 12,78%, es decir la empresa por cada 100 kg de arroz cáscara, produce 12,78 kg más de subproductos que el promedio nacional. Por lo que se concluye que la empresa tiene una baja eficiencia del pilado de arroz y por ende una baja productividad.

Las pérdidas económicas que se generan por cada saco de arroz pilado que se deja de producir, debido a la diferencia de eficiencias se detalla en la Tabla N° 46.

Tabla N° 46: Pérdida económica por baja eficiencia.

Materia prima diaria (kg)	Producción (69%)	Producción (56,22%)	Diferencia
69,424.96	47903.22	39030.71	8872.51
Pérdida económica diaria			S/. 1,508.33
Pérdida económica mensual			S/. 39,216.49
Pérdida económica anual			S/. 470,597.92

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.3.9.3. Análisis del cuello de botella

Como se indica en el diagnóstico el cuello de botella del proceso de pilado de arroz es el secado artesanal con un tiempo promedio de 586 minutos, para determinar las causas del elevado tiempo, se procedió a descomponer esta operación en actividades, como se muestra en la Figura N° 13.

Cursograma analítico del secado artesanal.								
Proceso: Pilado de arroz		Resumen						
Fecha: 08-05-17		Actividad		Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)		
Analista: Juan José Muñoz		Operación		●	8	585,00		
Comentario:	Inspección		■	1	1,00			
	Operación- inspección		●■	0				
	Transporte		➔	0				
	Demora		◐	0				
	Almacenamiento		▼	0				
	Total			9	586,00			
No.	Tiempo (min)	●	■	●■	➔	◐	▼	Actividad
1	5	X						Arrumado de los sacos
2	10	X						Tendido de manto
3	20	X						Vaciado y esparcido de arroz
4	15	X						Rayado del arroz en forma de surco
5	240	X						Encarpado (Secado artesanal)
6	15	X						Rayado del arroz en forma de surco
7	240	X						Encarpado (Secado artesanal)
8	1		X					Inspección del porcentaje de humedad
9	40	X						Llenado de sacos

Figura N° 13: Cursograma analítico del secado artesanal.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Gracias a la figura anterior, podemos observar que la principal causa del elevado tiempo es la **falta de tecnología**. Reaño (2015), en su entrevista al APEMA, La Asociación Peruana de Molineros de Arroz, manifiesta que las empresas que poseen tecnología en la etapa del secado, su tiempo de operación es de 180 minutos. Molino Chiclayo S.A.C., posee un tiempo de secado de 586 minutos, 406 minutos más que las empresas que poseen tecnología en esta etapa.

Además de ello se identificó que las actividades número 5 y 7 correspondiente al encarpado, se consideran **tiempos ociosos** debido a que en esta etapa no interviene la mano de obra, ya que una vez rayado el arroz en forma de surco, se deja reposar el arroz (secado artesanal) por 240 minutos, luego se vuelve a rayar el arroz en forma de surco, para posteriormente dejarlo reposar nuevamente por 240 minutos.

En total la etapa de secado posee un tiempo ocioso promedio de 480 minutos al día, y el costo mensual relacionado a dicho tiempo ocioso es de S/. 8 716,80, como se muestra en la Tabla N°47.

Tabla N° 47: Costo promedio al mes de tiempo ocioso.

Número de colaboradores	Tiempo ocioso promedio al día (horas)	Costo por hora (soles/h)	Costo de tiempo ocioso promedio al día	Costo de tiempo ocioso promedio al mes
8	8	4,54	S/. 290,56	S/. 8716.80

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.3.9.4. Diagrama de Ishikawa

Con la ayuda del diagrama de Ishikawa, nos permitirá detallar las posibles causas que originan la baja productividad de la empresa MOLINO CHICLAYO S.A.C.

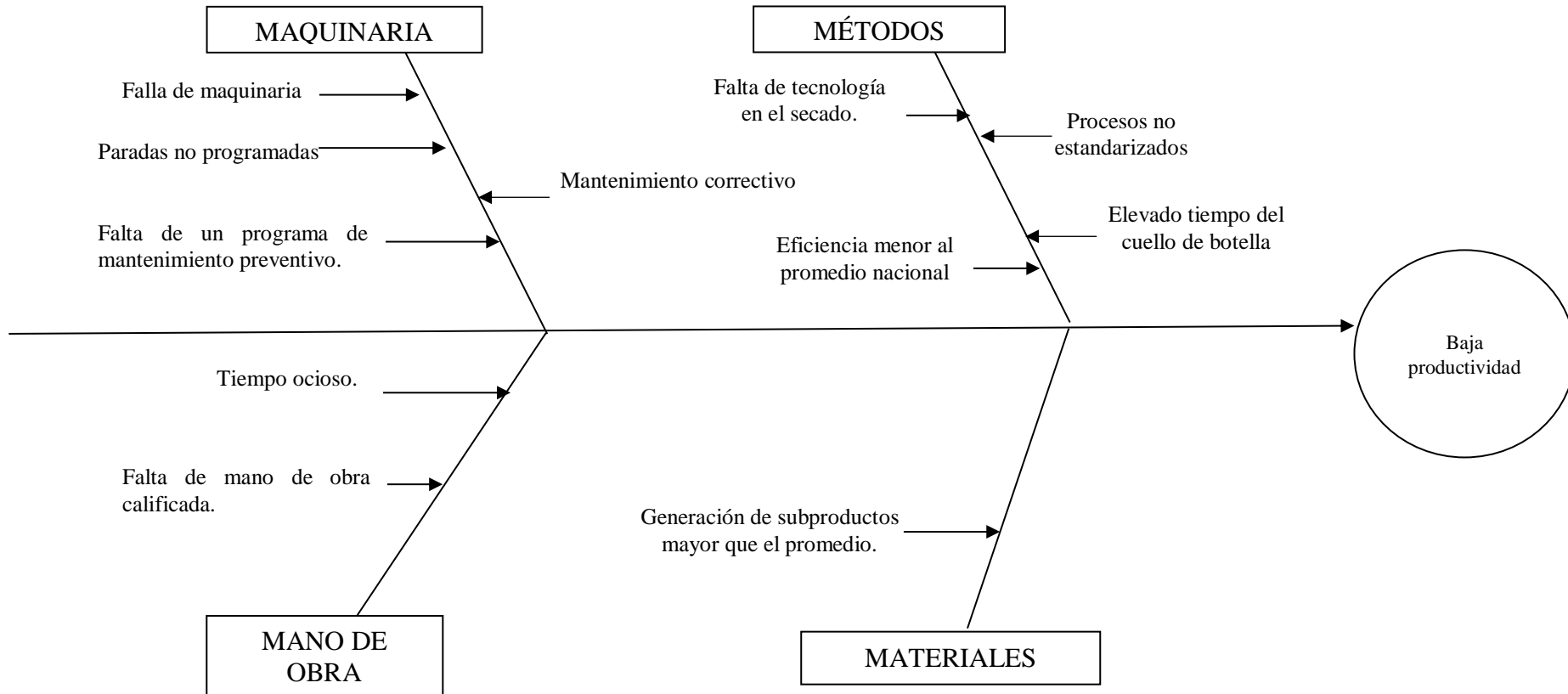


Figura N° 14: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.4 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

La Tabla N° 48, indica las pérdidas según criterio para los siguientes problemas: fallas en la maquinaria, baja eficiencia del proceso de pilado y existencia de tiempo ocioso.

Tabla N° 48: Pérdidas según criterios.

CRITERIOS	PROBLEMAS	PÉRDIDAS
PROCESOS	Fallas en la maquinaria.	Durante el año 2016, se registraron un total de 186 fallas, equivalentes a un tiempo de indisponibilidad de 688 horas. De las cuales, el 46,22% fueron a causa de fallas en el descascarado, el 24,35% a causa del pulido. Como consecuencia de estas fallas se genera una pérdida económica anual de S/. 414 647,36.
	Baja eficiencia del proceso.	La diferencia de eficiencia del pilado de arroz entre la empresa y el promedio nacional es de 12,78%. Es decir que por cada 100 kg de arroz cáscara que ingresa al proceso se deja de producir 12,78 kg de arroz pilado, generando más subproductos. La pérdida económica anual que se genera por cada saco que se deja de producir es de S/. 470 597,92.
	Existencia de tiempo ocioso	En la etapa del secado artesanal, se generan tiempos ociosos o demoras en el proceso de producción. Actualmente el tiempo ocioso promedio al día es de 8 horas, tiempo que se le paga a la mano de obra. La empresa cuenta con 8 colaboradores, con un costo de mano de obra por hora de 4,56 soles/hora. Se obtiene un costo de tiempo ocioso promedio al día de S/. 290,56. Cuantificando las pérdidas por tiempo ocioso, se obtienen unos Costos mensuales promedio de S/. 8 716,80.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Después de lo descrito en el diagnóstico, se logró identificar los problemas en el proceso de pilado, así como sus principales causas, como se muestra en la Tabla N° 49.

Tabla N° 49: Identificación de problemas, causas y propuestas de solución.

PROBLEMAS DE PRODUCCIÓN	CAUSAS POSIBLES	PROPUESTA GENERAL DE SOLUCIÓN
La baja eficiencia del proceso de pilado de arroz. (Menor al promedio nacional).	Técnica de secado inadecuada. (Método tradicional).	La implementación y uso de tecnología en la etapa del secado.
La existencia de tiempo ocioso en la etapa de secado.	El método tradicional de realizar la etapa de secado, con lleva a la empresa a desperdiciar, tiempo, mano de obra y dinero.	La adquisición de la secadora industrial de grano y otras tecnologías que permita la disminución del tiempo.
Fallas en la maquinaria.	Como se puede apreciar en el diagnóstico, la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, por lo que lleva la empresa a que sucedan paralizaciones no programadas.	Realizar un mantenimiento preventivo.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.4.1. PROBLEMAS, CAUSAS Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

➤ PROBLEMA I: LA BAJA EFICIENCIA DEL PROCESO DE PILADO DE ARROZ.

- **Descripción del problema:**

Molino Chiclayo S.A.C., posee una eficiencia de 56,22% (Por cada 100 kg de arroz cáscara que ingresa, se obtiene 56,22 kg de arroz pilado y 43,78 kg de subproductos y desechos), mientras que el promedio nacional de la eficiencia es de 69% (Por cada 100 kg de arroz cáscara que ingresa, se obtiene 69 kg de arroz pilado y 31 kg de subproductos y desechos).

Esto conlleva a que la empresa esté generando más subproductos y desechos que arroz pilado. En otras palabras, debido a la baja eficiencia se deja de producir 12,78 kg de arroz pilado por cada 100 kg de arroz cáscara que ingresa.

La pérdida económica diaria que se generan por cada saco de arroz pilado que se deja de producir es de 1 508,33 soles, que anualmente viene a ser 470 597,92 soles. Como se muestra en la Tabla N°46.

- **Causa posible:**

La técnica de secado que utiliza la empresa Molino Chiclayo S.A.C., no es la adecuada. Seguir con el método artesanal, genera pérdidas económicas a la empresa. Debido a:

La relación del secado y el quebramiento del arroz, descritas en las páginas 35 y 36, indican que el método artesanal posee un tiempo excesivo y disparidad de exposición al aire caliente, además la humedad dentro del grano no es homogénea, ocasionando de esta manera el fisuramiento del grano.

Otro punto clave que se menciona en los fundamentos teóricos es el **grado de humedad**. Manteniendo temperaturas entre 40 y 45°C y la humedad final sea de 14%, el daño del arroz por fisuramiento es mínimo. (Zeledon y Mora, 1987).

Mantener el rango de temperaturas y llegar al 14% de humedad para el secado artesanal es muy difícil.

Tomando como base científica el antecedente: Ipsán Pedrera et al. (2013). **“Influencia de la temperatura del grano, durante el proceso de secado, en la calidad del arroz blanco”**, menciona que la calidad del arroz blanco es mayor con un tipo de secado industrializado que un secado artesanal, pese a que el índice de consumo de combustible es mayor en el secado industrializado, la diferencia del valor comercial del arroz pilado y el arroz partido justifican el costo.

- **Propuesta de solución:**

La implementación y uso de tecnología en la etapa del secado que permita a la empresa aumentar su rendimiento y por ende incrementar su productividad.

- **PROBLEMA II: LA EXISTENCIA DE TIEMPO OCIOSO EN LA ETAPA DE SECADO.**

- **Descripción del problema:**

La etapa de secado se realiza de manera artesanal, para ello se requiere la intervención de 8 operarios para realizar las actividades descritas en la Figura N° 13. El tiempo ocioso asociado a la realización de esta etapa es de 8 horas (tiempo que dura el encarpado).

El costo diario que se genera por este tiempo ocioso es de 290,56 soles, que mensualmente viene a ser 8 716,8 soles.

- **Causa posible:**

La causa principal posible es la inadecuada forma de llevar a cabo el secado, ya que la empresa no cuenta con la tecnología necesaria para llevar a cabo esta operación. El uso del secado artesanal ocasiona elevados tiempos de operación, un aumento en la mano de obra, y una mayor dificultad en cuanto a la realización de esta etapa.

- **Propuesta de solución:**

La adquisición y uso de tecnología que permita la disminución o eliminación del tiempo ocioso en la etapa de secado y a su vez protegiendo la calidad del grano.

- **PROBLEMA III: FALLAS EN LA MAQUINARIA.**

- **Descripción del problema:**

El mantenimiento en la empresa Molino Chiclayo S.A.C., no es visto como un tema muy importante, y esto se ve reflejado en el número de fallas que tiene al año. En el 2016, se registraron un total de 188 fallas (Ver Tabla N° 17).

La indisponibilidad de la maquinaria, afecta a la productividad, ya que este tiempo que es empleado para producir arroz pilado, se emplea para detectar la avería y corregirla, generando así una pérdida económica que en el 2016 fue de 414 676,36 soles (Ver Tabla N° 18).

El descascarado se considera un equipo vital a mejorar, ya que tiene un porcentaje de 46,22% en contribución a la pérdida económica.

La pulidora se considera un equipo importante a mejorar, ya que tiene un porcentaje de 24,35% en contribución a la pérdida económica.

- **Causa posible:**

Una de las causas posibles es que la empresa no cuenta con un mantenimiento preventivo para la descascaradora y la pulidora, por lo que lleva a la empresa a que sucedan paralizaciones no programadas y pérdidas económicas.

La falta de conocimiento sobre las técnicas de mantenimiento programado y los beneficios que trae consigo este tipo de mantenimiento, es otra razón de porque la empresa no emplea este tipo de mantenimiento.

- **Propuesta de solución:**

Realizar un mantenimiento preventivo, con el objetivo de reducir las paradas no programadas de la descascaradora y la pulidora, ya que estos poseen mayor número de fallas y pérdidas económicas por el tiempo de indisponibilidad.

3.5. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION

3.5.1. DESARROLLO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

A. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECADORA INDUSTRIAL DE GRANO DE ARROZ:

La humedad del producto antes, durante y después del proceso de pilado, la técnica y metodología utilizada en el secado del arroz cáscara, son los factores a los que hace frente la propuesta de la adquisición de la maquinaria.

La calidad y la tecnología deben de ir de la mano, por ello la adquisición de la nueva máquina es de vital importancia, para no ocasionar ningún daño al grano antes y durante el pilado de arroz (grano partido).

La empresa Molino Chiclayo S.A.C., tiene la opción de implementar cualquiera de los dos tipos de secadoras que se detallara posteriormente. En este apartado se estudiara cual es la opción que más le conviene a la empresa.

Para la selección de la maquinaria se consideran los siguientes criterios de selección:

- **Tipo de proceso:** Es un criterio muy importante, en el que se consideran aspectos como la operación en particular que se lleva a cabo, el tiempo, la capacidad, el principio de funcionamiento, la forma de trabajo, etc., puesto que alimentará a la siguiente etapa.
- **Instalación y puesta en marcha:** El espacio, materiales, herramientas conexiones y el costo de la instalación.
- **Capacidad:** La capacidad de la máquina tiene que guardar relación con las demás.
- **Especificaciones técnicas:** Las especificaciones técnicas de la maquinaria, por ejemplo: potencia, consumo de energía, humedad máxima de entrada, volumen.
- **Costo de inversión:** Valor económico de la maquinaria.
- **Tipo de combustible:** GLP, Gas, biomasa.
- **Costo de operación:** Relacionado al tipo de combustible.

Como primera opción tenemos un **secador rotativo continuo – SRCZ-1**. Utilizado para el secado del germen. El proceso de secado se fundamenta en el pasaje de aire caliente en contra flujo con el producto. Para que esto ocurra, el germen entra en la

cámara rotativa, permaneciendo en proceso de agitación por algunos minutos, tiempo necesario para la pérdida excesiva de humedad. La ficha técnica de esta máquina se aprecia en el Anexo N°02.



Figura N° 15: Secador rotativo continuo – SRCZ-1.
Fuente: Industrial Machina Zaccaria.

Como segunda opción tenemos una **secadora de Torre SuperBrix ST AX**, conjuntamente con un **horno quemador de biomasa TEO IV/1000**. El horno quemador de biomasa se utiliza como generador de calor para el acondicionamiento del aire en los procesos de secado en las plantas de secamiento de cereales. Los hornos TEO producen aire caliente en condiciones amigables con el medio ambiente y elimina el consumo de combustibles fósiles tales como el diesel o el gas natural. La ficha técnica de esta máquina se aprecia en el Anexo N°03.



Figura N° 16: Torre SuperBrix ST AX.

Fuente: Industrial Machina SuperBrix.



Figura N° 17: TEO IV/ 1000.

Fuente: Industrial Machina SuperBrix.

Tabla N° 50: Secador rotativo vs Horno quemador de biomasa/torre de secado.

Descripción	Secador rotativo	Horno quemador de biomasa/ torre de secado.
Modelo	SRCZ-1	TEO 1000/ST AX
Marca	Zaccaria	SuperBrix
Capacidad de secado	1,5 t/h	10 t/h
Número de máquinas que se necesita	4	1
Combustible	GLP	BIOMASA
Inversión	40 000 dólares.	60 000 dólares.
Costo de operación	ALTO	BAJO
Espacio utilizado	MEDIO	ALTO
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil operación y bajo mantenimiento. - Control de la operación. - Estabilidad en la temperatura de secado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil operación y bajo mantenimiento. - Control de la operación. - Mayor estabilidad en la temperatura de secado. - Amigable con el medio ambiente. - Ahorro en el consumo de combustible. Generación de un nuevo subproducto (la ceniza de la cascarilla de arroz se puede usar en la industria de la fabricación de materiales fertilizantes, concreto y cerámica).

Fuente: Industrias Machine Zaccaria, SuperBrix.

Como se puede observar en la Tabla N°50, podemos decir que **la mejor opción es el número “2” (Horno quemador, a pesar de poseer un costo más elevado de inversión de biomasa y la torre de secado)**, a pesar de poseer un costo más elevado de inversión, cuenta con un bajo costo de operación ya que el combustible que usa es biomasa. Cuenta con numerosos beneficios, uno de los más importantes es la generación de un nuevo subproducto, el espacio que necesita esta maquinaria es alto, pero la empresa cuenta con el área de secado artesanal y el área donde se almacenaban los sacos de arroz cáscara sin secar, que puede ser usado para la implementación.

B. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA REDUCIR EL TIEMPO OCIOSO.

Reaño (2015), en su entrevista al APEMA, nos dice que el tiempo promedio de secado de aquellas empresas que poseen tecnología en esta etapa es de 180 minutos, por lo que la implementación de la secadora redujo sustancialmente el tiempo de secado.

Para eliminar el exceso de tiempo y recursos en el recorrido del arroz antes que ingrese a la prelimpia, y para darle un mejor uso a la secadora se propone la implementación de: elevadores de cangilones, transportador de arrastre y silos de almacenamiento.

Para la selección de la maquinaria se consideran los siguientes criterios de selección:

- **Tipo de proceso:** Es un criterio muy importante, en el que se consideran aspectos como la operación en particular que se lleva a cabo, el tiempo, la capacidad, el principio de funcionamiento, la forma de trabajo, etc., puesto que alimentará a la siguiente etapa.
- **Instalación y puesta en marcha:** El espacio, materiales, herramientas conexiones y el costo de la instalación.
- **Capacidad:** La capacidad de la máquina tiene que guardar relación con las demás.
- **Costo de inversión:** Valor económico de la maquinaria.
- **Preferencia de la empresa:** Marca en específico con el que trabaja la empresa, para ciertas máquinas.

Para el elevador de cangilones y el transportador de arrastre. Se optó por la marca SuperBrix; debido a que la empresa Molino Chiclayo S.A.C. todos sus elevadores de cangilones son de esta marca.



Figura N° 18: Elevador de Cangilones GE.

Fuente: Industrial Machina SuperBrix.



Figura N° 19: Transporte por arrastre TA.

Fuente: Industrial Machina SuperBrix.

Se optó por el elevador, cuya capacidad sea igual al elevador que lleva el grano de arroz cáscara a la prelimpia, 20 t/h. La ficha técnica de esta máquina se aprecia en el Anexo N°04.

Además, se optó por 3 silos de almacenamiento, 2 para el arroz cáscara sin secar, y 1 para después del secado.

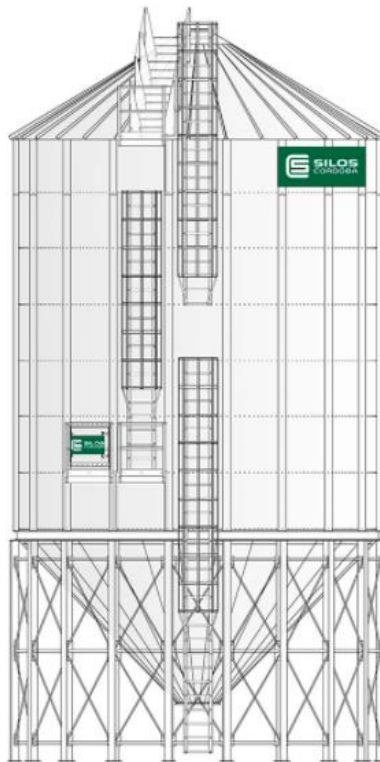


Figura N° 20: Silo de almacenamiento 4.58/45.

Fuente: Silos Cordoba.

Solo se necesitó 1 silo para después del secado, debido a que con uno abastece normalmente al circuito de pilado. En el caso que la empresa se proponga extender su línea, en ese momento es recomendado contar con otro silo de almacenamiento para después del secado. La ficha técnica de esta máquina se aprecia en el Anexo N°05.

C. PROPUESTA: REALIZAR UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Para lograr el buen funcionamiento constante de la maquinaria que forma parte del proceso de pilado de arroz, es necesario llevar a cabo un mantenimiento preventivo.

PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MOLINO CHICLAYO S.A.C.

1. OBJETIVO GENERAL:

Lograr que la maquinaria involucrada en el proceso de pilado de arroz se encuentre en condiciones óptimas de funcionamiento, garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de la maquinaria de una manera eficiente y segura.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Reducir el número de paradas no programadas.
- Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los equipos que puedan afectar de manera directa a la calidad de los productos.
- Reducir los costos de mantenimiento.

3. UBICACIÓN:

Las actividades del mantenimiento preventivo se realizarán en la instalación de la empresa “MOLINO CHICLAYO S.A.C.”, empresa lambayecana ubicada en la carretera Panamericana norte Km. 776 en la ciudad de Chiclayo.

4. ALCANCE:

Después de realizar el diagnóstico se determinó los dos equipos que son vitales e importantes para la realización de un mantenimiento preventivo.

Las actividades del mantenimiento preventivo involucran a las siguientes maquinarias:

- Descascaradora
- Pulidora de agua
- Pulidora de piedra

5. DESARROLLO

1. Elaborar el cronograma anual y las horas que se les asignará a cada actividad que se realizará.
2. El cronograma se aprobará por el jefe de planta y el administrador. Si en caso el cronograma no es aprobado, se vuelve a elaborar.
3. Implementar un sistema de alerta por google calendar, se programan los mantenimientos preventivos y se llena la hoja del programa de mantenimiento.
4. Ejecutar el cronograma de mantenimiento preventivo.

6. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento, para la descascaradora y la pulidora, se realizarán en distintos periodos según la naturaleza de la actividad, pueden ser:

- Diarios.
- Semanal.
- Quincenal.
- Mensual.
- Trimestral.

El tiempo total anual que se empleará para la realización del mantenimiento preventivo es de 16 196 minutos, que viene a ser 269,93 horas. Como se detalla en la Tabla N°51.

Tabla N° 51: Actividades de mantenimiento preventivo para la descascarado y pulidora.

Actividad de mantenimiento	Tiempo aproximado de trabajo (min)	Periodo	N° de veces al año a efectuarse	Tiempo anual de mantenimiento (min)
DESCASCARADORA				
Revisar el funcionamiento del distribuidor.	13	Semanal	52	676
Revisar el conector neumático.	8	Semanal	52	416
Revisar el alineamiento de poleas.	13	Trimestral	4	52
Revisar las fajas.	10	Semanal	52	520
Cambiar fajas.	20	Trimestral	4	80
Ajustar o tensar fajas.	15	Mensual	12	180
Cambiar los pernos de los porta rodillos.	30	Quincenal	24	720
Revisar el tubo de aspiración de aire.	14	Mensual	12	168
Revisar la rampa.	15	Semanal	52	780
Revisar el funcionamiento de la descascaradora.	8	Diario	360	2880
Lubricar rodajes.	90	Mensual	12	1080
Ajustar los pernos del guarda motor y contactor.	5	Mensual	12	60
Revisar el funcionamiento del separador.	15	Semanal	52	780
PULIDORAS				
Revisar el funcionamiento de las pulidoras.	16	Diario	360	5760
Revisar el sistema eléctrico.	15	Trimestral	4	60
Revisar la estructura metálica.	10	Mensual	12	120
Calibración de las pulidoras.	10	Semanal	52	520
Limpieza superficial.	12	Mensual	12	144
Lubricación.	90	Mensual	12	1080
Cambiar el cilindro pulidor y las rejillas de criba.	30	Trimestral	4	120
TOTAL (min)				16196
TOTAL (hora)				269,93

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de las actividades de mantenimiento preventivo para la descascaradora se detalla en la Figura N° 21.

N°	Actividad	MES											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	Revisar el funcionamiento del distribuidor.	[Green]											
2	Revisar el conector neumático.	[Green]											
3	Revisar el alineamiento de poleas.	[Red]			[Red]				[Red]				[Red]
4	Revisar las fajas.	[Green]											
5	Cambiar fajas.	[Red]			[Red]				[Red]				[Red]
6	Ajustar o tensar fajas.	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]
7	Cambiar los pernos de los porta rodillos.	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]	[Yellow]
8	Revisar el tubo de aspiración de aire.	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]
9	Revisar la rampa.	[Green]											
10	Revisar el funcionamiento de la descascaradora.	[Blue]											
11	Lubricar rodajes.	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]
12	Ajustar los pernos del guarda motor y contactor.	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]
13	Revisar el funcionamiento del separador.	[Green]											

Figura N° 21: Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo de la descascaradora.

Fuente: Molino Chiclayo SAC.

LEYENDA:	
[Green]	Semanal
[Red]	Trimestral
[Orange]	Mensual
[Yellow]	Quincenal
[Blue]	Diario

El cronograma de las actividades de mantenimiento preventivo para la pulidora se detalla en la Figura N° 22.

N°	Actividad	MES											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	Revisar el funcionamiento de las pulidoras.	[Diario]											
2	Revisar el sistema eléctrico.	[Trimestral]			[Trimestral]			[Trimestral]			[Trimestral]		
3	Revisar la estructura metálica	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]
4	Calibración de las pulidoras.	[Semanal]											
5	Limpieza superficial	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]
6	Lubricación.	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]	[Mensual]
7	Ajustar los pernos del guarda motor y contactor.	[Trimestral]			[Trimestral]			[Trimestral]			[Trimestral]		

Figura N° 22: Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo de la Pulidora.

Fuente: Molino Chiclayo S

LEYENDA:	
[Green]	Semanal
[Red]	Trimestral
[Orange]	Mensual
[Yellow]	Quincenal
[Blue]	Diario

Para lograr la correcta ejecución de las propuestas de mejora es necesario contar con el personal adecuado, para que puedan realizar sus labores eficientemente, tanto para nivel estratégico como operativo, y con ello lograr el aumento de la productividad del proceso. Es por ello que se propone la realización de capacitaciones.

PROCEDIMIENTO PARA LAS CAPACITACIONES

1. OBJETIVO:

Brindar a los colaboradores a través de capacitaciones, las competencias necesarias para realizar de manera más eficiente sus funciones en la empresa “MOLINO CHICLAYO S.AC.”

2. UBICACIÓN:

Las actividades del mantenimiento preventivo se realizarán en la instalación de la empresa “MOLINO CHICLAYO S.A.C.”, empresa lambayecana ubicada en la carretera Panamericana norte Km. 776 en la ciudad de Chiclayo.

3. ALCANCE:

Tiene alcance a todos los colaboradores involucrados con el tema de capacitación.

4. DESARROLLO:

MODULO I: TECSUP.

- Mantenimiento de instalaciones y Máquinas eléctricas.
- Correcta Preparación de los Trabajos de Mantenimiento.
- Planificación y Programación del Mantenimiento.

MODULO II: UNMSM.

- Importancia de la Ingeniería de Métodos.
- Productividad y su importancia en la industria.

MODULO III: UNALM

- Parámetros de calidad del arroz.

5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En la Tabla N° 52, se muestra el cronograma de las capacitaciones, su duración y a quién está dirigido.

Tabla N° 52: Cronograma de capacitaciones.

Capacitación	Dirigido a	Inicio	Fin	Duración
Importancia de la Ingeniería de Métodos	Personal admin.	26/01/2018	26/01/2018	4 horas
Productividad y su importancia en la industria	Personal admin.	27/02/2018	27/02/2018	4 horas
Mantenimiento de instalaciones y máquinas eléctricas.	Personal técnico.	25/03/2018	25/03/2018	4 horas
Correcta preparación de los trabajos de mantenimiento	Personal técnico	26/04/2018	27/04/2018	8 horas
Planificación y Programación del mantenimiento.	Personal técnico y adm.	28/05/2018	28/05/2018	4 horas
Parámetros de calidad del arroz	Todo el personal	25/06/2018	25/06/2018	4 horas

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

6. PRESUPUESTO PARA LAS CAPACITACIONES

En la Tabla N° 53, indica el costo total por las capacitaciones. Las cotizaciones se muestran en los Anexos N° 6, 7 Y 8.

Tabla N° 53: Costo de las capacitaciones.

N°	Capacitación	N° de operarios	Costo por operario	Costo Total
1	Importancia de la Ingeniería de Métodos	10	S/. 100,00	S/. 1 000,00
2	Productividad y su importancia en la industria	6	S/. 100,00	S/. 600,00
3	Mantenimiento de instalaciones y máquinas eléctricas.	5	S/. 150,00	S/. 750,00
4	Correcta preparación de los trabajos de mantenimiento.	4	S/. 150,00	S/. 600,00
5	Planificación y Programación del mantenimiento.	10	S/. 150,00	S/. 1 500,00
6	Parámetros de calidad del arroz	28	S/. 150,00	S/. 5 700,00
TOTAL				S/. 10 150,00

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.5.2. ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DESPUES DE LA MEJORA

Una vez instalada las máquinas y equipos, se determinó el flujo del proceso de pilado de arroz, el tamaño de la muestra se determinará tomando en cuenta la información del Time Study Manual De los Erie Works de General Electric Company.

Verificación de la muestra: Para validar la muestra, se procederá a dividir el proceso en dos etapas, como se realizó en el diagnóstico.

- Secado: Abarca las operaciones desde la recepción y pesado, hasta el desplazamiento a prelimpia.
- Circuito de pilado: Abarca las operaciones desde la prelimpia, hasta el almacenamiento de los sacos de arroz pilado de 50 kg.

El que se usará para determinar el número real de ciclos necesarios es el circuito de pilado. El cual sigue manteniendo sus tiempos promedios, Como se observa en la Tabla N° 54.

Tabla N° 54: Muestra de ciclos observados

Operaciones del proceso		Ciclo observado (min)					$\sum X_i$ (min)	Tiempo promedio (min).
		1	2	3	4	5		
A.	Prelimpia.	1,00	1,10	1,05	1,09	1,07	5,31	1,06
B.	Desplazamiento a descascarado.	0,35	0,40	0,45	0,40	0,40	2,00	0,40
C.	Descascarado.	1,20	1,32	1,26	1,31	1,28	6,37	1,27
D.	Clasificación.	1,50	1,65	1,58	1,63	1,60	7,96	1,59
E.	Desplazamiento a pulido.	0,30	0,40	0,30	0,40	0,35	1,75	0,35
F.	Pulido.	2,05	2,26	2,15	2,23	2,19	10,88	2,18
G.	Desplazamiento a clasificación.	0,35	0,27	0,28	0,30	0,30	1,50	0,30
H.	Clasificación.	1,60	1,76	1,68	1,74	1,71	8,49	1,70
I.	Desplazamiento a selección.	0,35	0,27	0,28	0,30	0,30	1,50	0,30
J.	Selección.	7,20	6,85	7,35	7,10	7,15	35,65	7,13
K.	Desplazamiento a ensacado.	0,35	0,27	0,28	0,30	0,30	1,50	0,30
L.	Inspección saco.	0,20	0,22	0,21	0,22	0,21	1,06	0,21
M.	Transporte del saco hacia almacén	1,50	1,65	1,58	1,63	1,60	7,96	1,59
O	Transporte del saco hacia ensacado.	2,40	2,64	2,52	2,61	2,56	12,73	2,55
P	Ensacado.	1,40	1,65	1,50	1,50	1,45	7,50	1,50
Q	Desplazamiento a almacén.	3,50	3,85	3,68	3,81	3,74	18,57	3,71
Total		25,25	26,56	26,14	26,57	26,21	130,72	26,14

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Según el muestreo preliminar el tiempo promedio del ciclo del proceso es de 26,14 minutos, y el rango de muestra según la información tomada de General Electric Company, determinamos que según el tiempo de ciclo observado preliminarmente este se encuentra en el rango de 20 a 40 minutos, con un número recomendado de 5 ciclos. Por lo que concluimos que las observaciones realizadas en el estudio preliminar de **5 muestras, es la adecuada.**

Para los diagramas siguientes se ha tomado en cuenta el promedio de los tiempos anteriormente mencionados y la materia prima que se procesa es de 750 kg (15 sacos de arroz cáscara).

El tiempo promedio de las operaciones en la etapa del secado se indica en la Tabla N°55, después de la mejora es el siguiente. Cabe resaltar que con la implementación de la secadora industrial se reduce el tiempo de secado a 180 minutos y se aumenta la eficiencia de pilado a 69%, además los transportes hacia los silos de almacenamiento, se reduce debido a la implementación de elevadores de cangilones y transporte de arrastre, el tiempo se considera igual al tiempo de desplazamiento a descascarado, ya que este posee la misma capacidad que el elevador propuesto.

Tabla N° 55: Muestra de ciclos observados en la etapa del secado

Operaciones del proceso		Ciclo observado (min)					$\sum X_i$ (min)	Tiempo promedio (min).
		1	2	3	4	5		
A.	Recepción y pesado.	6,20	6,40	6,00	6,20	6,40	5,31	6,24
B.	Desplazamiento a silos de arroz cáscara.	0,35	0,40	0,45	0,40	0,40	2,00	0,40
C.	Desplazamiento a secado	0,35	0,4	0,45	0,4	0,4	2	0,4
D.	Secado	180	180	180	180	180	900	180
E.	Desplazamiento a silos de arroz cáscara seco.	0,35	0,4	0,45	0,4	0,4	2	0,4
F.	Desplazamiento a prelimpia	0,35	0,4	0,45	0,4	0,4	2	0,4

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

A. Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz:

En la figura N° 23 y 24, se muestra todas las nuevas actividades necesarias, tanto actividades productivas como improductivas para la fabricación de arroz pilado.

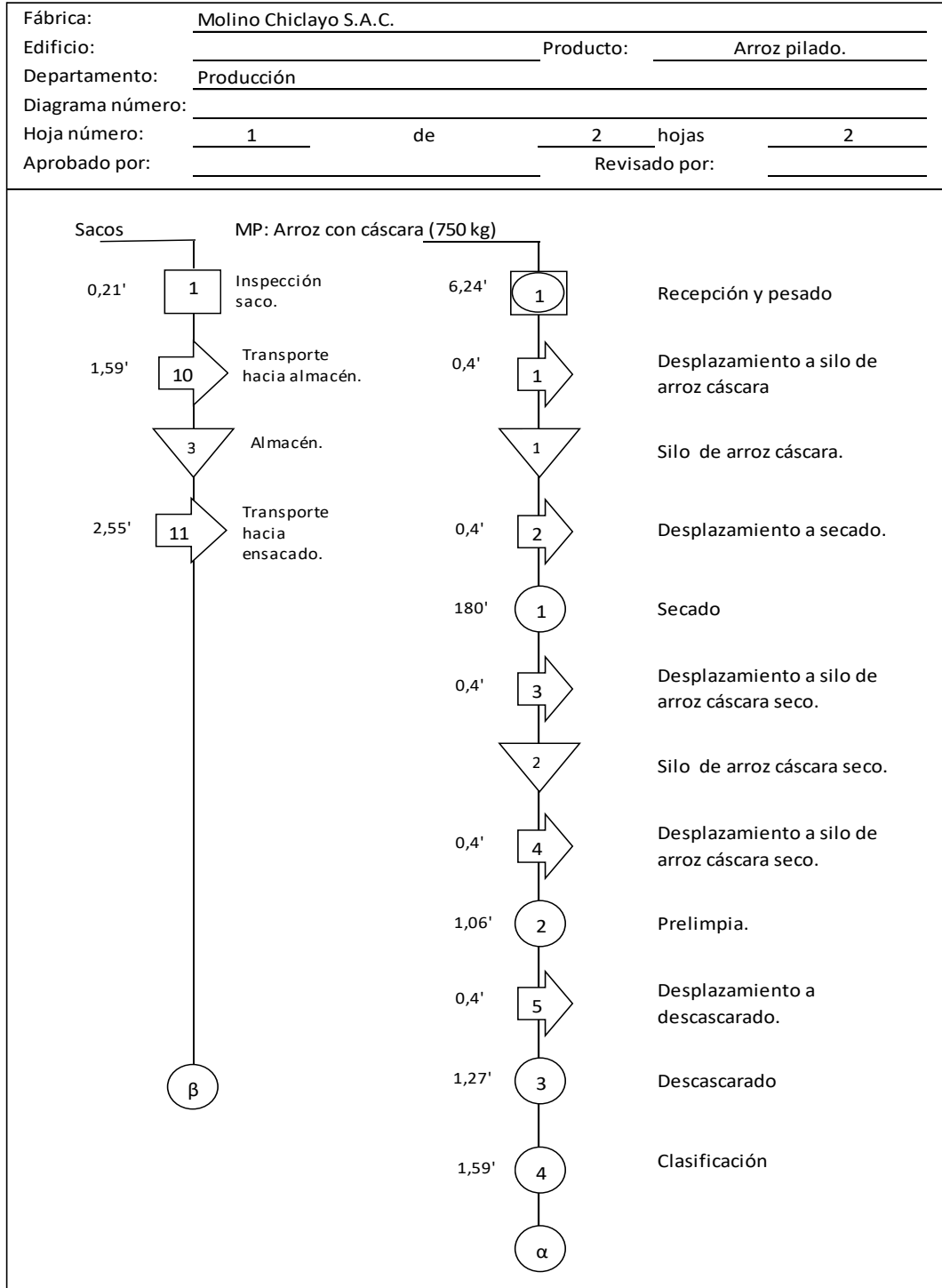


Figura N° 23: Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz después de la mejora.

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Fábrica: Molino Chiclayo S.A.C.
 Edificio: _____ Producto: Arroz pilado.
 Departamento: Producción
 Diagrama número: _____
 Hoja número: 1 de 2 hojas 2
 Aprobado por: _____ Revisado por: _____

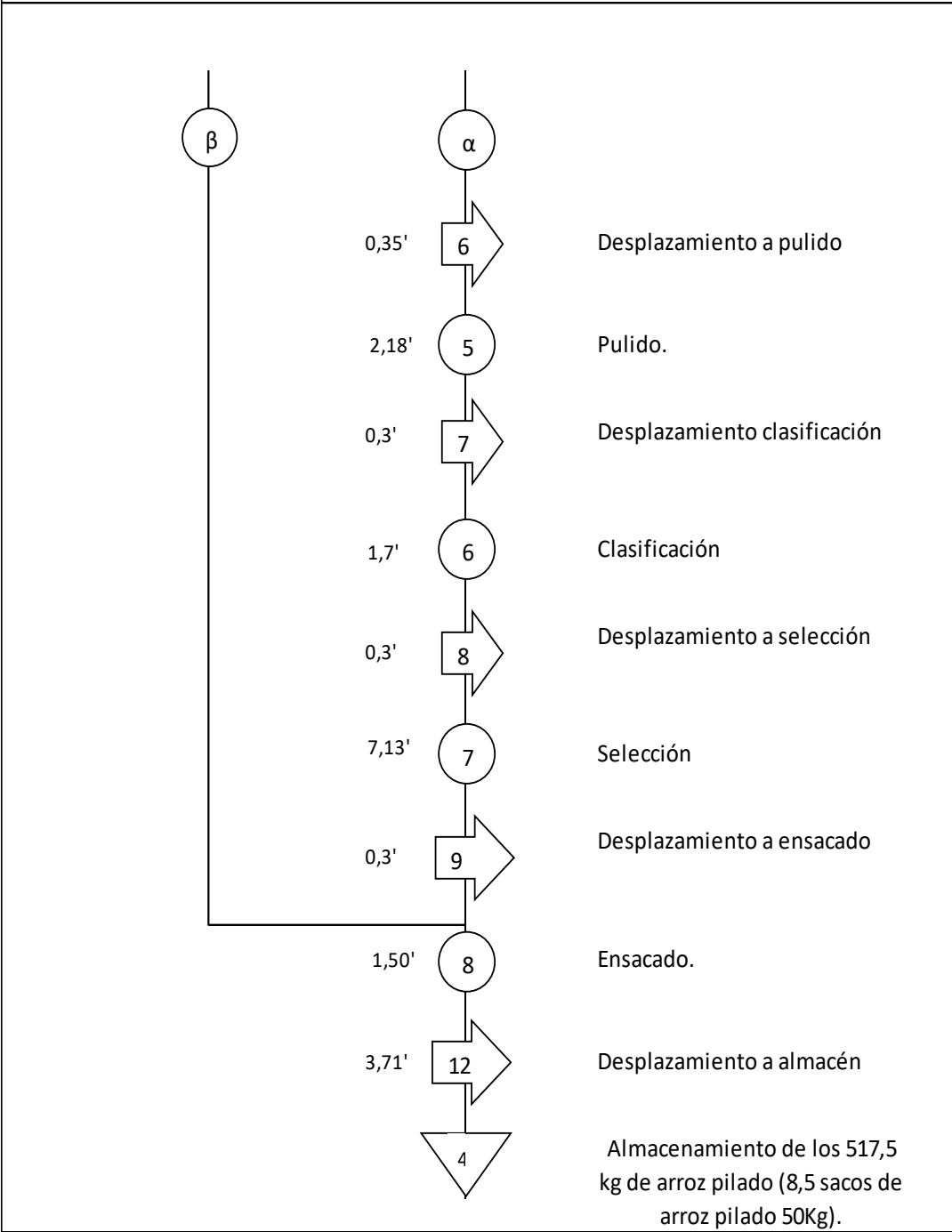







Figura N° 24: Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz después de la mejora.
 Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Tabla N° 56: Resumen general del diagrama de análisis del proceso.

Resumen general			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		8	196,43
Inspección		1	0,21
Operación-inspección		1	6,24
Transporte		12	11,1
Almacenamiento		4	—
Total		26	213,98

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

En la tabla N°56, se muestran los tiempos necesarios para el proceso de pilado de arroz. Como se observa en la tabla se tiene un total de 26 actividades, conformadas por 8 operaciones propiamente dichas, 1 inspección, 12 transportes, 1 operación-inspección y 4 actividades de almacenamiento. Todas estas actividades se realizan en un tiempo de 213,98 minutos tal como lo muestra la tabla resumen. Por lo cual se mostrará a continuación el porcentaje de actividades productivas e improductivas:

$$\% \text{ act. productivas} = \frac{196,43 + 0,21 + 6,24}{213,98} = 94,82\%$$

Como se observa a través de la aplicación de la fórmula de obtención de actividades productivas. El proceso de pilado de arroz de la empresa Molino Chiclayo S.A.C. tiene un 94,82% de actividades productivas.

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{11,1}{213,98} = 5,18\%$$

A su vez cuenta con un porcentaje de actividades improductivas de 5,18%. Estos dos resultados en su combinación completan el 100% de actividades que se muestran en el diagrama de análisis de proceso.

3.5.3. NUEVOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

A. Producción:

Molino Chiclayo S.A.C. posee una jornada laboral de 11 horas al día, por lo que el tiempo bases es el siguiente:

$$\textit{T tiempo base (Tb)} = 11 \textit{ horas/día} = 660 \textit{ minutos/día}$$

El ciclo o velocidad está representado por la operación de la selectora a color, que equivale a 7,13 minutos (Ver Figura N° 23), además la cantidad de arroz pilado que se obtiene en este ciclo es de 517,5 kg (Ver Figura N° 24).

$$\textit{Ciclo (c)} = 7,13 \textit{ minutos/517,5 kg arroz pilado}$$

Una vez obtenido el tiempo base y el ciclo se procederá a calcular la producción diaria:

$$\textit{Producción} = \frac{660 \textit{ minutos/día}}{7,13 \textit{ minutos/517,5 kg arroz pilado.}}$$

$$\textit{Producción} = 47\,903,234 \textit{ kg arroz pilado/día}$$

Ahora un saco de arroz pesa 50 kg por lo que la producción diaria en sacos de arroz sería:

$$\textit{Producción} = 958 \textit{ sacos de arroz pilado/día}$$

B. Productividad:

Al realizar el cálculo de la productividad, como indicador permitirá determinar la relación existente entre la cantidad de producto terminado y la cantidad de recursos empleados para la producción de arroz pilado.

- **Productividad de Materia Prima:**

La cantidad de arroz cáscara que se procesa al día es de 69 429,96 kg, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Materia prima} = \frac{660 \text{ minutos/día}}{7,13 \text{ minutos/750 kg arroz pilado.}}$$

$$\text{Materia Prima} = 69\,424,96 \text{ kg arroz pilado/día}$$

La productividad de materia prima, indica que la empresa produce 0,014 sacos de arroz pilado por cada kilogramo de arroz cáscara que ingresa al proceso de pilado. Como se muestra la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad}_{M.P.} = \frac{958 \text{ sacos de arroz pilado}}{69\,424,96 \text{ kg arroz cáscara.}}$$

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

- **Productividad de Mano de Obra:**

Como se indica en la siguiente fórmula, se produce 73,69 sacos de arroz pilado por cada operario en una jornada laboral de 11 horas. Esto se debe a que la implementación de tecnología en el proceso de producción, permite reducir el número de operarios de 17 a 13.

$$\text{Productividad}_{M.O.} = \frac{958 \text{ sacos de arroz pilado diario}}{13 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad}_{M.O.} = 73,69 \frac{\text{sacos de arroz pilado diario}}{\text{operario}}$$

- **Productividad de Maquinaria:**

Para el cálculo de este indicador se tomó en cuenta la maquinaria que agrega valor al producto, como se muestra en la Tabla N°57.

Tabla N° 57: Maquinaria del proceso de pilado que agrega valor.

Maquinaria	Cantidad
Secadora	1
Pre Limpia	1
Circuito descascarado	2
Mesa Paddy	2
Pulidora de piedra BHX	2
Pulidora de agua Wpz-1	1
Clasificadores	2
Selectora	1
TOTAL	12

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Como se indica en la siguiente fórmula, se produce 79,83 sacos de arroz pilado por cada maquinaria en una jornada laboral de 11 horas.

$$Productividad_{Maquinaria} = \frac{958 \text{ sacos de arroz pilado diario}}{12 \text{ máquinas}}$$

$$Productividad_{Maquinaria} = 79,83 \frac{\text{sacos de arroz pilado diario}}{\text{máquina}}$$

- **Productividad Total:**

Para el cálculo de este indicador, es necesario saber los costos asociados a la producción de arroz pilado, los cuales se detallan a continuación:

Costos de personal: Los costos de personal está representado por los 13 colaboradores y un jefe de planta, cuya suma es de 166 000 soles al año.

Costo de energía eléctrica: El costo de energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria involucrada en el pilado de arroz, oscila entre los 6 000 y 9 000 soles al mes, esta variaciones depende del uso de maquinaria y sobre todo al incremento de las tarifas eléctricas. Para el cálculo se tomara el promedio que es

7 500 soles al mes, el cual hace un total de 90 000 soles al año.

Costo de insumos: El saco de polipropileno cuesta 50 soles por 100 unidades, es decir 0,5 por unidad. El ciento de rollo de hilo para coser saco cuesta 450 soles, la empresa al año compra 3 cientos al año, entonces se gasta 1 350 soles al año por rollos de hilo para coser saco.

Costo de mantenimiento preventivo: El costo asociado por mantenimiento preventivo después de la mejora se indica en la Tabla N° 58.

Tabla N° 58: Costo de mantenimiento preventivo.

Área del proceso de pilado.	Tiempo de parada de la máquina. (horas)	Pérdida económica.
Descascarado	139,9	S/. 105 376,82
Pulido	130,07	S/. 97 993,41
Prelimpia	64,5	S/. 38 875,91
Clasificación I	60	S/. 36 163,64
Clasificación II	47,5	S/. 28 629,55
Selección	30,5	S/. 18 383,18
TOTAL	472,47	S/. 325 485,86

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

$$\text{Costo Total} = S/. 166\ 000 + S/. 172\ 440 + S/. 1\ 350 + 90\ 000 + 325\ 485,86$$

$$\text{Costo Total} = S/. 755\ 275,86$$

La producción al año de sacos de arroz pilado es de 344 880 unidades. Entonces la productividad económica de la empresa Molino Chiclayo S.A.C., se define en la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad}_{\text{Total}} = \frac{344\ 880 \text{ sacos de arroz pilado}}{755\ 275,86 \text{ soles}}$$

$$\text{Productividad}_{\text{Total}} = 0,47 \frac{\text{sacos de arroz pilado diario}}{\text{soles}}$$

La productividad total nos permite establecer que por cada sol invertido, se obtiene 0,47 sacos de arroz pilado, o por cada sol invertido se obtiene 23,5 kg de arroz pilado.

C. Capacidades:

- **Capacidad de Diseño**

Capacidad representada por la cantidad máxima de producción que se puede conseguir en condiciones ideales. Dentro del proceso de pilado de arroz la producción máxima teórica se mantiene ya que la la máquina cuya capacidad es la menor de todas sigue siendo la misma, como se observa en la Tabla N° 59.

Tabla N° 59: Capacidad de diseño del proceso de pilado.

Capacidad de la selectora por color	5 t/h
Horas trabajadas al día	11 horas
Peso del saco de arroz	50 kg
Capacidad de diseño	1 100 Sacos de arroz pilado/día

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Capacidad efectiva o real**

Capacidad representada por la cantidad máxima a la que la producción llegó en un tiempo determinado. Después de la mejora, la capacidad real del proceso de pilado de arroz aumentará a 958 sacos de arroz pilado al día, como se muestra en la Tabla N° 60:

Tabla N° 60: Capacidad real del proceso de pilado.

Capacidad efectiva o real	958 Sacos de arroz pilado/día
Horas trabajadas/día	11 horas

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

- **Utilización**

La utilización después de la mejora, será determinada en base a la capacidad real de la planta y la capacidad de diseño de la misma, teniéndose en la fórmula que la utilización es de 87,09%.

$$\textit{Utilización} = \frac{958 \textit{ sacos de arroz pilado}}{1\ 100 \textit{ sacos de arroz pilado}}$$

$$\textit{Utilización} = 0,8709 = 87,09\%$$

- **Capacidad Ociosa**

Capacidad determinada mediante la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad real, teniéndose que la capacidad ociosa es de 142 unidades por día-

$$\textit{Capacidad ociosa} = 1100 - 958$$

$$\textit{Capacidad ociosa} = 142 \textit{ sacos de arroz pilado/día}$$

D. Eficiencia:

- **Eficiencia física:** La cantidad de arroz cáscara que ingresa al proceso de pilado de arroz se aprovecha el 69%, es decir que por cada 100 Kg de arroz cáscara se obtiene 69 kg de arroz pilado y 31 kg de subproductos y desechos.

$$\textit{Eficiencia}_{física} = \frac{517,5 \textit{ kg de arroz pilado}}{750 \textit{ kg de arroz cáscara}}$$

$$\textit{Eficiencia}_{física} = 69\%$$

E. Cuello de botella y tiempo total de ciclo:

El cuello de botella del proceso de pilado después de la mejora, en la empresa Molino Chiclayo S.A.C. sigue siendo el secado.

$$\textit{Cuello de botella} = 180 \textit{ minutos}$$

$$\textit{Tiempo total de ciclo} = 213,98 \textit{ minutos}$$

3.5.4. CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES

La siguiente tabla se muestra el resumen de los indicadores de producción y productividad:

Tabla N° 61: Resumen de indicadores de producción y productividad.

INDICADOR	ANTES	DESPUES	VARIACIÓN
PRODUCCIÓN			
Producción diaria	780 sacos de arroz pilado	958 sacos de arroz pilado	22,82%
PRODUCTIVIDAD			
Productividad de Materia Prima	0,011 sacos de arroz pilado/kg arroz cáscara	0,014 sacos de arroz pilado/kg arroz cáscara	27,27%
Productividad de Mano de Obra	45,84 sacos de arroz pilado diario/operario	73,69 sacos de arroz pilado diario/operario	60,75%
Productividad de Maquinaria	70,91 sacos de arroz pilado diario/máquina	79,83 sacos de arroz pilado diario/máquina	12,57%
Productividad Total	0,32 sacos de arroz pilado/soles.	0,47 sacos de arroz pilado/soles.	46,88%
CAPACIDAD			
Capacidad diseñada	1 100 sacos de arroz pilado/día	1 100 sacos de arroz pilado/día	0%
Capacidad efectiva o real	780 sacos de arroz pilado/día	958 sacos de arroz pilado/día	22,82%
Utilización	70,91%	87,09%	16,18%
Capacidad Ociosa	320 sacos de arroz pilado/día	142 sacos de arroz pilado/día	-55,63%
EFICIENCIA			
Eficiencia física	56,22%	69%	22,73%
CUELLO DE BOTELLA Y TIEMPO TOTAL DE CICLO			
Cuello de botella	586 minutos	180 minutos	-69,28%
Tiempo total de ciclo	641,44 minutos	213,98 minutos	-66,64%

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

En la tabla N°61, se muestra la comparación de los indicadores antes y después de la mejora. La producción diaria aumentó en un 22,82%, la productividad de materia prima aumentó en 27,27%, la capacidad ociosa disminuyó en un 55,63%. La eficiencia física aumentó en un 22,73%, el cuello de botella se redujo en un 69,28% y el tiempo total de ciclo se disminuyó en un 66,64%.

El aumento en la productividad total de la empresa “MOLINO CHICLAYO S.A.C.”, se muestra en la siguiente fórmula:

$$\Delta \textit{Productividad Total} = \frac{(0,47-0,32)*100\%}{0,32}$$

$$\Delta \textit{Productividad Total} = 46,88\%$$

La implementación de las propuestas de mejora, permitió aumentar la productividad de la empresa “MOLINO CHICLAYO S.A.C.”, en un 46,88%

3.6. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El análisis costo – beneficio incluirá el detalle de todos los beneficios económicos de las propuestas para la empresa Molino Chiclayo S.A.C. y los costos que se incurrirá para la realización de las mejoras propuestas.

3.6.1. LISTADO DE COSTOS Y/O GASTOS TANGIBLES DEL PROYECTO

- **Plan de mantenimiento:** Como lo explicado en los capítulos anteriores, por todas las fallas y paradas que tienen las máquinas pertenecientes al proceso de pilado de arroz de la empresa Molino Chiclayo S.A.C., es de mucha importancia realizar un mantenimiento preventivo y así poder reducir estos problemas, para obtener una mejor producción, productividad y eficiencia.
- **Plan de capacitaciones:** Para que las propuestas de mejora tengan éxito es necesario contar con personal calificado y listo para realizar sus tareas asignadas, por ello se propone la realización de programas de capacitación al personal. El costo del plan de capacitaciones es de 10 150 soles, como se muestra en la Tabla N° 53.
- **Adquisición de maquinaria:** Una gran alternativa para mejorar la eficiencia del proceso de pilado de arroz es la adquisición de tecnología para la etapa del secado, para ello se consideraron la siguiente maquinaria: Secadora, Horno quemador de biomasa. Para mejorar el tiempo y aprovechar mejor los recursos que se emplea en la etapa del secado y recepción de materia prima, se consideraron la siguiente maquinaria: Silos de almacenamiento, Elevador de cangilones.

3.6.2. LISTADO DE COSTOS Y/O GASTOS INTANGIBLES DEL PROYECTO

En este proyecto de mejora no se incurrirá en costos intangible, debido que la energía, tiempo, seguridad y otros costos no se incrementan con la propuesta implementada.

3.6.3. LISTA DE BENEFICIO ESPERADO

Antes de determinar la ganancia en cada periodo antes y después de la mejora primero se debe pronosticar el acopio de la materia prima, en este caso el arroz cáscara.

3.6.3.1. Pronóstico de acopio de materia prima, “arroz cáscara”

Para poder pronosticar el acopio de materia prima en los periodos 2017-2021, es indispensable contar con un histórico de datos, para que el pronóstico tenga sustento. A continuación se muestra el acopio de “arroz cáscara” en los años 2011 al 2016. Ver Tabla N°62.

El método de proyección que se utilizó para determinar el acopio de materia prima en los próximos 5 años, fue el de regresión lineal, debido a que los acopios de materia prima son crecientes y lineales, por lo que este método es el más apropiado. Ver Anexo N°09.

Tabla N° 62: Data del acopio de arroz cáscara del 2011 al 2016.

Periodo	Arroz cáscara (t)
2011	25 840,52
2012	25 860,60
2013	25 720,80
2014	26 085,37
2015	26 450,46
2016	26 526,90

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

En la tabla N°63, se indica las cantidades pronosticadas del acopio de arroz cáscara para el proceso de pilado de arroz en la empresa Molino Chiclayo S.A.C. en los periodos del 2017 al 2021.

Tabla N° 63: Pronóstico del acopio de arroz cáscara del 2017-2021.

Ítem	Periodo	Arroz cáscara (t)
1	2011	25 840,52
2	2012	25 860,60
3	2013	25 720,80
4	2014	26 085,37
5	2015	26 450,46
6	2016	26 526,90
7	2017	26 637,38
8	2018	26 796,41
9	2019	26 955,44
10	2020	27 114,47
11	2021	27 273,50

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.6.3.2. Beneficios obtenidos antes y después de la mejora

Antes de determinar el beneficio obtenido antes y después de la mejora, se precisa mostrar el precio del pilado de arroz que manejan las empresas dedicadas a este rubro, el precio está en base a los sacos producidos; el cliente tiene la opción de dar los sacos para el pilado, o que la empresa incluya estos en el servicio. Ver Tabla N°64.

Tabla N° 64: Data del acopio de arroz cáscara en los 2011-2016.

Producto y subproductos	Unidad	Precio por solo pilado	Precio por pilado más sacco
Arroz pilado	Sacco	7 soles	8,5 soles

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Una vez obtenido la data sobre el acopio del arroz cáscara, se procedió a calcular el beneficio obtenido antes y después de la mejora.

En la Tabla N°65, se muestra las ventas de arroz pilado, obtenidas antes y después de la mejora, en los años del 2017 al 2021. Luego se procederá a calcular el incremento debido a la mejora (venta extra de arroz pilado), la cual es la resta de la venta después de la mejora menos la venta antes de la mejora.

Tabla N° 65: Cantidad de arroz pilado obtenida y su posterior venta, antes y después de la mejora del año 2017 al 2021

Periodo	Arroz cáscara (t)	ANTES DE LA MEJORA			DESPUES DE LA MEJORA		
		Arroz pilado (t)	Arroz (saco de 50kg)	Venta (soles)	Arroz pilado (t)	Arroz (saco de 50kg)	Venta (soles)
2017	26 637,38	14 972,87	299 457	2 545 388,12	18 379,79	367 595,84	3 124 564,67
2018	26 796,41	15 062,26	301 245	2 560 584,55	18 489,52	369 790,46	3 143 218,89
2019	26 955,44	15 151,65	303 033	2 575 780,98	18 599,25	371 985,07	3 161 873,11
2020	27 114,47	15 241,04	304 821	2 590 977,41	18 708,98	374 179,69	3 180 527,33
2021	27 273,50	15 330,43	306 609	2 606 173,84	18 818,72	376 374,30	3 199 181,55

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Como se indica en la tabla anterior, antes de la mejora en el año 2017 se obtendría un beneficio de 2 545 388,12 soles, mientras que después de la mejora se obtendría 3 124 564,67 soles, por lo que se concluye que la mejora incrementó las ventas del arroz pilado en 579 176,55 soles.

En la Tabla N°66, se detallan todos los incrementos obtenidos de la venta extra de arroz pilado en los años 2017 al 2021, gracias a la mejora.

Tabla N° 66: Venta extra de arroz pilado en los años 2017-2021.

Periodo	Venta de arroz pilado antes de la mejora (soles)	Venta de arroz pilado después de la mejora (soles)	Venta extra de arroz pilado (soles)
2017	2 545 388,12	3 124 564,67	579 176,55
2018	2 560 584,55	3 143 218,89	582 634,34
2019	2 575 780,98	3 161 873,11	586 092,13
2020	2 590 977,41	3 180 527,33	589 549,92
2021	2 606 173,84	3 199 181,55	593 007,71

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Cabe resaltar que para hallar el beneficio económico neto que se obtiene de la mejora, se debe tener en cuenta las ventas de los subproductos, que son:

- Arrocillo.
- Polvillo.
- Ñelen.
- Rechazo.

En la Tabla N°67, se indica los precios que se asignan a los subproductos con sus respectivas unidades de referencia.

Tabla N° 67: Precio de los subproductos.

Sub producto	Unidad	Precio
Arrocillo	Saco de 50 kg	7,2 soles
Polvillo	Saco de 30 kg	3,2 soles
Ñelen	Saco de 50 kg	4 soles
Rechazo	Saco de 70 kg	6,7 soles

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Con los datos indicados en la tabla anterior, se determinó el beneficio neto (productos y subproductos) antes y después de la mejora en los años del 2017 al 2021. Como se muestra en la Tabla N°68 y la Tabla N°69.

Tabla N° 68. Ingreso obtenido por la venta de producto y subproductos, antes de la mejora.

PERIODO	Producto y subproductos						Ventas antes de la mejora (soles)
	Arroz cáscara (t)	Arroz (t)	Arrocillo (t)	Polvillo (t)	Ñelen (t)	Rechazo (t)	
2017	26 637,38	14 974,29	2 429,68	2 657,70	434,90	147,57	3 227 908,812
2018	26 796,41	15 063,69	2 444,19	2 673,57	437,50	148,45	3 247 180,015
2019	26 955,44	15 153,09	2 458,70	2 689,43	440,09	149,33	3 266 451,217
2020	27 114,47	15 242,49	2 473,20	2 705,30	442,69	150,21	3 285 722,419
2021	27 273,50	15 331,89	2 487,71	2 721,17	445,29	151,10	3 304 993,622

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Tabla N° 69: Ingreso obtenido por la venta de producto y subproductos, después de la mejora.

PERIODO	Producto y subproductos						Ventas después de la mejora (soles)
	Arroz cáscara (t)	Arroz (t)	Arrocillo (t)	Polvillo (t)	Ñelen (t)	Rechazo (t)	
2017	26 637,38	18 379,79	485,33	1 871,36	86,84	115,78	3 412 094,067
2018	26 796,41	18 489,52	488,23	1 882,54	87,36	116,48	3 432 464,889
2019	26 955,44	18 599,25	491,13	1 893,71	87,87	117,17	3 452 835,711
2020	27 114,47	18 708,98	494,03	1 904,88	88,39	117,86	3 473 206,532
2021	27 273,50	18 818,72	496,92	1 916,05	88,91	118,55	3 493 577,354

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

De la misma manera en que se calculó el incremento de la venta de arroz pilado debido a la mejora, se procedió a determinar el incremento de la venta de producto y subproductos, debido a la mejora. Como se observa en la Tabla N°70.

Tabla N° 70: Incremento debido a la mejora en los años 2017 al 2021.

AÑO	Ventas antes de la mejora (soles).	Ventas después de la mejora (soles).	Incremento debido a la mejora (soles).
2017	3 227 908,81	3 412094,07	184 185,255
2018	3 247 180,01	3 432464,89	185 284,874
2019	3 266 451,22	3 452835,71	186 384,494
2020	3 285 722,42	3 473206,53	187 484,113
2021	3 304 993,62	3 493577,35	188 583,733

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

El beneficioso económico que se obtendrá por la implementación del plan de mantenimiento preventivo, se basará en la diferencia de la utilidad perdida por mantenimiento correctivo (Tabla N°71) y la utilidad perdida por mantenimiento preventivo (Tabla N°72).

Tabla N° 71: Utilidad perdida por mantenimiento correctivo.

Máquina	Tiempo promedio de parada no programada (hora)	Capacidad real (sacos/día)	Utilidad por saco (soles/saco)	Utilidad perdida por mantenimiento correctivo (soles)
Descascaradoras	318,00	975,00	8,5	239 584,09
Pulidoras	167,50	975,00	8,5	126 196,02
Total				365 780,11

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Tabla N° 72: Utilidad perdida por mantenimiento preventivo.

Máquina	Tiempo promedio de parada programada (hora)	Capacidad real (sacos/día)	Utilidad por saco (soles/saco)	Utilidad perdida por mantenimiento preventivo (soles)
Descascaradoras	139,9	975,00	8,5	105 376,82
Pulidoras	130,07	975,00	8,5	97 993,41
Total				203 370,23

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Como se puede observar en las tablas anteriores el beneficioso económico que se obtendrá por la implementación del plan de mantenimiento preventivo es de 162 409,89 soles.

3.6.4. INVERSIÓN

La Tabla N°73 detalla los montos a invertir por la maquinaria propuesta en la mejora, así como su supervisión, instalación y montaje. Obteniendo un monto de inversión por la maquinaria de 135 000 dólares, las cotizaciones se muestran en los Anexos del N° 10 al N° 14.

Tabla N° 73: Inversión total

Equipo	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo total (dólares)
Torre de Secado	1	40 000	40 000
Horno	1	20 000	20 000
Silos de almacenamiento	3	6 000	18 000
Elevador de cangilones	4	7 000	28 000
Transportador de arrastre	4	6 000	24 000
Instalación y montaje		2 500	5 000
TOTAL			135 000

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

3.6.5. FLUJO DE CAJA ANUAL

El flujo de caja esperado con la propuesta de mejora planteada, se muestra en la Tabla N°74:

Tabla N° 74: Flujo de caja anual.

CONCEPTO / AÑOS	AÑO 0	AÑO 01	AÑO 02	AÑO 03	AÑO 04	AÑO 05
I. INGRESOS (SOLES)						
1.-Total Ingreso		346 595,14	347 694,76	348 794,38	349 894,00	350 993,62
Ventas Extras		184 185,25	185 284,87	186 384,49	187 484,11	188 583,73
Ingreso extra por el mantenimiento		162 409,89	162 409,89	162 409,89	162 409,89	162 409,89
II. EGRESOS (SOLES)						
Costo de Inversión						
(Total de Inversión)	441 450,00					
Egresos por Actividad						
2.-Total Egresos	441 450,00	10 150,00	10 150,00	10 150,00	10 150,00	10 150,00
PLAN DE CAPACITACIONES		10 150,00	10 150,00	10 150,00	10 150,00	10 150,00
Utilidad antes de Impuestos		336 445,14	337 544,76	338 644,38	339 744,00	340 843,62
(Impuesto a la Renta 29,5%)		99 251,32	99 575,70	99 900,09	100 224,48	100 548,87
(Inversión)	441 450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FCE	-441 450,00	237 193,82	237 969,06	238 744,29	239 519,52	240 294,75
Préstamo	200 000,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Flujo neto		59 042,04	60 801,39	62 982,98	65 688,15	69 042,57
FCF	-241 450,00	178 151,78	177 167,67	175 761,31	173 831,37	171 252,18
Caja acumulada	-241 450,00	-63 298,22	113 869,45	289 630,75	463 462,12	634 714,30

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Como se puede apreciar en la tabla anterior se solicita un préstamo de 200 000 soles a una tasa de interés de 24%, para poder implementar la maquinaria propuesta. La entidad bancaria que proporcionará dicho préstamo es INTERBANK. (Ver Anexo N°15)

En la Tabla N°75, se muestra los intereses, servicio de deuda y amortización en los 5 periodos:

Tabla N° 75: Amortización bancaria

ANUAL	PRINCIPAL INICIO (Soles)	AMORT. (Soles)	INTERÉS (Soles)	SERVICIO DE DEUDA (Soles)	PRINCIPAL FINAL (Soles)
1	200 000,00	24 849,54	48 000,00	72 849,54	175 150,46
2	175 150,46	30 813,43	42 036,11	72 849,54	144 337,02
3	144 337,02	38 208,66	34 640,89	72 849,54	106 128,37
4	106 128,37	47 378,74	25 470,81	72 849,54	58 749,63
5	58 749,63	58 749,63	14 099,91	72 849,54	0,00
	TOTAL	200 000,00	164 247,71	364 247,71	

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Una vez hallado la amortización y los intereses se procederá a calcular el flujo neto, teniendo en cuenta el escudo tributario (ahorro efectivo en pago de impuestos por el uso de un instrumento financiero) y el porte (gasto bancario) como se muestra en la Tabla N°76.

Tabla N° 76: Flujo Neto

AÑOS	Amortización (Soles)	Interés (Soles)	Portes (Soles)	Escudo Tributario (Soles)	Flujo Neto (Soles)
1	24 849,54	48 000,00	500,00	-14 307,50	59 042,04
2	30 813,43	42 036,11	500,00	-12 548,15	60 801,39
3	38 208,66	34 640,89	500,00	-10 366,56	62 982,98
4	47 378,74	25 470,81	500,00	-7 661,39	65 688,15
5	58 749,63	14 099,91	500,00	-4 306,97	69 042,57

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Para proceder con el cálculo de los indicadores de evaluación financiera (VAN, TIR y el periodo de recuperación), se debe determinar primero el TMAR (Tasa mínima aceptable de rendimiento), la cual se calcula de la siguiente manera:

$$TMAR = \%CRED(\%INT) + \%RP(\%PR + \%INFL + \%PR * \%INFL)$$

El porcentaje de aportación del capital no propio (%CRED) es de 45,31% con una tasa de interés crediticio (%INT) de 24%; así mismo el porcentaje de aportación de capital propio (%RP) es de 54,69% con un premio al riesgo de 10%. Con respecto al porcentaje de inflación según el Banco Central de Reserva del Perú es en promedio del 2%. Teniendo en cuenta estos datos se procede a calcular el TMAR.

$$TMAR = 45,31\%(24\%) + 54,69\%(10\% + 2\% + 10\% * 2\%)$$

$$TMAR = 17,55\%$$

En la tabla N°77, se puede observar el flujo de caja neto obtenido anteriormente (tabla N°76), que adicionándole los egresos económicos, obtenemos los egresos financieros para poder hallar finalmente el VAN y el TIR, como se muestra a continuación.

Tabla N° 77: Evaluación financiera para hallar el VAN yTIR

AÑO	0	1	2	3	4	5
INGRESOS FINANCIEROS (Soles)	441 450,00	346 595,14	347 694,76	348 794,38	349 894,00	350 993,62
TOTAL EGRESOS FINANCIEROS (Soles)	241 450,00	69 192,04	70 951,39	73 132,98	75 838,15	79 192,57
EGRESOS ECONOMICOS (Soles)	241 450,00	10 150,00	10 150,00	10 150,00	10 150,00	10 150,00
FCNETO		59 042,04	60 801,39	62 982,98	65 688,15	69 042,57

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

El porcentaje que se utilizará para el cálculo del VAN y el TIR es el TMAR (Tasa mínima aceptable de rendimiento) que es de 17,55%, teniendo en cuenta lo anterior mencionado, se obtuvo un VAN financiero de 313 867 soles y un TIR financiero del 68%, lo que indica la rentabilidad del proyecto.

$$VAN F(17,55\%) = S/. 313 867$$

$$TIR F(17,55\%) = 68\%$$

En la tabla N°78, se procedió con los datos anteriores (tabla N°77), a realizar el cálculo del índice de beneficio costo financiero, obteniendo como resultado un ratio de 3,43, lo que indicaría que por cada sol invertido se obtiene de ganancia 2,43 soles, como se puede observar a continuación.

Tabla N° 78: Cálculo Beneficio -Costo Financiero

B/CF=	VANF(Ingresos)	1 833 411 soles	3,43
	VANF(Egresos)	534 041,85 soles	

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

$$B/CF = 3,43$$

Así mismo se realizó el cálculo del periodo de recuperación de la inversión propuesta, siendo esta recuperada en el 2 año, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 79: Cálculo del Periodo de Recuperación

	0	1	2	3	4	5
INGRESOS (soles)		178 151,78	177 167,67	175 761,31	173 831,37	171 252,18
INVERSIÓN (soles)	-241 450,00					
SALDO POR RECUPERAR (soles)		-63 298,22	113 869,45	289 630,75	463 462,12	634 714,30

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

En la tabla N°80 se realizó el cálculo de la fracción del periodo de recuperación, puesto como se sabe se recupera después del primer año.

Tabla N° 80: Fracción del periodo de Recuperación

1año=	175 761,31
X=	63 298,22

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Se obtuvo como resultado que el periodo de recuperación será en 1 año, 4 meses con 10 días, como se muestra a continuación.

Tabla N° 81. Periodo de Recuperación

	AÑOS	MESES	DIAS
X=	0,360137401	4,321648809	9,649464264

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Periodo de Recuperación = 1 año, 4 meses y 10 días

En general, mediante la evaluación financiera se obtuvo un VAN financiero de 313 867, un TIR financiero del 68% con un TMAR de 17,55%, lo que indica la rentabilidad del proyecto. Así mismo como beneficio costo total de la inversión, se obtuvo un ratio de 3,43 soles, lo que quiere decir que por cada sol invertido la empresa estaría ganando 2,43 soles. Y esta se recuperaría con un periodo de 1 año, 4 meses con 10 días.

3.7. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

La Tabla N°82, indica los aspectos y los impactos ambientales que generan cada etapa del proceso de pilado de arroz.

Tabla N° 82: Aspectos e impactos ambientales del proceso de pilado de arroz.

Actividad / Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Recepción y pesado	Emisión de gases de combustión	Contaminación del aire
	Emisión de Ruido	Afectaciones a la salud
Secado	Emisión de vapor	Contaminación del aire
Prelimpia	Emisión de material particulado y polvo	Contaminación del aire
	Emisión de Ruido	Afectaciones a la salud
Descascarado	Generación de residuos	Contaminación del suelo
	Emisión de Ruido	Contaminación del aire Afectaciones a la salud
Clasificación	Emisión de material particulado y polvo	Contaminación del aire
	Emisión de Ruido	Afectaciones a la salud
Pulido	Emisión de material particulado y polvo	Contaminación del aire
	Emisión de Ruido	Afectaciones a la salud
Clasificación	Emisión de material particulado y polvo	Contaminación del aire
	Emisión de Ruido	Afectaciones a la salud
Selección	Emisión de material particulado y polvo	Contaminación del aire
	Emisión de Ruido	Afectaciones a la salud
Ensacado	Emisión de material particulado y polvo	Contaminación del aire
	Emisión de Ruido	Afectaciones a la salud

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

Dentro de los factores ambientales que se ven afectados por la realización de las actividades de pilado de arroz en la empresa, es el aire, debido a la contaminación generada por la emisión de material particulado, polvo y generación de ruidos a lo largo de la mayoría de etapas del proceso productivo, como se puede observar en la tabla anterior. Las medidas para disminuir los impactos son: mantenimiento preventivo para disminuir el ruido excesivo, uso de EPPs como orejeras y respiradores para disminuir los peligros que afectan a los trabajadores.

IV. CONCLUSIONES

Del Trabajo de investigación se determinó que la implementación de la tecnología en la etapa del secado y la realización del mantenimiento preventivo para la descascaradora y pulidora, incrementa la productividad en la empresa “MOLINO CHICLAYO S.A.C.”, en 46,88%.

El estudio determinó que la productividad en el proceso de pulido de arroz incrementó en 46,88%, con una productividad de materia prima de 0,014 sacos de arroz pilado/kg arroz cáscara, una productividad de mano de obra de 73,69 sacos de arroz pilado diario/operario y una productividad de maquinaria de 79,83 sacos de arroz pilado diario/máquina.

El diagnóstico realizado al proceso de pilado de arroz, antes de las propuestas de mejora, identificó tres principales problemas: El primero es la baja eficiencia del proceso de pilado de la empresa, 56,22%, frente a la eficiencia promedio nacional, 69%, dejando de producir 12,78 kg arroz pilado por cada 100 kg de arroz cáscara que se procesa, generando a la empresa una pérdida económica anual de S/. 414 6747,36. El segundo es la existencia de tiempo ocioso debido a que el secado se realiza de manera artesanal, el costo del tiempo ocioso mensual promedio es de S/. 8 716,80. El tercero son las fallas en las maquinarias, cuyo tiempo de indisponibilidad de las maquinarias genera a la empresa una pérdida económica de S/. 470 597,92, por todos los sacos de arroz pilado que no se produjeron.

La implementación de tecnología en la etapa del secado permitió incrementar la eficiencia del proceso de pilado de arroz en 12,78%, aumentando la producción diaria en un 22,82% y reduciendo el tiempo total de ciclo en 66,64%, obteniendo a su vez un beneficio económico anual de S/. 346 595,14 por las ventas extras. El mantenimiento preventivo para los equipos críticos (descascaradora y pulidora), redujo las horas de indisponibilidad de 485,5 a 269,97, obteniéndose un ingreso extra anual de S/. 162 409,89.

La inversión para la implementación de las propuestas de mejora es de S/ 441 450, en la evaluación económica financiera se determinaron los siguientes indicadores, el VAN es de 313 867 soles, con una tasa de interés de retorno de 68%, tasa mayor que la TMAR de 17,55%; el periodo de recuperación de la inversión es de 1 año, 4 meses y 10 días. Además, por la implementación de las propuestas de mejora se obtiene un beneficio-costo de 3,43 soles, es decir que por cada sol invertido la empresa “MOLINO CHICLAYO S.A.C.”, estaría ganando 2,43 soles.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar nuevas investigaciones, con el propósito de seguir mejorando la productividad.
- Revisar investigaciones relacionada a las nuevas tecnologías para el secado de arroz.
- Realizar investigaciones relacionadas a modelos de inventarios, para que el sistema se adapte a las necesidades de una mayor demanda.
- Respetar los cronogramas de mantenimiento preventivo.
- Por parte del cuerpo técnico que asistirá a las capacitaciones, se le recomienda aprovechar al máximo y prestar total atención a las clases, para llevar a cabo de manera adecuada el mantenimiento.
- Las alarmas del cronograma de mantenimiento se darán por google calendar, por lo que se recomienda que como mínimo 3 personas tengan acceso a este cronograma.
- Tener más orden en los almacenes de materia prima, así como del producto terminado.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, Camilo. 2008. Manual de tiempos y movimientos. Ingeniería de métodos. México: Limusa
- Aguilar Otero, José., Torres Arcique, Rocio., y Magaña Jiménez, Diana. 2010. Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos A.C Monterrey, México: Tecnología, Ciencia, Educación, vol. 25, núm. 1: 15-26
- Alayo, R. y Becerra, G. 2013. Elaboración e implementación de un plan de mejora continua en el área de producción de Agroindustrias Kaizen. Revista de la Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú: 1-8.
- Arroyo Blanco, N. y León Sáenz, J. 2012. La modernización agrícola: Un proceso de largo plazo visto a través de las experiencias de la caña de azúcar y el arroz. Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas. Universidad de Costa Rica. Revista Reflexiones, Jornadas de Investigación: 147-172.
- Asociación Peruana de Molineros de Arroz. 2013. Socios APEMA de Lambayeque. Chiclayo, Perú.
- Barde, Friederich. 1979. El estímulo de la productividad. Barcelona: Reverté.
- CIRAD.Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement. 2016. Análisis del Mercado Mundial del Arroz. Disponible en: http://www.infoarroz.org/portal/uploadfiles/20160212142543_9_analisis_del_mercado_mundial_de_arroz__patricio_mendez_del_villar.pdf
- Chiavenato, Idalberto. 1999. Administración de Recursos Humanos. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
- De dios, Carlos Alberto. 1996. Secado de granos y secadoras. Chile: Oficina Regional para América Latina y El Caribe.
- Duffuaa, Salih. 2009. Sistema de mantenimiento: planeación y control. México: Limusa.
- Esmay, M.; Soemangat, E.; Phillips, A. 1979. Rice postproduction technology in the tropics. Honolulu, Hawau, East-West Food Institute:140.
- García Criollo, Roberto. 2005. Estudio del Trabajo. Mc Graw Hill Interamericana.
- García Garrido, Santiago. 2003. Organización y Gestión integral de mantenimiento. España: Ediciones Díaz de Santos S.A.

- García Garrido, Santiago. 2010. Mantenimiento Correctivo Organización y Gestión de la Reparación de Averías. 1 era. Ed. Madrid: Editorial RENVETEC
- García Márquez, Fausto P. 2013. Dirección y Gestión de la Producción: Una aproximación mediante simulación. México: Alfaomega.
- García Palencia, Oliverio. 2012. Gestión moderna del mantenimiento industrial: Principios fundamentales. Bogotá: Ediciones de la U.
- Gutiérrez P., Humberto y Román S. 2009. Control estadístico de calidad y seis Sigma. México: Mc Graw Hill.
- Hansen, Howen, Moryanne. 2007. Administración de costos: contabilidad y control. Editorial Thomson: México.
- Heizer, Jay. 2007. Dirección de la producción y de operaciones: decisiones estratégicas. Madrid.: Pearson Education.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. 2003. Metodología de la investigación. México: Editorial McGraw-Hill.
- Ipsán Pedrera, Doragnes., Díaz Solis, Sandra., Morejón Rivera, Rogelio., y Ipsán Pedrera, Norangeles. 2013. “Influencia de la temperatura del grano, durante el proceso de secado, en la calidad del arroz blanco”. Revista Avances Vol. 15 (4), Octubre-Diciembre:1-12
- José María de Bona. 1999. La Gestión del Mantenimiento: Guía para el Responsable de la Conservación de Locales e Instalaciones. 1era. Ed. Madrid: FC Editorial.
- Juthamas, C., Monsiri, O., and Phrompong S. 2015. Improving the productivity of sheet metal stamping subassembly area using the application of lean manufacturing principles. Bali Indonesia: Procedia Manufacturing 2: 102 – 107
- Koontz, Harold. Administración: una perspectiva global y empresarial. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana, 2008.
- Gauchat, J.M., Feraudo, H.P. y Neme, S.N. 1980. Influencia de la temperatura, cantidad de aire y tiempo de exposición sobre el fisurado producido en el grano de maíz por el secado artificial. n Congreso Nacional de Maíz, AIANBA, Pergamino, Octubre: 347-351.
- Guachisaca Guerrero, Carlos Andres; Salazar Rodriguez, Martha Betania (2010). Implementacion de 5s como una metodologia de mejora en una empresa de elaboracion de pinturas. Trabajo final para la obtención del título: Ingenieros Industriales. Espol. Fimcp, Guayaquil.

- Hernández, E., Camargo, Z., Martínez, P. 2015. Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, vol. 23, núm. 1:107-117.
- Marsans, G. 1984. Sistemas o métodos de secado no convencional propuestos para una mejor tecnología. *Jornadas de Secado y Aireación de Granos. Bolsa de Cereales de Buenos Aires*, Dic: 5-30.
- MINAGRI. Ministerio de Agricultura y Riego. Anuario estadístico de Producción Agrícola 2004-2016. Disponible en: <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=produccion-agricola>(Consultada el 15 de Noviembre del 2017).
- Moncayo, G., Novoa, G. y Saldaña, A.2014. Aplicación de la herramienta OEE en el proceso de molienda para el aumento de efectividad de los equipos en la empresa agroindustrial Mecainnova S.A.C. *Revista de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo Perú: Flumen (2): 5-68*
- Moubray Mitchell, Jhon. 2004. *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)*. España: ELLMANN
- Mora Gutierrez, Alberto. 2009. *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega
- Najar Carlos, Alvarez José. 2007. Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz. *Industrial data, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.*
- NTP 205.011:2014 ARROZ. Arroz elaborado: Requisitos. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/310497840/NTP-205-011-1>
- Ramos Martel, Walter Antonio. 2013. Incremento de la productividad a través de la mejora continua en calidad en la subunidad de procesamiento de datos en una empresa courier: el caso Perú Courier. *Industrial data*, vol. 16, núm. 2, julio-diciembre, 2013, pp. 59-66 Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú.
- Reaño Villalobos, Raúl Ernesto. 2015. Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Rojas, Carlos. 1996. *Diseño y control de la producción*. Trujillo: La libertad.
- Sistema Integrado de Estadística Agraria. 2016. Boletín estadístico Agrario. [Internet]. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, 2015 [citado el 19 de septiembre del 2016]. Disponible en: http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletineselectronicos/estadisticaagrariamensual/2015/bemsa_diciembre15.pdf

- Viveros, Pablo., Stegmaier, Reúl.,y Kristjanpoller, Freddy., Barbera, Luis., Crespo, Adolfo. 2013. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 21 N° 1: 125-138
- Zeledon, Manuel E. y Mora, Miguel A. 1987. Relación entre el secado y el quebramiento del arroz en cinco molinos de Costa Rica. *Costa Rica: Agronomía Costarricense* 11(2): 163-168. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v11n02_163.pdf.
- Zin, U Thet. 1970. Standarization and grading of padi in Malaysia. Malaysia, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

VI. ANEXOS

ANEXO N° 01: Superficie cosechada, producción, rendimiento, precios e importación del arroz

12.6 ARROZ - SUPERFICIE COSECHADA, PRODUCCIÓN, RENDIMIENTO, PRECIOS E IMPORTACIÓN, 2005-2015

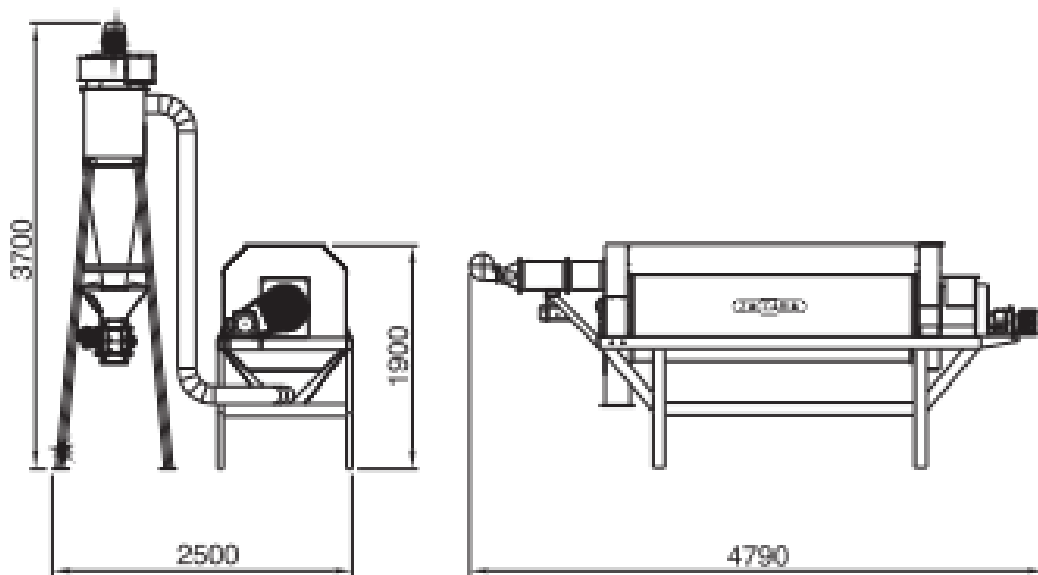
Año	Arroz cáscara				Arroz pilado			
	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Precio pagado al productor (S/ x t)	Producción (t)	Importación ^{1/} (t)	Valor unitario de Importación	
							FOB	CIF
2005	358 123	2 468 357	6,9	654	1727 850	126 841	332	390
2006	343 436	2 363 498	6,9	575	1654 448	44 304	316	371
2007	339 677	2 435 134	7,2	817	1704 593	80 231	381	448
2008	379 783	2 793 980	7,4	1134	1955 786	147 234	596	686
2009	404 639	2 991 157	7,4	692	2 093 810	91664	536	608
2010	388 532	2 831 374	7,3	759	1981961	95 047	575	650
2011	359 602	2 624 458	7,3	1091	1837 121	206 062	564	635
2012	390 919	3 043 305	7,8	887	2 130 313	253 870	587	654
2013	395 030	3 046 773	7,7	871	2 132 741	175 678	623	691
2014 P/	381368	2 896 613	7,6	1093	2 027 629	207 985	610	559
2015 P/	395 230	3 124 137	7,9	1097	2 186 896	238 609	667	608

^{1/}Incluye arroz cáscara.


t = tonelada. ha = hectárea.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego- Dirección General de Evaluación y Seguimiento de Políticas - Dirección de Estadística A

ANEXO N° 02: Ficha técnica del secador rotativo



(Dimensiones en mm)

..... Capacidad de secado del germen (kg/h): 500 hasta 1500	Modelo: SRCZ-1	 <p>Panel de comando</p>
..... Presión de gas necesaria para el quemador (kgf/cm²): 1,5	Potencia / Polos: Ventilador del quemador 0,75 kW / II 1,0 cv / II	
..... Consumo medio de gas para secado del germen (kg/h): 5,4	Ventilador Ciclón 3 kW / II 4 cv / II	
..... Volumen aproximado empaquetado (m³): 16,5	Válvula rotativa 0,55 kW / IV 0,75 cv / IV	
..... Peso aproximado empaquetado (kg): 1050	Secador 1,5 kW / IV 2 cv / IV	

Fuente: Zaccaria.

ANEXO N° 03: Horno quemador de biomasa/ torre de secado

* Capacidad	TEO 1000	3.555.000 BTU/h	. 1042 KW
	TEO 1500	5.118.000 BTU/h	. 1500 KW
	TEO 2000	7.108.000 BTU/h	. 2083 KW
	TEO 3000	10.136.000 BTU/h	. 3000 KW

Motor	TEO 1000	5,5 HP	. 4,1 KW
	TEO 1500	7,5 HP	. 5,6 KW
	TEO 2000	7,5 HP	. 5,6 KW
	TEO 3000	8,5 HP	. 6,4 KW

Dimensiones LxHxA (m)	TEO 1000	7,8 x 3,7 x 7,2
	TEO 1500	8,16 x 4,4 x 8,29
	TEO 2000	8,8 x 4,2 x 9,3
	TEO 3000	9,2 x 5 x 10,6



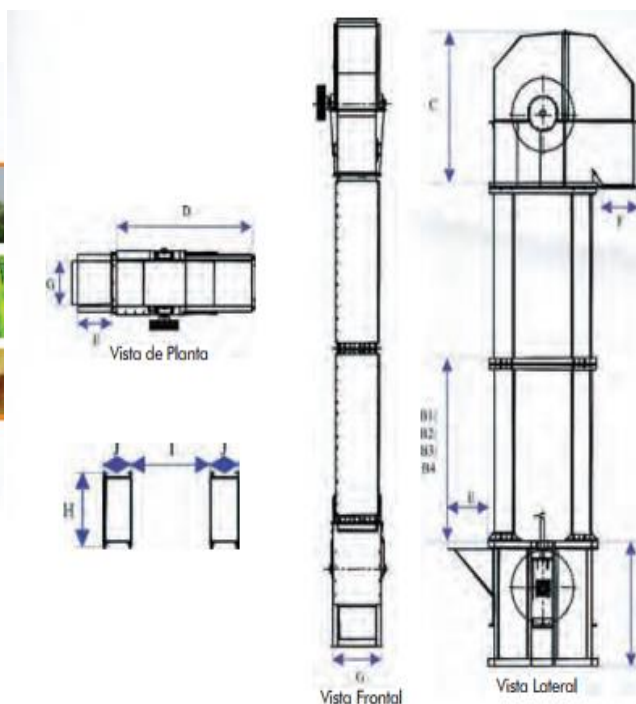
Fuente: SuperBrix

ANEXO N° 04: Ficha técnica de elevador de cangilones y transporte por arrastre



Capacidad

GE 5x4 31 m³/h

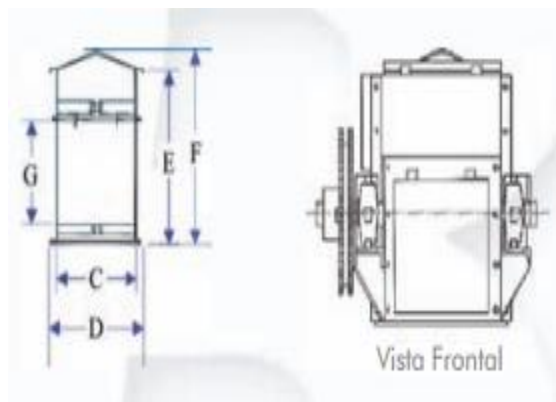


Dimensiones Generales (mm)

*Modelo	A	B1	B2	B3	B4	C	D	E	F	G	H	I	J
GE 5 X 4	810	2410	1800	1200	600	1180	810	190	195	205	265	330	240



Capacidad TA 10 100 t/h - 135 m³/h



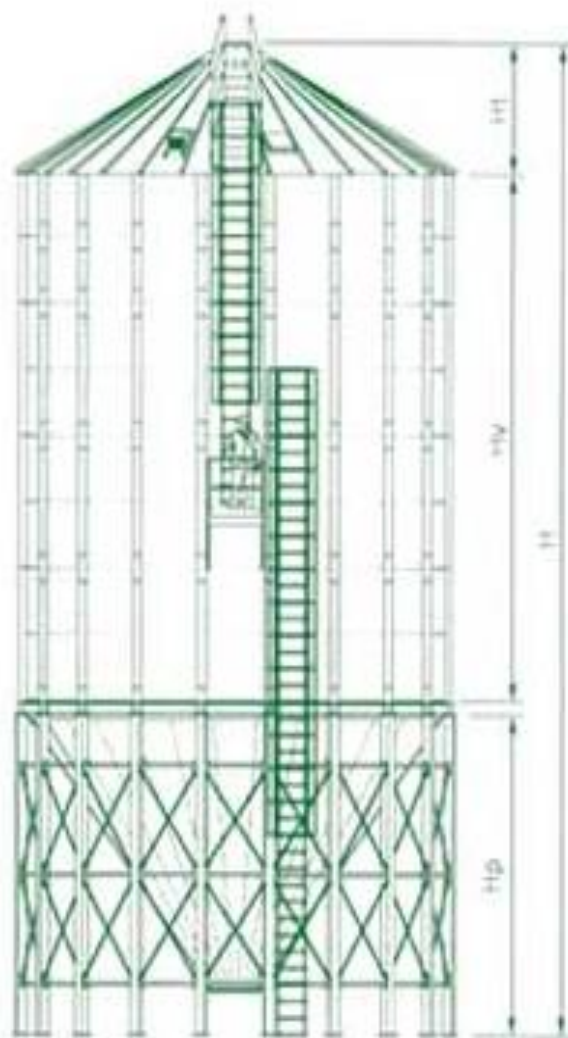
Velocidad Lineal TA 10 0,61 m/s

Tabla de dimensiones generales (mm)

Modelo	A	B	B1	B2	B3	C	D	E	F	G	H	I
TA 10	800	2320	1720	1120	520	250	330	330	380	250	330	250

Fuente: SuperBrix

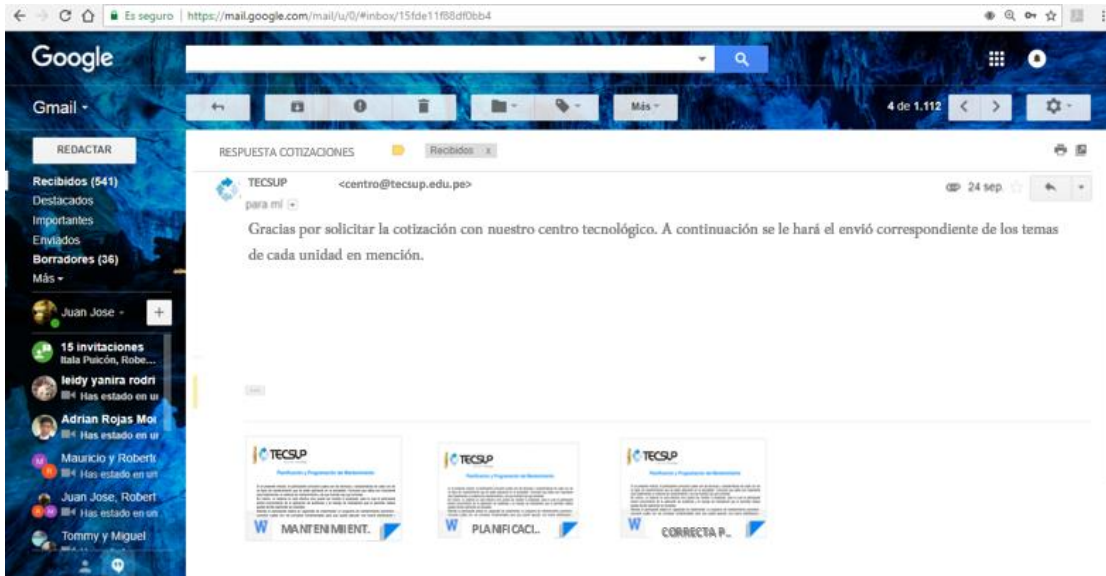
ANEXO N° 05: Ficha técnica de los silos de almacenamiento



mod.	m ³	Hv	H
4,58/4	95	4,58	8,84

Fuente: SilosCordoba.

ANEXO N° 06: COTIZACIÓN DE TECSUP





Correcta Preparación de los Trabajos de Mantenimiento

El Programa de Ingeniería del Mantenimiento surge como respuesta a las necesidades empresariales por reforzar las actividades de gestión de activos (Operación y Mantenimiento) al interior de las empresas industriales y de servicios mejorando la eficiencia operativa y competitividad.

Objetivos

- 1 .

Temario

Nro.	UNIDAD
1	Planeamiento y Programación de Mantenimiento.
2	Mejores Prácticas de Planeamiento de Mantenimiento
3	Dimensionar el equipo de mantenimiento.
4	Medición del Trabajo de Mantenimiento.
5	Coordinación con Operaciones.
6	Programación de Mantenimiento.
7	Ejecución de trabajos y retroalimentación.
8	Cómo evaluar al planeador y programador.

Costo

S/.150.00 por persona

Fuente: TECSUP.

Mantenimiento de Instalaciones y Máquinas Eléctricas

El suministro de energía eléctrica hacia las plantas industriales, proviene de las subestaciones de distribución, siendo estas en muchos casos parte de las instalaciones de las empresas, representando un activo importante la que tiene que ser conservado para su normal funcionamiento. Del mismo modo, la disponibilidad de energía eléctrica es fundamental para las actividades de producción, de allí, la necesidad que el grupo de emergencia esté siempre preparado para operar y entregar energía en el momento oportuno, siendo necesario ejecutar un conjunto de tareas que permita mantenerlos operativos. En este curso se logra desarrollar habilidades y aplicar normas de seguridad para el mantenimiento preventivo de las subestaciones de distribución, los grupos electrógenos y las máquinas de corriente continua.

Objetivos

- 1 Identificar y ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo a transformadores.
- 2 Reconocer y ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo a las subestaciones de distribución
- 3 Ejecutar el mantenimiento y operación a grupos electrógenos.
- 4 Realiza el mantenimiento a motores de corriente continua

Temario

Nro.	UNIDAD
1	Mantenimiento de Subestaciones de distribución <ul style="list-style-type: none"> - Transformadores en baja tensión monofásicos y trifásico - Transformadores de distribución - Dispositivos de maniobra y protección - Planificación del mantenimiento preventivo
2	Mantenimiento de grupo electrógeno <ul style="list-style-type: none"> - Generador síncrono - Motor de combustión - Equipos de arranque, control y protección - Planificación del mantenimiento preventivo - Planificación del mantenimiento preventivo
3	Mantenimiento de motores de corriente continua

Requisitos

- 1 Fundamentos de electricidad, circuitos de corriente alterna monofásicos y trifásicos.

Costo

S/.150.00 por persona

Planificación y Programación del Mantenimiento

En el presente módulo, el participante conocerá cuales son las técnicas y características de cada uno de los tipos de mantenimiento que se están aplicando en la actualidad. Conocerá que datos son importantes para implementar un sistema de mantenimiento y de que fuentes hay que tomarlas.

Así mismo, un sistema no será efectivo sino puede ser medido ni analizado, para lo cual el participante tendrá conocimiento de la aplicación de auditorías y el manejo de indicadores que le permitan realizar ajustes donde realmente se necesiten.

Además el participante estará en capacidad de implementar un programa de mantenimiento preventivo y conocerá cuales son los principios fundamentales para que pueda ejecutar una buena planificación y programación del mantenimiento.

Objetivos

- 1 Conocer las expectativas internacionales del mantenimiento y su proyección a las empresas de clase mundial. Entender el concepto de ciclo de vida de los equipos y su importancia en la planificación.
- 2 Conocer las fuentes de datos de entrada necesarios para establecer los requisitos de MPA para los equipos.
- 3 Conocer una metodología para realizar una auditoría de mantenimiento, así como el cálculo del ROI como parámetro para decidir qué equipos considerar en el plan de mantenimiento.
- 4 Adquirir los conocimientos necesarios para desarrollar una estrategia adecuada para la planificación, ejecución y control.
- 5 Identificar las actividades de mantenimiento y determinar su ejecución en el tiempo.
- 6 Adquirir habilidad en el empleo de los principales indicadores que permitan evaluar los resultados de las actividades de mantenimiento.

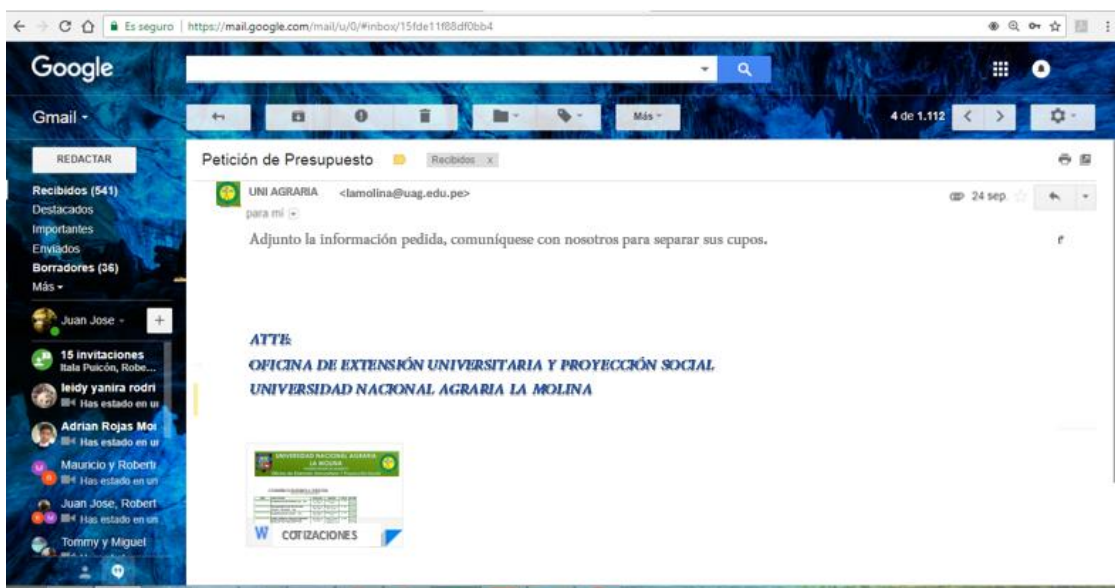
Temario

Nro.	UNIDAD
1	1. Introducción a la gestión del mantenimiento. Conceptos básicos, tipos de mantenimiento, ciclo de vida de los equipos.
2	2. Técnicas de mantenimiento. Requisitos de mantenimiento, tareas típicas.
3	3. Evaluación del sistema de mantenimiento. Evaluación de la organización, desarrollo de un sistema de criticidad, evaluación del uso y estado de los equipos.
4	4. Determinación de actividades proactivas. El retorno de la inversión (ROI).
5	5. Planificación de la gestión del mantenimiento. Documentación necesaria, organización, desarrollo de un plan maestro apoyándose en el PERT y GANTT. Generalidades sobre CMMS.
6	6. Programación del mantenimiento: anual, mensual, diaria.
7	7. Los sistemas de control: medición de la eficiencia del sistema de mantenimiento, principales indicadores, medición de beneficios.

Costo

S/.150.00 por persona

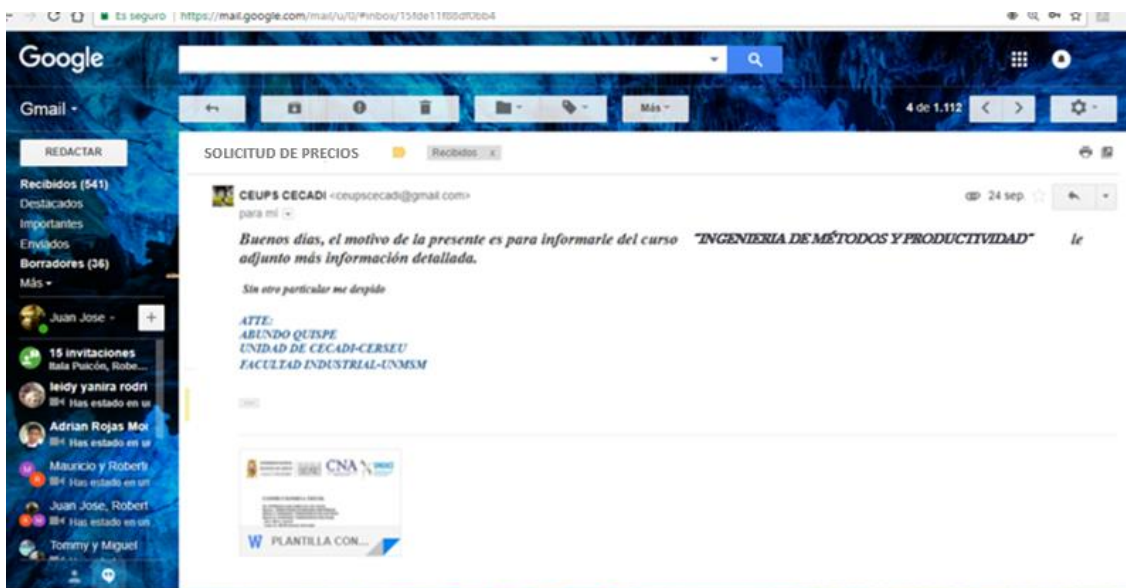
ANEXO N° 07: COTIZACIÓN DE UNALM




					
Cursos de Capacitación:					
AREA	CAPACITACION	DURACION	HORARIO	COSTO	AFICHE
AGROINDUSTRIA	PARÁMETROS DE CALIDAD DEL ARROZ	20/06/2018 al 25/06/2018	Jueves 2 a 6 p.m. (4 hrs)	S/. 150	
AGROINDUSTRIA	PROCESAMIENTO DE FRUTAS PARA YOGURT Y HELADOS - 5459	20/06/2018 al 25/06/2018	Sábado 9 a.m. a 1 p.m. (4 hrs)	S/. 150	
AGROINDUSTRIA	ELABORACION DE YOGURT - 5475	20/06/2018 al 25/06/2018	Martes 2 a 6 p.m. (4 hrs)	S/. 150	
AGROINDUSTRIA	CURSO: TEÓRICO - PRÁCTICO METODOS SELECTOS DE CARACTERIZACION SENSORIAL DE ALIMENTOS - 5392	20/06/2018 al 25/06/2018	Martes a jueves de 6:00 p.m. a 10:00 p.m. (12 hrs)	S/. 350	
AGROINDUSTRIA	ELABORACION DE CREMOLADAS - 5461	20/06/2018 al 25/06/2018	Martes 2 a 6 p.m. (4 hrs)	S/. 150	
AGROINDUSTRIA	ELABORACION DE RASPADILLAS - 5458	20/06/2018 al 25/06/2018	Jueves 2 a 6 p.m. (4 hrs)	S/. 150	


Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina.

ANEXO N° 08: COTIZACIÓN DE UNMSM







**UNIVERSIDAD NACIONAL
MAYOR DE SAN MARCOS**
Universidad del Perú, Decana de América



**FACULTAD DE
INGENIERÍA
INDUSTRIAL**



CNA
CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN
República de Colombia



SINEACE
SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN,
ACREDITACIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE LA CALIDAD EDUCATIVA

METODOLOGÍA DE CAPACITACIONES

Contamos con dos módulos:

Módulo I: Importancia de la Ingeniería de Métodos
Módulo II: Productividad y su importancia en la industria

- _ Costo: S/. 150.00 por persona, único pago
- _ Pre requisito: público en general (iniciar de modulo I)
- _ Inicio y Horario:
 - 1.- 1er. Módulo SAB - DOM. De 8.30 - 14.30 hrs
Inicio: 21/01/2018 (tentativa)
 - 2.- 2do. Módulo LU-MIE-VIE. De 9.00 - 14.00 hrs.
Inicio: 12/02/2018 (tentativa)
- _ Mínimo de alumnos: 13 alumnos inscritos (para iniciar clases)
- _ Los participantes empiezan de cero
- _ Pagos: en BANCO FINANCIERO
- _ Cuenta: 000270016684 – Concepto de Pago 171314
- _ También puedes Pagar: en la FACULTAD de INGENIERIA INDUSTRIAL (en efectivo)
- _ En Oficina de: CEUPS DE FII, tienes que registrarte luego pagas
en la Oficina de ECONOMIA en CAJA

(Hay descuentos por estudiantes sanmarquinos)

INFORMES: 619 - 7000 Anexo 1812 / 1817
CORREO: ceupscecad@gmail.com
BUSCANOS EN FB: CEUPS FII UNMSM

Fuente: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

ANEXO N° 09: Proyección de demanda-regresión lineal

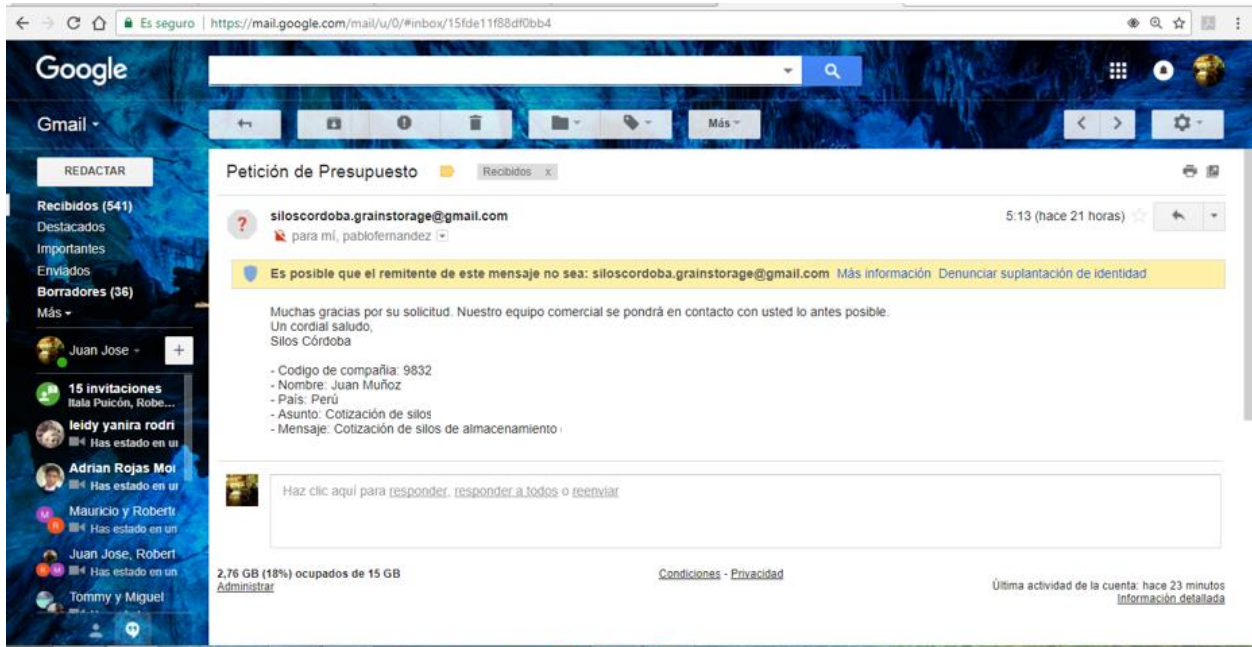
Item	Periodo	Materia prima (t)
1	2011	25 840,52
2	2012	25 860,6
3	2013	25 720,8
4	2014	26 085,37
5	2015	26 450,46
6	2016	26 526,9
7	2017	26 637,38
8	2018	26 796,41
9	2019	26 955,44
10	2020	27 114,47
11	2021	27 273,5

n	6
$Y = a + bX$	
a	25524,17
b	159,03

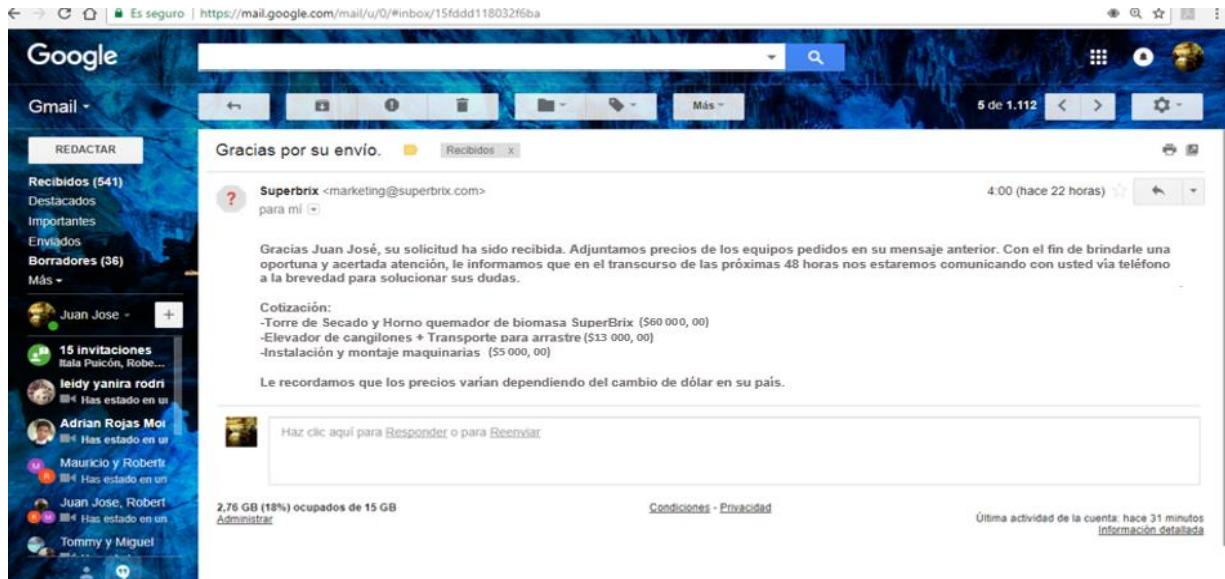
X	Y	XY	X ²	Y ²	Y'
1	25 840,52	25 840,52	1	667 732 473,9	25 683,2
2	25 860,6	51 721,2	4	668 770 632,4	25 842,23
3	25 720,8	77 162,4	9	661 559 552,6	26 001,26
4	26 085,37	104 341,48	16	680 446 528	26 160,29
5	26 450,46	132 252,3	25	699 626 834,2	26 319,32
6	26 526,9	159 161,4	36	703 676 423,6	26 478,35
7					26 637,38
8					26 796,41
9					26 955,44
10					27 114,47
11					27 273,5

Fuente: Molino Chiclayo S.A.C.

ANEXO N° 10: Cotización de los Silos de Almacenamiento



ANEXO N° 11: Cotización de Equipos Superbrix e Instalación



The screenshot shows a Gmail interface with a blue background. The left sidebar contains navigation options: 'REDACTAR', 'Recibidos (541)', 'Destacados', 'Importantes', 'Enviados', 'Borradores (36)', and 'Más -'. Below these are contact cards for 'Juan Jose', '15 invitaciones', 'leidy yanira rodr', 'Adrian Rojas Mo', 'Mauricio y Robert', 'Juan Jose, Robert', and 'Tommy y Miguel'. The main content area displays an email from 'Superbrix <marketing@superbrix.com>' received at 4:00 (22 hours ago). The email body contains a thank you message and a quotation for biomass equipment. At the bottom, it shows storage usage (2.76 GB of 15 GB) and account activity information.

Gracias por su envío. Recibidos x

Superbrix <marketing@superbrix.com> para mí 4:00 (hace 22 horas)

Gracias Juan José, su solicitud ha sido recibida. Adjuntamos precios de los equipos pedidos en su mensaje anterior. Con el fin de brindarle una oportuna y acertada atención, le informamos que en el transcurso de las próximas 48 horas nos estaremos comunicando con usted vía teléfono a la brevedad para solucionar sus dudas.


Cotización:
-Torre de Secado y Horno quemador de biomasa SuperBrix (\$60 000, 00)
-Elevador de cangilones + Transporte para arrastre (\$13 000, 00)
-Instalación y montaje maquinarias (\$5 000, 00)


Le recordamos que los precios varían dependiendo del cambio de dólar en su país.




Haz clic aquí para [Responder](#) o para [Reenviar](#)

2.76 GB (18%) ocupados de 15 GB [Administrar](#) [Condiciones](#) - [Privacidad](#) Última actividad de la cuenta: hace 31 minutos [Información detallada](#)

ANEXO N° 12: Cotización de Horno quemador de biomasa


 Global trade starts here.™

Productos ▾ Buscar por palabra clave  Busc

proveedor: Henan Taiding Drying Equipment Co., L...   

[Gama de productos](#) | [Perfil de la empresa](#) | [Datos de contacto](#)

caso > All Industries > Machinery > Energy & Mineral Equipment > Energy Saving Equipment (86311)



[View larger image](#)

Maquina Torre de Secado /Horno quemador de biomasa


FOB Referencia Precio: [Consiga El Último Precio](#)


US \$20,000-\$40,000 | 1 Set/s (min. Order)

Capacidad de L 200 Set/s por Mes
a fuente:

puerto: Qingdao Shanghai

[Contactar](#) [Iniciar Compra](#)

 estoy Lejos

vendedor de  comercio Aseguramiento

ANEXO N° 13: Cotización de Silos de almacenamiento


Identificarse | Registrarse gratis | Mi Alibaba

Alibaba.com
Global trade starts here.™

Productos ▾ Buscar por palabra clave

proveedor: Liyang Yuda Machinery Co., Ltd.

casa > All Industries > Agriculture > Farm Machinery & Equipment > Silos (22959)



www.yudamachinery.com

ISO CE SGS IAF

www.yudamachinery.com

Maquinaria de alimentación almacenamiento de acero silo

FOB Referencia Precio: [Consiga El Último Precio](#)

1 Set/s Almacenamiento de acero silo de grano (min. Order)
US \$6,000


Capacidad de L 1 Set/s por Mes Almacenamiento de acero silo de grano
a fuente:



puerto: Shanghai, China

vendedor de
Apoyo: -para proteger sus órdenes de pago a la entrega

ANEXO N° 14: Cotización de Elevador de cangilones


Identificarse | Registrarse gratis | Mi Alibaba ▾ Para compradores

 Productos ▾

proveedor: Liyang Yuda Machinery Co., Ltd. ▾ 9125  

[Gama de productos](#) | [Perfil de la empresa](#) | [Datos de contacto](#)

caso > All Industries > Machinery > General Industrial Equipment > Material Handling Equipment > Conveyors (195050)



www.yudamachinery.com ZOOM

[View larger image](#)


Mejor Precio Elevador de cangilones para silos


FOB Referencia Precio: [Consiga El Último Precio](#)

US \$ 6,000- \$7,000 Set | 1 Set/s (min. Order)

Capacidad de L. 25 Set/s por Mes De mejor precio Elevador de cangilones para silos a fuente:

puerto: Shanghai

 dejar Mensajes

vendedor de  comercio Aseguramiento

ADOVO: -para proteger sus órdenes de pago a la entrega

ANEXO N° 15: Préstamo financiero en INTERBANK

Interbank   [BANCA POR INTERNET](#)

Resultado de simulación de Préstamo Personal

	Pagar en 6 meses	Pagar en 12 meses	Pagar en 24 meses
	Solicitar	Solicitar	Solicitar
MONTO DE CUOTA	S/17,799.87	S/9,407.87	S/5,240.11

Detalle de Simulación del producto Préstamo Efectivo

Producto	Préstamo Efectivo
Moneda del Crédito	Soles
Monto a Financiar	100,000.00
Tasa de Costo Efectivo Anual (TCEA)	25.59% anual
Tasa de Interés Compensatorio (TEA)	24.0% anual
Tipo de Cuota	Ordinaria
Monto de Cuota Ordinaria	9,407.87
Plazo de Crédito	12 meses
Tasa de Seguro de Desgravamen	0.075% mensual
Tasa del Inmueble	0.0% fija mensual
Período de Gracia	0 meses

Fuente: INTERBANK