



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN TPM PARA
AUMENTAR LA CONFIABILIDAD EN LAS MÁQUINAS DE LA
EMPRESA COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC, 2018**

PRESENTADA POR

MARÍA ALEJANDRA GARCÍA FERNÁNDEZ

ASESOR

WILDER VÁSQUEZ MURILLO

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

PIMENTEL – PERÚ

2018



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada
CC BY-NC-ND**

La autora permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN TPM PARA
AUMENTAR LA CONFIABILIDAD EN LAS MÁQUINAS DE LA
EMPRESA COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC, 2018**

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

**PRESENTADO POR:
MARÍA ALEJANDRA GARCÍA FERNÁNDEZ**

**ASESOR:
ING. WILDER VÁSQUEZ MURILLO**

**PIMENTEL, PERÚ
2018**

DEDICATORIA

Primero, a Rafael, el primer asesor que tuve en la vida y de quien obtuve el gusto por investigar y dudar. Esta investigación es el fruto de lo que sembraste en mí y de tu apoyo incondicional en mis decisiones.

Segundo, a Soledad, mi madre y mejor amiga. Tu enseñanza eterna de culminar lo que se empieza me hace terminar con éxito este informe.

Tercero, a mis hermanos, Anne y Rafael, mis principales ejemplos, por guiarme y ser los mejores consejeros en toda materia de vida.

Cuarto, a Santiago, Cielo, Renata y Luciana, motivos suficientes para seguir adelante y buscar ser su ejemplo.

Quinto, al ing. Pablo Gálvez Rodríguez, por la charla estimulante, eterna paciencia y cariño que lograron sacar adelante las ideas más excéntricas de esta investigación y demás materias. Gracias por compartir la pasión por el mantenimiento y la ingeniería, compañero.

Por último, a Paula y Mónica, amigas que me motivaron siempre a aprender más.

Y a todos aquellos que fueron parte directa o indirecta de esta investigación desde su inicio hasta su culminación, por creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a la empresa Comercial Molinera San Luis SAC en la persona de su gerente el ing. Victor Millán Niquén y a los equipos de control de calidad y producción quienes me acogieron durante la formulación e implementación de esta investigación.

En segundo lugar, a mi asesor, el ing. Wilder Vásquez Murillo por su compromiso con la elaboración de este informe, sus asesorías fueron valiosas y guiaron el desarrollo y culminación de esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	1
1. Marco de Antecedentes	1
2. Base teórica	7
2.1. Confiabilidad.....	7
2.1.1. Confiabilidad estadística.....	8
2.1.2. Confiabilidad operacional	8
2.1.2.1. Los cinco ejes de la confiabilidad operacional.....	9
2.1.2.2. Herramientas de la confiabilidad operacional.....	10
2.2. Mantenimiento	14
2.2.1. Definición.....	14
2.2.2. Tipos de Mantenimiento	15
2.3. <i>Lean Manufacturing</i>	17
2.3.1. Técnicas de <i>Lean Manufacturing</i>	18
2.4. Plan de gestión	23
2.5. Molinería	24
3. Definición de términos básicos.....	28
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	31
1. Formulación de hipótesis principal	31
2. Variables y definición operacional	31
3. Definición conceptual	31
a. Confiabilidad operacional.....	31
b. Gestión de mantenimiento basado en TPM.	31
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	34
1. Diseño Metodológico.....	34
2. Diseño de muestras	34
3. Técnicas de recolección de datos	36

4.	Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	39
5.	Criterio de validez y confiabilidad	39
6.	Aspectos Éticos.....	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		40
1.	Diagnóstico e indicadores obtenidos.....	40
2.	Implementación del plan	58
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		104
1.	Sobre la hipótesis.....	104
2.	Sobre los antecedentes.....	106
CONCLUSIONES.....		110
RECOMENDACIONES		112
ANEXOS		113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción en toneladas de papel	4
Figura 2: Índices de rendimiento	6
Figura 3: Matriz de criticidad	11
Figura 4: Criterios de frecuencia	12
Figura 5: Categorías de impacto	12
Figura 6: Tarea de mantenimiento	15
Figura 7: Pilares del TPM	21
Figura 8: Porcentaje de participación de máquinas.....	27
Figura 9: Diagrama de Operación de Proceso de Pilado	42
Figura 10: Diagrama de recorrido.....	43
Figura 11: Comunicación del proyecto TPM	60
Figura 12: Procedimiento de Mantenimiento Correctivo.....	64
Figura 13: Procedimiento en caso de corte eléctrico.....	65
Figura 14: Reunión de comunicación de frecuencias de mantenimiento	66
Figura 15: Cumplimiento del mantenimiento mensual por áreas.....	83
Figura 16: Cumplimiento del mantenimiento quincenal por áreas.....	84
Figura 17: Cumplimiento del mantenimiento semanal por áreas.....	85
Figura 18: Grupos multidisciplinarios para Mantenimiento correctivo	90
Figura 19: Grupos multidisciplinarios para Mantenimiento Preventivo	91
Figura 20: Capacitación en 5S	93
Figura 21: Delimitación de áreas.....	94
Figura 22: Implementación de periódico mural en área de embolsado	95
Figura 23: Implementación de periódico mural en área de pilado	95
Figura 24: Refuerzo de máquinas con guardas.....	96
Figura 25: Documentación archivada y organizada sobre el proyecto	96
Figura 26: Horas hombre de mantenimiento (agosto 2017-marzo 2018)	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Las seis grandes pérdidas.....	19
Tabla 2: Fases del TPM	20
Tabla 3: Operacionalización de variables.....	32
Tabla 4: Datos sobre población de estudio	35
Tabla 5: Muestra de estudio	36
Tabla 6: Resultados de observación de frecuencia de fallas	40
Tabla 7: Inventario de máquinas por área.....	44
Tabla 8: Inventario de máquinas por tipo	44
Tabla 9: Horas de Mantenimiento correctivo y preventivo.....	46
Tabla 10: Resultados de análisis de criticidad.....	47
Tabla 11: Tiempo medio entre fallas	48
Tabla 12: O.E.E.....	49
Tabla 13: Análisis de paradas no programadas	50
Tabla 14: Lista de Cotejo (Pilado)	51
Tabla 15: Lista de cotejo (Pre Limpia).....	52
Tabla 16: Lista de cotejo (Embolsado)	53
Tabla 17: Lista de cotejo (análisis documentario)	54
Tabla 18: Desarrollo de operacionalización de variables	56
Tabla 19: Plan Maestro de TPM.....	61
Tabla 20: Tipificación de fallas	67
Tabla 21: Máquinas que requieren mantenimiento mensual.....	70
Tabla 22: Máquinas que requieren mantenimiento quincenal	72
Tabla 23: Máquinas que requieren mantenimiento semanal.....	73
Tabla 24: Tareas de mantenimiento según frecuencia.....	74
Tabla 25: Programación mensual.....	81
Tabla 26: Programación quincenal.....	81
Tabla 27: Programación semanal.....	82
Tabla 28: Cumplimiento del mantenimiento mensual por áreas.....	83
Tabla 29: Cumplimiento del mantenimiento quincenal por áreas.....	84
Tabla 30: Cumplimiento del mantenimiento semanal por áreas.....	85
Tabla 31: Formatos implementados	86

Tabla 32: Resultados pretest y post test sobre conocimientos básicos de operación.....	87
Tabla 33: Resultados pretest y post test sobre conocimientos técnicos básicos .	88
Tabla 34: Programación de capacitaciones	93
Tabla 35: Evolución de resultados de observación de frecuencia de fallas (post implementación)	97
Tabla 36: Evolución del tiempo medio entre fallas	97
Tabla 37: Evolución de horas hombre de mantenimiento (post implementación)	98
Tabla 38: Evolución de paradas no programadas	99
Tabla 39: Evolución de OEE	100
Tabla 40: Costos de implementación	102
Tabla 41: Costos para continuar la implementación.....	103

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Inventario de máquinas	116
Anexo 2: Formato de observación de funcionamiento y paradas.....	118
Anexo 3: Bitácora de reunión de comunicación de proyecto.....	119
Anexo 4: Diagnóstico de competencias en mantenimiento (pre y post test)	121
Anexo 5: Registro completo de Mantenimiento preventivo semanal	122
Anexo 6: Registro completo de Mantenimiento preventivo quincenal	125
Anexo 7: Registro completo de Mantenimiento preventivo mensual	127
Anexo 8: Registro de Revisión de máquinas post corte de suministro eléctrico	132
Anexo 9: Registro de incidencias	135
Anexo 10: Registro de conciliación de piezas	136
Anexo 11: Registro de ingreso de herramientas	137
Anexo 12: Ficha técnica de máquinas (para elevadores).....	138
Anexo 13: Ficha técnica de máquinas (general)	139
Anexo 14: Carta de lubricación de máquinas.....	140
Anexo 15: Cargo de entrega de herramientas.....	141
Anexo 16: Bitácora de creación de equipos multidisciplinarios	142
Anexo 17: Material de capacitación en TPM	144

Anexo 18: Material de capacitación en 5S	148
Anexo 19: Material de capacitación en Procedimientos de COMOLSA	154
Anexo 20: Material de capacitación en funciones de maquinistas	159
Anexo 21: Constancia de implementación de proyecto de investigación	162

RESUMEN

La presente investigación denominada “Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa Comercial Molinera San Luis SAC, 2018” tiene como objetivo proponer e implementar un plan de gestión de mantenimiento para aumentar la confiabilidad en las máquinas que intervienen en su proceso productivo de pilado de arroz.

Las teorías que sustentan el diseño e implementación del proyecto son las de confiabilidad operacional (de máquinas), teoría de plan de gestión y TPM, herramienta japonesa de *lean manufacturing*. Todos estos conceptos se integraron para alcanzar el objetivo del mantenimiento preventivo trazado a través de herramientas como: análisis de criticidad, cálculo de OEE, análisis documentario, inspección visual, análisis de fallas.

Con la metodología planteada se diagnosticó la situación problemática de la confiabilidad de las máquinas, determinando así, que las áreas críticas dentro de la empresa eran el pilado y el embolsado, teniendo estas un alto porcentaje de paradas no programadas de máquinas; por lo cual, se implementó un plan de gestión de mantenimiento basado en TPM -haciendo uso de cronogramas, registros, programas de capacitación e integración de grupos multidisciplinarios- que permitió aumentar la confiabilidad de las máquinas reduciendo el porcentaje de paradas no programadas en 8% y aumentando el tiempo medio entre fallas de 42 a 62 minutos, además, se obtuvo un ahorro de S/2000 mensuales, y se logró el incremento de la eficiencia global de equipos en un 15%.

Palabras clave: TPM, mantenimiento preventivo, plan de gestión, confiabilidad.

ABSTRACT

This research called "Implementation of a TPM-based preventive maintenance management plan to increase reliability in the machines of the company Comercial Molinera San Luis SAC, 2018" aims to propose and implement a maintenance management system to increase the reliability in the machines involved in their productive process of rice milling.

The theories that support the design and implementation of this project are those of operational reliability (of machines), theory of management plan and TPM, Japanese tool of *lean manufacturing*. All these concepts were integrated to achieve the objective of preventive maintenance traced through tools such as: criticality analysis, calculation of OEE, documentary analysis, visual inspection, failure analysis.

With the methodology proposed proves the problematic situation of the reliability of the machines was diagnosed, thus determining that the critical areas within the company were the piling and the bagging, having a high percentage of unscheduled machine stops; therefore, a maintenance management system based on TPM was implemented - using schedules, registers, training programs and integration of multidisciplinary groups- that allowed increasing the reliability of the machines by reducing the percentage of unscheduled stops by 8% and increasing the average time between failures from 42 to 62 minutes, in addition, a saving of S / 2000 per month was obtained, the increase in overall equipment efficiency by 15% was also achieved.

Key words: TPM, Preventive maintenance, management system, reliability.

INTRODUCCIÓN

Desde la aparición del hombre, este se ha valido de herramientas para su supervivencia que con el tiempo ha ido mejorando ante su uso y ante las constantes evoluciones del medio en el que se ha desarrollado durante su estadía en el mundo. Hoy en día, la principal preocupación del hombre, en una sociedad globalizada e industrializada, es permanecer en el mercado de forma rentable a través de la competitividad que pueda lograr.

El mantenimiento preventivo surge hacia la Primera Guerra Mundial, previo a la cual el único mantenimiento conocido era el correctivo donde se reparaban las máquinas que fallaban producto del uso excesivo y desmedido de estas.

Fue durante la Revolución Industrial que se dio el impulso para el perfeccionamiento de las máquinas herramientas, además de una nueva necesidad: la de asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas o equipos a lo largo del tiempo.

Por lo tanto, se entiende que el mantenimiento ya sea preventivo, correctivo o predictivo ocupa un lugar importante en las industrias a nivel mundial, pues ninguna fábrica, industria u organización está exenta de fallas en sus equipos y maquinaria. Entonces, concluimos que la problemática a nivel mundial radica en el plan de mantenimiento con el que cuenta cada organización.

En Perú, más del 90% de las universidades, institutos tecnológicos y escuelas técnicas, consideran la asignatura de Mantenimiento Industrial como optativa, por lo que, la mayor parte de los egresados no les dan importancia a estos temas. (Rivera, 2011)

La empresa COMOLSA SAC, dedicada al servicio de molinería (acopio, pilado, maquila y comercialización) es parte del grupo Vallenorte (inicialmente grupo GASCO) con 52 años de actividad empresarial.

La capacidad efectiva de producción del molino COMOLSA es de carácter competitivo al poder procesar 7.2 – 8.5 toneladas por hora de arroz cáscara; cuenta con máquinas y equipos Suzuki, Sangati Berga, Buhler, Sortex, Induhorst, etc., con la finalidad de buscar y tener la mejor combinación tecnológica.

La empresa COMOLSA SAC se encuentra en un proceso de crecimiento y expansión de su proceso productivo (servicio de molinería), sin embargo, presenta una tasa alta de frecuencia de paradas (no programadas) a lo largo del proceso, debido a las fallas técnicas de las máquinas y equipos de la planta. En la planificación de actividades se tiene en cuenta el plazo de dos (02) días al mes para darle mantenimiento a las máquinas que lo requieran, no obstante, el problema radica en que estos días para mantenimiento están relacionados con el avance del programa de producción mensual así que, si este no se está cumpliendo, el mantenimiento no se produce o se posterga.

Así mismo, por estar en un proceso de mejora y cambios, el desorden es frecuente, las áreas no se encuentran completamente implementadas para la recepción y almacenamiento temporal de insumos, herramientas y repuestos.

Esta tesis tiene como objetivo implementar un plan de gestión de mantenimiento basado en la herramienta japonesa TPM, para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa Comercial Molinera San Luis S.A.C., periodo 2018; y como objetivos específicos: a) Diagnosticar situación actual del mantenimiento

de las máquinas de la empresa a través de indicadores; b) Determinar los puntos críticos dentro del mantenimiento de la empresa; c) Diseñar el plan de gestión de mantenimiento basado en TPM; d) Implementar la propuesta y e) Evaluar los resultados (beneficio-costos). La propuesta nace de observar que la empresa, carece de un plan de gestión de mantenimiento que permita tener un adecuado nivel de confiabilidad y con ello una mejor producción y cumplimiento.

Las teorías que intervienen están relacionadas con las dos variables de investigación: la confiabilidad de las máquinas como variable dependiente y el plan de gestión de mantenimiento basado en TPM como variable independiente. La confiabilidad operacional entendida como la capacidad de la tecnología (máquinas) para cumplir con su propósito dentro de los límites del diseño y de las condiciones operacionales. El TPM entendido como la herramienta de *lean manufacturing* que busca eliminar las averías con la participación y motivación de los empleados conservando los activos de la empresa (máquinas) organizado en un plan de gestión aplicado.

La hipótesis de trabajo está planteada en los siguientes términos: “La implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM contribuirá positivamente al aumento de la confiabilidad de las máquinas del área de producción de la empresa Comercial Molinera San Luis SAC, 2018”.

La importancia del estudio radica en que dentro de la empresa COMOLSA SAC, el departamento de mantenimiento no tiene desarrollado un plan de gestión elevando así el porcentaje de paradas de máquinas y por ende, obstaculiza el funcionamiento en parámetros estándar de las máquinas.

Las principales limitaciones encontradas al momento de implementar la propuesta fue la resistencia de los colaboradores del área de mantenimiento a contribuir en las tareas programadas con mayor frecuencia y de las cuáles se tenía que estar pendiente para su cumplimiento según cronogramas. Una limitación adicional fue de tiempo al tener que mantener constantemente actualizados los registros y formatos propuestos del plan de gestión.

Se utilizó un diseño metodológico cuasi experimental, puesto que el grupo humano y el equipamiento tecnológico operando en el área de producción ya estaba conformado antes del experimento. La población fue de ciento diez (110) máquinas, y la implementación se hizo sobre cincuenta y ocho (58) máquinas.

Este documento ha sido dividido en cinco (5) capítulos: Capítulo I, donde se desarrolla el marco teórico y las bases que sustentan la aplicación de esta investigación. Capítulo II y III donde se exponen la hipótesis y variables y el marco metodológico empleado para el desarrollo respectivamente. Capítulo IV y V que contienen los resultados de la investigación y su correspondiente discusión. Se finaliza con las conclusiones y recomendaciones.

Siendo, la principal conclusión que el área de Pilado y Embolsado son las más críticas, y, sin un plan de gestión de mantenimiento este se seguirá realizando de forma desorganizada afectando el proceso productivo de la empresa. Con la teoría de TPM se pudo comprender mejor el problema y se utilizó para realizar la propuesta de mejora. La evaluación final de la implementación de esta investigación dio resultados positivos respecto a los indicadores calculados como diagnóstico de la situación inicial reduciendo el 8% en observaciones de máquinas paradas, también aumentó el TMEF de 42 a 62 minutos.

Con la incidencia en llevar a cabo tareas de mantenimiento preventivo ahora el 30% de las horas el hombre del área de mantenimiento se dedica a este tipo de labores.

Finalmente, el indicador OEE evolucionó de 0.64 a 0.79 producto del aumento del porcentaje de disponibilidad y rendimiento, viéndose reflejado en una reducción de 4 a 2 días de paradas no programadas mensuales, y su correspondiente valorización calculada en aproximadamente en un ahorro de S/ 2000 mensuales en productos no conformes desde la implementación. Esta valorización, teniendo en cuenta, los meses de aplicación, fue de S/ 16000 lo que; el monto invertido (S/ 5800 aprox.) da una relación beneficio costo de 2.75, lo cual hace rentable la propuesta expuesta e implementado.

La autora

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1. Marco de Antecedentes

Clará, Domínguez y Pérez (2013) de la ciudad de San Salvador en su tesis proponen diseñar un sistema de gestión de mantenimiento productivo total dirigido a las instituciones de gobierno, que cuenten con una flota vehicular que les permita una mayor efectividad de sus operaciones. Las estrategias utilizadas entre otros fueron 5 S, Pareto, espina de Ishikawa, método de los 5 por qué, análisis del modo y efecto de fallas, etc.

El diseño propuesto logró resolver un problema cultural, tanto de los empleados relacionados directamente con el mantenimiento como los relacionados indirectamente. Los resultados de la tesis arrojaron que la filosofía TPM se cumplía en 38.9% de forma inconsciente lo cual generó líneas de acción sobre las que se sentaron bases de acción a futuro.

Alvarizaes (2010) de Guatemala planteó la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para las unidades de transporte local de DHL Global Forwarding. Se estudió el programa de mantenimiento preventivo actual, para lograr la optimización del mismo, mediante la propuesta y estandarización de tareas y reportes a presentar según los mantenimientos realizados (creación inmediata de bitácoras de mantenimiento). La aplicación de la propuesta de este proyecto se realizó con ayuda de procesos administrativos y rutinas de inspección de las unidades haciendo uso de formatos que permitan los cálculos estadísticos posteriores dando así un sentido de control y predictividad en los automóviles.

Tuarez (2013) de Guayaquil, Colombia desarrolla en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil la implantación efectiva y gradual de un sistema de mejora continua bajo la filosofía del TPM en la planta elaboradora y comercializadora de bebidas gaseosas.

Al implementar el pilar de capacitación y entrenamiento, se pudo visualizar como los colaboradores se involucraban para aprender y conocer un poco más tanto del funcionamiento de sus máquinas como en mejorar sus habilidades técnicas (comprobado al volver a realizar el *checklist* sobre el nivel de habilidades).

Se redujo la cantidad de tareas de mantenimiento correctivo no planificado que empezó con 25 actividades en el mes de enero y al mes de junio se redujo a 13, esto gracias al uso de las tarjetas de identificación de averías que colocaban con criterio técnico los operadores y hacían más fácil al departamento de mantenimiento observar los potenciales daños y dar una solución [...]. Se disminuyó el tiempo de reparación de los equipos, sobre todo en la llenadora de botellas, que como se ha dicho es la que marca el ritmo de la producción de la línea, antes del TPM el tiempo promedio de parada por daño era 1.897 horas y luego gracias a lo aprendido el promedio de parada de esta máquina es 1.308 minutos [...]. Al mejorar las habilidades de los operadores se pudo además reducir los tiempos por calibración de equipos y con esto incrementar la eficiencia en la llenadora [...] (Tuarez, 2013)

Fajardo (2014) de la ciudad de Guayaquil en su tesis sobre guardacostas patrulleras automatizadas busca desarrollar una propuesta de plan de mantenimiento para embarcaciones automatizadas tipo lanchas guardacostas patrullero, para la toma de medidas oportunas ante

eventuales averías de funcionamiento con el fin de garantizar su operatividad, disponibilidad y confiabilidad de los equipos y maquinarias durante todo el año.

[...]Definitivamente que al planificar un mantenimiento basado en la metodología TPM aseguramos principalmente el conocer exactamente lo que se tiene en la actualidad en la planta, es como si se realizara una radiografía de la misma, ya que al definir los niveles de esta observamos con mayor claridad las debilidades y fortalezas que tiene y se puede definir con mayor facilidad los modelos de mantenimiento a aplicar construyendo un sistema de producción ordenado, disciplinado, potente y efectivo. (Fajardo, 2014)

Fajardo (2014) al implementar los pilares de mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y capacitación de operarios permite una vez más la previsión de fallas y el control del mantenimiento dentro de la planta industrial. Su método de clasificación de máquinas por la repercusión que tendrían en caso de fallas permite sostener el mantenimiento basado en TPM con prioridad centrándose en aquellas máquinas o equipos críticos que pondrían en peligro el correcto y confiable funcionamiento de las líneas productivas.

Chang (2008) de la ciudad de Lima, plantea un modelo de gestión de mantenimiento que servirá para reducir los costos en los que incurre el área de operaciones de una pequeña empresa que brinda servicios de alquiler de compresoras de tornillo.

“Entonces luego de los análisis presentados podemos notar que mediante la aplicación de múltiples herramientas de ingeniería se puede aminorar el problema en un 69% con una inversión que sería recuperada en 17 meses. Esta mejora sería la primera etapa ya que gracias a la mejora continua se pueden seguir

realizando mejoras para elevar la competitividad de ésta pequeña empresa."

(Chang E. , 2008)

Sereno (2013) nos demuestra la alta efectividad de una metodología de mantenimiento denominada Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), teniendo como objetivo principal implementar esta metodología para la consolidación de planes de mantenimiento a equipos pertenecientes a la planta. La aplicación de su propuesta consistió en las siguientes actividades: primero, la familiarización con el proceso productivo y todos los equipos que la componen; segundo, se realizó el levantamiento de información de los equipos del área de Manufactura de la Planta y Creación de Árboles de Componentes; tercero, el análisis de criticidad para los conjuntos; por una parte, hizo el desarrollo de análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) y generación de planes de mantenimiento bajo el enfoque de confiabilidad para cada equipo con base en los resultados obtenidos en el AMEF. Por otra parte, se diseñaron planes de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos en estudio con la finalidad de disminuir la improductividad el número de paradas, los resultados obtenidos fueron sorprendentes, observemos la Figura 1.

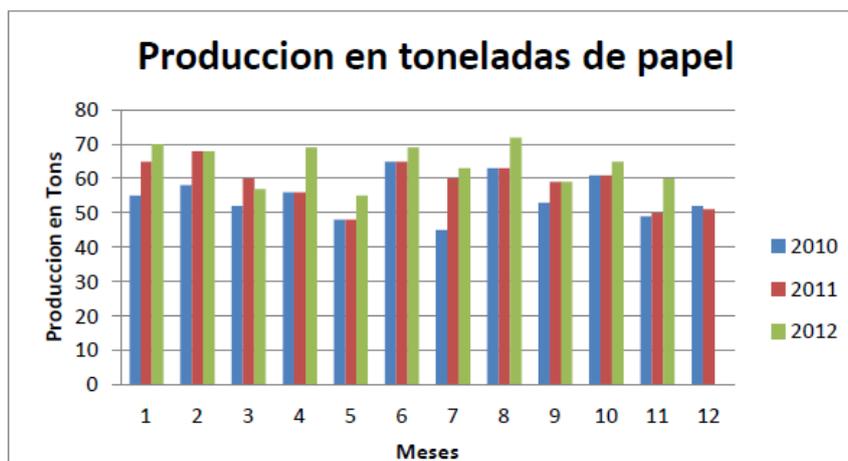


Figura 1: Producción en toneladas de papel

Fuente: Sereno (2013)

Los datos por mes tienen una tendencia a aumentar desde el 2010, esto se debe a la mejora continua de los planes de mantenimientos aplicados a cada equipo evitando así paradas imprevistas.

Para concluir el autor afirma que todos los planes de mantenimiento creados van dirigidos a incrementar la confiabilidad de los equipos de la planta, pero su ejecución dependerá en algunos casos de la disponibilidad de algunos componentes en el almacén de repuestos y como pequeñas fluctuaciones en la confiabilidad lleva consigo importantes repercusiones en la producción de la planta, por lo que, es necesario acercar los valores de esta variable al 100%.

Salazar (2011) de la ciudad Sangolqui en su tesis define el problema del proyecto mencionando la carencia de fichas de procesos y procedimientos para realizar los mantenimientos preventivos como correctivos y el registro de estas. Este tipo de falencias habían dado como resultado paradas en las unidades de generación fuera de cronograma.

Para esto se reorganizó las labores de mantenimiento de toda la infraestructura técnica para que permita contar con altos índices de disponibilidad y confiabilidad de la central de generación, descartando del cronograma aquellas que producen tiempos improductivos. Por último, se determinó los métodos a ser aplicados para desarrollar las acciones de mantenimiento, los mismos que se encuentran en un sistema estandarizado que ayuda al conocimiento de estos provocando una reducción de tiempo. Los resultados finales fueron bastante favorables (Ver Figura 2). La información levantada redujo los tiempos de mantenimiento e incrementó la confiabilidad y disponibilidad de las Unidades de Generación.

ÍNDICES DE RENDIMIENTO	
Rendimiento [kWh/gal Combustible]	17.01 $\frac{KWh}{gal}$
Rendimiento [kWh/gal Aceite SAE 20]	753.90 $\frac{KWh}{gal SAE 20}$
Rendimiento [kWh/gal Aceite SAE 40]	757,30 $\frac{KWh}{gal SAE 40}$
Índice de Confiabilidad (%)	97,32%
Disponibilidad de la Unidad (%)	87,65%
Indisponibilidad de la Unidad (%)	2,67%
Factor de Planta [%]	99,36%

Figura 2: Índices de rendimiento

Fuente: Salazar (2011)

Fuentes y Bejar (2011) formularon el problema de la organización dentro del Área de Mantenimiento en la Municipalidad Distrital de San Sebastián, no se contaba con políticas de mantenimiento claras, y no se manejaban indicadores de gestión.

El objetivo general del proyecto fue el de diseñar un sistema de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada con la aplicación de técnicas modernas de mantenimiento que mejor se adapten a las instituciones públicas de la región.

A lo largo del proyecto se logra implementar esta herramienta de forma minuciosa a cada una de las maquinarias de esta forma se pudo concluir con el estricto control de la confiabilidad en las maquinarias, la cual se refleja en los análisis tales como análisis de criticidad, análisis de modos y efectos de falla y criticidad, árboles de fallas, análisis de Pareto y distribución de Weibull.

Llegando a la conclusión, de que este diseño de implementación está alineada a una estructura empresarial (planificación, organización, ejecución y control) la estructuración de todos los procesos permitirá el cumplimiento de los objetivos planteados este se reflejará en un crecimiento sostenido.

2. Base teórica

2.1. Confiabilidad

“La confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función.” (Espinoza, 2013)

Espinoza (2013) indica que el fin último del análisis de confiabilidad de los activos físicos es cambiar las actividades reactivas y correctivas, no programadas y altamente costosas, por acciones preventivas planeadas que dependan de análisis objetivos, situación actual e historial de equipos y permitan un adecuado control de costos.

La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo no falle, es decir, funcione satisfactoriamente dentro de los límites de desempeño establecidos, en una determinada etapa de su vida útil y para un tiempo de operación estipulado, teniendo como condición que el equipo se utilice para el fin y carga para la que fue diseñado. (Castillo & Cieza, 2013)

El uso prolongado de los equipos disminuye su confiabilidad, pues genera desgaste y hace que la probabilidad de falla aumente, por lo que, el mantenimiento tiene como propósito diagnosticar y restablecer la confiabilidad perdida.

De manera general, podemos mencionar dos tipos de confiabilidad: por un lado, la Estadística y por otro lado, la confiabilidad operacional.

2.1.1. Confiabilidad estadística

Castaño (2014) suele obtener la probabilidad de falla desde un estudio estadístico de componentes ya fallados, los cuales pertenecen a una muestra relativamente numerosa de individuos. Se trata de una confiabilidad a posteriori, que será tanto más precisa cuanto mayor sea la muestra de componentes estudiada. [...] Un método probabilístico aplicado a un modelo concreto y a una ley de degeneración adecuada, concluirá en una probabilidad de fallo asociado con el tiempo. Se trata pues, de una estimación de confiabilidad a priori.

En muchos casos no es posible disponer de datos históricos sobre los fallos de una muestra, bien sea por tratarse de elementos singulares, o bien por el muy elevado precio, siendo por ello, impracticable la experimentación de un número adecuado de componentes.

2.1.2. Confiabilidad operacional

La confiabilidad operacional es una variable multidisciplinaria dentro de una empresa cuya medida abarca la relación de áreas como mantenimiento, producción, calidad, almacenes, entre otros. Buscará hacer los procesos de forma más eficiente y con menor cantidad de desperdicios y teniendo la certeza que, la maquinaria programada a ser utilizada en un proceso responderá de acuerdo a lo solicitado por el programa de producción, estándares de calidad, programas de despacho, etc.

Para García (2018) la Confiabilidad Operacional (CO) es una de las más recientes estrategias que generan grandes beneficios a quienes la han aplicado. Se basa en los análisis estadísticos y los análisis de condición, orientados a mantener la

confiabilidad de los equipos, con la activa participación del personal de empresa. La Confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad de que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función.

2.1.2.1. Los cinco ejes de la confiabilidad operacional

Los ejes son: primero, la confiabilidad humana que se relaciona con el involucramiento, el compromiso y las competencias que disponen las personas con las actividades que le corresponde realizar y la estructura organizacional para lograrlo; la mantenibilidad y confiabilidad de los activos que se vincula con el diseño de los equipos y su apoyo logístico, para la disminución del tiempo medio para reparar y con las estrategias de mantenimiento de los equipos e instalaciones y con la efectividad del mantenimiento, para el aumento de su tiempo medio entre fallas, respectivamente; segundo, la confiabilidad del proceso que se asocia con la sintonía que existe entre el proceso y los procedimientos utilizados para operar las instalaciones, con los parámetros operacionales que se deben emplear, de manera de respetar las condiciones establecidas; y por último, la confiabilidad de los suministros, que se refiere a la integración entre los distintos procesos o unidades internas, como operación, mantenimiento, abastecimiento, desarrollo, y los proveedores de insumos, energía, bienes o servicios de modo asegurar el suministro en términos de cantidad, calidad, oportunidad y costo a través de procesos establecidos que faciliten la logística de entrada y permitan cuando corresponda la gestión de terceros, la administración eficiente de contratos y el análisis de la oferta.

2.1.2.2. Herramientas de la confiabilidad operacional

i. Análisis de modos de fallas y sus efectos (FMEA)

(Fuentes & Bejar, 2011) Proceso sistemático para identificar fallas potenciales de diseño y proceso antes de que estas ocurran, con la intención de eliminar o minimizar los riesgos asociados con ellas. El FMEA documenta las acciones preventivas y la revisión del proceso.

Las cuatro primeras preguntas del RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) ayudan a identificar las fallas funcionales, los modos de avería que probablemente causen cada desperfecto funcional y los efectos asociados con cada modo. Las cuatro preguntas son:

a) ¿Cuáles son las funciones que queremos que el equipo haga?; b) ¿De qué forma se puede fallar?; c) ¿Qué causa la falla?; d) ¿Qué sucede cuando falla?

Modo de falla: es cualquier evento que pueda causar la falla de un activo físico (o sistema o proceso).

Efecto de falla: son las consecuencias de la ocurrencia de la falla que se está analizando. Esta descripción debe incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de la máquina.

ii. Análisis de criticidad (CA)

El Análisis de Criticidad es una metodología que permite jerarquizar instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones mediante la priorización de actividades, inversión y correcta selección de políticas de mantenimiento, entre otros.

Los criterios que se deben tomar en cuenta para la elaboración de análisis son los siguientes: seguridad, ambiente, producción, costos (Operaciones y Mantenimiento), frecuencia de fallas y tiempo promedio para reparar.

Los principales pasos por seguir en el estudio de criticidad de una planta de cualquier naturaleza son: a) Identificación de los sistemas a estudiar y definición del alcance del estudio; b) Informar al personal sobre la importancia del estudio; c) Recolección, verificación y análisis de datos; d) Retroalimentación e) Implementación de resultados.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$



Figura 3: Matriz de criticidad

Fuente: Romero (2013)

Categoría	Tiempo promedio entre fallas TPEF, en años	Número de fallas por año	Interpretación
5	$TPEF < 1$	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en un año.
4	$1 \leq TPEF < 10$	$0.1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurran varias fallas en 10 años, pero es poco probable que ocurra en 1 año.
3	$10 \leq TPEF < 100$	$0.01 < \lambda \leq 0.1$	Es probable que ocurran varias fallas en 100 años, pero es poco probable que ocurra en 10 años.
2	$100 \leq TPEF < 1000$	$0.001 < \lambda \leq 0.01$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años, pero es poco probable que ocurra en 100 años.
1	$TPEF \geq 1000$	$0.001 \leq \lambda$	Es poco probable que ocurran en 1000 años.

Figura 4: Criterios de frecuencia

Fuente: Romero (2013)

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM
4	Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Incapacidad parcial, permanente, daños o enfermedades en al menos un miembro de la población.	Daños irreversibles al ambiente pero que violan regulaciones y leyes ambientales.	De 15 a 50 MM	De 15 a 50 MM
3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral.	Puede resultar en la hospitalización de al menos 3 personas.	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	De 5 a 15 MM	De 5 a 15 MM
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	Puede resultar en heridas o enfermedades que requieran tratamiento médico o primeros auxilios.	Mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM
1	Sin impacto en el personal de la planta.	Sin efecto en la población	Sin daños ambientales ni violación de leyes y regulaciones.	Hasta 500 mil	Hasta 500 mil

Figura 5: Categorías de impacto

Fuente: Romero (2013)

Ejemplo de cálculo de criticidad:

Formula:

$$\text{Criticidad} = \text{frecuencia} * \text{consecuencia}$$

Máquina para la que se calculará: Elevador N° 08: Elevador Despedregadora - Tolva de pulidores

Paso 1: Asignar valor de frecuencia según Figura 4

En este caso, la máquina del ejemplo tiene una categoría 5 porque “Es probable que ocurran varias fallas en un año”.

$$\text{Frecuencia} = 5$$

Paso 2: Asignar valores de categorías de impacto según Figura 5

Daños al personal (a)	Efecto en la población (b)	Impacto ambiental (c)	Pérdida de producción (d)	Daños a la instalación (e)
3		3		
Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral	1 Sin efecto en la población	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada	1 Hasta 500 mil USD	1 Hasta 500 mil USD

Paso 3: Sumar valores de categorías de impacto

$$\text{Consecuencia} = a + b + c + d + e$$

$$3 + 1 + 3 + 1 + 1 = 9$$

Paso 4: Multiplicar frecuencia por consecuencia:

$$5 * 9 = 45$$

$$\text{valor de criticidad} = 45$$

Cuadro resumen:

Detalle	Máquina	Área	Frecuencia	Categoría de impacto	Consecuencia	Criticidad
1	Elevador N° 08	Pilado	5	3-1-3-1-1	9	45

2.2. Mantenimiento

2.2.1. Definición

“Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.” (García, 2010)

El mantenimiento no es una función “miscelánea”, produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones y otros. (Clará et al., 2013).

Clará et al. (2013), expresa una opinión bastante interesante enfocada en cómo el departamento de mantenimiento tiene la responsabilidad de asegurar condiciones seguras de trabajo mediante las óptimas condiciones de la maquinaria, herramientas y equipos de trabajo, lo cual a su vez se verá reflejado en llevar a cabo de forma oportuna el proceso de producción, así como la calidad de este.

Área Mecánica	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de maquinaria • Mantenimiento general de la maquinaria • Localización de fallas 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparación de la maquinaria • Compresores • Plomería • Lubricación • Soldadura, etc.
Área Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Localización de fallas • Revisión y reparación • Motores eléctricos • Iluminación 	<ul style="list-style-type: none"> • Líneas eléctricas • Intercomunicación • Cajas de conexión • Interruptores • Cajas de corte y fusibles, etc.
Área de Mantenimiento General	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión y reparación de techos • Revisión y reparación de paredes • Carpintería • Albañilería 	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura • Ventilación • Puertas y ventanas • Limpieza • Jardinería, etc.

Figura 6: Tarea de mantenimiento

Fuente: Clará et al. (2013)

2.2.2. Tipos de Mantenimiento

2.2.2.1. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo, tal como su nombre lo indica, repara fallas no previstas y que suceden en un momento inesperado siendo estas notadas en principio por el operador de las máquinas.

Exige para su eficacia, una buena y rápida reacción de la reparación (recursos humanos asignados, herramienta, repuestos, elementos de transporte, etc.); la reparación propiamente es rápida y sencilla, de igual manera su control y puesta en marcha. (Alvarizaes, 2010)

Existen dos tipos de tareas no planificadas de orden correctivo:

- a) El desvare, que consiste en aplicar una reparación inmediata al equipo para devolverlo a la condición de trabajo u operación; es aplicado en urgencias.
- b) Reparación correcta y definitiva, donde se devuelve la maquinaria a sus condiciones estándares de producción y mantenimiento.

El principal inconveniente que presenta este tipo de acción de mantenimiento es que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio o recién pierde su funcionalidad, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización. Si se tiene en cuenta que, la mayoría de los operarios encargados de usar los equipos no son expertos en fallas, pueden pasar por altos ruidos y anomalías que significan fallas iniciales o generar otras averías mayores. (Alvarizaes, 2010)

2.2.2.2. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo deviene del conocimiento de las fallas, su causa raíz y todas sus connotaciones asociadas, de tal manera que, sabiendo la periodicidad, ocurrencia, medidas, soluciones, síntomas, causas básicas e inmediatas, modos de falla, falla funcional, etc., que permite anticiparse y realizar la reposición y puesta a punto, anticipando la falla.

La finalidad del mantenimiento preventivo es mantener el estado inicial de la funcionalidad y el momento previo de la falla sirviéndose de inspecciones periódicas programadas sobre la máquina con la finalidad de diagnosticar los síntomas que alertan de posibles fallas y que pueden generar paros o deterioros de máquinas.

El mantenimiento preventivo se puede clasificar en dos versiones: en primer lugar, basado en el tiempo o frecuencia de inspección y en segundo lugar, en la condición de desgaste encontrada en la última revisión.

Ambas metodologías se basan en la permanente inspección y análisis crítico de las condiciones. (Alvarizaes, 2010)

2.2.2.3. Mantenimiento Predictivo

(Sinais Ingeniería, 2014) El mantenimiento predictivo permite detectar los fallos antes de que sucedan, para dar tiempo a corregirlos sin perjuicio a la producción. Además, es una técnica que puede realizarse durante el funcionamiento normal del equipo y permite planificar de forma óptima las acciones de mantenimiento. Este mantenimiento se basa en varias disciplinas. La más importante con gran diferencia es el análisis periódico de vibraciones, con el que se puede detectar el 80% de los problemas presentados por la maquinaria industrial. En el análisis de vibraciones los datos de vibración son presentados en forma de gráficas al analista quien a través de su entrenamiento es capaz de identificar anomalías en los patrones que siguen las gráficas, valores anormales o alarmas.

2.3. *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, enfocada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean y mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. (Hernández & Vizán, 2013)

El objetivo de esta filosofía es la de mejorar la cultura de la empresa a través de mejora continua del trabajo en equipo y el empoderamiento del recurso humano

logrando la correcta implementación de los diversos métodos y estrategias que tienen como finalidad un mantenimiento autónomo.

2.3.1. Técnicas de *Lean Manufacturing*

2.3.1.1. TPM: Mantenimiento Productivo Total

Hernández y Vizán (2013) en su libro “*Lean Manufacturing*” definen TPM como el conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental para ellos es que conservar los activos debe ser una tarea que comprometa a toda la pirámide de jerarquía.

M = Managment y Mantenimiento

P = Productividad de equipos

T = Total (todas las actividades)

i. Las seis grandes pérdidas

Tabla 1: Las seis grandes pérdidas

Tipo	Pérdida	Tipo y características	Objetivo
Tiempo muerto	1. Averías debido a fallas en el equipo	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas de los equipos	Eliminar
	2. Preparación y ajustes (cambios de utillaje, moldes, ajustes herramientas)	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.)	Intervalos de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar	Eliminar
	4. Velocidad reducida (diferencia entre velocidad normal y la real).	Diferencia entre velocidad actual y la de diseño del equipo	Anular o hacer negativa
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos	Eliminar productos y procesos fuera de tolerancia
	6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso	Minimizar

Fuente: Hernández y Vizán (2013); Cuatrecasas (2012)

ii. Fases del TPM

Tabla 2: Fases del TPM

FASE PRELIMINAR O DE DIAGNÓSTICO GENERAL	
Implica tareas de codificación de equipos, averías y tareas preventivas	
FASE 1: DIVULGACIÓN DE TPM y VUELTA AL ESTADO INICIAL	
Línea limpia, sin manchas de aceite, grasa, polvo, libre de residuos, etc	
PASO 1	Decidir introducir el TPM
	Comunicación a los empleados
PASO 2	Capacitación en temas de TPM
	Lograr conocimiento básico, sólido y fundamentado
	Crear grupos que promuevan TPM
PASO 3	Diseminar información, organizar la publicidad y coordinar el entrenamiento.
PASO 4	Establecer políticas y objetivos básicos de TPM
	Fijar objetivos numéricos en el máximo grado posible
	Decidir actividades a poner en práctica para lograr objetivos.
PASO 5	Diseñar plan maestro de TPM
	Tener en cuenta presupuestos, orientaciones y supervisión
PASO 6	Lanzamiento oficial de TPM
FASE 2: ELIMINAR SUCIEDAD Y ZONAS DE DIFÍCIL ACCESO	
Fuente de suciedad: lugar que, aunque se limpie constantemente sigue generando suciedad.	
	Mejorar efectividad del equipo
	Implementar todos los programas y actividades
PASO 7	Entrenamiento y capacitación
	Programa de Mantenimiento Autónomo, enfocado a mejora continua.
FASE 3: APRENDER A INSPECCIONAR EL EQUIPO	
PASO 8	Establecer un Programa de Mantenimiento autónomo para los operarios
FASE 4: MEJORA CONTINUA	
Operarios de producción realizan las tareas de TPM de forma autónoma. Auditar constantemente el proceso, las tareas y los costes.	
PASO 9	Buscar la mejora continua y la retroalimentación de métodos y resultados obtenidos.

PASO 10	Tener en cuenta la posibilidad de mejoras técnicas con adquisición de nuevas máquinas y equipos
PASO 11	Se afinan detalles y se consideran objetivos cada vez más elevados

iii. Pilares del TPM.

Ramos (2012) en su tesis “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta” menciona ocho pilares del TPM.

Los pilares son: a) Mejora orientada; b) Mantenimiento autónomo; c) Mantenimiento planificado; d) Promoción de técnicas de operación y mantenimiento; e) Gestión temprana; f) Mantenimiento de la calidad; g) TPM para departamentos administrativos y de apoyo; h) Creación de un entorno grato y seguro

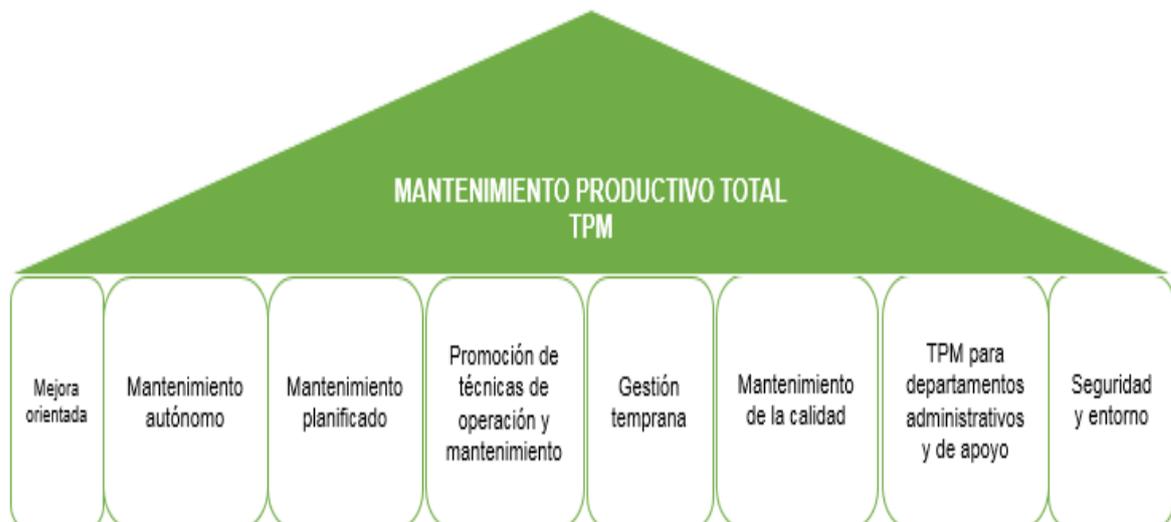


Figura 7: Pilares del TPM
Fuente: Hernández et al. (2013)

iv.OEE: Eficiencia global de los equipos productivos

OEE es un indicador de un equipo o grupos de máquinas y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido, si todo hubiera ido perfectamente, y las unidades sin defectos que realmente se han producido. Basado en índices de Disponibilidad, Eficiencia y Calidad. OEE es el producto de estos tres índices, de manera que:

$$OEE \text{ (Eficiencia Global de Equipos Productivos)} = D * E * C$$

Disponibilidad (D) es la fracción de tiempo que el equipo está operando realmente reflejando las pérdidas por averías y paradas. El coeficiente de eficiencia (E) mide el nivel de funcionamiento del equipo contemplando las pérdidas por tiempos muertos, paradas menores y pérdidas por una velocidad operativa más baja que la de diseño. La calidad (C) mide la fracción de la producción obtenida que cumple los estándares de calidad reflejando aquella parte del tiempo empleada en la producción de piezas defectuosas o con errores. (Hernández & Vizán, 2013)

2.3.1.2. 5S

Hernández et al. (2013) en su libro "*Lean Manufacturing*" expresa que "la herramienta 5S corresponde a la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción".

2.4. Plan de gestión

2.4.1.1. Definición

Un plan de gestión es un conjunto de reglas y principios relacionados entre sí de forma ordenada, para contribuir a la gestión de procesos generales o específicos de una organización. Permite establecer una política, unos objetivos y alcanzar dichos objetivos. (Think and Shell, 2018)

Mientras que la ejecución de las actividades de mantenimiento es un proceso básicamente operativo, la gestión del mantenimiento forma parte de la dirección de operaciones y se orienta a la utilización más económica de los medios, con la finalidad de conservar y/o restituir los equipos de producción a unas condiciones que les permitan cumplir con una función requerida durante unos determinados periodos de tiempo. (Carlos, 2012)

2.4.2. Objetivos de un plan de gestión

La Universidad de Kansas a través del sitio web de su Centro para la salud y desarrollo comunitario (2017) enumera los objetivos de implementar un plan de gestión en una organización:

- a) Aclara las responsabilidades y los roles de todos dentro de la organización, para que todos sepan lo que ella y todos los demás deben hacer.
- b) Divide el trabajo de la organización de manera equitativa y razonable para que el trabajo de cada uno no sólo esté definido, sino que también sea factible.

- c) Aumenta la obligación de rendir cuentas de algo, tanto internamente (cuando algo no se hace es obvio de quién era la responsabilidad) como externamente (cuanto mejor sea la gestión de la organización mejor servirá a la comunidad).
- d) Asegura que las tareas necesarias sean asignadas al personal apropiado, y crea un plazo para que sean terminadas.

Ayuda a que la organización se defina a sí misma. Por medio del desarrollo de un plan consistente con su misión y filosofía, la organización puede saber claramente en lo que cree y comunicarle esa certeza a su personal, a su público objetivo y a toda la comunidad.

2.4.3. Justificación.

[...] La organización es sumamente importante como para dejar las cosas al azar. Si no hay un plan, las tareas diarias pueden ignorarse, pueden surgir emergencias con las que nadie sabe lidiar, las responsabilidades pueden no estar claras y -lo más importante- las labores de la organización corren el riesgo de no hacerse bien o no hacerse en absoluto. (Universidad de Kansas, 2017)

2.5. Molinería

2.5.1. Definición

La molinería o producción de arroz consiste en el descascarado del grano denominado “arroz cáscara” para convertirlo en arroz blanco (también se puede obtener arroz integral).

Este proceso se desarrollará haciendo uso de maquinaria de tipo eléctrica, mecánica, electromecánica y electrónica.

2.5.2. Maquinaria básica

a) Pre limpia

(Super Brix & Applied Milling Systems, Inc, 2014) Las máquinas de Pre Limpia se encargan de la limpieza del lote y la separación de impurezas de mayor volumen como palotes, metales, piedras, entre otras impurezas.

b) Descascaradora

Encargada de remover la cascara del arroz cascara mediante la fricción de dos rodillos en su interior. El objetivo de esta máquina es el de separar la fracción de la cascara presente en el *paddy* (arroz con cascara) del flujo, tratando de maximizar la cantidad de arroz integral entero producido.

c) Separadoras de paddy

Esta máquina realiza otra fase de limpieza donde el arroz descascarado será separado de aquel que no completó el proceso (arroz *paddy*).

d) Despedregadora

Su funcionamiento es bastante similar al de la separación gravimétrica, solo que teniendo como objetivo separar piedras del flujo del *paddy*, ya que, con la combinación de movimiento vibratorio y el flujo de aire, las partículas livianas flotan sobre la criba y caen mientras que los pesados (piedras) son impulsados hacia arriba por el relieve de la criba.

e) Pulidores

Los pulidores abrasivos “cortan” la harina del grano de arroz integral utilizan baja presión para remover grandes cantidades de harina, son energéticamente eficientes, pero no producen un buen acabado de la superficie. Los pulidores por

fricción, “frotan” o “desgarran” la harina del grano de arroz integral mediante la aplicación de alta presión.

Producen un buen acabado de la superficie del arroz pulido, particularmente cuando se aplican ciertas cantidades de agua.

Debido al “frote” de los granos contra la superficie cortante de las mallas, los equipos de fricción tienen cierta tolerancia a la presencia de paddy y pueden remover efectivamente el germen. (Super Brix & Applied Milling Systems, Inc, 2014)

f) Clasificadores mecánicos

Esta máquina se encarga de separar el grano de arroz entero de aquel que tiene forma partida ya sea de tamaño $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ o el más pequeño también conocido como ñelén.

g) Clasificación por color

La clasificación óptica es el proceso a través del cual los granos defectuosos son removidos de una corriente de arroz. Los granos de arroz individuales son forzados a pasar en frente de una cámara que recolecta luz de una determinada longitud de onda, reflejada por el grano emitida por una fuente.

Esta luz es convertida en una señal eléctrica mediante sensores, amplificada y comparada contra un fondo o una señal preconcebida y después interpretada por un microprocesador. Los objetos que reflejan la luz con las características preconcebidas de granos de arroz son considerados como aceptables, el resto se califican como objetables y rechazadas por un elemento, que normalmente es una válvula de aire comprimido. (Super Brix & Applied Milling Systems, Inc, 2014)

h) Elevadores

Los elevadores de cangilones son los más utilizados en esta industria, donde el grano de arroz es transportado por la rotación continua de la faja que lleva los cangilones (como cucharas).

i) Zarandas vibratorias

Las zarandas vibratorias son parte de la limpieza del grano, ya sea en *paddy* o ya en blanco (pulido). En equipos de movimiento oscilatorio, la criba superior se usa para remoción de partículas más anchas que el grano (Ej. Tallos) por lo tanto, se recomiendan agujeros alargados. Las cribas inferiores se encargan de remover materiales menores que el grano en longitud y espesor, por eso, se recomiendan agujeros redondos con separación entre centros definida. (Super Brix & Applied Milling Systems, Inc, 2014)

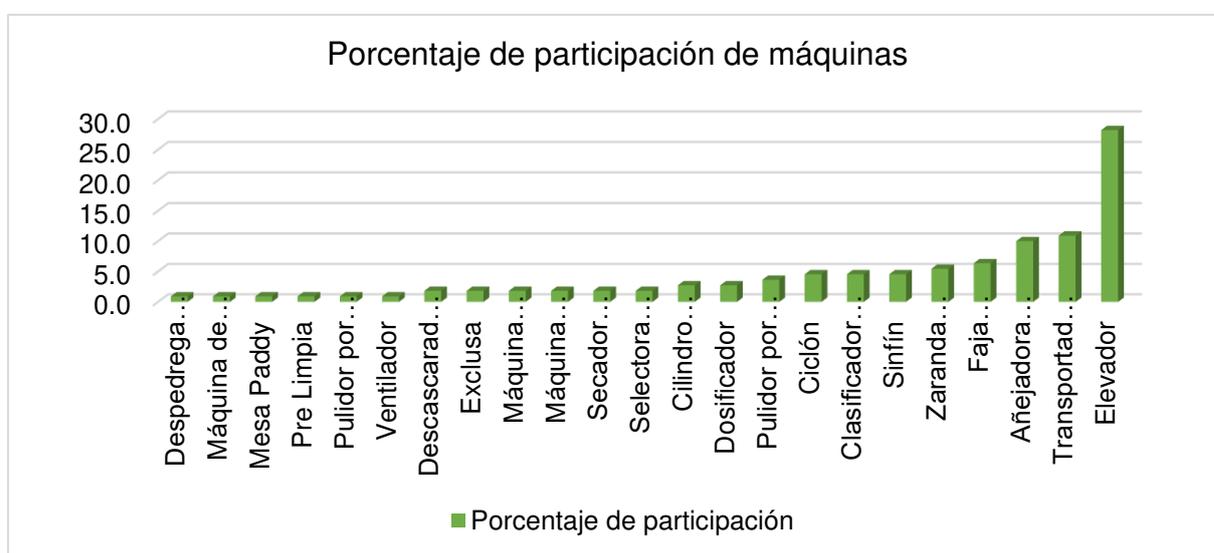


Figura 8: Porcentaje de participación de máquinas

3. Definición de términos básicos

i. 5S

La filosofía 5S cuyo acrónimo corresponde a las iniciales de los cinco pasos de la herramienta (definidos en japonés), es la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto que produce resultados tangibles y cuantificables.

ii. Confiabilidad operacional

Capacidad de la empresa, a través de los procesos, las tecnologías y las personas, para cumplir con su propósito dentro de los límites del diseño y de las condiciones operacionales. (Arata, 2009)

iii. Disponibilidad

La disponibilidad de un equipo está determinada por la fracción de tiempo que el equipo está operando realmente reflejado por las pérdidas por averías y paradas, es decir cuánto realmente opera una máquina de todo el tiempo disponible para su uso.

iv. *Lean Manufacturing*

Es una filosofía de trabajo basada en las personas que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción centrado en identificar y eliminar los desperdicios creando una nueva cultura en la empresa a través de la mejora continua y el trabajo en equipo.

v. Mantenimiento

El mantenimiento es un conjunto de técnicas del campo de la ingeniería destinado a la preservación de equipos e instalaciones de servicio durante el mayor tiempo

posible buscando la máxima disponibilidad y rendimiento, genera gran interés por su amplia repercusión económica.

vi. Mantenimiento correctivo

Tipo de mantenimiento que consiste en la reparación rápida, sencilla y eficaz de la falla en el corto plazo, también del control y puesta en marcha para lo que se requiere una rápida reacción de la reparación.

vii. Mantenimiento predictivo

Tipo de mantenimiento cuya metodología persigue la reducción de los tiempos de preparación de máquina pues detecta los fallos antes de que sucedan.

viii. Mantenimiento preventivo

Tipo de mantenimiento que para su ejecución periódica y programada aplica instrumentos avanzados y básicos del mantenimiento, pues deriva en el conocimiento de las fallas y de su causa raíz, considerando el estado inicial de la planta y sus equipos.

ix. Mantenimiento productivo total (TPM)

Esta herramienta de *lean manufacturing* busca eliminar las averías con la participación y motivación de los empleados conservando los activos de la empresa a través del involucramiento de la pirámide de jerarquía de una empresa.

x. Máquina

Una máquina es un objeto fabricado y compuesto por piezas ajustadas que realizan un trabajo determinado haciendo uso de energía transformándola en movimiento o trabajo. Su funcionamiento permite aprovechar la energía transformada para la consecución de ciertos objetivos.

xi. Molinería de arroz

La molinería o producción de arroz consiste en el descascarado del grano de denominado “arroz cáscara” para convertirlo en arroz blanco (también se puede obtener arroz integral). Este proceso se desarrollará haciendo uso de maquinaria de tipo eléctrica, mecánica, electromecánica y electrónica.

xii. Plan de gestión

Un plan de gestión es una metodología de toma de decisiones y elecciones o cursos de acción para la consecución de ciertos objetivos. Involucra procesos que conducen a la definición y esclarecimiento de metas que luego se traduce en programas y métodos específicos en un documento escrito, discutido y aprobado que describe un problema y oportunidades que presentará una gestión.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

1. Formulación de hipótesis principal

La implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM contribuirá positivamente al aumento de la confiabilidad en las máquinas del área de producción de la empresa Comercial Molinera San Luis SAC, 2018.

2. Variables y definición operacional

Variable Independiente: Plan de gestión de mantenimiento basado en TPM

Variable dependiente: Confiabilidad de las máquinas

3. Definición conceptual

a. Confiabilidad de máquinas

La confiabilidad de un sistema o un equipo es la probabilidad que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función. (Espinoza, 2013)

b. Plan de gestión de mantenimiento basado en TPM.

TPM es una herramienta de *lean manufacturing* busca eliminar las averías con la participación y motivación de los empleados conservando los activos de la empresa a través de la participación de la jerarquía de una empresa. A través de un plan de gestión se organizarán las tareas y procedimientos del mantenimiento preventivo propuesto. Con la implementación de un plan de gestión se agiliza la toma de decisiones y cursos de acción para lograr los objetivos. Se definen los procedimientos y se establecen metas claras traducidas en planes de acción.

Tabla 3: Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	SUB INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO	
DEPENDIENTE: CONFIABILIDAD OPERACIONAL	Confiabilidad de equipos	Frecuencia de fallas por máquina	Nº de máquinas en funcionamiento	Observación	Lista de cotejo	
			Frecuencia de fallas	Observación	Observación por Números aleatorios Análisis estadístico	
		Horas de reparación correctiva (mantenimiento correctivo)	Porcentaje de horas de reparación correctiva	Análisis documentario	Lista de cotejo	
		Índice de rotación de repuestos consumibles	Cantidad de repuestos por máquina	Análisis documentario	Hoja de datos	
	Confiabilidad del proceso	Disponibilidad de herramientas		Porcentaje de disponibilidad de herramientas	Observación	Hoja de datos
				Índice de criticidad de máquinas del área de pilado	Análisis documentario	Hoja de datos
		Criticidad del área de reproceso		Índice de criticidad de máquinas del área de reproceso	Análisis documentario	Hoja de datos

		Criticidad del área de añejamiento artificial	Índice de criticidad de máquinas del área de añejamiento artificial	Análisis documentario	Hoja de datos
		Criticidad del área de embolsado	Índice de criticidad de máquinas del área de embolsado	Análisis documentario	Hoja de datos
INDEPENDIENTE: PLAN DE GESTION DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM	Mejora orientada	Formación de grupos multidisciplinarios	Nº de grupos multidisciplinarios creados	Observación Análisis documentario	Hoja de datos
	Mantenimiento autónomo	Participación de maquinistas de área	Horas de mantenimiento de maquinistas en su área	Análisis documentario	Lista de cotejo
	Promoción de técnicas de operación y mantenimiento	Cantidad de capacitaciones	Horas de capacitación en temas de mantenimiento	Análisis documentario	Hoja de datos
		Competencia Conceptual	Calificación	Pre-Test, Post Test	Guía de observación
	Mantenimiento de la calidad	Productos desaprobados	Valorización de productos desaprobados	Análisis documentario	Lista de cotejo

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

1. Diseño Metodológico

La presente investigación necesita de datos confiables y verificables que nos demuestren la relación intrínseca entre las variables dependiente e independiente, ya que se pretende demostrar que la implementación de un plan de gestión basado en TPM aumentará la confiabilidad de las máquinas de la empresa COMOLSA SAC. Debido a las características del estudio experimental, en donde no poseemos el control absoluto de las situaciones, se utilizará un diseño metodológico cuasi experimental, porque el grupo humano, así como el equipamiento tecnológico operando en el área de producción ya está conformado antes del experimento, por lo que, se pretende tener el mayor control posible. Se tomará un diagnóstico previo de la situación de las máquinas que conforman el grupo a estudiar, por esta razón, se usarán técnicas de observación y análisis documentario para posterior procesamiento estadístico y análisis.

2. Diseño de muestras

Población: Conformado por las máquinas de las áreas que conforman el proceso productivo del arroz en el molino. La cantidad total de máquinas es de ciento diez (110) las cuales son de diversos tipos (de procesamiento, separación, transporte, entre otros). La participación por cantidad es variada siendo la máquina más común el elevador de cangilones (Figura 8).

Tabla 4: Datos sobre población de estudio

Número total de áreas		9
Áreas principales		5
Detalle de áreas principales		Pilado, Embolsado, Añejamiento artificial, Reproceso
Detalle de áreas auxiliares		Pre Limpia, Área de tolvas, Área de compactado, Área de Polvillo, Área de Compresores,
Cantidad de máquinas por áreas		
Área de tolvas	3 máquinas	2.78%
Pre Limpia	10 máquinas	9.26%
Pilado	31 máquinas	26.85%
Embolsado	9 máquinas	8.33%
Área de Añejamiento Artificial	28 máquinas	25.93%
Reproceso	17 máquinas	15.74%
Área de polvillo	5 máquinas	4.63%
Área de compresores	4 máquinas	3.70%
Área de compactado	3 máquinas	2.78%
TOTAL	110 máquinas	100%

Muestra: La muestra de este estudio es representativa y se empleó un método de muestreo no probabilístico intencional (de conveniencia) pues de alguna forma, se realizó un esfuerzo deliberado de obtener muestras representativas al incluir en la muestra un grupo de máquinas típicas y de alto grado de criticidad. Conformada por las máquinas y equipos de mayor criticidad e impacto en el proceso productivo, así como aquellas donde el plan se podría aplicar de forma sistemática. Se realizó un análisis de criticidad que tuvo los siguientes criterios: i) Frecuencia de falla, ii) Daños al personal, iii) Efecto en la población, iv) Impacto ambiental, v) Pérdidas en producción, vi) Consecuencias. A partir de este

análisis, la población se redujo a una muestra de cincuenta y ocho (58) máquinas de las siguientes áreas.

Tabla 5: Muestra de estudio

Área	Cantidad
Pilado:	
Área de tolvas	3
Pre Limpia	10
Pilado	31
Área de polvillo	5
Embolsado:	
Embolsado	09
Total	58

3. Técnicas de recolección de datos

a) Revisión documental

Por este método se analizarán los documentos, normas y manuales existentes en la empresa, para conocer el funcionamiento de las máquinas y sus antecedentes. También se indagará en la documentación referente a registros de producción, planillas, recibos de consumo eléctrico, entre otros para realizar el cálculo de indicadores que así lo requieran.

La lista de cotejo será el instrumento que se empleará para la recolección de información.

Además, la hoja de datos también será utilizada como instrumento pues se tomarán datos necesarios que no se encuentran en los documentos históricos.

b) Observación

Con esta técnica podremos identificar de manera directa y objetiva en el proceso las causas y momentos en que fallan las máquinas de la empresa.

Números aleatorios: La herramienta de números aleatorios se utilizará para realizar observaciones a las máquinas de la planta y así determinar su estado (funcionando o parada). Para realizar este cálculo se hizo uso de algunas fórmulas.

Se calculó primero el tiempo disponible dentro de la jornada

$$\textit{Tiempo disponible} = 510 \textit{ minutos/día}$$

$$\textit{Longitud de recorrido} = 15 \textit{ minutos}$$

$$\textit{Número máximo de observaciones} = \frac{510}{15} \cong 34$$

$$\textit{Porcentaje de utilización} = 30\%$$

$$\textit{Número real de observaciones} = 34 * 0.3 = 10$$

$$\textit{Función de excel para obtener numeros aleatorios}$$

$$= \textit{aleatorio.entre}(1,34)$$

Luego, teniendo en cuenta que la jornada inicia entre 7 am y 7:15 am, el resultado del número aleatorio se multiplicará por la longitud de recorrido

Hora calculada

$$= (\textit{hora de inicio de jornada}) + (\textit{numero aleatorio} * \textit{longitud de recorrido})$$

Esto dará como resultado el número de minutos que hay que sumar a partir de la hora de inicio de la jornada.

c) Pre-Test y post test

Esta técnica se usará para realizar un diagnóstico previo y determinar a través de una calificación el conocimiento en aspectos técnicos sobre el mantenimiento que tienen los trabajadores. Luego de brindar capacitación sobre operación y mantenimiento, se tomará un post test que permitirá diagnosticar si las capacitaciones surtieron efecto y si se lograron los efectos esperados.

a. Guía de observación

Es la observación de los fenómenos que el investigador hace desde dentro de la comunidad; en este tipo de observación el investigador se integra a las diferentes actividades que desarrollan los miembros del grupo observado. [...] La ventaja de este tipo de observación en comparación con la observación ordinaria es que permite obtener más información, ya que el investigador permanece un tiempo mayor dentro de la comunidad y convive con sus miembros. (Rojas Soriano)

Este instrumento se utilizará para determinar el grado de las competencias conceptuales de los trabajadores a través de una calificación en un pre y post test relacionado con promoción de técnicas de operación y mantenimiento.

El instrumento consistió en determinar los niveles de conocimientos de los maquinistas en aspectos básicos de operación y conocimientos técnicos sobre esto, para así, poder realizar capacitaciones y reforzamientos que puedan verse mejorados en una evaluación posterior.

4. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

Los datos fueron recogidos a través de sus respectivos instrumentos, estos fueron de tipo cuantitativo y cualitativo; se procesaron y analizaron según la estadística y sus diferentes escalas de medición.

5. Criterio de validez y confiabilidad

Los instrumentos y métodos utilizados en el presente trabajo de investigación obtienen validez automática por ser formatos de toma de datos sencillos y fueron aplicados con continuidad mejorando así su calidad, además de haber sido revisados y aprobados por el asesor del estudio.

6. Aspectos Éticos

La propuesta de un Plan de Gestión de Mantenimiento en la empresa Comercial Molinera San Luis SAC le permitirá realizar mejoras en el funcionamiento y confiabilidad de sus máquinas lo cual impactará positivamente en su proceso productivo.

El proyecto es respaldado por la gerencia de la empresa quienes se han comprometido en el desarrollo e implementación de la propuesta.

Los datos recopilados serán verídicos y protegidos por la confidencialidad profesional puesto que solo serán usados para el aporte de soluciones en beneficio del proyecto, el mismo que se considera propiedad intelectual del autor.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

1. Diagnóstico e indicadores obtenidos

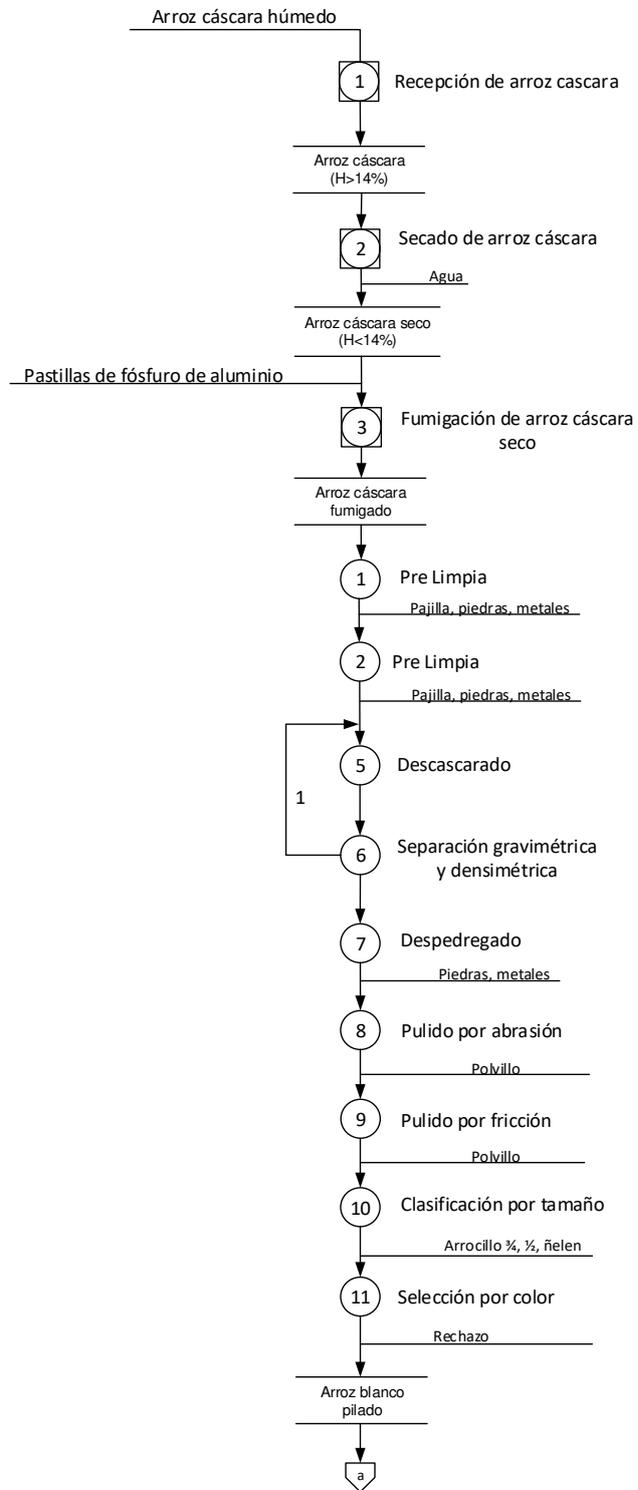
El diagnóstico se inició calculando los porcentajes de funcionamiento y paradas (observaciones realizadas con el formato de observación de funcionamiento de máquinas (Anexo 2)). Se tiene que, en promedio, las máquinas tienen un porcentaje de funcionamiento de 72.72% y el restante, 27.28% de paradas (Tabla 6) ; este dato porcentual es la cuantificación del problema planteado, pues es un porcentaje elevado y poco deseado para la planta. Este porcentaje fue obtenido mediante el diseño del experimento de números aleatorios, en el cual se realizaron observaciones (recorridos de planta) a horas calculadas (con números aleatorios). El proceso de producción de COMOLSA se describe en la Figura 9 y Figura 10. En estas observaciones se verificaba si las máquinas (inventario consolidado en Tabla 6 y Tabla 7) se encontraban en funcionamiento o paradas por alguna falla.

Tabla 6: Resultados de observación de frecuencia de fallas

Área	Porcentaje de observación de estado "Funcionando"	Porcentaje de observación de estado "Parada"
Área de polvillo	78.43	21.57
Área de tolvas	85.50	14.50
Embolsado	69.00	31.00
Pilado	73.53	26.47
Pre limpia	67.04	32.96
Promedio	72.72	27.28

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO

Actividad: Producción de arroz pilado	Parte:	Fecha: 03 de julio de 2017
Departamento: Producción	Operarios (s):	Hoja Nro. 1 de 2
Elaborado por: María Alejandra García Fernández		Metodo: <input checked="" type="checkbox"/> Actual
Tipo: <input type="checkbox"/> Operario <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina		<input type="checkbox"/> Propuesto



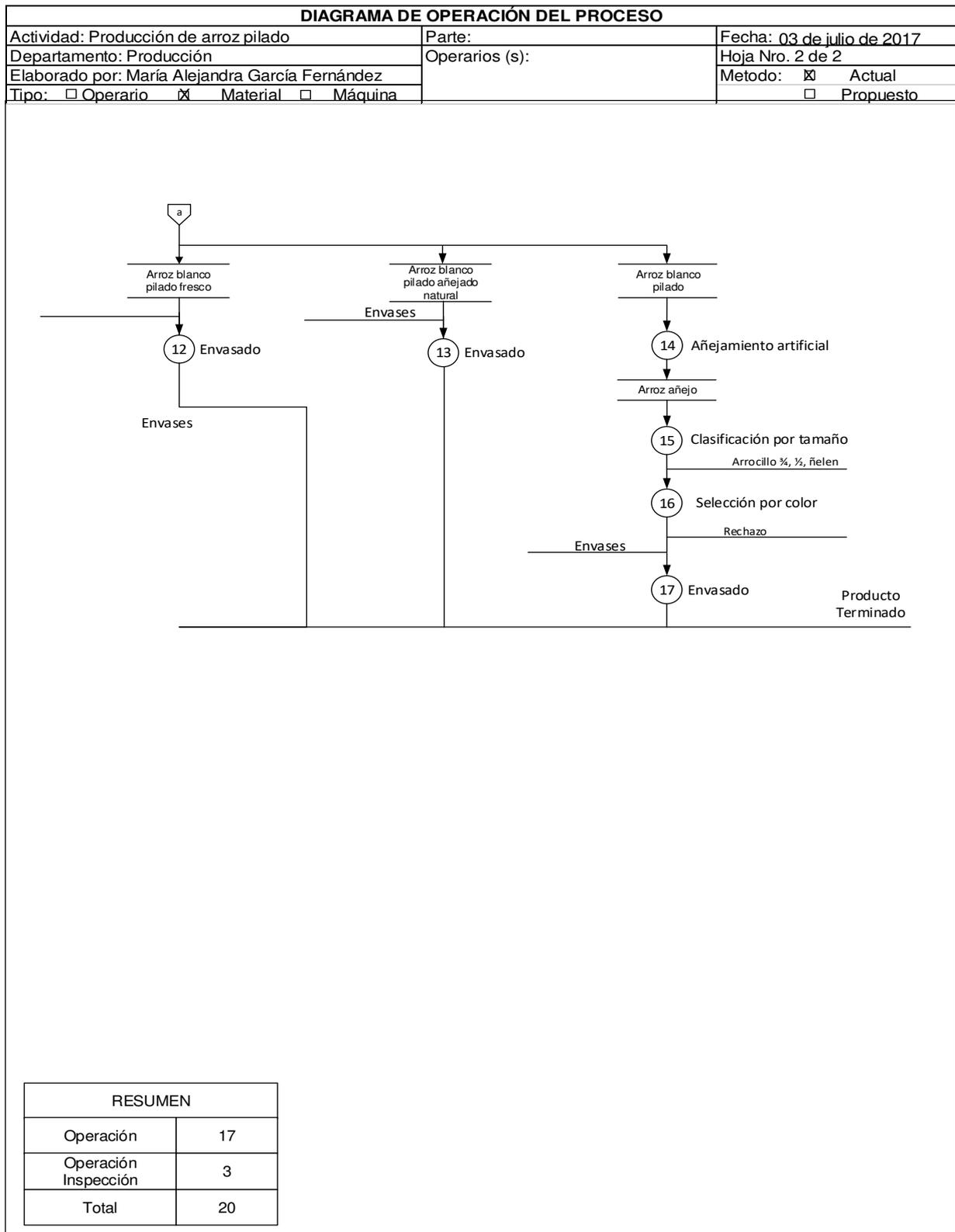


Figura 9: Diagrama de Operación de Proceso de Pilado

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO DE PILADO

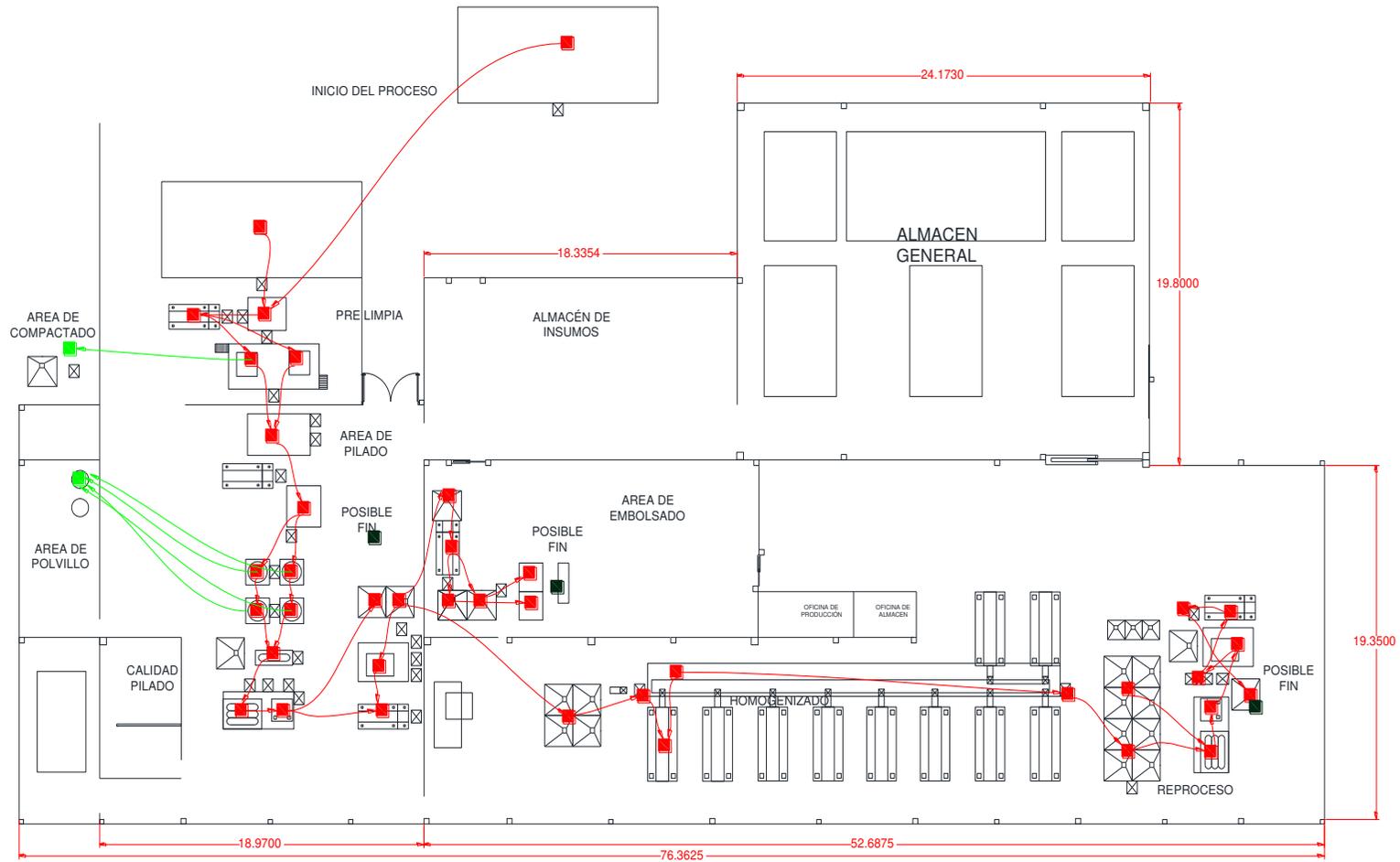


Figura 10: Diagrama de recorrido

Tabla 7: Inventario de máquinas por área

Área	Cantidad de máquinas o equipos
Añejamiento Artificial	28
Área de Compresores	4
Área de polvillo	5
Área de Reproceso	17
Área de tolvas	3
Compactado	3
Embolsado	9
Pilado	31
Pre limpia	10
Total general	110

En la Tabla 7 (Anexo 1) se especifica la cantidad de máquinas por área, de donde se precisa que el 28% de máquinas se concentra en el área de pilado (sus áreas anexas concentran el 20%). Seguido de ello las máquinas se concentran en el área de añejamiento artificial, reproceso y embolsado.

Tabla 8: Inventario de máquinas por tipo

Tipo de máquina	Cantidad	Porcentaje de participación
Añejadora Artificial	11	10.0
Ciclón	5	4.5
Cilindro Clasificador	3	2.7
Clasificador Horizontal	5	4.5
Descascaradora	2	1.8
Despedregadora	1	0.9
Dosificador	3	2.7
Elevador	31	28.2
Exclusa	2	1.8
Faja transportadora	7	6.4
Máquina Compresora	2	1.8
Máquina de Compactado	1	0.9
Máquina Embolsadora	2	1.8
Mesa Paddy	1	0.9
Pre Limpia	1	0.9
Pulidor por abrasión	4	3.6
Pulidor por fricción	1	0.9
Secador acoplado	2	1.8
Selectora por color	2	1.8

Transportador vibratorio	12	10.9
Ventilador	1	0.9
Zaranda vibratoria	6	5.5
Total	110	100

De la Tabla 7 y Tabla 8, se obtiene la cantidad de máquinas existentes en la planta de procesamiento de arroz o molino, así como su clasificación por tipo de máquina siendo la más recurrente los elevadores de cangilones (28.2%). Cabe resaltar que, si bien hay máquinas con bajo porcentaje de participación, son máquinas más complejas y de trabajo crítico dentro del proceso, estas máquinas críticas representan el 25.45% del total.

Como se ve en la Tabla 9, con ayuda del análisis documentario de planillas se obtuvo el porcentaje de mantenimiento general o correctivo realizado desde enero del 2015 hasta julio 2017. Teniendo que, el 78% de las horas hombre empleadas en catorce meses fueron destinados a mantenimiento correctivos y el restante, 22% fue de mantenimiento preventivo ejecutado por técnicos que desarrollaban sus prácticas en la planta.

Tabla 9: Horas de Mantenimiento correctivo y preventivo

HORAS HOMBRE DE MANTENIMIENTO												
Suma de Horas	Ene-15	Feb-15	Mar-15	Abr-15	May-15	Jun-15	Jul-15	Ago-15	sep-15	Oct-15	Nov-15	Dic-15
M. CORRECTIVO	576	692	662.5	388	460.5	336	221	501	532	578.5	144.5	94.5
M. PREVENTIVO	0	0	0	224	56	112	0	290	728	336	12	0
Total general	576	692	662.5	612	516.5	448	221	791	1260	914.5	156.5	94.5

HORAS HOMBRE DE MANTENIMIENTO												
Suma de Horas	Ene-16	Feb-16	Mar-16	Abr-16	May-16	Jun-16	Jul-16	Ago-16	sep-16	Oct-16	Nov-16	Dic-16
M. CORRECTIVO	298	56	513	488	421	462	482.5	1035.5	484.5	702	464.5	644.8
M. PREVENTIVO	280	144	296	130.5	105	185	163	176.5	116	132	85.5	89.9
Total general	578	200	809	618.5	526	647	645.5	1212	600.5	834	550	734.7

HORAS HOMBRE DE MANTENIMIENTO									
Suma de Horas	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	Total general	
M. CORRECTIVO	427.1	421.7	625.5	573.7	653.3	672.1	425.7	15037.4	
M. PREVENTIVO	123.2	98.4	49.5	0.0	104.2	83.4	82.5	4202.6	
Total general	550.3	520.1	675.0	573.7	757.5	755.5	508.2	19240.0	

Sobre la criticidad:

Tabla 10: Resultados de análisis de criticidad

Área	Criticidad (acumulado)
Añejamiento artificial:	
Añejamiento Artificial	875
Pilado:	
Área de Compresores	112
Área de polvillo	140
Área de tolvas	88
Pilado	1120
Pre limpia	335
Compactado	90
Reproceso:	
Área de Reproceso	495
Embolsado:	
Embolsado	260
Total	3515

También, se efectuó el análisis de criticidad (Tabla 10) por áreas, de donde se tienen que las más críticas y por donde se debe empezar la Gestión de Mantenimiento con prioridad son las áreas de Pilado, Añejamiento Artificial y Reproceso, además se debe tener en consideración que el área de Añejamiento Artificial está diseñada para funcionar de forma intermitente por el proceso que aquí se lleva a cabo y en este caso se desestimará como área prioritaria para realizar Gestión de Mantenimiento. El área de Reproceso cuenta con máquinas similares a las del Pilado, entonces, lo que sea aplicado podría ser replicado fácilmente con posterioridad. Finalmente, se toma como áreas prioritarias al área de Pilado (áreas anexas: área de Prelimpia, área de Tolvas, área de Polvillo) y embolsado por los niveles de criticidad alcanzados y por lograr la mayor cobertura de los tipos de máquinas encontrados en la empresa.

Posteriormente, se realizó el cálculo de un indicador propio de la confiabilidad, el Tiempo Medio entre Fallas (TMEF).

$$TF(N) = \frac{N^{\circ} Fallas}{Tiempo\ de\ op.} = \frac{6110}{Tiempo\ total - Tiempo\ sin\ operar} = \frac{6110.5}{244342.9\ min}$$

$$= 0.03$$

$$TMEF = \frac{1}{TF(N)} = \frac{1}{0.03} = 49.99\ min$$

Las fórmulas antes desarrolladas representan el cálculo del tiempo medio entre fallas que es interpretado como el tiempo entre una falla y otra. El número de fallas observadas mediante el experimento de números aleatorios fue de 6110 veces. El tiempo de operación fue de 244342.9 min lo cual permite calcular el tiempo medio entre fallas. Este dato, de forma genérica, es resultado de momentos críticos en que la planta paró constantemente. Es necesario recalcar que cuando una de las máquinas se detiene el resto de la planta también lo hace.

Tabla 11: Tiempo medio entre fallas

Área	Promedio de TMEF
Área de polvillo	54.5
Área de tolvas	88.4
Embolsado	35.9
Pilado	38.9
Pre limpia	35.5
Total	42.0

El tiempo medio entre fallas, cuanto mayor sea, implica que debe pasar más tiempo para la ocurrencia de una falla, que a nivel de indicar, es uno de los objetivos a lograr. En la Tabla 11 se evidencia los tiempos medios entre falla por áreas durante el periodo de observación.

Tabla 12: O.E.E

	2015	2016	enero 2017 - junio 2017
Tiempo disponible	6,178.00	6,208.00	3,060.00
Tiempo productivo	5,009.00	5,189.00	2,512.00
Disponibilidad	0.81	0.84	0.82
Capacidad productiva	45,134,400.00	50,905,600.00	24,993,600.00
Producción real	33,972,265.00	40,691,204.00	20,516,609.00
Rendimiento	0.75	0.80	0.82
Producción real	21,301,854.00	23,111,901.00	11,562,456.00
Piezas buenas	21,137,398.53	23,003,127.28	11,452,118.00
Calidad	0.99	1.00	0.99
OEE	0.61	0.66	0.67

En la Tabla 12, se resume el cálculo del OEE (Eficiencia Global de Equipos Productivos) donde se hace uso de tres indicadores individuales: disponibilidad de máquinas para funcionar, rendimiento de producción y producción real versus piezas buenas (aprobadas). Se observa que el porcentaje de productos no conformes es reducido, entonces el indicador de calidad, para el cálculo de O.E.E. resulta bastante elevado. Por último, la eficiencia global de los equipos da como resultado en promedio 0.65, indicar que mediante la implementación aquí sugerida se buscará acercarse a la unidad.

Tabla 13: Análisis de paradas no programadas

	2015	2016	enero 2017 - julio 2017
1. PRODUCCIÓN REAL (KG - ARROZ CASCARA)	33,972,265.0	40,691,204.0	23,937,849.0
2. PRODUCCIÓN PROYECTADA (KG CASCARA)	45,134,400.0	50,905,600.0	29,428,800.0
3. HORAS/MES IDEAL	8,760.0	8,784.0	5,112.0
4. HORAS/MES PROYECTADO	6,178.0	6,208.0	3,588.0
5. HORAS DE PARADA PROGRAMADA	864.0	864.0	504.0
6. HORAS/MES REAL	5,009.0	5,189.0	13,118.0
7. PROMEDIO FLUJO POR HORA (KG/HORA)	7,304.1	8,200.0	8,201.9
8. USO DE LA CAPACIDAD	75.1	80.0	81.2
9. PARADAS NO PROGRAMADAS (HORAS)	1,536.0	1,245.7	671.5
10. PARADAS NO PROGRAMADAS (DIAS)	64.0	51.9	28.0
11. PRODUCCION NO REALIZADA (KILOS)	467,473.8	425,599.8	229,496.5
12. VALORIZACIÓN AL PRECIO MÁS BAJO	S/ 841,452.77	S/ 766,079.70	S/413,093.64
13. VALORIZACIÓN DE PRODUCTOS DESAPROBADOS	S/296,019.85	S/131,090.40	S/198,608.40

A través de la Tabla 13 se tiene que, en los últimos treinta y uno meses (enero 2015 – julio 2017), se han tenido 143 días de paradas no programadas; considerando los diferentes flujos de carga de la planta de pilado que se traducen en 1080543.7 Kg de arroz cáscara (materia prima) y que transformado en producto terminado (teniendo en cuenta, rendimientos y porcentajes de participación de productos y marcas) equivale a S/ 2'020,626.10

Tabla 14: Lista de Cotejo (Pilado)

LISTA DE COTEJO - OBSERVACIÓN						
COMOLSA						
N°	Área Elemento	Existencia		Área de Pilado Condición		
		Si	No	Bueno	Regular	Malo
1	Espacio para herramientas		X			
2	Espacio para realizar mantenimiento		X			
3	Máquinas se encuentran delimitadas		X			
4	Pizarra con programación de producción		X			
5	Pizarra con programación de mantenimiento		X			
6	Área para implementos de limpieza		X			
7	Espacio para labores administrativas del maquinista	X				X
8	Señalización de camino peatonal	X			X	
9	Plano de máquinas visible al público		X			
10	Señaléticas de seguridad	X			X	
11	Área para descarga de montacargas		X			
12	Equipo para trabajos en altura	X			X	
13	Señalética de EPP para el área	X		X		
14	Anclaje de máquinas	X			X	
15	Guardas de máquinas					
	Mesa Paddy N° 1		X			
	Máquina Despedregadora		X			
	Pulidores cónicos	X		X		
	Pulidor de Presión de agua		X			
	Cilindros Clasificadores		X			
	Mesa Plansichter		X			
	Máquina Selectora por color	X		X		
	Zaranda vibratoria (de integral)		X			
	Zaranda vibratoria (Selector por color)		X			
	Zaranda vibratoria de arroz blanco		X			
	Sinfín de polvillo		X			

Tabla 15: Lista de cotejo (Pre Limpia)

LISTA DE COTEJO - OBSERVACIÓN						
COMOLSA						
N°	Área Elemento	Existencia		Área de tolvas y Pre Limpia Condición		
		Si	No	Bueno	Regular	Malo
1	Espacio para herramientas		X			
2	Espacio para realizar mantenimiento		X			
3	Máquinas se encuentran delimitadas		X			
4	Pizarra con programación de producción		X			
5	Pizarra con programación de mantenimiento		X			
6	Área para implementos de limpieza		X			
7	Espacio para labores administrativas del maquinista		X			
8	Señalización de camino peatonal		X			
9	Plano de máquinas visible al público		X			
10	Señaléticas de seguridad		X			
11	Área para descarga de montacargas		X			
12	Equipo para trabajos en altura	X				X
13	Señalética de EPP para el área	X		X		
14	Anclaje de máquinas	X		X		
15	Guardas de máquinas					
	Máquina Pre limpia		X			
	Descascaradora Nueva (1)		X			
	Descascaradora Antigua (2)		X			
	Sinfín: arroz integral		X			
	Ciclón para polvo y vano		X			

Tabla 16: Lista de cotejo (Embolsado)

LISTA DE COTEJO - OBSERVACIÓN						
COMOLSA						
N°	Área Elemento	Existencia		Embolsado Condición		
		Si	No	Bueno	Regular	Malo
1	Espacio para herramientas		X			
2	Espacio para realizar mantenimiento		X			
3	Máquinas se encuentran delimitadas	X				X
4	Pizarra con programación de producción		X			
5	Pizarra con programación de mantenimiento		X			
6	Área para implementos de limpieza	X			X	
7	Espacio para labores administrativas del maquinista	X			X	
8	Señalización de camino peatonal		X			
9	Plano de máquinas visible al público		X			
10	Señaléticas de seguridad	X			X	
11	Área para descarga de montacargas	X				
12	Equipo para trabajos en altura	X			X	
13	Señalética de EPP para el área	X				
14	Anclaje de máquinas	X				
15	Guardas de máquinas:					
	Zaranda de Embolsado		X			
	Sinfín 4		X			
	Sinfín 5		X			

Tabla 17: Lista de cotejo (análisis documentario)

LISTA DE COTEJO - ANÁLISIS DOCUMENTARIO						
COMOLSA						
N°	Proceso Elemento	Existencia		Mantenimiento		
		Si	No	Bueno	Condición Regular	Malo
1	Cuaderno de incidencias		X			
2	Programación de mantenimiento		X			
3	Inventario de máquinas		X			
4	Plano de máquinas		X			
5	Registro de fallas		X			
6	Manuales de mantenimiento		X			
7	Hoja de vida de máquinas		X			
8	Fichas técnicas		X			
9	Diagramas de componentes de máquinas		X			
10	Procedimiento de mantenimiento correctivo		X			
11	Procedimiento en caso de corte eléctrico		X			
12	Formato de Mantenimiento preventivo por área		X			
13	Formato de Registro de Mantenimiento correctivo	X				X
14	Revisión de fallas post corte eléctrico		X			
15	Formato de conciliación de piezas		X			
16	Registro de ingreso de herramientas de personal externo		X			
17	Inventario de herramientas		X			
18	Cargo de entrega de herramientas		X			

Además, se aplicaron los formatos de Lista de cotejo (Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17) para determinar cuáles son las documentaciones con las que cuenta la empresa, así como otras condiciones de las dos principales áreas críticas (Pilado y Embolsado). De estos cotejos se tienen que las tres áreas no están acondicionadas para recibir personal de mantenimiento en ejercicio de sus

funciones, pues no hay espacios para herramientas ni señalizaciones de áreas adecuadas para realizar estas labores. De igual manera, no hay un plano visible de las máquinas y estas en algunos casos no cuentan con guardas de seguridad. Existen diversos documentos para registro con los que no se cuenta y que se sugiere implementar como:

1) Formato de incidencias por área; 2) Programación de mantenimiento (visibilidad); 3) Plano de máquinas para cada área; 4) Registro de mantenimiento correctivo y conciliación de piezas; 5) Hoja de vida de máquinas; 6) Revisión de fallas post porte eléctrico; 7) Registro de ingreso de herramientas de personal externo; 8) Cargo de entrega de herramientas a personal.

Se realizó un inventario de herramientas en el área de Mantenimiento y las existencias fueron encontradas en desorden y en las cantidades antes detalladas. Así mismo, no se tiene un control de estas herramientas y son usadas en general por quien las necesite.

A continuación, en la Tabla 18 se presenta de forma resumida los indicadores del diagnóstico expuestos en este capítulo y su interpretación.

Tabla 18: Desarrollo de operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	SUB INDICADOR	RESULTADO E INTERPRETACIÓN		
DEPENDIENTE: CONFIABILIDAD OPERACIONAL	Confiabilidad de equipos	Nº de máquinas en funcionamiento	110 máquinas en funcionamiento	Se realizó el inventario de máquinas para reconocer el universo a estudiar y la posterior muestra a obtener.	
		Frecuencia de fallas	% Funcionando	72.72%	El 72% del tiempo empleado en realizar observaciones (calculadas con números aleatorios) se encontraban funcionando, el resto del tiempo se encontraron en parada. El tiempo entre ocurrencia de fallas es de 42 min.
			% Paradas	27.28%	
			TMEF	42 min	
	Confiabilidad del proceso	Porcentaje de horas de reparación correctiva	Mtto. Correctivo	78.2%	El tiempo de los colaboradores de mantenimiento (Horas hombre) es empleado en su mayoría para mantenimientos correctivos. Los mantenimientos preventivos los suelen realizar los practicantes del área.
			Mtto. Preventivo	21.80%	
		Índice de criticidad de máquinas del área de pilado		1817.5	La criticidad fue calculada en base a la frecuencia y consecuencia de las fallas por área.
			Índice de criticidad de máquinas del área de reproceso	517.5	

		Índice de criticidad de máquinas del área de añejamiento artificial		897.5	
		Índice de criticidad de máquinas del área de embolsado		282.5	
INDEPENDIENTE: TPM	Mantenimiento de la calidad	Valorización de productos desaprobados	2015	S/296,019.85	Se valorizaron los productos desaprobados por fallas de las máquinas. Se considera además la valorización de la producción no realizada por paradas.
			2016	S/131,090.40	
			enero 2017 - julio 2017:	S/198,608.40	

2. Implementación del plan

Se propuso e implementó un plan de gestión de mantenimiento basado en la teoría de TPM y enfocada en mejorar la confiabilidad en las máquinas de la empresa. Las áreas críticas y de implementación prioritaria fueron el área de Pilado (con sus respectivas áreas anexas: A. de Tolvas, Prelimpia y A. de Polvillo) y Embolsado. Los resultados aquí presentados corresponden a esas áreas.

Como se ve en la Tabla 2, la metodología del TPM propone una secuencia a seguir y se centra en los pilares específicos del TPM. Las primeras acciones por tomar respecto al plan de gestión, luego de realizar un diagnóstico inicial es la decisión de implementar el programa y realizar el Plan Maestro de TPM, seguido de las capacitaciones necesarias hasta lograr el mantenimiento autónomo (objetivo final del método) y el aumento de la confiabilidad traducido en la mejora de los indicadores antes calculados.

En general, el plan de gestión está enfocado en involucrar al personal que opera las máquinas ya que ellos tienen constante contacto y conocimiento del funcionamiento de estas y es este *knowhow* el que se tiene que consolidar y sistematizar mediante procedimientos que anticipen las fallas. Diversos datos e información de las máquinas aún no se conocían, y ahora, al haber realizado los diagramas de componentes de las máquinas críticas se tiene una mejor idea de los repuestos a tener en stock, al igual que las fallas más comunes a tratar, permitiendo así que, se propongan planes de mantenimiento preventivo más eficaces y correctamente direccionados. Adicional a esta lista de repuesto y la tipificación de fallas, existen otros tipos de documentos que se pusieron en marcha

y a los cuales se les tuvo que dar seguimiento, estos son necesarios para mejorar el control, registro y mejora continua del plan.

El mantenimiento correctivo no es algo ajeno a la problemática, así que también se propone establecer un procedimiento de este proceso que finalice en un registro de las actividades de mantenimiento.

Se espera que, con esta propuesta, tal como sugiere Tuarez (2013) se tenga a los colaboradores involucrados y se mejore sus habilidades técnicas para aumentar el tiempo medio entre fallas, reducir el porcentaje de paradas y los días de paradas no programadas, entre otros.

Se realizaron 10 reuniones aproximadamente (formales e informales) con el personal encargado del mantenimiento, así como los operadores de la maquinaria (en adelante maquinistas) donde se trataron los siguientes temas:

1. Comunicación del proyecto y su implementación
2. Toma de diagnóstico de competencias en mantenimiento
3. Capacitaciones, resultado del diagnóstico de competencias (04 al cierre de este informe)
4. Creación y constitución de equipos multidisciplinarios para mantenimientos preventivos y correctivos
5. Capacitación y socialización de llenado de nuevos registros e información recopilada sobre máquinas (diagramas de componentes, hojas de vida, etc.)
6. Socialización de frecuencias de mantenimiento y cronograma
7. Toma de inventario de herramientas y comunicación de hallazgos (socialización de llenado de formato de préstamo de herramientas)
8. Reuniones varias sobre aplicación de 5S en taller de mantenimiento

Al inicio, la comunicación de la idea propuesta y la metodología de implementación atrajo el entusiasmo de los involucrados sin embargo fue una ardua labor mantenerlo, sobre todo por la resistencia al cambio que todo lo propuesto representaba pues se percibía como una sobrecarga de trabajo.

Los resultados que se desarrollan en este capítulo se encuentran debidamente anexados al documento y se presentan registros logrados en la implementación de esta propuesta.. (Anexo 21)



Figura 11: Comunicación del proyecto TPM

Sobre el mantenimiento correctivo

Si bien la propuesta de esta investigación está enfocada a la prevención de fallas mediante el Mantenimiento Preventivo, se logró estandarizar los procesos del Mantenimiento Correctivo con la finalidad de establecer un plan de acción predeterminado en caso de su ocurrencia. Se presenta a continuación los diagramas de estandarización de procesos de mantenimiento correctivo general y en caso de falla eléctrica los cuales fueron socializados con los involucrados en mantenimiento (

Anexo 3). En ambos casos se sugiere realizar al final el registro de la actividad en formatos: Registro de Mantenimiento, Registro de conciliación de fallas y Registro de inspección post corte eléctrico. En ambos procedimientos el seguimiento y cumplimiento del flujograma se dio paulatinamente descubriendo en el proceso que los maquinistas de áreas tenían mayor capacidad de resolver fallas de baja y mediana gravedad cuando se les empoderaba para realizar estas tareas.

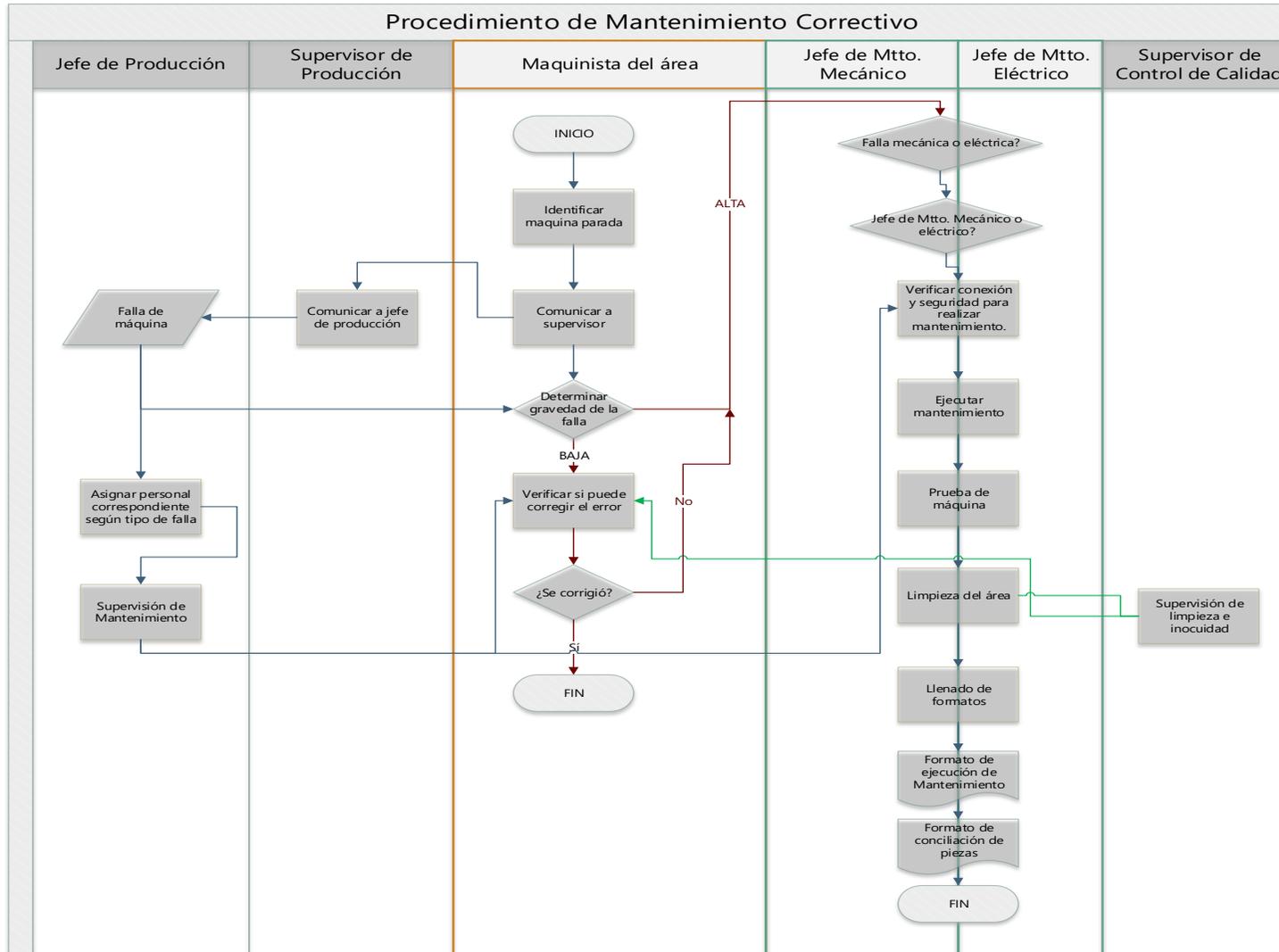


Figura 12: Procedimiento de Mantenimiento Correctivo

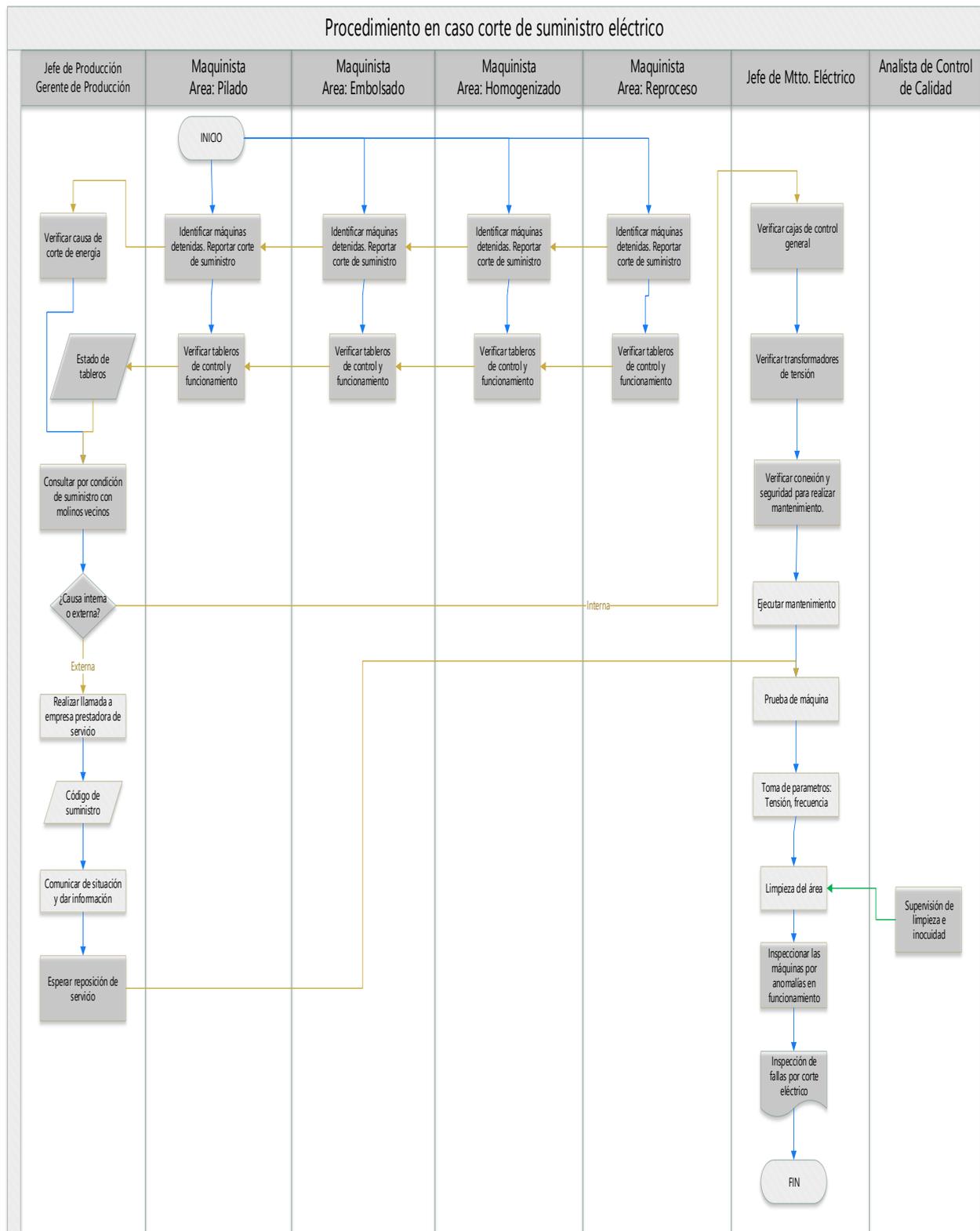


Figura 13: Procedimiento en caso de corte eléctrico

1. Sobre los pilares del TPM

a) Programación del mantenimiento autónomo

Se realizó la tipificación de fallas (Tabla 20) por máquina con ayuda de los jefes de mantenimiento para a partir de ello planificar las tareas de mantenimiento.

Se organizaron las tareas como parte del mantenimiento autónomo y preventivo, así como las frecuencias correspondientes por máquina. A continuación, se muestra la lista de máquinas que deberán recibir mantenimiento de forma semanal, quincenal y mensual. Posteriormente, se detallan las actividades a realizar por cada máquina según la frecuencia establecida. Con la ayuda de ambas listas se programará las tareas a realizar en fechas asignadas específicas. Al inicio el cumplimiento de estas programaciones fue bajo pues había cierta resistencia al cambio. Con el paso de las semanas se fue programando de mejor forma las paradas de maquinarias e inspecciones que permitieron lograr un de 67% de la programación.



Figura 14: Reunión de comunicación de frecuencias de mantenimiento

Tabla 20: Tipificación de fallas

TIPIFICACIÓN DE FALLAS		
MÁQUINA	FALLA O PROBLEMA	TIPO DE ACTIVIDAD
CICLÓN	Cuerpo de ciclón roto	Mantenimiento/Cambio
	Suciedad	Limpieza
EXCLUSA	Chumaceras necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Rotura de rodajes	Mantenimiento/Cambio
	Suciedad	Limpieza
	Rotura de paletas	Mantenimiento/Cambio
VENTILADOR	Bajo nivel de aceite en moto reductor	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Rotura de fajas	Mantenimiento/Cambio
	Vibración de rodamientos	Mantenimiento/Ajuste o Corrección
	Desbalance de turbina	Corrección
	Suciedad	Limpieza
	Acumulación de suciedad de botas	
	Acumulación de suciedad de cabezal	Limpieza
	Acumulación de suciedad de caídas	
ELEVADOR	Acumulación de suciedad en el pozo	
	Rotura de faja porta cangilones	Mantenimiento/Cambio
	Rodamientos necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Rotura de cangilones	Mantenimiento/Cambio
	Chumaceras necesitan engrase	
	Cadena necesita lubricación	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Catalina necesita lubricación	
	Piñón necesita lubricación	
	Falla del sistema de transmisión	Mantenimiento/Ajuste o Corrección
	Desajuste de prisioneros de chumaceras	Mantenimiento/Ajuste o Corrección
FAJA TRANSPORTADORA	Rotura de lona	Mantenimiento/Cambio
	Rotura en empalme	Mantenimiento/Cambio
SINFÍN	Rodamientos necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Falla del sistema de transmisión	Mantenimiento/Ajuste o Corrección
	Suciedad en tornillo	Limpieza
	Puente colgante necesita engrase	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Rotura de faja	Mantenimiento/Cambio
	Chumaceras necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Rodamientos necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Discos necesitan limpieza	Limpieza
Desbalance del tornillo	Mantenimiento/Ajuste o Corrección	
	Falla del sistema de transmisión	Mantenimiento/Ajuste o Corrección

	Cadena necesita lubricación	Mantenimiento/Lubricación
	Catalina necesita lubricación	o Engrase
	Piñón necesita lubricación	
	Rodamientos necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación
		o Engrase
	Desgaste de mallas	Mantenimiento/Cambio
ZARANDA	Desgaste de esféricas de goma	Mantenimiento/Cambio
	Desbalance de excéntricas	Mantenimiento/Ajuste o
		Corrección
	Excéntricas necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación
		o Engrase
	Rotura de faja	Mantenimiento/Cambio
	Suciedad	Limpieza
	Falla del sistema de transmisión	Mantenimiento/Ajuste o
	Desajuste de pernos de anclaje	Corrección
	Rotura de templadores	
	Desgaste de mallas	Mantenimiento/Cambio
	Desajuste de pernos de sujeción	Mantenimiento/Ajuste o
	Falla del sistema de transmisión	Corrección
PRE LIMPIA	Suciedad	Limpieza
	Rodajes necesitan lubricación	
	Rodamientos necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación
	Excéntricas necesitan engrase	o Engrase
	Rotura de fajas	
	Brazo móvil necesita engrase	Mantenimiento/Cambio
DESCASCARADORA		Mantenimiento/Lubricación
	Desgaste de planchas	o Engrase
	Rodamientos necesitan engrase	Mantenimiento/Cambio
	Chumaceras necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación
	Desajuste de pernos portar rodillo	o Engrase
	Baja velocidad del brazo móvil	Mantenimiento/Ajuste o
	Suciedad	Corrección
	Desgaste en chapa perforada	Limpieza
	Chumaceras necesitan engrase	Mantenimiento/Cambio
		Mantenimiento/Lubricación
	Rotura de fajas	o Engrase
	Suciedad	Mantenimiento/Cambio
MESA PADDY		Limpieza
	Falla del sistema de transmisión	Mantenimiento/Ajuste o
		Corrección
	Excéntricas necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación
	Rodamientos necesitan engrase	o Engrase
	Falla en volantes	
	Falla de sensores capacitivos	Mantenimiento/Ajuste o
	Falla del motor	Corrección
	Falla del motor	
	Falla del vibrador	Mantenimiento/Ajuste o
DESPEDREGADORA		Corrección
	Desgaste de rodamientos	Mantenimiento/Cambio
	Suciedad	Limpieza
	Rotura de malla	Mantenimiento/Cambio

	Falla del sistema de transmisión	Mantenimiento/Ajuste o Corrección
PULIDOR CÓNICO	Porta rodajes necesita lubricación	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Rotura de fajas	Mantenimiento/Cambio
	Suciedad	Limpieza
	Rotura de fajas	Mantenimiento/Cambio
	Falla de electroválvula	Mantenimiento/Ajuste o Corrección
PULIDOR DE AGUA	Suciedad	Limpieza
	Falla del sistema de transmisión	Mantenimiento/Ajuste o Corrección
	Rotura del atomizador	
	Rotura de manguera	Mantenimiento/Cambio
	Bocinas necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
CILINDRO CLASIFICADOR	Obstrucción de alveolos	Limpieza
	Desgaste de paletas	
	Rotura de fajas	Mantenimiento/Cambio
	suciedad	Limpieza
	Rotura de faja plana	Mantenimiento/Cambio
	Desgaste de mallas	Mantenimiento/Cambio
	Fuga de productos	Mantenimiento/Ajuste o Corrección
MESA PLANSICHTER	Excéntricas necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Rotura de fajas	
	Rotura de jebes de hermetización	Mantenimiento/Cambio
	Suciedad	Limpieza
SELECTORA POR COLOR	Falla de filtros de aire	Mantenimiento/Ajuste o Corrección
	Falla de filtros de aceite	
	Falla de eyectores	Mantenimiento/Cambio
	Desconfiguración de tarjetas electrónicas	Mantenimiento/Ajuste o Corrección
	Rotura de guías	
EMBOLSADORA	Falla de sellado vertical	Mantenimiento/Cambio
	Falla de sellado horizontal	
	Rodamientos necesitan engrase	Mantenimiento/Lubricación o Engrase
	Reductores necesitan lubricación	

Tabla 21: Máquinas que requieren mantenimiento mensual

MENSUAL	
Área de polvillo	Elevador N° 13: Elevador Mesa Plansichter - Cilindros clasificadores (arroz superior)
Sinfín N° 2: Sinfín de polvillo	Elevador N° 14: Elevador Mesa Plansichter - Zaranda de arroz blanco (arroz extra)
Exclusa N° 1: Exclusa de polvillo	Elevador N° 15: Elevador Zaranda de arroz blanco - Selectora por color
Exclusa N° 2: Exclusa de polvillo	Elevador N° 16: Elevador de salida de Selectora: Producto Terminado + Rechazo
Área de tolvas	Elevador N° 17: Elevador de salida de Selectora: Primer retorno
Elevador N° 1: Elevador de Tolva de arroz cáscara N° 01	Elevador N° 18: Elevador de salida de Selectora: Producto Terminado
Elevador N° 2: Elevador de Tolva de arroz cáscara N° 02	Elevador N° 19: Elevador de salida de Selectora: Rechazo
Faja transportadora N° 1: Faja en tolva de arroz cáscara N° 01	Elevador N° 20: Elevador de arrocillo 3/4
Embolsado	Elevador N° 21: Elevador de ñelén
Elevador N° 22: Elevador Zaranda vibratoria N° 4 - tolvas de almacenamiento (N° 1 y N° 2)	Máquina Despedregadora
Elevador N° 23: Elevador Tolva de almacenamiento N° 3 - Máquina Embolsadora N° 1	Mesa Paddy: Super Brix
Faja transportadora N° 2: Para máquina Embolsadora N° 1	Pulidor por abrasión N° 1: Pulidor cónico
Faja transportadora N° 3: Para máquina Embolsadora N° 2	Pulidor por abrasión N° 2: Pulidor cónico
Máquina Embolsadora N° 1: Presentación de 5 Kg	Pulidor por abrasión N° 3: Pulidor cónico
Máquina Embolsadora N° 2: Presentación de 0.750 Kg y 1 Kg	Pulidor por abrasión N° 4: Pulidor cónico
Sinfín N° 3: Zaranda vibratoria N° 4 - Elevador N° 23	Pulidor por fricción: Pulidor de agua Buhler
Sinfín N° 4: Elevador N° 22 - tolva de almacenamiento N° 3	Selectora por color N° 1: Buhler Sortex

Zaranda vibratoria N° 4: Zaranda de salida de Selectora

Zaranda vibratoria N° 5: Zaranda de embolsado

Pilado

Cilindros Clasificadores Suzuki Triuer

Elevador N° 5: Elevador Sinfín integral - Mesa Paddy

Elevador N° 6: Elevador de retorno de Mesa Paddy

Elevador N° 7: Elevador Mesa Paddy - Despedregadora

Elevador N° 8: Elevador Despedregadora - Zaranda de granos inmaduros

Elevador N° 9: Elevador Zaranda de granos inmaduros - Tolva de pulidores

Elevador N° 10: Elevador Pulidor N° 1 y N° 2 - Pulidor N° 3 y N° 4

Elevador N° 11: Elevador Pulidor N° 3 y N° 4 - Pulidor de agua

Elevador N° 12: Elevador Pulidor de agua - Mesa Plansichter

Zaranda vibratoria N° 2: Zaranda de grano inmaduro

Zaranda vibratoria N° 3: Zaranda de arroz blanco

Zaranda vibratoria N° 4: Zaranda de salida de Selectora

Pre limpia

Descascaradora Antigua SBR-SD25 (2)

Descascaradora Nueva SBR-SD25 (1)

Elevador N° 3: Elevador Pre limpia - Zaranda Palotera

Elevador N° 4: Elevador Zaranda Palotera -Descascaradoras

Pre Limpia: Kepler Weber

Ventilador N° 1: Ventilador de pajilla

Tabla 22: Máquinas que requieren mantenimiento quincenal

QUINCENAL	
<p>A. Compresores</p> <p>Compresor SULLAIR LS-100 40 HP Compresor SULLAIR ST-1500 25 HP Secador acoplado N° 01 Secador acoplado N° 02</p> <p>Embolsado</p> <p>Máquina Embolsadora N° 1: Presentación de 5 Kg Máquina Embolsadora N° 2: Presentación de 0.750 Kg y 1 Kg Sinfín N° 4: Elevador N° 22 - tolva de almacenamiento N° 3 Zaranda vibratoria N° 5: Zaranda de embolsado</p> <p>Pilado</p> <p>Clasificador Horizontal N° 1: Mesa Rotex Plansichter Elevador N° 13: Elevador Mesa Plansichter - Cilindros clasificadores (arroz superior) Elevador N° 14: Elevador Mesa Plansichter - Zaranda de arroz blanco (arroz extra) Elevador N° 15: Elevador Zaranda de arroz blanco - Selectora por color Elevador N° 16: Elevador de salida de Selectora: Producto Terminado + Rechazo Máquina Despedregadora Mesa Paddy: Super Brix Pulidor por abrasión N° 1: Pulidor cónico Pulidor por abrasión N° 2: Pulidor cónico Pulidor por abrasión N° 3: Pulidor cónico Pulidor por abrasión N° 4: Pulidor cónico Pulidor por fricción: Pulidor de agua Buhler Selectora por color N° 1: Buhler Sortex Zaranda vibratoria N° 3: Zaranda de arroz blanco</p>	<p>Zaranda vibratoria N° 4: Zaranda de salida de Selectora</p> <p>Pre limpia</p> <p>Descascaradora Antigua SBR-SD25 (2) Descascaradora Nueva SBR-SD25 (1) Pre Limpia: Kepler Weber Zaranda vibratoria N° 1: Zaranda Palotera</p>

Tabla 23: Máquinas que requieren mantenimiento semanal

SEMANAL	
<p>Área de polvillo</p> <p>Sinfín N° 2: Sinfín de polvillo</p> <p>Área de tolvas</p> <p>Elevador N° 1: Elevador de Tolva de arroz cáscara N° 01</p> <p>Elevador N° 2: Elevador de Tolva de arroz cáscara N° 02</p> <p>Área polvillo</p> <p>Ciclón N° 4 para polvillo</p> <p>Embolsado</p> <p>Elevador N° 22: Elevador Zaranda vibratoria N° 4 - tolvas de almacenamiento (N° 1 y N° 2)</p> <p>Elevador N° 23: Elevador Tolva de almacenamiento N° 3 - Máquina Embolsadora N° 1</p> <p>Sinfín N° 3: Zaranda vibratoria N° 4 - Elevador N° 23</p> <p>Sinfín N° 4: Elevador N° 22 - tolva de almacenamiento N° 3</p> <p>Zaranda vibratoria N° 5: Zaranda de embolsado</p> <p>Pilado</p> <p>Ciclón N° 5: Ciclón de despedregadora</p> <p>Cilindros Clasificadores Suzuki Triuer</p> <p>Clasificador Horizontal N° 1: Mesa Rotex Plansichter</p> <p>Elevador N° 5: Elevador Sinfín integral - Mesa Paddy</p> <p>Elevador N° 6: Elevador de retorno de Mesa Paddy</p> <p>Elevador N° 7: Elevador Mesa Paddy - Despedregadora</p> <p>Elevador N° 8: Elevador Despedregadora - Zaranda de granos inmaduros</p> <p>Elevador N° 9: Elevador Zaranda de granos inmaduros - Tolva de pulidores</p> <p>Elevador N° 10: Elevador Pulidor N° 1 y N° 2 - Pulidor N° 3 y N° 4</p>	<p>Elevador N° 15: Elevador Zaranda de arroz blanco - Selectora por color</p> <p>Elevador N° 16: Elevador de salida de Selectora: Producto Terminado + Rechazo</p> <p>Elevador N° 17: Elevador de salida de Selectora: Primer retorno</p> <p>Elevador N° 19: Elevador de salida de Selectora: Rechazo</p> <p>Elevador N° 20: Elevador de arrocillo 3/4</p> <p>Elevador N° 21: Elevador de ñelen</p> <p>Máquina Despedregadora</p> <p>Mesa Paddy: Super Brix</p> <p>Pulidor por abrasión N° 1: Pulidor cónico</p> <p>Pulidor por abrasión N° 2: Pulidor cónico</p> <p>Pulidor por abrasión N° 3: Pulidor cónico</p> <p>Pulidor por abrasión N° 4: Pulidor cónico</p> <p>Pulidor por fricción: Pulidor de agua Buhler</p> <p>Selectora por color N° 1: Buhler Sortex</p> <p>Zaranda vibratoria N° 2: Zaranda de grano inmaduro</p> <p>Zaranda vibratoria N° 3: Zaranda de arroz blanco</p> <p>Zaranda vibratoria N° 4: Zaranda de salida de Selectora</p> <p>Pre limpia</p> <p>Ciclón N° 3 de succión de Despedregadora</p> <p>Descascaradora Antigua SBR-SD25 (2)</p> <p>Descascaradora Nueva SBR-SD25 (1)</p> <p>Elevador N° 3: Elevador Pre limpia - Zaranda Palotera</p>

Elevador N° 11: Elevador Pulidor N° 3 y N° 4 - Pulidor de agua	Elevador N° 4: Elevador Zaranda Palotera - Descascaradoras
Elevador N° 12: Elevador Pulidor de agua - Mesa Plansichter	Pre Limpia: Kepler Weber
Elevador N° 13: Elevador Mesa Plansichter - Cilindros clasificadores (arroz superior)	Sinfín N° 1: Sinfín de arroz integral
Elevador N° 14: Elevador Mesa Plansichter - Zaranda de arroz blanco (arroz extra)	Ventilador N° 1: Ventilador de pajilla

Tabla 24: Tareas de mantenimiento según frecuencia

TAREAS DE MANTENIMIENTO POR FRECUENCIA		
MENSUAL	QUINCENAL	SEMANAL
Cilindros clasificadores	Clasificador Horizontal	Ciclón
Limpieza de caídas	Engrase de rodamiento excéntricas	Limpieza de ciclón
Limpieza de caja de alimentación a clasificadores	Limpieza de bandejas	Limpieza de tubería de succión por golpeteo
Limpieza de ductos de transporte	Compresor	Limpieza de visor acrílico de ciclón
Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	Inspección de electroválvulas de drenaje	Cilindros clasificadores
Descascaradora	Descascaradora	Engrase de bocinas de bronce
Inspección del regulador de velocidad del brazo móvil	Limpieza de succión de polvo	Inspección del estado y tensión de fajas (acciona a todos los clasificadores)
Inspección del regulador y nanómetro de presión	Verificación y limpieza de la cámara de ventilador	Limpieza de caída a elevador receptor (aceptado y arrocillo)

Limpieza del tambor de aire y ductos
 Verificación de colocación de guarda fajas
 Verificación de estado del motor
 Verificación de los cilindros neumáticos
 Verificación y limpieza de filtros

Despedregadora

Estado de moto - vibrador
 Limpieza de alimentación de tolvas
 Limpieza de ductos de polvo
 Revisar incrustaciones de impurezas en malla
 Verificar regulador de succión de aire

Elevador

Engrase de rodamiento y chumaceras
 Inspección del estado y tensión de fajas
 Limpieza externa de elevador

Despedregadora

Limpieza de la válvula alimentadora

Elevador

Ajuste de prisioneros de chumaceras
 Engrase de chumaceras y rodamientos
 Limpieza de discos
 Limpieza de pozo
 Lubricación de cadena, catalina y piñón
 Lubricación de cadena, catalina y piñón

Embolsadora

Revisión de nivel de aceite de reductores
 Revisión de resistencias
 Revisión de sensores de temperatura

Máquina Compresora

Revisión de la VPM (válvula de presión mínima)

Verificación de faja plana

Clasificador Horizontal

Inspección del estado y tensión de fajas de motor
 Limpieza de mallas 4 niveles

Compresor

Limpieza de electroválvulas
 Limpieza de salida de condensador
 Limpieza interna (remover polvo)

Descascaradora

Engrase de rodamientos y chumaceras
 Inspección de pernos porta rodillos
 Inspección del estado y tensión de fajas
 Inspección del regulador de velocidad del brazo móvil
 Limpieza de cajón alimentador

Despedregadora

Limpieza y remoción de polvillo de cangilones

Revisión del estado de la faja porta cangilones

Revisión del estado de los cangilones

Verificación de estado de rodamientos de motor

Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)

Embolsadora

Inspección de cilindros neumáticos

Inspección de sellador vertical y horizontal

Lubricación de rodamientos de porta bobina

Revisión de válvulas neumáticas

Revisión de vasos dosificadores

Verificación de estado de polines locos

Exclusa

Engrase de chumaceras de exclusas

Limpieza de exclusiva 1

Revisión de nivel de aceite

Revisión de válvula reguladora

Mesa Paddy

Limpieza de bandejas separadoras

Limpieza de sensores capacitivos

Pre Limpia

Limpieza de mallas

Pulidor de agua Buhler

Limpieza de tolva alimentadora

Verificación y estado de manguera de alimentación de agua

Pulidor por abrasión

Engrase de rodamientos

Inspección de frenos y/o cambios

Inspección de nivel de aceite de porta rodajes

Inspección de piedra abrasiva y/o reseteo

Limpieza de malla saca piedras

Verificación de estado de mallas

Elevador

Limpieza de botas

Limpieza de cabezal

Limpieza de caídas

Retiro de residuos de arroz

Máquina Compresora

Inspección de electroválvulas de drenaje

Inspección de válvulas de alta y baja presión

Limpieza de filtro de aire

Limpieza de filtros y elementos purificadores de aire

Limpieza de panel enfriador (sopleteo)

Mesa Paddy

Aplicación de Brea Volante principal

Verificación de paletas de descarga

Verificación de paletas de exclusiva 1

Verificación del nivel de aceite del motorreductor de exclusiva 1

Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)

Faja transportadora

Lubricación de chumaceras

Revisar estado de rodamiento del motor

Verificación de banda de lona

Verificación de empalme

Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)

Mesa Paddy

Engrase de chumaceras

Inspección del estado y tensión de fajas

Lubricación a excéntricas y rodamientos (polines)

Verificación de estado de motor

Selectora por color

Limpieza de fuente de entrada (estabilizadora)

Limpieza de Tolva de Alimentación

Sinfin

Engrase de chumaceras y rodamientos

Limpieza de discos

Zaranda vibratoria

Ajuste de pernos de anclaje

Engrase de rodamientos y excéntricas

Revisión de templadores

Sellado de ranuras con silicona

Limpieza de canales

Limpieza de tolva alimentadora

Pre Limpia

Limpieza de mallas (Nivel 1 y 2)

Limpieza de ventilador y ductos de polvo

Verificación del estado y tensión de fajas

Pulidor de agua Buhler

Inspección de electroválvula

Inspección del estado y tensión de fajas

Limpieza de ductos de aspiración de polvillo (golpeteo)

Limpieza de filtros y tanque de agua alimentador

Limpieza de salida de producto

Limpieza de superficies externas con agua y detergente

Limpieza interna de roscas y cilindros de levas

Limpieza y rotación de cribas

Verificar estado de pistas de nylon

Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)

Verificar volantes

Pre Limpia

Engrase de rodamientos y excéntricas

Limpieza de cámara de aspiración

Limpieza de ventilador y ductos de polvo

Lubricación de chumaceras

Revisar cilindro de escalpe (retirar incrustaciones de impurezas)

Revisión y estado de condicionamiento de céntricos

Verificación del estado de rodajes de motor

Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)

Verificar y ajustar pernos de sujeción (platinas vertical y horizontal)

Pulidor de agua Buhler

Verificación y estado de manguera de alimentación de agua

Pulidor por abrasión

Engrase de arrastradores de polvillo

Inspección del estado y tensión de fajas

Limpieza de ductos de polvillo

Limpieza y revisión de cribas

Selectora por color

Limpieza de tarjetas electrónicas

Limpieza de Techo de Selectora

Revisión del estabilizador de voltajes

Verificación de Filtros Separador de agua y aceite

Verificación del estado de las válvulas

Verificar el estado de Eyectores

Sinfín

Engrase de chumaceras y rodamientos

Engrase de puente colgante (Bronce)

Verificación y estado de motor

Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)

Pulidor por abrasión

Limpieza de caídas

Limpieza de ducto de aspiración

Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)

Selectora por color

Limpieza de tarjetas electrónicas

Revisión de estado de bandejas

Verificación de Filtros de aire

Verificación de jebes de hermetización

Sinfín

Verificación del estado helicoidal del sinfín

Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)

Ventilador

Inspección del estado y tensión de fajas

Limpieza interna de tornillo (remover todo el producto residual)

Verificación de colocación de tapas y pernos

Ventilador

Inspección del estado y tensión de fajas

Zaranda vibratoria

Inspección del estado y tensión de fajas

Limpieza de caídas a zaranda

Limpieza de canaleta de descarte

Limpieza de malla saca piedras

Verificación del estado y tensión de fajas

Limpieza de paletas de ventilador

Verificación del estado de rodamientos de ventilador
(Inspección auditiva)

Zaranda vibratoria

Limpieza de Tolva de Alimentación

Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples,
fajas, cadenas, etc.)

Sobre la base de esta lista, se programará mensual, quincenal y semanalmente las actividades de mantenimiento y se llevarán a cabo de la siguiente forma:

Tabla 25: Programación mensual

MENSUAL	SEP 2017	OCT 2017	NOV 2017	DIC 2017	ENE 2018	FEB 2018	MAR 2018
Área de tolvas	4-Set	5-Oct	7-Nov	5-Dic	5-Ene	6-Feb	6-Mar
Pre limpia	4-Set	5-Oct	7-Nov	5-Dic	5-Ene	6-Feb	6-Mar
Pilado	5-Set	6-Oct	8-Nov	6-Dic	6-Ene	7-Feb	7-Mar
Área de polvillo	5-Set	6-Oct	8-Nov	6-Dic	6-Ene	7-Feb	7-Mar
Embolsado	3-Set	4-Oct	6-Nov	4-Dic	4-Ene	5-Feb	5-Mar

Tabla 26: Programación quincenal

QUINCENAL	Embolsado	Pilado	Pre limpia
SEPTIEMBRE 2017		11-Set 25-Set	
OCTUBRE 2017		10-Oct 24-Oct	
NOVIEMBRE 2017		14-Nov 26-Nov	
DICIEMBRE 2017		12-Dic 27-Dic	
ENERO 2018		15-Ene 27-Ene	
FEBRERO 2018		11-Feb 26-Feb	
MARZO 2018		11-Mar 24-Mar	

Tabla 27: Programación semanal

SEMANAL	Pre limpia	Área de tolvas	Pilado	Área de polvillo	Embolsado
SEPTIEMBRE 2017			10-Set		
			16-Set		
			24-Set		
			7-Oct		
OCTUBRE 2017			15-Oct		
			21-Oct		
			29-Oct		
NOVIEMBRE 2017			5-Nov		
			11-Nov		
			19-Nov		
			25-Nov		
DICIEMBRE 2017			2-Dic		
			10-Dic		
			17-Dic		
ENERO 2018			23-Dic		
			6-Ene		
			12-Ene		
			20-Ene		
FEBRERO 2018			26-Ene		
			2-Feb		
			10-Feb		
			26-Feb		
MARZO 2018			24-Feb		
			9-Mar		
			17-Mar		
			24-Mar		
		30-Mar			

A continuación, se presentan por porcentajes de cumplimiento de las programaciones:

Tabla 28: Cumplimiento del mantenimiento mensual por áreas

CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO MENSUAL POR ÁREAS							
MENSUAL	SEP 2017	OCT 2017	NOV 2017	DIC 2017	ENE 2018	FEB 2018	MAR 2018
Área de polvillo	0.0	33.3	33.3	33.3	66.7	66.7	66.7
Área de tolvas	66.7	100.0	66.7	66.7	100.0	66.7	66.7
Embolsado	27.3	45.5	54.5	36.4	54.5	72.7	63.6
Pilado	23.3	23.3	23.3	26.7	26.7	43.3	53.3
Pre limpia	57.1	57.1	42.9	28.6	71.4	42.9	57.1
CUMPLIMIENTO MENSUAL	29.6	37.0	33.3	31.5	42.6	50.0	57.4

En esta tabla 28 se aprecia que el cumplimiento de la programación mensual empezó con un porcentaje de cumplimiento de 29.6%, dicho de otra manera, de las tareas programadas por máquinas solo se cumplió casi el 30%. Este porcentaje tuvo una evolución tal, que al cierre de esta investigación se tuvo casi el 60% (marzo 2018).

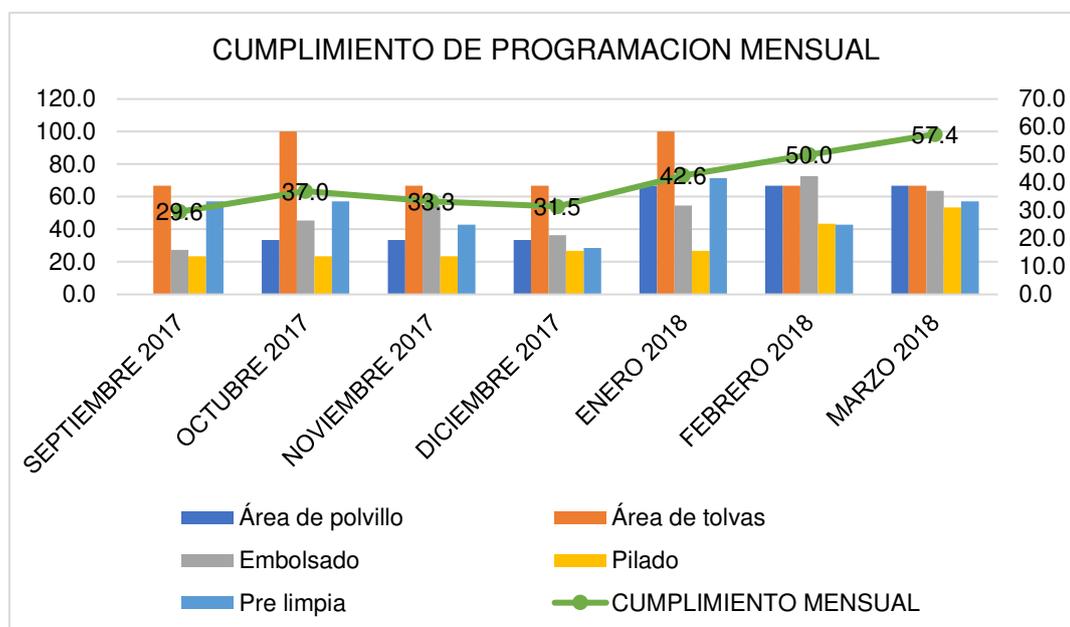


Figura 15: Cumplimiento del mantenimiento mensual por áreas

Tabla 29: Cumplimiento del mantenimiento quincenal por áreas

CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO QUINCENAL POR ÁREAS							
QUINCENAL	SEP 2017	OCT 2017	NOV 2017	DIC 2017	ENE 2018	FEB 2018	MAR 2018
Embolsado	0.0	25.0	25.0	25.0	50.0	75.0	75.0
Pilado	3.3	26.7	23.3	23.3	43.3	60.0	53.3
Pre limpia	0.0	25.0	25.0	25.0	50.0	75.0	62.5
CUMPLIMIENTO QUINCENAL	2.2	26.1	23.9	23.9	45.7	65.2	67.4

En esta tabla 29 se aprecia que el cumplimiento de la programación quincenal, la cual empezó con un porcentaje de cumplimiento de 2.2%, al parecer por tratarse de actividades que serían realizadas con mayor frecuencia. Este porcentaje tuvo una evolución tal que al cierre de esta investigación se tuvo el cumplimiento de casi el 67.4% (marzo 2018). La frecuencia quincenal de mantenimiento contiene menor cantidad de tareas y actividades las cuales pueden ser cubiertas con más facilidad.

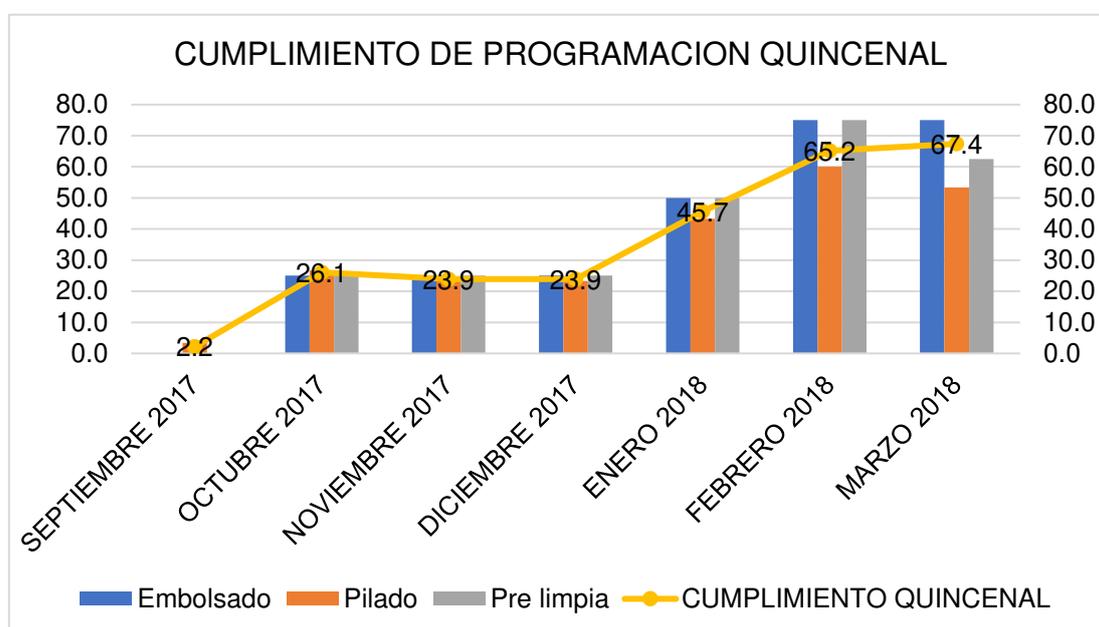


Figura 16: Cumplimiento del mantenimiento quincenal por áreas

Tabla 30: Cumplimiento del mantenimiento semanal por áreas

CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO SEMANAL POR ÁREAS							
SEMANTAL	SEP 2017	OCT 2017	NOV 2017	DIC 2017	ENE 2018	FEB 2018	MAR 2018
Área de polvillo	33.3	0.0	0.0	0.0	25.0	50.0	50.0
Área de tolvas	33.3	25.0	50.0	50.0	50.0	75.0	75.0
Embolsado	20.0	25.0	25.0	50.0	50.0	75.0	75.0
Pilado	21.1	20.8	12.5	20.8	23.3	18.3	46.7
Pre limpia	12.5	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
CUMPLIMIENTO SEMANAL	20.6	21.3	17.0	25.0	27.7	29.3	47.3

En esta tabla 30 se presenta el cumplimiento semanal de la programación propuesta. Se nota una evolución desde 20.6% a 47.3% entre setiembre 2017 a marzo 2018, respectivamente. El bajo cumplimiento a diferencia de la programación quincenal y mensual es la resistencia para invertir tiempo semanalmente en actividades de mantenimiento. Al final del periodo, se vio un cambio positivo de al menos duplicar el cumplimiento inicial.

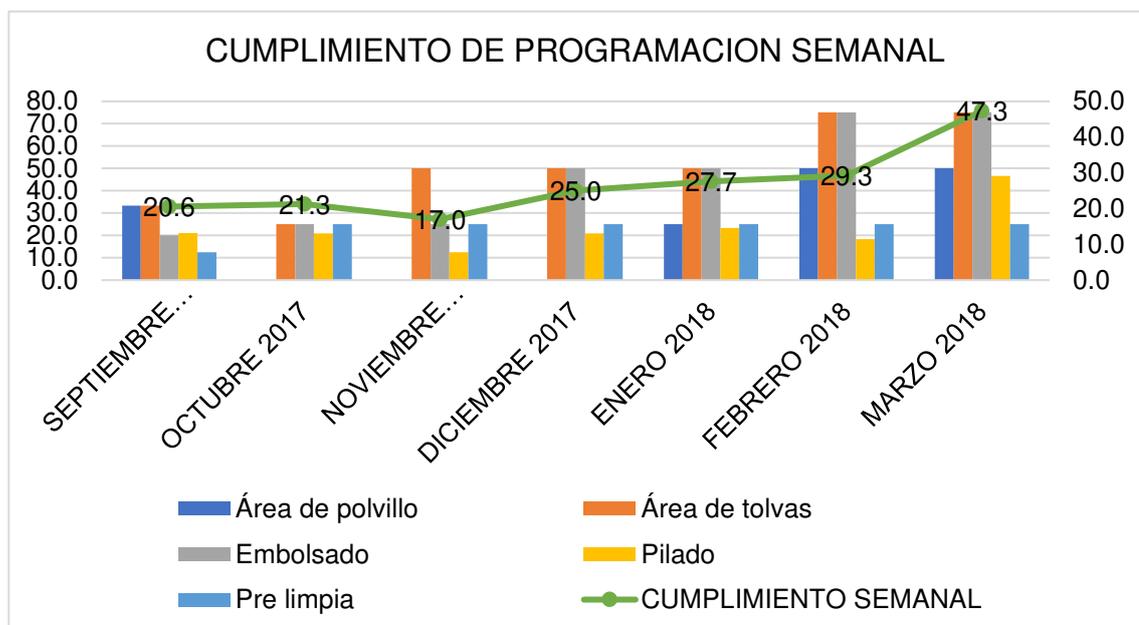


Figura 17: Cumplimiento del mantenimiento semanal por áreas

a. Mejora y creación de formatos y registros

Según la lista de cotejo sobre documentos se diagnosticó que no se cuentan con diversos registros relacionados al mantenimiento, se proponen los siguientes formatos para mantener el control de las labores de mantenimiento realizadas: 1) Formato de incidencias por área; 2) Programación de mantenimiento (visibilidad); 3) Plano de máquinas para cada área; 4) Registro de mantenimiento correctivo y conciliación de piezas; 5) Hoja de vida de máquinas; 6) Revisión de fallas post porte eléctrico; 7) Registro de ingreso de herramientas de personal externo; 8) Cargo de entrega de herramientas a personal.

Tabla 31: Formatos implementados

N°	Nombre	Código asignado	N° de anexo
1	Mantenimiento preventivo semanal	MPS-MTTO	5
2	Mantenimiento preventivo quincenal	MPQ-MTTO	6
3	Mantenimiento preventivo mensual	MPM-MTTO	7
4	Revisión De Máquinas Post Corte de Suministro Eléctrico	RPC-MTTO	8
5	Registro de incidencias	INC-MTTO	9
6	Registro de conciliación de piezas	CNC-MTTO	10
7	Registro de ingreso de herramientas personal externo	HEXT-MTTO	11
8	Ficha técnica de máquina	FTNC-MTTO	12, 13
9	Carta de lubricación	CLUB-MTTO	14
10	Cargo de entrega de herramientas	EHMT-MTTO	15

- b) Diagnóstico de competencias de operarios (Promoción de técnicas de operación y mantenimiento)

Tabla 32: Resultados pretest y post test sobre conocimientos básicos de operación

CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE OPERACIÓN	PRE-TEST			POST TEST		
	Tipo de conocimiento			Tipo de conocimiento		
	Básico	Medio	Avanzado	Básico	Medio	Avanzado
1. Conoce y aplica los procedimientos relacionados al puesto.	61.5	38.5	0.0	23.1	76.9	0.0
2. Tiene conocimiento general sobre cada etapa del proceso.	46.2	38.5	15.4	30.8	53.8	15.4
3. Conoce el funcionamiento secuencial de las máquinas a su cargo.	61.5	23.1	15.4	38.5	38.5	23.1
4. Realiza cambios de componentes de su máquina con facilidad.	61.5	23.1	15.4	38.5	38.5	23.1
5. Conoce y aplica los conceptos de metodología 5S.	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
6. Conoce y aplica los conceptos sobre TPM (Mantenimiento Productivo Total).	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
7. Conoce sobre el uso correcto de las herramientas en planta.	15.4	69.2	15.4	15.4	69.2	15.4
8. Tiene conocimiento sobre normas de seguridad en el trabajo.	100.0	0.0	0.0	23.1	76.9	0.0

Sobre el diagnóstico inicial (Anexo 4) respecto a conocimientos básicos de operación se determinó que los conocimientos sobre 5S (orden y limpieza) y TPM o programas básicos de mantenimiento eran muy elementales y no permitían un correcto involucramiento del personal tanto en la gestión como en la ejecución del mantenimiento. El conocimiento sobre su área y sobre el proceso también fue un punto importante a tratar pues es de gran importancia tener bien definido el área de

trabajo, las máquinas a su cargo y las funciones de cada maquinista o colaborador involucrado en mantenimiento. Tras las capacitaciones realizadas se obtuvo un 100% de conocimiento medio en temas de TPM y 5S; así mismo se trasladó el conocimiento básico a medio y avanzado respecto a procesos de su puesto y etapas del proceso.

Tabla 33: Resultados pre-test y post test sobre conocimientos técnicos básicos

CONOCIMIENTO TÉCNICOS BÁSICOS	PRE-TEST			POST TEST		
	Tipo de conocimiento			Tipo de conocimiento		
	Básico	Medio	Avanzado	Básico	Medio	Avanzado
1. Interpreta y analiza manuales y catálogos de la máquina a su cargo	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
2. Conoce del funcionamiento mecánico, eléctrico, hidráulico y neumático de los equipos e instalaciones, a fin de detectar fallas y establecer diagnósticos y acciones correctivas.	69.2	30.8	0.0	53.8	46.2	0.0
3. Tiene conocimiento de electricidad industrial aplicada al proceso conexiones eléctricas, diagnóstico de fallas, instalaciones nuevas	46.2	53.8	0.0	46.2	53.8	0.0
4. Posee conocimientos de mantenimiento preventivo y correctivo	46.2	53.8	0.0	30.8	69.2	0.0
5. Conoce sobre los sistemas de lubricación de máquinas.	15.4	84.6	0.0	15.4	84.6	0.0
6. Posee habilidad en el uso de herramientas	15.4	0.0	84.6	0.0	15.4	84.6
7. Reconoce el consumible correspondiente a cada máquina	30.8	23.1	46.2	15.4	38.5	46.2
8. Realiza requerimientos de repuestos de acuerdo a las especificaciones técnicas de acuerdo a equipo.	69.2	7.7	23.1	53.8	23.1	23.1

Sobre los conocimientos técnicos se determinó que el conocimiento de interpretación de catálogos; sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos, entre otros, era de tipo básico sobre todo motivado por el grado de instrucción de los maquinistas y personal de mantenimiento: predomina la experiencia o conocimiento empírico sobre los

estudios técnicos. En este apartado predominó la puesta en práctica y mayor involucramiento de los maquinistas en el mantenimiento autónomo de las máquinas.

c) Grupos multidisciplinarios (mantenimiento autónomo)

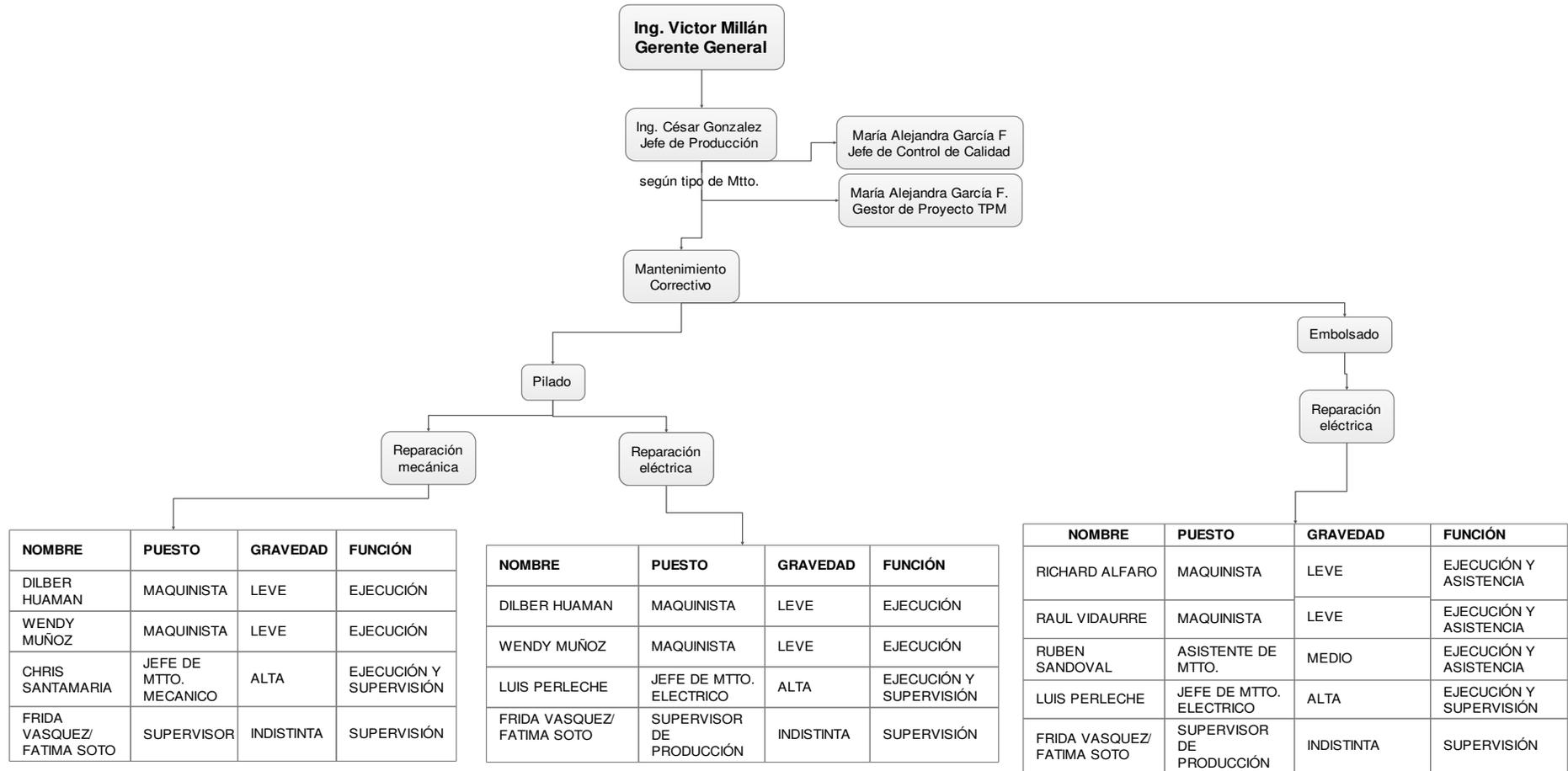


Figura 18: Grupos multidisciplinarios para Mantenimiento correctivo

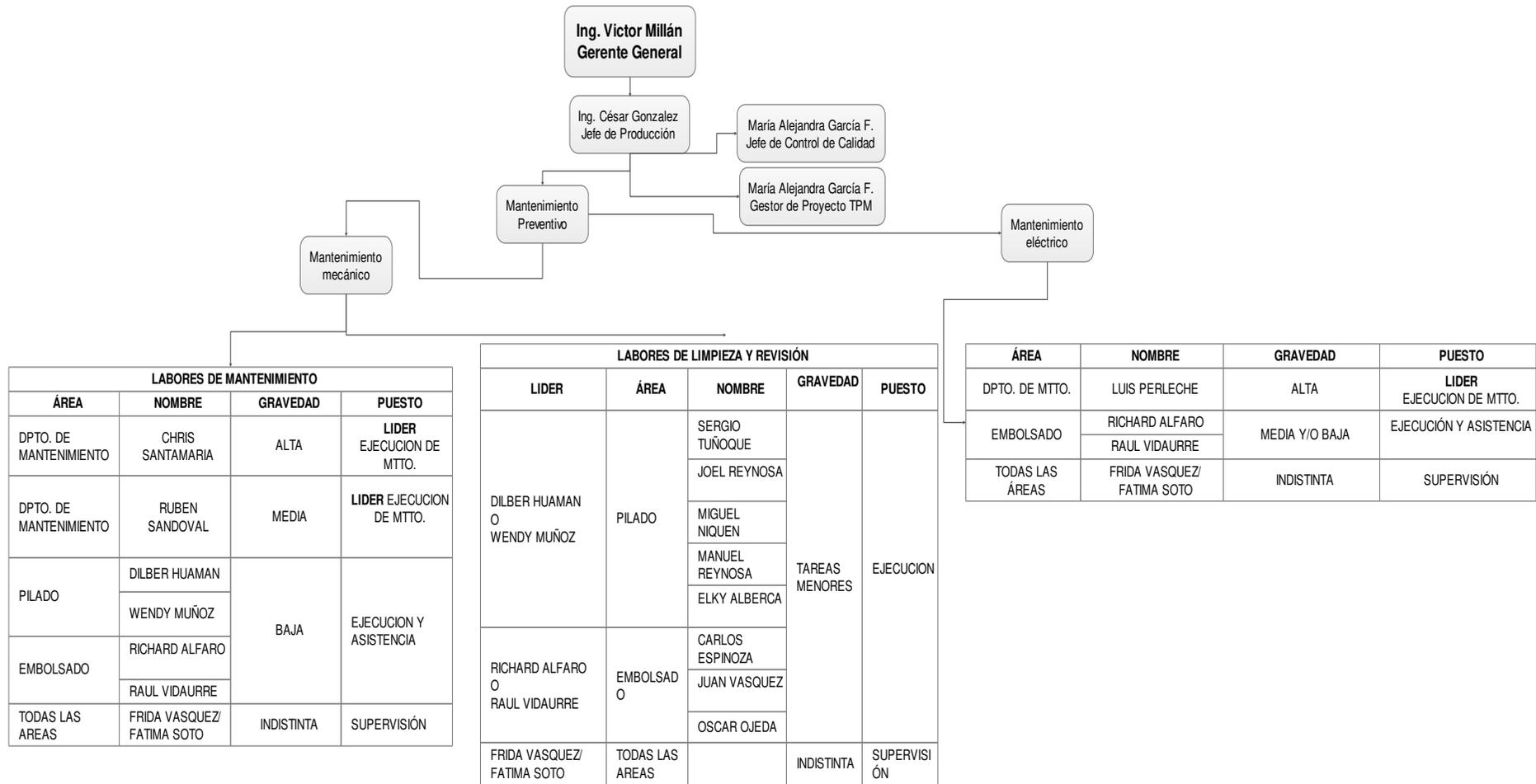


Figura 19: Grupos multidisciplinarios para Mantenimiento Preventivo

Los grupos multidisciplinarios (Anexo 16) se crearon en presencia del personal de mantenimiento, maquinistas y operarios (estibadores en su mayoría).

Se definieron dos niveles de equipos de mantenimiento: primero, mantenimiento correctivo y segundo, el preventivo.

En el caso del mantenimiento correctivo se estructuró (Figura 20) de la siguiente manera:

1. Por cada área el encargado del mantenimiento será el maquinista según turno. Solo intervendrá el jefe de mantenimiento (mecánico o eléctrico) en caso de gravedad alta.
2. En todos los casos el supervisor de producción verifica la tarea y provee de insumos o consumibles necesarios.

En caso de mantenimiento preventivo (Figura 21) las funciones se definieron como sigue:

1. Líder: se le encargo esta función principalmente al jefe de mantenimiento (mecánico o eléctrico según área) con un equipo integrado por los maquinistas. Es el encargado de distribuir las tareas y cumplir con el llenado de registros.
2. Asistente o equipo de ejecución: integrado por los maquinistas quienes deberán ayudar a cada líder en el desarrollo de las actividades. En labores de limpieza y revisión se integrará a los operarios como parte de los equipos multidisciplinarios.
3. Supervisión: en todas las áreas y a todos los niveles de gravedad el supervisor de producción verificará las tareas y provee de insumos o consumibles.

d) Sobre la mejora continua

a. Cronograma de capacitaciones

A la fecha del estudio la cantidad de capacitaciones en el último año era cero, por lo que se sugiere programar a la brevedad posible capacitaciones de diferentes niveles para los operadores.

Tabla 34: Programación de capacitaciones

MES	Set 2017	Nov 2017	Ene 2018	Feb 2018	TOTAL
Personal del Dpto. de Mtto.	TPM – FILOSOFIA E IMPLEMENTACION	PROCESO PRODUCTIVO DE COMOLSA	FUNCIONES DEL MAQUINISTA	5S	4
Maquinistas		Anexo 19	Anexo 20	Anexo 18	
	Anexo 17				

Al cierre de esta investigación se realizaron cuatro (4) capacitaciones en temas de apoyo a la ejecución del proyecto. Para la planificación y programación de estas fue determinante el diagnóstico inicial de competencias (Tabla 32)



Figura 20: Capacitación en 5S

e) Sobre la infraestructura

Las listas de cotejo de observación de las áreas permiten notar que estas no se encuentran preparadas para albergar labores de mantenimiento se proponen mejoras como: a) Delimitar el área de las máquinas (Figura 24). b) Exponer en área la programación semanal y mensual del mantenimiento con la finalidad de informar al personal y crear un sentimiento de cumplimiento de metas. (Figura 25). c) Exponer en área el plano de ubicación de máquinas con finalidad informativa. (Figura 26) d) Realizar refuerzos para asegurar la seguridad en el área: anclajes de máquinas, guardas para cada máquina (Figura 27).



Figura 21: Delimitación de áreas



Figura 22: Implementación de periódico mural en área de embolsado



Figura 23: Implementación de periódico mural en área de pilado



Figura 24: Refuerzo de máquinas con guardas



Figura 25: Documentación archivada y organizada sobre el proyecto

Tabla 35: Evolución de resultados de observación de frecuencia de fallas (post implementación)

Área	Funcionando (diagnóstico)	Parada (diagnóstico)	Porcentaje de observación de estado "Funcionando" (post implementación)	Porcentaje de observación de estado "Parada" (post implementación)
Área de polvillo	78.43	21.57	80.10	19.90
Área de tolvas	85.50	14.50	91.60	8.40
Embolsado	69.00	31.00	78.96	21.04
Pilado	73.53	26.47	80.64	19.36
Pre limpia	67.04	32.96	78.28	21.72
Total	72.72	27.28	80	20

Los porcentajes de funcionamiento se incrementaron en promedio un 8% que fue el porcentaje reducido en las observaciones paradas. Al igual que en el diagnóstico, se realizaron 400 observaciones producto del recorrido de la planta para observar el estado de las máquinas.

Tabla 36: Evolución del tiempo medio entre fallas

Área	Promedio de TMEF (diagnóstico)	Promedio de TMEF (post implementación)
Área de polvillo	54.5	60.4
Área de tolvas	88.4	163.6
Embolsado	35.9	57.0
Pilado	38.9	55.2
Pre limpia	35.5	55.5
Total	42.0	62.2

Uno de los indicadores más relevantes para bosquejar la confiabilidad se vio incrementado en 20 minutos, el tiempo medio entre fallas se recalculo a 62.2 minutos. Es decir, ahora entre una falla y otra puede transcurrir poco más de una hora.

Tabla 37: Evolución de horas hombre de mantenimiento (post implementación)

HORAS HOMBRE DE MANTENIMIENTO									
Suma de Horas	Ago-17	sep-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Total
M. CORRECTIVO	390.5	545	684	580	451	402	350	320	3722.5
M. PREVENTIVO	157.3	181.4	200	220	170.9	250	220	260	1659.6
Total general	547.8	726.4	884	800	621.9	652	570	580	5382.1

Actualmente y debido al plan de mantenimiento preventivo y autónomo propuesto el 30.8 % del tiempo de los colaboradores se orienta a tareas de prevención de fallas de las máquinas, si comparamos este indicador con el 22% del diagnóstico se tiene una mejora del 8% en un periodo de 8 meses frente a la evaluación documentaria de 31 meses.

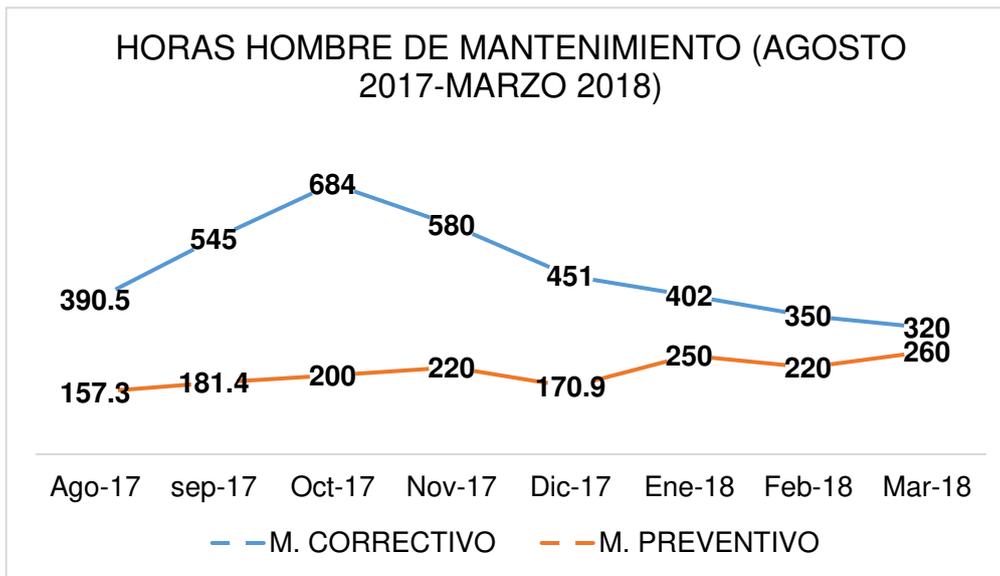


Figura 26: Horas hombre de mantenimiento (agosto 2017-marzo 2018)

Tabla 38: Evolución de paradas no programadas

	enero 2015 - julio 2017	agosto 2017-marzo 2018
PRODUCCIÓN REAL (KG - ARROZ CASCARA)	98,701,318.0	29,200,896.0
PRODUCCIÓN PROYECTADA (KG CASCARA)	125,468,800.0	32,668,400.0
HORAS/MES IDEAL	22,656.0	5,832.0
HORAS/MES PROYECTADO	15,974.0	3,810.0
HORAS DE PARADA PROGRAMADA	2,232.0	960.0
HORAS/MES REAL	23,328.0	18,341.0
PROMEDIO FLUJO POR HORA (KG/HORA)	7,902.0	8,574.5
USO DE LA CAPACIDAD	78.9	89.5
PARADAS NO PROGRAMADAS (HORAS)	3,441.3	403.6
PARADAS NO PROGRAMADAS (DÍAS)	143.4	16.8
PRODUCCIÓN NO REALIZADA (KILOS)	1,133,057.9	144,199.1
VALORIZACIÓN AL PRECIO MÁS BAJO	S/2,013,303.00	S/15,498.29

Sobre las paradas no programadas se precisa que actualmente se consideran más días para realizar mantenimiento sobre las máquinas teniendo ahora aproximadamente 7 días frente a los 2 propuestos anteriormente. Se calculan que en los ocho meses de implementación se tuvieron en promedio dos días de paradas no programadas frente a los cuatro mensuales obtenidos en el diagnóstico.

Tabla 39: Evolución de OEE

	enero 2015 - julio 2017	agosto 2017-marzo 2018
Tiempo disponible (Horas)	15,974.00	3,810.00
Tiempo productivo (Horas)	13,130.00	3,411.00
Disponibilidad	0.82	0.90
Capacidad productiva (Kg)	125,468,800.00	32,668,400.00
Producción real (Kg)	98,701,318.00	29,200,896.00
Rendimiento	0.79	0.89
Producción real (Kg)	58,107,545.00	15,907,719.09
Piezas buenas (Kg)	57,636,009.53	15,794,585.09
Calidad	0.99	0.99
OEE	0.64	0.79
Valorización de productos desaprobados	S/ 848,763.85	S/ 203641.20
Valorización mensual	S/ 27379.5	S/ 25455.15

Respecto a la eficiencia global de equipos (OEE) se calculó una mejora del 15% en el indicador al tener mejoras en la disponibilidad del tiempo y en la capacidad productiva; la calidad mantiene el porcentaje de 99% reflejando una mejora en la valorización mensual de los productos desaprobados de S/ 27379.5 a S/ 25455.15

La implementación total de la propuesta tuvo un costo aproximado de S/ 5800.00 como se detalla en la tabla 40, lo cual incluyó capacitaciones, difusiones del programa y compra del material necesario para las diferentes etapas del proyecto (revisión documentaria, observaciones, registros, material didáctico, etc.). En un inicio se planteó un costo más elevado que incluía tercerización de algunos servicios

como el de diagnóstico de capacidades y capacitaciones especializadas, sin embargo, por parte de gerencia y de la organización del proyecto se optó por realizar capacitaciones internas aprovechando las capacidades y conocimientos de las jefaturas. Los beneficios de reducción de productos desaprobados en los meses de implementación ascienden a un ahorro de un total de S/ 16000 aproximadamente. Comparando este beneficio con el costo de implementación de S/ 5800, nos genera un indicador de beneficio mayor a uno (1) haciendo así el proyecto rentable.

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = \frac{16000 \textit{ soles}}{5800 \textit{ soles}} = 2.75$$

Tabla 40: Costos de implementación

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA			
ACTIVIDAD		Costo aproximado	
I Sobre el Mantenimiento Correctivo			
1	Estandarización de Procedimiento de Mantenimiento Correctivo		
1.1	Capacitaciones	S/.	66.00
1.2	Difusión	S/.	15.00
1.3	Impresiones	S/.	5.00
2	Estandarización de Procedimiento en caso de corte de suministro eléctrico		
2.1	Capacitaciones	S/.	66.00
2.2	Difusión	S/.	15.00
2.3	Impresiones	S/.	5.00
II Sobre el Mantenimiento Preventivo			
1	Establecimiento de frecuencia de mantenimiento preventivo por áreas		
1.1	Capacitaciones	S/.	132.00
1.2	Difusión	S/.	15.00
2	Mejora y creación de formatos y registros		
1	Mantenimiento preventivo semanal (todas las áreas)		
1.1	Capacitaciones	S/.	66.00
1.2	Difusión	S/.	15.00
1.3	Impresiones	S/.	5.00
2	Mantenimiento preventivo quincenal (todas las áreas)		
2.1	Capacitaciones	S/.	66.00
2.2	Difusión	S/.	15.00
2.3	Impresiones	S/.	5.00
3	Mantenimiento preventivo mensual (todas las áreas)		
3.1	Capacitaciones	S/.	66.00
3.2	Difusión	S/.	15.00
3.3	Impresiones	S/.	5.00
4	Revisión De Maquinas Post Corte De Suministro Eléctrico		
4.1	Capacitaciones	S/.	66.00
4.2	Difusión	S/.	15.00
4.3	Impresiones	S/.	5.00
5	Registro de incidencias		
5.1	Capacitaciones	S/.	66.00
5.2	Difusión	S/.	15.00
5.3	Impresiones	S/.	5.00
6	Registro de conciliación de piezas		
6.1	Capacitaciones	S/.	66.00
6.2	Difusión	S/.	15.00
6.3	Impresiones	S/.	5.00
7	Registro de ingreso de herramientas personal externo		
7.1	Capacitaciones	S/.	66.00
7.2	Difusión	S/.	15.00
7.3	Impresiones	S/.	5.00
8	Hoja de vida de máquina		
8.1	Capacitaciones	S/.	66.00
8.2	Difusión	S/.	15.00
8.3	Impresiones	S/.	5.00
9	Ficha técnica de máquina		
9.1	Capacitaciones	S/.	66.00
9.2	Difusión	S/.	15.00
9.3	Impresiones	S/.	5.00
10	Carta de lubricación		
	Capacitaciones	S/.	66.00
	Difusión	S/.	15.00
	Impresiones	S/.	5.00
11	Cargo de entrega de herramientas		
	Capacitaciones	S/.	66.00
	Difusión	S/.	15.00
	Impresiones	S/.	5.00

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA			
	ACTIVIDAD		Costo aproximado
III Sobre los pilares del TPM			
1	Diagnostico de competencias en operarios		
1.1	Contrato de especialista (tercerizar)	S/.	-
1.2	Impresiones	S/.	5.00
2	Creación de grupos multidisciplinarios		
2.1	Capacitaciones	S/.	132.00
2.2	Difusión	S/.	15.00
2.3	Impresiones	S/.	10.00
IV Sobre la infraestructura			
1	Delimitar el área de las máquinas.	S/.	300.00
2	Acondicionar espacio dentro de las áreas para herramientas utilizadas en labores más		
3	Exponer en área la programación semanal y mensual del mantenimiento	S/.	50.00
4	Exponer en área el plano de ubicación de máquinas con finalidad informativa.	S/.	50.00
5	Realizar refuerzos para asegurar la seguridad en el área	S/.	900.00
V Elaboración de proyecto			
	Costo de elaboración	S/.	2,970.00
	Costo de impresión	S/.	80.00
		S/.	5,777.00

Se sugiere continuar con la implementación de la propuesta para lo cual se necesitará un presupuesto como el que se propone a continuación, éste consistiría en realizar capacitaciones tercerizadas, implementar la digitalización de la información y poner a cargo una persona responsable del proyecto a tiempo completo.

Tabla 41: Costos para continuar la implementación

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA			
	ACTIVIDAD		Costo aproximado
Sobre la mejora continua			
1	Capacitaciones	S/.	4,500.00
2	Digitalización de la información		
2.1	Fallas post corte eléctrico	S/.	225.00
2.2	Registro de incidencias	S/.	225.00
2.3	Registro de conciliación de piezas	S/.	225.00
2.4	Registro de hojas de vida	S/.	225.00
Sobre la infraestructura			
1	Refuerzo del área de seguridad industrial	S/.	900.00
	Contrato de una persona para dar seguimiento a proyecto (responsable por 6 meses)	S/.	9,000.00
* Costos aproximados al 2017			
	Total	S/.	15,300.00
	Promedio mensual aprox. (6 meses)	S/.	2,550.00

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Sobre la hipótesis

La investigación tuvo como propósito el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento, basado en la herramienta japonesa TPM (propia de la filosofía del mismo origen: *Lean Manufacturing*). Para plantear e implementar este diseño se realizó un diagnóstico de la situación del departamento de mantenimiento de la empresa Comercial Molinera San Luis S.A.C para determinar diversos indicadores que permitirán un mejor diseño del plan enfocados en la urgencia y situación problemática de la empresa.

La filosofía del TPM busca como fin último el mantenimiento autónomo de las máquinas de la empresa dejando éste en manos de los operarios mediante el empoderamiento de ellos. Este objetivo llevará a mayor productividad, mejor apariencia y mejor desenvolvimiento de las máquinas tal como expresa Martínez (2009).

Mediante la aplicación de un análisis de criticidad y el uso de números aleatorios se delimito el estudio a dos áreas: Pilado y Embolsado, abarcando de esta forma la mayor cantidad y variedad de máquinas, así como priorizando el área más crítica y con mayor índice de fallas (pilado). Esta determinación no probabilista de la muestra es además por conveniencia ya que la mayor cantidad y variedad de máquinas se encuentran en estas áreas. De la misma forma, al determinar la cantidad de sacos de arroz no producidos por las horas de paradas en mantenimiento correctivo dan una idea de la urgencia con que se debe tratar el mantenimiento. Este indicador se complementa con el cálculo de la Eficiencia Global del Equipo y del tiempo medio entre fallas, siendo este último aproximadamente 42 minutos.

El plan de gestión propuesto e implementado en general fue enfocado para involucrar al personal maquinista ya que ellos tienen constante contacto y conocimiento del funcionamiento de las máquinas y es este conocimiento el que se tiene que consolidar y sistematizar mediante procedimientos que anticipen las fallas.

Salazar (2011) propone reorganizar las labores de mantenimiento y esto se traduce en enfocar al departamento de mantenimiento en labores de gestión que permitan organizar las actividades de tal forma que generen valor y prevengan las fallas.

El mantenimiento correctivo no fue ajeno a la problemática, así que también se estableció un procedimiento para este proceso que finalice en un registro de las actividades de mantenimiento.

La hipótesis postulada se vio comprobada tras la aplicación del plan de gestión de mantenimiento basado en TPM propuesto, debido a que, se contribuyó al aumento de la confiabilidad de las máquinas evidenciándose así en la mejora de los indicadores de:

- a) La frecuencia de fallas se redujo en un 8% dando pase a que, en las observaciones realizadas con números aleatorios se encuentre más frecuentemente las máquinas en funcionamiento y no en parada. La evolución y mejora se puede ver en la Tabla 35.
- b) El tiempo medio entre fallas se vio incrementado de 42 a 62 minutos, es decir, en el diagnóstico se tenía que en promedio las fallas se producían cada 42 minutos.
- c) Las horas hombre dedicadas al mantenimiento correctivo se vieron reducidas en 8%, incrementando así las horas de mantenimiento preventivo en la misma proporción debido al cumplimiento de los

cronogramas de tareas propuestos. El cumplimiento de los cronogramas fue progresivo, en el caso de las programaciones mensuales se pasó de un cumplimiento base del 29.6% a 57.4% al cierre de esta investigación. El mantenimiento quincenal cerró con 67.4% y el mantenimiento semanal con 47.3% de cumplimiento.

- d) La evolución del OEE incremento de 0.64 a 0.79 de competitividad. El dato inicial, de 64% está calificado como un desempeño regular y competitividad baja que requiere procesos de mejora. Al evolucionar al 79% pasa a un nivel aceptable donde la competitividad mejora pero igual requiere procesos que busque llevarlo a un mínimo de 85%.
- e) La valorización mensual de los productos desaprobados se vio reducido en cerca de S/ 2000.00 mensuales que se ahorró en pérdidas por productos no aprobados.

2. Sobre los antecedentes

Los resultados obtenidos en la investigación permiten señalar que la implementación de una filosofía como la japonesa encontrará en el camino diversos obstáculos siendo el principal la resistencia al cambio de los colaboradores quienes poco a poco se comprometen con las ideas nuevas con ayuda de la persuasión, constancia y capacitación.

Respecto a la implementación, Clará, Domínguez y Pérez contaron con que los colaboradores de la empresa ya se desempeñaban inconscientemente sobre algunas bases del TPM, lo cual les permitió hacer uso de herramientas como el *checklist* del premio al logro en TPM, ya que no encontraron tanta resistencia a la implementación del plan. Asimismo, identificaron que al gestionar el mantenimiento

ellos mismos y no tercerizarlo tenían mayores ahorros comprobando así que el empoderamiento del personal era de gran importancia. Aspecto que fue emulado en esta tesis.

Alvarizaes hizo uso de la metodología base para crear un plan de mantenimiento, sin embargo y en comparación con esta investigación, en su propuesta no se toma como centro de referencia el conocimiento del colaborador. Considero que la propuesta hubiera sido mejor implementada si se tuviera en cuenta en *knowhow* ya existente en las áreas de la forma en que en la presente, se tomó en cuenta el conocimiento y experiencia de los colaboradores del área que permitieron elaborar cronogramas y tareas preventivas.

La casuística, relacionada al capital humano, se dio similar a la de Tuarez, donde, ya con el compromiso de los colaboradores se evidenciaba su interés por aprender y mejorar sus habilidades técnicas con experiencia y participando en los procesos de mantenimiento. Se les empezó a tomar en cuenta para más tareas lo cual les dio confianza contribuyendo así en la implementación del mantenimiento autónomo. En nuestro caso estudiado, al principio, como en todo cambio se encontró resistencia pues se interpretaban las tareas como un exceso de carga de trabajo, sin embargo, se pudo vencer con constancia, control y capacitaciones que devinieron en empoderamiento de los colaboradores.

Respecto a los indicadores, en nuestra investigación evidenciamos incremento en el tiempo medio entre fallas y reducción de las horas hombre dedicadas al mantenimiento correctivo derivando esto en menos días de paradas no programadas y un índice mayor de OEE. Tuarez logró reducir de 25 actividades de mantenimiento por mes a 13, logrando así una disminución del 48%; análogamente, en el presente informe se logró una reducción del 8% en el tiempo total de horas

hombre dedicadas al mantenimiento correctivo que pasaron a ser empleadas en el mantenimiento preventivo, esto pues se empezaron a ordenar y programar actividades definidas de forma semanal, quincenal y mensual.

Fajardo, en su tesis sobre guardacostas tuvo a su disposición la herramienta SAP que permitió una implementación más completa y sostenible del plan de mantenimiento pues se debían actualizar sistemáticamente las modificaciones en un sistema que automáticamente generaba las ordenes de trabajo conforme se le alimentaba de información. Gran cantidad de la información recolectada y sistematizada de esta investigación no tiene un sistema complejo dónde ser vertida sino que debe ser administrada de forma manual para dar seguimiento a los cronogramas y tareas por realizar y concluidas.

Sobre los aspectos documentarios, como en el antecedente citado de Chang se dio una implementación interrumpida de registros, *checklists*, entre otros debido a la poca costumbre de realizar esta tarea y al bajo nivel de gestión y retroalimentación de procesos. Dando seguimiento a las tareas de mantenimiento se pudo implementar con éxito este aspecto. El registro de las mismas permite llevar un orden y una bitácora de ocurrencias.

Sereno hizo uso de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) donde la principal herramienta es el AMEF para determinar de qué forma se espera que trabaje una máquina y cómo las fallas de esta pueden afectar esos cumplimientos, similar a lo empleado en esta investigación donde mediante la tipificación de fallas se pudo especificar las tareas de cada máquina. La metodología MCC es bastante fructífera, se cree que se podría complementar con las capacitaciones continuas y creación de grupos multidisciplinarios para lograr

mejores trabajos de mantenimiento preventivo. De igual modo, considero que el indicador propio de TPM, el OEE, da una lectura mixta y consistente sobre el estado del mantenimiento ya que combina disponibilidad, eficiencia y calidad de las máquinas.

Fuentes y Bejar, complementaron el mantenimiento preventivo con un sistema de gestión que permitió mantener claro la existencia de una política de mantenimiento así como el cálculo de indicadores de gestión relacionados (OEE, criticidad, etc.). Esta implementación se vio sostenida también en la estructura empresarial y en las fases de un proyecto (planificación, organización, ejecución y control) que, puede ser recomendado para este tipo de investigaciones ya que el proceso de control y retroalimentación es importante para que sea un plan se mantenga en el tiempo.

CONCLUSIONES

1. Se elaboró e implementó un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM teniendo en cuenta el diagnóstico de la situación inicial de la empresa Comercial Molinera San Luis SAC. En un inicio se encontró cierta resistencia al cambio y a las implementaciones, a causa de que, la realización de labores de gestión y reportes se percibía como una sobrecarga de trabajo.
2. Se llevó a cabo el diagnóstico sobre la situación actual del mantenimiento de la máquina calculando indicadores como horas hombre por tipo de mantenimiento, eficiencia global de equipos (OEE), tiempo medio entre fallas (TMEF), criticidad de áreas, días de paradas no programadas y valorización de productos no aprobados, con lo que se optó por iniciar la implementación con las áreas de Pilado (junto con sus áreas auxiliares: área de Tolvas, Prelimpia y Polvillo) y Embolsado.
3. Se determinaron las áreas críticas para desarrollar mantenimiento con ayuda de los indicadores, a raíz de ello, se realizó la tipificación de fallas y la frecuencia de mantenimiento por máquina y las tareas relacionadas.
4. El plan de gestión principalmente consistió en la programación de las tareas de mantenimiento y su frecuencia apoyado y sustentado en capacitaciones acorde a las competencias de los colaboradores de la empresa y a la creación de equipos multidisciplinarios para realizar labores más eficientes y generar un sentido de responsabilidad en los encargados. Todas las actividades y reuniones implementadas se vieron sustentadas en documentación necesaria para el área.

5. La evaluación final de la implementación al cierre de esta investigación dio resultados positivos respecto a los indicadores calculados como diagnóstico de la situación inicial reduciendo el 8% en observaciones de máquinas paradas, también aumentó el TMEF de 42 a 62 minutos. Con la incidencia en realizar mantenimientos preventivos ahora el 30% de las horas hombre del área de mantenimiento se dedica a este tipo de labores. Finalmente, el indicador OEE evolucionó de 0.64 a 0.79 producto del aumento del porcentaje de disponibilidad y rendimiento viéndose reflejado en una reducción de 4 a 2 días de paradas no programadas y su respectiva valorización calculada en aproximadamente S/ 2000 mensuales desde la implementación que resulta en una evaluación beneficio costo positiva (2.75).

RECOMENDACIONES

Es necesario continuar con el plan de gestión de mantenimiento para seguir acumulando mejoras y conocimiento respecto a las máquinas y su funcionamiento.

El empoderamiento de los colaboradores fue un factor decisivo en esta implementación, por lo que, se sugiere programar capacitaciones y talleres relacionados al liderazgo.

Se recomienda invertir en capacitaciones tercerizadas para desarrollar capacidades en los colaboradores del área de mantenimiento y maquinistas de planta.

Implementar un sistema informático que permita sistematizar los datos registrados (por ahora en papel) en una base de datos.

Se sugiere revisar al menos semestralmente el listado de máquinas para mantener un correcto inventario de las máquinas de la planta de proceso.

Asimismo, se recomienda revisar y dar visto bueno continuamente a los registros llenos para generar hábito y conciencia respecto a la importancia del reporte de labores preventivas como correctivas.

De esta investigación se puede generar más conocimiento y propuestas, se recomienda investigar y profundizar en una mejora de la cadena de suministros de los repuestos y consumibles que intervienen en las actividades del mantenimiento correctivo y preventivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, G., Cano, J., Fernández, M., García, M., & Solares, J. (1998). *Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas*. Barcelona: MARCOMBO.
- Alvarizaes, R. (2010). *Elaboración de Programa de Mantenimiento Preventivo de las unidades de transporte local de DHL Global Forwarding*. Guatemala.
- Bartaburu, D., & Montes, E. (s.f.). *Instituto Plan Agropecuario*. Obtenido de http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90_34.htm
- Bienvenido, J. (1994). *El arroz en la nutrición humana*. Roma.
- Cabrera, O. (2012). *Historia y Evolución del Mantenimiento*. México.
- Carlos, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*. Sevilla: INGEMAN.
- Castaño, S. (2014). *Análisis de datos de falla*. Manizales, Colombia.
- Castillo, D.;Cieza, O. (2013). *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la confiabilidad de la maquinaria en la planta Merrill Crowe de minera Coimolache S.A. Cajamarca, Perú*.
- Chang, E. (2008). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler*. Lima.
- Cisneros, E. (2009). *Mantenimiento basado en la confiabilidad aplicado a Edelnor – Lima*. Lima.
- Clará, O., Domínguez, R., & Pérez, E. (2013). *Sistema de Gestión de Mantenimiento Productivo Total para Talleres Automotrices del Sector Público*. San Salvador.
- Da Costa, M. (2010). *Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción*. Lima.
- Delers, A. (2016). *El principio de Pareto: Optimice su negocio con la regla del 80/20*. 50minutos.es.
- Espinoza, F. (2013). *Confiabilidad Operacional de Equipos: Metodologías y Herramientas*. Talca.
- Fajardo, T. (2014). *Caracterización de técnicas y estrategias de mantenimiento en lanchas guardacostas patrulleras automatizadas*. Guayaquil.
- Federación Iberoamericana de Mantenimiento. (2008). *Federación Iberoamericana de Mantenimiento*. Obtenido de Federación Iberoamericana de Mantenimiento: <http://fim-mantenimiento.org/institucional.php>

- Fuentes, F., & Bejar, M. (2011). *Diseño e implementación de un sistema de Gestión de Mantenimiento de maquinaria pesada con base en TPM, RCM II y PMO para la municipalidad distrital de San Sebastian*. Cusco.
- Fuentes, F.; Bejar, M. (2011). Diseño e implementación de un sistema de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada con base en el TPM, RCM II y PMO para la municipalidad distrital de San Sebastián.
- Fundación SARTAWI. (2007). *Planificación de Gestión*. Villa Imperial de Potosí.
- García Palencia, O. (2018). *ReliabilityWeb.com*. Obtenido de ReliabilityWeb.com: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/la-cultura-de-la-confiabilidad-operacional>
- García, S. (2010). *La Contratación del Mantenimiento Industrial*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- González, G. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: Fundación CONFEMETAL.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Ministerio de Salud. (s.f.). *Ministerio de Salud del Perú*. Obtenido de Ministerio de Salud del Perú: <http://www.minsa.gob.pe/dgiem/cendoc/pdfs/Gerencia%20Mantenimiento.pdf>
- Parra, C. (2011). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)*. Caracas : Ingecon.
- Ramos, J. (2012). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de*. Lima.
- Rivera, E. (2011). *Sistema de gestión del mantenimiento industrial*. Lima.
- Romero, J. (2013). *Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta*. Sevilla.
- Salazar, F. (2011). *Elaboración de procesos para la implementación de un sistema de Gestión de Mantenimiento para los motores Mitsubishi Modelon MAN V9V 40/54, en la central de generación térmica Guangopolo; de la corporación eléctrica estatal (CELEC EP)*. Sangolquí.
- Sánchez, J. (2007). *Propuesta para la implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM)*. Santa Fe: El Cid Editor.
- Sereno, S. (2013). *Elaboración de Planes de Mantenimiento centrado en confiabilidad a equipos de planta Kimberly-Clark*. Sartenejas.
- Sináis Ingeniería. (2014). *Sináis Ingeniería*. Obtenido de Sináis Ingeniería: <http://www.sinais.es/Mantenimiento%20Predictivo.pdf>
- Super Brix & Applied Milling Systems, Inc. (2014). *Primera Escuela de Acondicionamiento y Molinería de Arroz*. Chiclayo.

- Think and Shell. (2018). *Think and Shell*. Obtenido de Think and Shell:
<https://thinkandsell.com/servicios/consultoria/software-y-sistemas/sistemas-de-gestion-normalizados/>
- Tuarez, C. (2013). *Diseño de un Sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación de TPM (Mantenimiento Productivo Total)*. Guayaquil.
- Universidad de Kansas. (2017). *Caja de herramientas comunitaria*. Obtenido de
<https://ctb.ku.edu/es/tabla-de-contenidos/liderazgo/administracion-efectiva/plan-de-gestion/principal>
- Wikipedia. (29 de Octubre de 2015). *Wikipedia*. Obtenido de
<https://es.wikipedia.org/wiki/Arroz>

ANEXOS

Anexo 1: Inventario de máquinas

Cantidad Detallada	Nombre	Área
1	Elevador N° 3: Pre limpia - Zaranda Palotera	
1	Elevador N° 4: Zaranda Palotera -Descascaradoras	
1	Elevador N° 5: Sinfín integral - Mesa Paddy	
1	Pre Limpia: Kepler Weber	
1	Zaranda vibratoria N° 1: Zaranda Palotera	Pre Limpia
1	Descascaradora N° 1: Nueva (SBR - SD25)	
1	Descascaradora N° 2: Antigua (SBR - SD25)	
1	Sinfín N° 1: Sinfín de arroz integral	
1	Ventilador N° 1: Ventilador de pajilla	
1	Ciclón N° 5: Ciclón de despedregadora	
1	Elevador N° 6: de retorno de Mesa Paddy	
1	Elevador N° 7: Mesa Paddy - Despedregadora	
1	Elevador N° 8: Despedregadora - Zaranda de granos inmaduros	
1	Elevador N° 9: Zaranda de granos inmaduros - Tolva de pulidores	
1	Elevador N° 10: Pulidor N° 1 y N° 2 - Pulidor N° 3 y N° 4	
1	Elevador N° 11: Pulidor N° 3 y N° 4 - Pulidor de agua	
1	Elevador N° 12: Pulidor de agua - Mesa Plansichter	
1	Elevador N° 13: Mesa Plansichter - Cilindros clasificadores (arroz superior)	
1	Elevador N° 14: Mesa Plansichter - Zaranda de arroz blanco (arroz extra)	
1	Elevador N° 15: Zaranda de arroz blanco - Selectora por color	
1	Elevador N° 16: de salida de Selectora: Producto Terminado + Rechazo	
1	Elevador N° 17: de salida de Selectora: Primer retorno	Pilado
1	Elevador N° 18: de salida de Selectora: Producto Terminado	
1	Elevador N° 19: de salida de Selectora: Rechazo	
1	Mesa Paddy: Super Brix	
1	Despedregadora: Remueve piedras	
1	Pulidor por abrasión N° 1: Pulidor cónico	
1	Pulidor por abrasión N° 2: Pulidor cónico	
1	Pulidor por abrasión N° 3: Pulidor cónico	
1	Pulidor por abrasión N° 4: Pulidor cónico	
1	Pulidor por fricción: Pulidor de agua Buhler	
1	Clasificador Horizontal N° 1: Mesa Rotex Plansichter	
3	Cilindro Clasificador: Cilindro Suzuki Triuer	
1	Zaranda vibratoria N° 2: Zaranda de grano inmaduro	
1	Zaranda vibratoria N° 3: Zaranda de arroz blanco	
1	Selectora por color N° 1: Buhler Sortex	
1	Zaranda vibratoria N° 4: Zaranda de salida de Selectora	
1	Elevador N° 20: de arrocillo 3/4	Pilado
1	Elevador N° 21: de ñelen	

1	Elevador N° 22: Zaranda vibratoria N° 4 - tolvas de almacenamiento (N° 1 y N° 2)	
1	Elevador N° 23: Tolva de almacenamiento N° 3 - Máquina Embolsadora N° 1	
1	Faja transportadora N° 2: Para máquina Embolsadora N° 1	
1	Faja transportadora N° 3: Para máquina Embolsadora N° 2	Embolsado
1	Máquina Embolsadora N° 1: Presentación de 5 Kg	
1	Máquina Embolsadora N° 2: Presentación de 0.750 Kg y 1 Kg	
1	Sinfín N° 3: Zaranda vibratoria N° 4 - N° 23	
1	Sinfín N° 4: N° 22 - tolva de almacenamiento N° 3	
1	Zaranda vibratoria N° 5: Zaranda de embolsado	
1	Ciclón N° 1: Ciclón de vano	
1	Ciclón N° 4: Ciclón de pajilla	Compactado
1	Máquina de Compactado N° 1: Para pajilla	
1	Elevador N° 1: de Tolva de arroz cáscara N° 01	Área de tolvas
1	Elevador N° 2: de Tolva de arroz cáscara N° 02	
1	Faja transportadora N° 1: Faja en tolva de arroz cáscara N° 01	
1	Elevador N° 26: Faja transportadora N° 6 - Mesa Plansichter	
1	Elevador N° 27: Mesa Plansichter - Cilindros clasificadores (arroz superior)	
1	Elevador N° 28: Mesa Plansichter - Máquina Selectora	
1	Elevador N° 29: de salida de Selectora: Rechazo	
1	Elevador N° 30: de salida de Selectora: Producto Terminado	
1	Elevador N° 31: de alimentación de Dosificadores	
1	Sinfín N° 5: Sinfín acoplado a Dosificadores	
1	Faja transportadora N° 7: Descarga de Tolvas de reposo	Área de Reproceso
1	Selectora por color N° 2: Daewoo	
3	Clasificador Horizontal N° 1: Cilindro Suzuki Triuer	
1	Dosificador N° 1: Producto principal	
1	Dosificador N° 2: Subproducto 1 (arrocillo)	
1	Dosificador N° 3: Subproducto 1 (rechazo)	
1	Clasificador Horizontal N° 2: Mesa Rotex Plansichter	
1	Zaranda vibratoria N° 6: Zaranda de salida de Selectora	
1	Ciclón N° 2: Ciclón de polvillo N° 1	
1	Ciclón N° 3: Ciclón de polvillo N° 2	
1	Sinfín N° 2: Sinfín de polvillo	Área de polvillo
1	Exclusa N° 1: Exclusa de polvillo	
1	Exclusa N° 2: Exclusa de polvillo	
1	Máquina Compresora N° 1: SULLAIR LS-100 40 HP	
1	Máquina Compresora N° 2: SULLAIR ST-1500 25 HP	Área de Compresores
1	Secador acoplado N° 1: Para Máquina Compresora N° 1	
1	Secador acoplado N° 2: Para Máquina Compresora N° 2	
1	Añejadora Artificial N° 1: Induorst	
1	Añejadora Artificial N° 2: Induorst	
1	Añejadora Artificial N° 3: Induorst	
1	Añejadora Artificial N° 4: Induorst	Añejamiento Artificial
1	Añejadora Artificial N° 5: Induorst	
1	Añejadora Artificial N° 6: Induorst	
1	Añejadora Artificial N° 7: Induorst	

- 1 Añejadora Artificial N° 8: Induhorst
- 1 Añejadora Artificial N° 9: Induhorst
- 1 Añejadora Artificial N° 10: Induhorst
- 1 Añejadora Artificial N° 11: Carhuallanqui
- 1 Transportador vibratorio N° 1: Induhorst
- 1 Transportador vibratorio N° 2: Induhorst
- 1 Transportador vibratorio N° 3: Induhorst
- 1 Transportador vibratorio N° 4: Induhorst
- 1 Transportador vibratorio N° 5: Induhorst
- 1 Transportador vibratorio N° 6: Induhorst
- 1 Transportador vibratorio N° 7: Induhorst
- 1 Transportador vibratorio N° 8: Induhorst
- 1 Transportador vibratorio N° 9: Induhorst
- 1 Transportador vibratorio N° 10: Induhorst
- 1 Transportador vibratorio N° 11: Carhuallanqui
- 1 Elevador N° 24: de alimentación de Faja transportadora N° 4
- 1 Elevador N° 25: Faja transportadora N° 5 - Tolvas de reposo
- 1 Faja transportadora N° 4: Alimentación de Máquinas de Añejamiento Artificial
- 1 Faja transportadora N° 5: Descarga de Máquinas de Añejamiento Artificial
- 1 Transportador vibratorio N° 12: de tolvas pulmón a de alimentación de faja N° 4
- 1 Faja transportadora N° 6: Alimentación de Máquinas de Añejamiento Artificial N° 9 y N° 10

Anexo 2: Formato de observación de funcionamiento y paradas

		COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC	FORMATO DE OBSERVACIONES DE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS			
INDICACIONES: F: Funcionando; P: Parado; 1: Para cliente; 2: Para empresa; 3: De prueba; 4: Sin materia prima; 5: Sin programación ; 6: Por falla; 7: Mantenimiento			FECHA			
			HORA			
N°	Cantidad Detallada	Máquina	Área	Obs 1	Obs 2	Obs n
1	1	[Nombre de máquina]	Embolsado			

Anexo 3: Bitácora de reunión de comunicación de proyecto

		BITACORA DE IMPLEMENTACION DE PROYECTO TPM PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Comercial Molinera San Luis SAC		Proyecto aprobado por Gerencia General	
Fecha:	07/08/2017	Hora de inicio:	4:30 pm
		Hora de fin:	6:00 pm
Encargada de proyecto:	María Alejandra García Fernández		 Firma

I. TEMAS TRATADOS

- Comunicación de mantenimiento preventivo en proyecto de TPM.
- Procedimientos de Mantenimiento Correctivo y Procedimiento en caso de corte de suministro eléctrico.

II. APORTES DE PARTICIPANTES

- Imprimir diagrama de flujo presentado

III. ADJUNTO

Listado de asistentes

Anexo 4: Diagnóstico de competencias en mantenimiento (pre y post test)

COMOLSA	ÁREA DE MANTENIMIENTO		
	DIAGNOSTICO DE COMPETENCIAS EN MANTENIMIENTO		
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTV. ECONOMICA
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC	20218786261	KM 778 Panamericana Norte - Lambayeque - Lambayeque	Molinería Arroz

PUNTUACION	Nombre y Apellidos:	
1 Conocimiento Básico	Richard Alfaro	
2 Conocimiento Medio	Area: Embolsado	Puesto: Maquinista
3 Conocimiento Avanzado	Fecha: 25/08/2017	

CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE OPERACIÓN	Puntaje		
	1	2	3
1. Conoce y aplica los procedimientos relacionados al puesto.		✓	
2. Tiene conocimiento general sobre cada etapa del proceso.		✓	
3. Conoce el funcionamiento secuencial de las máquinas a su cargo.		✓	
4. Realiza cambios de componentes de su máquina con facilidad.		✓	
5. Conoce y aplica los conceptos de metodología 5S.	✓		
6. Conoce y aplica los conceptos sobre TPM (Mantenimiento Productivo Total).	✓		
7. Conoce sobre el uso correcto de las herramientas en planta.		✓	
8. Tiene conocimiento sobre normas de seguridad en el trabajo.	✓		
CONOCIMIENTO TÉCNICOS BÁSICOS	Puntaje		
	1	2	3
1. Interpreta y analiza manuales y catálogos de la máquina a su cargo	✓		
2. Conoce del funcionamiento mecánico, eléctrico, hidráulico y neumático de los equipos e instalaciones, a fin de detectar fallas y establecer diagnósticos y acciones correctivas		✓	
3. Tiene conocimiento de electricidad industrial aplicada al proceso conexiones eléctricas, diagnostico de fallas, instalaciones nuevas		✓	
4. Posee conocimientos de mantenimiento preventivo y correctivo		✓	
5. Conoce sobre los sistemas de lubricación de máquinas.		✓	
6. Posee habilidad en el uso de herramientas			✓
7. Reconoce el consumible correspondiente a cada maquina		✓	
8. Realiza requerimientos de repuestos de acuerdo a las especificaciones técnicas de acuerdo a equipo.		✓	

Richard Alfaro
Richard Alfaro

María Alejandra García F.
María Alejandra
García F.

Anexo 5: Registro completo de Mantenimiento preventivo semanal

COMOLSA		ÁREA DE MANTENIMIENTO		Código:	MPS-MTTO
		REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL		Revisión	1
				Copia controlada	
RAZON SOCIAL		RUC	DOMICILIO	Fecha	ACTV. ECONOMICA
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC		20218786261	KM 778 Panamericana Norte - Lambayeque - Lambayeque		Molinería Arroz
Frecuencia	Semanal	16/10/2017	Estado	Observación	
Área de polvillo					
Ciclón N° 4 para polvillo					
	Limpeza de ciclón		—		
	Limpeza de tubería de succión por golpeteo		—		
	Limpeza de visor acrílico de ciclón		—		
Sinfin N° 2: Sinfin de polvillo					
	Engrase de chumaceras y rodamientos		—		
	Engrase de puente colgante (Bronce)		—		
	Inspección del estado y tensión de fajas		—		
	Limpeza interna de tornillo (remover todo el producto residual)		—		
	Verificación de colocación de tapas y pernos		—		
Área de tolvas					
Elevador N° 1: Elevador de Tolva de arroz cáscara N° 01					
	Limpeza de botas		—		
	Limpeza de cabezal		—		
	Limpeza de caídas		—		
	Retiro de residuos de arroz		—		
Elevador N° 2: Elevador de Tolva de arroz cáscara N° 02					
	Limpeza de botas		—		
	Limpeza de cabezal		—		
	Limpeza de caídas		—		
	Retiro de residuos de arroz		—		
Pilado					
Ciclón N° 5: Ciclón de despedregadora					
	Limpeza de ciclón		—		
	Limpeza de tubería de succión por golpeteo		—		
	Limpeza de visor acrílico de ciclón		—		
Cilindros Clasificadores Suzuki Triuer					
	Engrase de bocinas de bronce		—		
	Inspección del estado y tensión de fajas (acciona a todos los clasificadores)		—		
	Limpeza de caída a elevador receptor (aceptado y arrocillo)		—		
	Verificación de faja plana		—		
Clasificador Horizontal N° 1: Mesa Rotex Plansichter					
	Inspección del estado y tensión de fajas de motor		—		
	Limpeza de mallas 4 niveles		—		
Elevador N° 10: Elevador Pulidor N° 1 y N° 2 - Pulidor N° 3 y N° 4					
	Limpeza de botas		—		
	Limpeza de cabezal		—		
	Limpeza de caídas		—		
	Retiro de residuos de arroz		—		
Elevador N° 11: Elevador Pulidor N° 3 y N° 4 - Pulidor de agua					
	Limpeza de botas		—		
	Limpeza de cabezal		—		
	Limpeza de caídas		—		
	Retiro de residuos de arroz		—		
Elevador N° 12: Elevador Pulidor de agua - Mesa Plansichter					
	Limpeza de botas		—		
	Limpeza de cabezal		—		
	Limpeza de caídas		—		
	Retiro de residuos de arroz		—		
Elevador N° 13: Elevador Mesa Plansichter - Cilindros clasificadores (arroz super)					
	Limpeza de botas		✓		se encontró poco flojo
	Limpeza de cabezal		✓		
	Limpeza de caídas		✓		
	Retiro de residuos de arroz		✓		
Elevador N° 14: Elevador Mesa Plansichter - Zaranda de arroz blanco (arroz extra)					
	Limpeza de botas		✓		se observó
	Limpeza de cabezal		✓		demandada acu-
	Limpeza de caídas		✓		mulación de
	Retiro de residuos de arroz		✓		arroz en tola
Elevador N° 15: Elevador Zaranda de arroz blanco - Selectora por color					
	Limpeza de botas		✓		

Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Elevador N° 16: Elevador de salida de Selectora: Producto Terminado + Rechazo		
Limpeza de botas	✓	
Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Elevador N° 17: Elevador de salida de Selectora: Primer retorno		
Limpeza de botas	✓	
Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Elevador N° 19: Elevador de salida de Selectora: Rechazo		
Limpeza de botas	✓	
Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Elevador N° 20: Elevador de arrocillo 3/4		
Limpeza de botas	✓	
Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Elevador N° 21: Elevador de fielen		
Limpeza de botas	✓	
Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Elevador N° 5: Elevador Sinfin integral - Mesa Paddy		
Limpeza de botas	✓	
Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Elevador N° 6: Elevador de retorno de Mesa Paddy		
Limpeza de botas	✓	
Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Elevador N° 7: Elevador Mesa Paddy - Despedregadora		
Limpeza de botas	✓	
Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Elevador N° 8: Elevador Despedregadora - Zaranda de granos inmaduros		
Limpeza de botas	✓	
Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Elevador N° 9: Elevador Zaranda de granos inmaduros - Tolva de pulidores		
Limpeza de botas	✓	
Limpeza de cabezal	✓	
Limpeza de caídas	✓	
Retiro de residuos de arroz	✓	
Máquina Despedregadora		
Limpeza de malla saca piedras	✓	
Verificación de estado de mallas	✓	
Mesa Paddy: Super Brix		
Aplicación de Brea Volante principal	✓	
Limpeza de canales	✓	
Limpeza de tolva alimentadora	✓	
Pulidor por abrasión N° 1: Pulidor cónico		
Engrase de arrastradores de polvillo	✓	
Inspección del estado y tensión de fajas	✓	
Limpeza de ductos de polvillo	✓	
Limpeza y revisión de cribas	✓	
Pulidor por abrasión N° 2: Pulidor cónico		
Engrase de arrastradores de polvillo	✓	
Inspección del estado y tensión de fajas	✓	
Limpeza de ductos de polvillo	✓	
Limpeza y revisión de cribas	✓	
Pulidor por abrasión N° 3: Pulidor cónico		
Engrase de arrastradores de polvillo	✓	
Inspección del estado y tensión de fajas	✓	
Limpeza de ductos de polvillo	✓	
Limpeza y revisión de cribas	✓	
Pulidor por abrasión N° 4: Pulidor cónico		
Engrase de arrastradores de polvillo	✓	
Inspección del estado y tensión de fajas	✓	

se realizó limpie-
za e inspección

se realizó limpieza

se encontraron
pernos-

Limpeza de ductos de polvillo	-	
Limpeza y revisión de cribas	-	
Pulidor por fricción: Pulidor de agua Buhler		
Inspección de electroválvula	-	
Inspección del estado y tensión de fajas	-	
Limpeza de ductos de aspiración de polvillo (golpeteo)	-	
Limpeza de filtros y tanque de agua alimentador	-	
Limpeza de salida de producto	-	
Limpeza de superficies externas con agua y detergente	-	
Limpeza interna de roscas y cilindros de levas	-	
Limpeza y rotación de cribas	-	
Selectora por color N° 1: Buhler Sortex		
Limpeza de tarjetas electrónicas	-	
Limpeza de Techo de Selectora	-	
Revisión del estabilizador de voltajes	-	
Verificación de Filtros Separador de agua y aceite	-	
Verificación del estado de las válvulas	-	
Verificar el estado de Eyectores	-	
Zaranda vibratoria N° 2: Zaranda de grano inmaduro		
Inspección del estado y tensión de fajas	-	
Limpeza de caídas a zaranda	-	
Limpeza de canaleta de descarte	-	
Limpeza de malla sacapiedras	-	
Verificación del estado y tensión de fajas	-	
Zaranda vibratoria N° 3: Zaranda de arroz blanco		
Inspección del estado y tensión de fajas	-	
Limpeza de caídas a zaranda	-	
Limpeza de canaleta de descarte	-	
Limpeza de malla sacapiedras	-	
Verificación del estado y tensión de fajas	-	
Zaranda vibratoria N° 4: Zaranda de salida de Selectora		
Inspección del estado y tensión de fajas	-	
Limpeza de caídas a zaranda	-	
Limpeza de canaleta de descarte	-	
Limpeza de malla sacapiedras	-	
Verificación del estado y tensión de fajas	-	
Pre limpia		
Ciclón N° 3 de succión de Despedregadora		
Limpeza de ciclón	-	
Limpeza de tubería de succión por golpeteo	-	
Limpeza de visor acrílico de ciclón	-	
Descascaradora Antigua SBR-SD25 (2)		
Engrase de rodamientos y chumaceras	-	
Inspección de pernos porta rodillos	-	
Inspección del estado y tensión de fajas	-	
Inspección del regulador de velocidad del brazo móvil	-	
Limpeza de cajón alimentador	-	
Descascaradora Nueva SBR-SD25 (1)		
Engrase de rodamientos y chumaceras	-	
Inspección de pernos porta rodillos	-	
Inspección del estado y tensión de fajas	-	
Inspección del regulador de velocidad del brazo móvil	-	
Limpeza de cajón alimentador	-	
Elevador N° 3: Elevador Pre limpia - Zaranda Palotera		
Limpeza de botas	-	
Limpeza de cabezal	-	
Limpeza de caídas	-	
Retiro de residuos de arroz	-	
Elevador N° 4: Elevador Zaranda Palotera -Descascaradoras		
Limpeza de botas	-	
Limpeza de cabezal	-	
Limpeza de caídas	-	
Retiro de residuos de arroz	-	
Pre Limpia: Kepler Weber		
Limpeza de mallas (Nivel 1 y 2)	✓	<i>Mallas tienen apariencia desgastada</i>
Limpeza de ventilador y ductos de polvo	✓	
Verificación del estado y tensión de fajas	✓	
Sinfin N° 1: Sinfin de arroz integral		
Engrase de chumaceras y rodamientos	-	
Engrase de puente colgante (Bronce)	-	
Inspección del estado y tensión de fajas	-	
Limpeza interna de tornillo (remover todo el producto residual)	-	
Verificación de colocación de tapas y pernos	-	
Ventilador N° 1: Ventilador de pajilla		
Inspección del estado y tensión de fajas	-	

Cecilia
Luis Ramirez

Rupen
RUPEN SANDOVAL

Wendy
Wendy Muñoz

Anexo 6: Registro completo de Mantenimiento preventivo quincenal

COMOLSA		ÁREA DE MANTENIMIENTO		Codigo:	MPQ-MTTO
		REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO QUINCENAL		Revisión	1
				Copia controlada	
RAZON SOCIAL		RUC	DOMICILIO	Fecha	ACTV. ECONOMICA
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC		20218786261	KM 778 Panamericana Norte - Lambayeque - Lambayeque		Molinería Arroz
Frecuencia	Quincenal	Estado	Observación		
Pilado					
Clasificador Horizontal N° 1: Mesa Rotex Plansichter					
	Engrase de rodamiento excéntricas	✓			
	Limpieza de bandejas	✓			
Elevador N° 13: Elevador Mesa Plansichter - Cilindros clasificadores (arroz supe					
	Ajuste de prisioneros de chumaceras	✓			
	Engrase de chumaceras y rodamientos	✓			
	Limpieza de discos	✓			
	Limpieza de pozo	✓			
	Lubricación de cadena, catalina y piñón	✓			
	Lubricación de cadena, catalina y piñón	✓			
Elevador N° 14: Elevador Mesa Plansichter - Zaranda de arroz blanco (arroz extr					
	Ajuste de prisioneros de chumaceras	✓			
	Engrase de chumaceras y rodamientos	✓			
	Limpieza de discos	✓			
	Limpieza de pozo	✓			
	Lubricación de cadena, catalina y piñón	✓			
	Lubricación de cadena, catalina y piñón	✓			
Elevador N° 15: Elevador Zaranda de arroz blanco - Selectora por color					
	Ajuste de prisioneros de chumaceras	✓			
	Engrase de chumaceras y rodamientos	✓			
	Limpieza de discos	✓			
	Limpieza de pozo	✓			
	Lubricación de cadena, catalina y piñón	✓			
	Lubricación de cadena, catalina y piñón	✓			
Elevador N° 16: Elevador de salida de Selectora: Producto Terminado + Rechazo					
	Ajuste de prisioneros de chumaceras	✓			
	Engrase de chumaceras y rodamientos	✓			
	Limpieza de discos	✓			
	Limpieza de pozo	✓			
	Lubricación de cadena, catalina y piñón	✓			
	Lubricación de cadena, catalina y piñón	✓			
Máquina Despedregadora					
	Limpieza de la válvula alimentadora	✓			
Mesa Paddy: Super Brix					
	Limpieza de bandejas separadoras	✓			
	Limpieza de sensores capacitivos	✓			
Pulidor por abrasión N° 1: Pulidor cónico					
	Engrase de rodamientos	✓			
	Inspección de frenos y/o cambios	✓			
	Inspección de nivel de aceite de portarodajes	✓			
	Inspección de piedra abrasiva y/o roseteo	✓			
Pulidor por abrasión N° 2: Pulidor cónico					
	Engrase de rodamientos	✓			
	Inspección de frenos y/o cambios	✓			
	Inspección de nivel de aceite de portarodajes	✓			
	Inspección de piedra abrasiva y/o roseteo	✓			
Pulidor por abrasión N° 3: Pulidor cónico					
	Engrase de rodamientos	✓			
	Inspección de frenos y/o cambios	✓			
	Inspección de nivel de aceite de portarodajes	✓			
	Inspección de piedra abrasiva y/o roseteo	✓			
Pulidor por abrasión N° 4: Pulidor cónico					
	Engrase de rodamientos	✓			
	Inspección de frenos y/o cambios	✓			
	Inspección de nivel de aceite de portarodajes	✓			
	Inspección de piedra abrasiva y/o roseteo	✓			
Pulidor por fricción: Pulidor de agua Buhler					
	Limpieza de tolva alimentadora	✓			
	Verificación y estado de manguera de alimentación de agua	✓			
Selectora por color N° 1: Buhler Sortex					
	Limpieza de fuente de entrada (estabilizadora)	✓			
	Limpieza de Tolva de Alimentación	✓			de encuentro arroz

Zaranda vibratoria N° 3: Zaranda de arroz blanco		
Ajuste de pernos de anclaje	✓	
Engrase de rodamientos y excéntricas	✓	
Revisión de templadores	✓	
Sellado de ranuras con silicona	✓	
Zaranda vibratoria N° 4: Zaranda de salida de Selectora		
Ajuste de pernos de anclaje	✓	
Engrase de rodamientos y excéntricas	✓	
Revisión de templadores	✓	
Sellado de ranuras con silicona	✓	
Pre limpia		
Descascaradora Antigua SBR-SD25 (2)		
Limpieza de succión de polvo	—	
Verificación y limpieza de la cámara de ventilador	—	
Descascaradora Nueva SBR-SD25 (1)		
Limpieza de succión de polvo	—	
Verificación y limpieza de la cámara de ventilador	—	
Pre Limpia: Kepler Weber		
Limpieza de mallas	✓	
Zaranda vibratoria N° 1: Zaranda Palotera		
Ajuste de pernos de anclaje	✓	
Engrase de rodamientos y excéntricas	✓	
Revisión de templadores	✓	
Sellado de ranuras con silicona	✓	

LUIS PERECHE

Richard Alfaro.

Anexo 7: Registro completo de Mantenimiento preventivo mensual

COMOLSA		ÁREA DE MANTENIMIENTO		Código:	MPM-MTTO
		REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL		Revisión	Copia controlada
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO		Fecha	ACTV. ECONOMICA
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC	2.02E+10	78 Panamericana Norte - Lambayeque - Lambay			Molinería Arroz
Frecuencia	Mensual	Estado		Observación	
Área de polvillo	07/07/2015				
Exclusa N° 1: Exclusa de polvillo					
Engrase de chumaceras de exclusas		-			
Limpieza de exclusa 1		-			
Verificación de paletas de descarga		-			
Verificación de paletas de exclusa 1		-			
Verificación del nivel de aceite del motoreductor de exclusa 1		-			
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		-			
Exclusa N° 2: Exclusa de polvillo					
Engrase de chumaceras de exclusas		✓			
Limpieza de exclusa 1		✓		se trataba rajar	
Verificación de paletas de descarga		✓		Cura en el agua	
Verificación de paletas de exclusa 1		✓			
Verificación del nivel de aceite del motoreductor de exclusa 1		✓			
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		✓			
Sinfin N° 2: Sinfin de polvillo					
Verificación del estado helicoidal del sinfin		✓			
Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		✓			
Área de tolvas	06/03/2015				
Elevador N° 1: Elevador de Tolva de arroz cáscara N° 01					
Engrase de rodamiento y chumaceras		/			
Insp Limpieza de caídas		/			
Limj Limpieza de caja de alimentación a clasificadores		/			
limp limpieza de ductos de transporte		/			
Rev Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		/			
Revisión del estado de los cangilones		/			
Verificación de estado de rodamientos de motor		/			
Elevador N° 2: Elevador de Tolva de arroz cáscara N° 02					
Engrase de rodamiento y chumaceras		/			
Insp Limpieza de caídas		/			
Limj Limpieza de caja de alimentación a clasificadores		/			
limp limpieza de ductos de transporte		/			
Rev Verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		/			
Revisión del estado de los cangilones		/			
Verificación de estado de rodamientos de motor		/			
Faja transportadora N° 1: Faja en tolva de arroz cáscara N° 01					
lubricación de chumaceras		/			
revisar estado de rodamiento del motor		/			
verificación de banda de lona		/			
verificación de empalme		/			
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		/			
Pilado	03/03/2015				
Cilindros Clasificadores Suzuki Triuer					
Limpieza de caídas		✓		Albeotas están	
Limpieza de caja de alimentación a clasificadores		/		obstruidos *	
limpieza de ductos de transporte		/		vigilas para	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		/		cambio,	
Elevador N° 10: Elevador Pulidor N° 1 y N° 2 - Pulidor N° 3 y N° 4					
Engrase de rodamiento y chumaceras		/			
Inspección del estado y tensión de fajas		/		Tensión de faja	
Limpieza externa de elevador		/		inadecuada	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones		/			
Revisión del estado de la faja porta cangilones		/			
Revisión del estado de los cangilones		/			
Verificación de estado de rodamientos de motor		/			

verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	✓	
Elevador N° 11: Elevador Pulidor N° 3 y N° 4 - Pulidor de agua		
Engrase de rodamiento y chumaceras	/	Redistribuir
Inspección del estado y tensión de fajas	/	carga.
Limpieza externa de elevador	/	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	/	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	/	
Revisión del estado de los cangilones	/	
Verificación de estado de rodamientos de motor	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	/	
Elevador N° 12: Elevador Pulidor de agua - Mesa Plansichter		
Engrase de rodamiento y chumaceras	/	Mejorar caídas
Inspección del estado y tensión de fajas	/	
Limpieza externa de elevador	/	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	/	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	/	
Revisión del estado de los cangilones	/	
Verificación de estado de rodamientos de motor	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	/	
Elevador N° 13: Elevador Mesa Plansichter - Cilindros clasificadores (arroz superior)		
Engrase de rodamiento y chumaceras	/	
Inspección del estado y tensión de fajas	/	
Limpieza externa de elevador	/	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	/	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	/	
Revisión del estado de los cangilones	/	
Verificación de estado de rodamientos de motor	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	/	
Elevador N° 14: Elevador Mesa Plansichter - Zaranda de arroz blanco (arroz extra)		
Engrase de rodamiento y chumaceras	/	
Inspección del estado y tensión de fajas	/	
Limpieza externa de elevador	/	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	/	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	/	
Revisión del estado de los cangilones	/	
Verificación de estado de rodamientos de motor	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	/	
Elevador N° 15: Elevador Zaranda de arroz blanco - Selectora por color		
Engrase de rodamiento y chumaceras	/	
Inspección del estado y tensión de fajas	/	
Limpieza externa de elevador	/	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	/	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	/	
Revisión del estado de los cangilones	/	
Verificación de estado de rodamientos de motor	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	/	
Elevador N° 16: Elevador de salida de Selectora: Producto Terminado + Rechazo		
Engrase de rodamiento y chumaceras	/	
Inspección del estado y tensión de fajas	/	
Limpieza externa de elevador	/	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	/	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	/	
Revisión del estado de los cangilones	/	
Verificación de estado de rodamientos de motor	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	/	
Elevador N° 17: Elevador de salida de Selectora: Primer retorno		
Engrase de rodamiento y chumaceras	/	Tensión de
Inspección del estado y tensión de fajas	/	fajas OK.
Limpieza externa de elevador	/	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	/	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	/	
Revisión del estado de los cangilones	/	

Verificación de estado de rodamientos de motor	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	/	
Elevador N° 18: Elevador de salida de Selectora: Producto Terminado		
Engrase de rodamiento y chumaceras		
Inspección del estado y tensión de fajas		
Limpieza externa de elevador		
limpieza y remoción de polvillo de cangilones		
Revisión del estado de la faja porta cangilones		
Revisión del estado de los cangilones		
Verificación de estado de rodamientos de motor		
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		
Elevador N° 19: Elevador de salida de Selectora: Rechazo		
Engrase de rodamiento y chumaceras		
Inspección del estado y tensión de fajas		
Limpieza externa de elevador		
limpieza y remoción de polvillo de cangilones		
Revisión del estado de la faja porta cangilones		
Revisión del estado de los cangilones		
Verificación de estado de rodamientos de motor		
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		
Elevador N° 20: Elevador de arrocillo 3/4		
Engrase de rodamiento y chumaceras		
Inspección del estado y tensión de fajas		
Limpieza externa de elevador		
limpieza y remoción de polvillo de cangilones		
Revisión del estado de la faja porta cangilones		
Revisión del estado de los cangilones		
Verificación de estado de rodamientos de motor		
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		
Elevador N° 21: Elevador de fielen		
Engrase de rodamiento y chumaceras		
Inspección del estado y tensión de fajas		
Limpieza externa de elevador		
limpieza y remoción de polvillo de cangilones		
Revisión del estado de la faja porta cangilones		
Revisión del estado de los cangilones		
Verificación de estado de rodamientos de motor		
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		
Elevador N° 5: Elevador Sinfin integral - Mesa Paddy		
Engrase de rodamiento y chumaceras		
Inspección del estado y tensión de fajas		
Limpieza externa de elevador		
limpieza y remoción de polvillo de cangilones		
Revisión del estado de la faja porta cangilones		
Revisión del estado de los cangilones		
Verificación de estado de rodamientos de motor		
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)		
Elevador N° 6: Elevador de retorno de Mesa Paddy		
Engrase de rodamiento y chumaceras	/	
Inspección del estado y tensión de fajas	/	
Limpieza externa de elevador	/	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	/	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	/	
Revisión del estado de los cangilones	/	
Verificación de estado de rodamientos de motor	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	/	
Elevador N° 7: Elevador Mesa Paddy - Despedregadora		
Engrase de rodamiento y chumaceras		
Inspección del estado y tensión de fajas		
Limpieza externa de elevador		
limpieza y remoción de polvillo de cangilones		
Revisión del estado de la faja porta cangilones		

Cambio de faja.

Revisión del estado de los cangilones		
Verificación de estado de rodamientos de motor		
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)		
Elevador N° 8: Elevador Despedregadora - Zaranda de granos Inmaduros		
Engrase de rodamiento y chumaceras	/	
Inspección del estado y tensión de fajas	/	
Limpieza externa de elevador	/	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	/	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	/	
Revisión del estado de los cangilones	/	
Verificación de estado de rodamientos de motor	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)	/	
Elevador N° 9: Elevador Zaranda de granos inmaduros - Tolva de pulidores		
Engrase de rodamiento y chumaceras		
Inspección del estado y tensión de fajas		
Limpieza externa de elevador		
limpieza y remoción de polvillo de cangilones		
Revisión del estado de la faja porta cangilones		
Revisión del estado de los cangilones		
Verificación de estado de rodamientos de motor		
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)		
Máquina Despedregadora		
Estado de moto - vibrador		
Limpieza de alimentación de tolvas		
Limpieza de ductos de polvo		
revisar incrustaciones de impurezas en malla		
verificar regulador de succión de aire		
Mesa Paddy: Super Brix		
Engrase de chumaceras		
Inspección del estado y tensión de fajas		
lubricación a excéntricas y rodamientos (polines)		
Verificación de estado de motor		
verificar estado de pistas de nylon		
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)		
verificar volantes		
Pulidor por abrasión N° 1: Pulidor cónico		
Limpieza de caídas	/	
Limpieza de ducto de aspiración	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)	/	
Pulidor por abrasión N° 2: Pulidor cónico		
Limpieza de caídas	/	
Limpieza de ducto de aspiración	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)	/	
Pulidor por abrasión N° 3: Pulidor cónico		
Limpieza de caídas	/	
Limpieza de ducto de aspiración	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)	/	
Pulidor por abrasión N° 4: Pulidor cónico		
Limpieza de caídas	/	
Limpieza de ducto de aspiración	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)	/	
Pulidor por fricción: Pulidor de agua Buhler		
Verificación y estado de manguera de alimentación de agua	/	
Verificación y estado de motor	/	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas,etc)	/	
Selectora por color N° 1: Buhler Sortex		
Limpieza de tarjetas electrónicas	/	
Revisión de estado de bandejas	/	
Verificación de Filtros de aire	/	
verificación de jebes de hermetización	/	
Zaranda vibratoria N° 2: Zaranda de grano inmaduro		
Limpieza de Tolva de Alimentación		

Estabilizar eje.
de acople.

verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	✓	
Zaranda vibratoria N° 3: Zaranda de arroz blanco		
Limpieza de Tolva de Alimentación	✓	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	✓	
Zaranda vibratoria N° 4: Zaranda de salida de Selectora		
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	✓	
Pre limpieza	06/03/2018	
Descascaradora Antigua SBR-SD25 (2)		
Inspección del regulador de velocidad del brazo móvil	✓	
Inspección del regulador y nanómetro de presión	✓	Presión OK.
Limpieza del tambor de aire y ductos	✓	
Verificación de colocación de guarda fajas	✓	
Verificación de estado del motor	✓	Motor OK.
Verificación de cilindros neumáticos	✓	
Verificación y limpieza de filtros	✓	
Descascaradora Nueva SBR-SD25 (1)		
Inspección del regulador de velocidad del brazo móvil	✓	
Inspección del regulador y nanómetro de presión	✓	
Limpieza del tambor de aire y ductos	✓	Cambio de manguera
Verificación de colocación de guarda fajas	✓	
Verificación de estado del motor	✓	
Verificación de cilindros neumáticos	✓	
Verificación y limpieza de filtros	✓	
Elevador N° 3: Elevador Pre limpieza - Zaranda Palotera		
Engrase de rodamiento y chumaceras	✓	
Inspección del estado y tensión de fajas	✓	
Limpieza externa de elevador	✓	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	✓	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	✓	
Revisión del estado de los cangilones	✓	
Verificación de estado de rodamientos de motor	✓	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	✓	
Elevador N° 4: Elevador Zaranda Palotera -Descascaradoras		
Engrase de rodamiento y chumaceras	✓	
Inspección del estado y tensión de fajas	✓	
Limpieza externa de elevador	✓	
limpieza y remoción de polvillo de cangilones	✓	
Revisión del estado de la faja porta cangilones	✓	
Revisión del estado de los cangilones	✓	
Verificación de estado de rodamientos de motor	✓	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	✓	
Pre Limpia: Kepler Weber		
Engrase de rodamientos y excéntricas	✓	Cambiar mallas por medida.
Limpieza de cámara de aspiración	✓	
Limpieza de ventilador y ductos de polvo	✓	
lubricación de chumaceras	✓	
revisar cilindro de escalpe (retirar incrustaciones de impurezas)	✓	
Revisión y estado de acondicionamiento de céntricos	✓	
Verificación del estado de rodajes de motor	✓	
verificar sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, cadenas, etc)	✓	
verificar y ajustar pernos de sujeción (platinas vertical y horizontal)	✓	
Ventilador N° 1: Ventilador de pajilla		
Limpieza de paletas de ventilador	✓	
Verificación del estado de rodamientos de ventilador (Inspección auditiva)	✓	


WENDY MUÑOZ


Rubén Samayoa

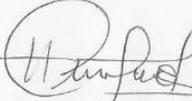

Luis Peruchero


CHRIS SANTAMARÍA


Eky Alberca


JOEL REYNOSA


JOSÉ LUCAS


CESAR CHENO

Anexo 8: Registro de Revisión de máquinas post corte de suministro eléctrico

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		Codigo:	RPC-MTTO
	REVISION DE MAQUINAS POST CORTE DE SUMINISTRO ELECTRICO		Revisión	1
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	Copia controlada	ACTV. ECONOMICA
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC	20218786261	KM 778 Panamericana Norte - Lambayeque - Lambayeque	Fecha	Molinería Arroz

Al inspeccionar los equipos complete (✓) en el recuadro correspondiente: C (Conforme) y NC (No conforme) o (-) según sea el caso

I. DATOS DEL CORTE ELECTRICO

FECHA			HORA CORTE:		HORA DE REPOSICION:	
CAUSA		INTERNA		EXTERNA		Otros:
ÁREAS AFECTADAS		Pilado		Añej. Artificial		Embolsado
		Todas		Otras:		Reproceso

II. INSPECCION DE TABLEROS Y MÁQUINAS

N°	MÁQUINA	MOTOR			ÁREA	ESTADO		OBSERVACION
		1	2	3		C	NC	
	TABLEROS y CAJAS DE CONTROL							
1	Cajas de control General				Caja de control			
2	Tablero N° 01 (Pilado)				Pilado			
3	Tablero N° 02 (Pilado)				Pilado			
4	Tablero N° 03 (Añej. Artificial)				Añej. Artificial			
5	Tablero N° 04 (Añej. Artificial)				Añej. Artificial			
6	Tablero N° 05 (Reproceso)				Reproceso			
7	Tablero N° 06 (Embolsado)				Embolsado			
8	Tablero N° 07 (A. de Compresores)				A. Compresores			
9	Tablero N° 08 (A. de Compresores)				A. Compresores			
10	Tablero N° 09 (Compactado)				Compactado			
11	Tablero N° 10 (A. de tolvas)				Área de tolvas			

MAQUINAS CRITICAS							
12	Compresor SULLAIR LS-100 40 HP	40 HP				Compresores	
13	Compresor SULLAIR ST-1500 25 HP	25 HP				Compresores	
14	Secador acoplado (Compresor LS-100)	1.5 HP				Compresores	
15	Secador acoplado (Compresor LS-1500)	1 HP				Compresores	
16	Máquina Pre limpia	1 HP				Pre Limpia	
17	Descascaradora Antigua SBR-SD25 (2)	5 HP	10 HP			Pre Limpia	
18	Descascaradora Nueva SBR-SD25 (1)	6 HP	10 HP			Pre Limpia	
19	Mesa Paddy N° 1	10 HP				Pilado	
20	Máquina Despedregadora	1.5 HP				Pilado	
21	Pulidor cónico N° 01	25 HP				Pilado	
22	Pulidor cónico N° 02	25 HP				Pilado	
23	Pulidor cónico N° 03	20 HP				Pilado	
24	Pulidor cónico N° 04	20 HP				Pilado	
25	Pulidor de Presión de agua	40 HP				Pilado	
26	Cilindros Clasificadores Suzuki Triuer	2 HP				Pilado	
27	Mesa Rotex Plansichter Pilado N° 1	1.5 HP				Pilado	
28	Máquina Selectora por color N° 1 Sortex					Pilado	
29	Máquina Embolsadora N° 1 (5 kg)					Embolsado	
30	Máquina Embolsadora N° 2 (3/4 kg, 1 kg)					Embolsado	
31	Cilindros Clasificadores Suzuki Triuer	2.5 HP	1.5 HP			Reproceso	
32	Máquina Selectora por color N° 2					Reproceso	
33	Mesa Rotex Plansichter Reproceso N° 1	1.5 HP				Reproceso	
34	Dosificador N° 1 Dosifica Arroz (grano)					Reproceso	
35	Dosificador N° 2 Dosifica Arroz (grano)					Reproceso	
36	Añejadora Artificial N° 1: Induhorst					Reproceso	
37	Añejadora Artificial N° 2: Induhorst	7 HP	0.75 HP	1.5 HP		Añej. Artificial	
38	Añejadora Artificial N° 3: Induhorst	7 HP	0.75 HP	1.5 HP		Añej. Artificial	
39	Añejadora Artificial N° 4: Induhorst	7 HP	0.75 HP	1.5 HP		Añej. Artificial	
40	Añejadora Artificial N° 5: Induhorst	7 HP	0.75 HP	1.5 HP		Añej. Artificial	
41	Añejadora Artificial N° 6: Induhorst	7 HP	0.75 HP	1.5 HP		Añej. Artificial	
42	Añejadora Artificial N° 7: Induhorst	7 HP	0.75 HP	1.5 HP		Añej. Artificial	
43	Añejadora Artificial N° 8: Induhorst	7 HP	0.75 HP	1.5 HP		Añej. Artificial	
44	Añejadora Artificial N° 9: Induhorst	7 HP	0.75 HP	1.5 HP		Añej. Artificial	
45	Añejadora Artificial N° 10: Induhorst	7 HP	0.75 HP	1.5 HP		Añej. Artificial	
46	Añejadora Artificial N° 11: Carhuallanqui					Añej. Artificial	
TRANSPORTADOR VIBRATORIO							
47	Transportador vibratorio N° 1	1 HP				Añej. Artificial	
48	Transportador vibratorio N° 2	1 HP				Añej. Artificial	
49	Transportador vibratorio N° 3	1 HP				Añej. Artificial	
50	Transportador vibratorio N° 4	1 HP				Añej. Artificial	
51	Transportador vibratorio N° 5	1 HP				Añej. Artificial	
52	Transportador vibratorio N° 6	1 HP				Añej. Artificial	
53	Transportador vibratorio N° 7	1 HP				Añej. Artificial	
54	Transportador vibratorio N° 8	1 HP				Añej. Artificial	
55	Transportador vibratorio N° 9	1 HP				Añej. Artificial	
56	Transportador vibratorio N° 10	1 HP				Añej. Artificial	
57	Transportador vibratorio N° 11	1 HP				Añej. Artificial	
58	Transportador vibratorio N° 12	1 HP				Añej. Artificial	
ZARANDA VIBRATORIA							
59	N° 1: Zaranda Palotera	1.5 HP				Pre Limpia	
60	N° 2: Zaranda de grano inmaduro	0.75 CV				Pilado	
61	N° 3: Zaranda de arroz blanco	0.75 CV				Pilado	
62	N° 4: Zaranda de salida de Selectora	1.5 HP				Pilado	
63	N° 5: Zaranda de embolsado	1 HP				Embolsado	
64	N° 6: Zaranda de salida de Selectora	1.5 HP				Reproceso	

ELEVADORES			
65	Nº 1: de Tolva de arroz cáscara Nº 01	7.5 HP	Área de tolvas
66	Nº 2: de Tolva de arroz cáscara Nº 02	3 HP	Área de tolvas
67	Nº 3: Pre limpia - Zaranda Palotera	1.5 HP	Pre Limpia
68	Nº 4: Zaranda Palotera -Descascaradoras	1.5 HP	Pre Limpia
69	Nº 5: Sinfín integral - Mesa Paddy	1.5 HP	Pre Limpia
70	Nº 6: de retorno de Mesa Paddy	2 HP	Pilado
71	Nº 7: Mesa Paddy - Despedregadora	0.75 CV	Pilado
72	Nº 8: Despedregadora - Zaranda de granos	0.75 HP	Pilado
73	Nº 9: Zaranda de granos inmaduros - Tolva	0.75 HP	Pilado
74	Nº 10: Pulidor Nº 1 y Nº 2 - Pulidor Nº 3 y	1.5 HP	Pilado
75	Nº 11: Pulidor Nº 3 y Nº 4 - Pulidor de agua	1.5 HP	Pilado
76	Nº 12: Pulidor de agua - Mesa Plansichter	2 HP	Pilado
77	Nº 13: Mesa Plansichter - Cilindros clasificados	0.75 CV	Pilado
78	Nº 14: Mesa Plansichter - Zaranda de arroz	1.5 HP	Pilado
79	Nº 15: Zaranda de arroz blanco - Selector	1 HP	Pilado
80	Nº 16: de salida de Selectora: Producto T4	1.5 HP	Pilado
81	Nº 17: de salida de Selectora: Primer retol	1.5 HP	Pilado
82	Nº 18: de salida de Selectora: Producto T4	1.5 HP	Pilado
83	Nº 19: de salida de Selectora: Rechazo	0.75 CV	Embolsado
84	Nº 20: de arrocillo 3/4	1.5 HP	Embolsado
85	Nº 21: de ñelen	1.5 HP	Añej. Artificial
86	Nº 22: Zaranda vibratoria Nº 4 - tolvas de	1.5 HP	Añej. Artificial
87	Nº 23: Tolva de almacenamiento Nº 3 - Má	1.5 HP	Reproceso
88	Nº 24: de alimentación de Faja transporta	1.5 HP	Reproceso
89	Nº 25: Faja transportadora Nº 5 - Tolvas d	1.5 HP	Reproceso
90	Nº 26: Faja transportadora Nº 6 - Mesa Pl	1 CV	Reproceso
91	Nº 27: Mesa Plansichter - Cilindros clasificados	1 CV	Reproceso
92	Nº 28: Mesa Plansichter - Máquina Select	1 CV	Reproceso
93	Nº 29: de salida de Selectora: Rechazo	1.5 HP	Reproceso
94	Nº 30: de salida de Selectora: Producto T4	1 CV	Reproceso
95	Nº 31: de alimentación de Dosificadores	1.5 HP	Reproceso
CICLON			
96	Ciclón Nº 1 para polvo y vano	7 HP	Compactado
97	Ciclón Nº 2 para polvo y vano	7 HP	Compactado
98	Ciclón Nº 3 de succión de Despedregador	10 HP	Pre Limpia
99	Ciclón Nº 4 para polvillo	1.5 HP	Área polvillo
100	Ciclón Nº 5 para polvillo	1.5 HP	Área polvillo
101	Ventilador de pajilla	1.5 HP	Compactado
102	Exclusa Nº 1 para polvillo		Área polvillo
103	Exclusa Nº 2 para polvillo		Área polvillo
SINFÍN			
104	Nº 1: arroz integral	1.5 HP	Pre Limpia
105	Nº 2: Polvillo		Área polvillo
106	Nº 3: arroz blanco	1.5 HP	Embolsado
107	Nº 4: arroz blanco	1.5 HP	Embolsado
108	Nº 5: acoplado de Máquina Dosificadora	1 HP	Reproceso
FAJA TRANSPORTADORA			
109	Nº 1: tolva de arroz cáscara Nº 01	1.5 HP	Área de tolvas
110	Nº 2: Para máquina Embolsadora Nº 1	0.75 HP	Embolsado
111	Faja transportadora Nº 3: Para máquina E	0.75 HP	Embolsado
112	Nº 4: Alimentación de Máquinas de Añejar	1.5 HP	Añej. Artificial
113	Nº 5: Descarga de Máquinas de Añejamie	1 HP	Añej. Artificial
114	Nº 7: Descarga de Tolvas de reposo	0.75 HP	Reproceso
115	Nº 6: Alimentación de Máquinas de Añejar	1 HP	Añej. Artificial

Anexo 9: Registro de incidencias

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		
	CONTROL DE INCIDENCIAS		
Codigo	Revision	Fecha	Copia controlada
RAZON SOCIAL	RUC	ACTV. ECONOMICA	
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC	20218786261	Molinería Arroz	
Completar los campos con la información solicitada cuando ocurra una incidencia en el área.			
Fecha:		Hora inicio:	
		Hora fin:	
Máquina:			
Area:	Pilado:		Embolsado:
	Reproceso:		Homogenizado:
	Otros:		
Descripción:			
Accion tomada:			
Realizó mantenimiento			
Maquinista			

Anexo 10: Registro de conciliación de piezas

COMOLSA		ÁREA DE MANTENIMIENTO		Versión:	
RAZON SOCIAL		RUC		DOMICILIO	
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC		20218786261		KM 778 Panamericana Norte - Lambayeque -	
ACTV. ECONOMICA		Molinería Arroz			
Fecha					
REGISTRO DE CONCILIACIÓN DE PIEZAS					
I. DATOS GENERALES					
FECHA:	13 - 03 - 2018	HORA INICIO:	18:00	HORA FIN:	23:00
AREA:	PELUDO	MAQUINA:	CUSIFICADOR ✓		
TIPO DE MANTENIMIENTO:	Preventivo	PLANIFICADO	✓	CORRECTIVO	
RESPONSABLE:	CHRIS SANTOMARINO				
AYUDANTES:	WENDY MUÑOZ.				
II. DATOS DEL PROCEDIMIENTO					
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES:	✓ Juego de VÁLVULAS				
HERRAMIENTAS					
INGRESOS			SALIDAS		
✓ JUEGO DE LLAVES			JUEGO DE LLAVES		
✓ DESTORNILLADOR PLANO			DESTORNILLADOR PLANO		
✓ MORTILLO			01 MORTILLO		
✓ 01 TALADRO			TALADRO		
01 BROCA 5/16			01 BROCA 5/16		
RESPUESTOS					
INGRESOS			SALIDAS		
36 VÁLVULAS p/COMPLO			- 36 VÁLVULAS p/COMPLO		
72 REMACHES			72 REMACHES GASTADO		
III. VERIFICACION Y ENTREGA					
INSPECCION DE ORDEN Y LIMPIEZA	Conforme (✓)	No conforme ()	V° B° Control de	Gonzalez	
OBSERVACIONES					
EQUIPO RECIBIDO POR:	Cesar Gonzalez		DPTO:	Producción	

ENCARGADO DE LA OPERACIÓN
CHRIS SANTOMARINO.

RESPONSABLE DE PRODUCCION/
RESPONSABLE DE CALIDAD

Anexo 11: Registro de ingreso de herramientas

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		Código: HEXT-MTTO
			Revisión 1
REGISTRO DE INGRESO DE HERRAMIENTAS DE PERSONAL EXTERNO		Copia controlada	
		Fecha	
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTV. ECONOMICA
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC	20218786261	KM 778 Panamericana Norte - Lambayeque - Lambayeque	Molinería Arroz

Complete la información solicitada. No permitir entrada de las herramientas sin registro. No permitir la salida de las herramientas sin verificación.

I. INFORMACIÓN DE PERSONAL EXTERNO

EMPRESA:			
REPRESENTANTE:			
FECHA DE INGRESO		FECHA DE SALIDA	

II. REGISTRO DE DATOS

N°	Cantidad	Elemento	Marca	Descripción breve
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

V° B° Garita de Vigilancia

Representante de Empresa
Nombre:
DNI:
(Firmar al ingreso)

Representante de Empresa
Nombre:
DNI:
(Firmar a la salida)

Anexo 12: Ficha técnica de máquinas (para elevadores)

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		Código:	FTNC-MTTO
			Revisión	1
FICHA TECNICA DE MAQUINAS			Copia controlada	
			Fecha	
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO		ACTV. ECONOMICA
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC	20218786261	KM 778 Panamericana Norte - Lambayeque - Lambayeque		Molinería Arroz

I. INFORMACION DE MAQUINAS

NOMBRE Y DETALLE			
ÁREA		MARCA	
AÑO		GARANTIA VIGENTE	() Sí () NO

II. DATOS DEL FABRICANTE

NOMBRE EMPRESA			
CONTACTO			
TELEFONO		CORREO ELECTRONICO	

III. DIAGRAMA DE COMPONENTES

TRANSMI-SIÓN	FAJA DE TRANSMI-SIÓN / POLEA	EJE	MOTOR	RODAMIENTO	EJE	FAJA PORTA CANGILONES	CAPACHO	CAPACHOS (u)	PERNO CAPACHE RO

IV. CARACTERISTICAS TÉCNICAS

TIPO DE MAQUINA		TIPO DE MANTENIMIENTO	
------------------------	--	------------------------------	--

V. REGISTRO DE INTERVENCIONES

N°	Fecha	Actividad	Repuestos	Herramientas	T aproximado	Responsable
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Anexo 13: Ficha técnica de máquinas (general)

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		Código:	FTNC-MTTO
			Revisión	1
	FICHA TECNICA DE MAQUINAS		Copia controlada	
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO		ACTV. ECONOMICA
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC	20218786261	KM 778 Panamericana Norte - Lambayeque - Lambayeque		Molinería Arroz

I. INFORMACION DE MAQUINAS

NOMBRE Y DETALLE			
ÁREA		MARCA	
AÑO		GARANTIA VIGENTE	() Sí () NO

II. DATOS DEL FABRICANTE

NOMBRE EMPRESA			
CONTACTO			
TELEFONO		CORREO ELECTRONICO	

III. DIAGRAMA DE COMPONENTES

--	--

IV. CARACTERISTICAS TÉCNICAS

POTENCIA			
TIPO DE MAQUINA		TIPO DE MANTENIMIENTO	
PARTES CRITICAS			

V. REGISTRO DE INTERVENCIONES

N°	Fecha	Actividad	Repuestos	Herramientas	aproximad	Responsable
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Anexo 14: Carta de lubricación de máquinas

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		Codigo: CLUB-MTTO
			Revisión
FICHA TECNICA DE MAQUINAS		Copia controlada	
		Fecha	
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTV. ECONOMICA
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC	20218786261	KM 778 Panamericana Norte - Lambayeque - Lambayeque	Molinería Arroz
Complete la información según sea el caso.			

I. INFORMACIÓN DE MAQUINA

NOMBRE MAQUINA	
AREA	

II. REGISTRO DE INFORMACIÓN

N°	PARTE A LUBRICAR	LUBRICANTE	FECHA	FECHA PROX. LUBRICACION	TIEMPO APROX.	RESPONSABLE
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Anexo 15: Cargo de entrega de herramientas

	ÁREA DE MANTENIMIENTO		Código:	EHMT-MTTO
			Revisión	
	CARGO DE ENTREGA DE HERRAMIENTAS		Copia controlada	
			Fecha	
RAZÓN SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTV. ECONÓMICA	
COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC	20218786261	KM 778 Panamericana Norte - Lambayeque - Lambayeque	Molinería Arroz	
Complete la información solicitada luego que se le entreguen las herramientas				

I. INFORMACIÓN DE RESPONSABLE

NOMBRE	
PUESTO	
ÁREA	

N°	Cantidad	Elemento	Marca	Descripción breve
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Anexo 17: Material de capacitación en TPM

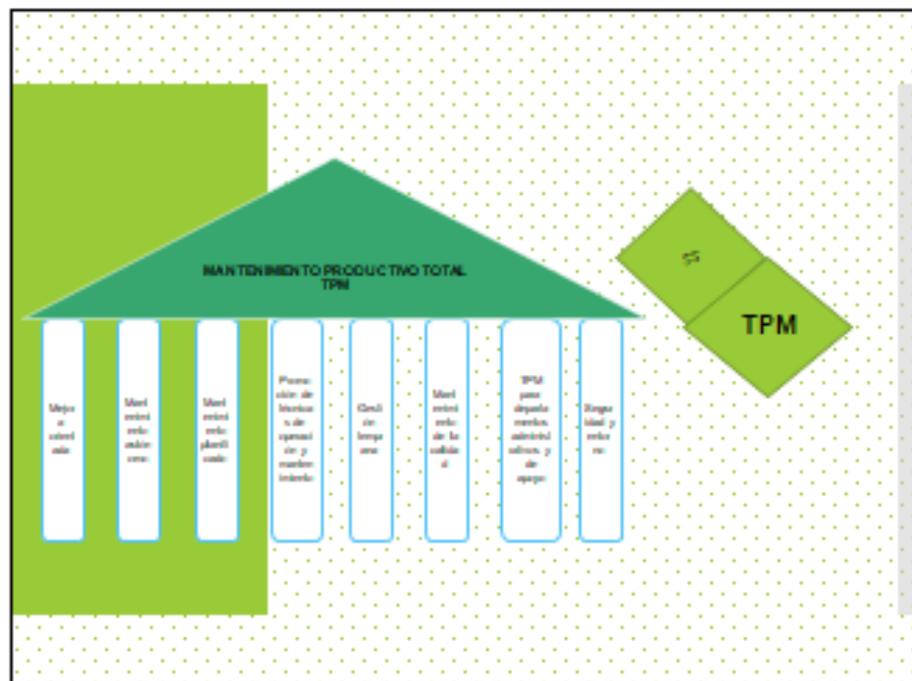


LEAN MANUFACTURING

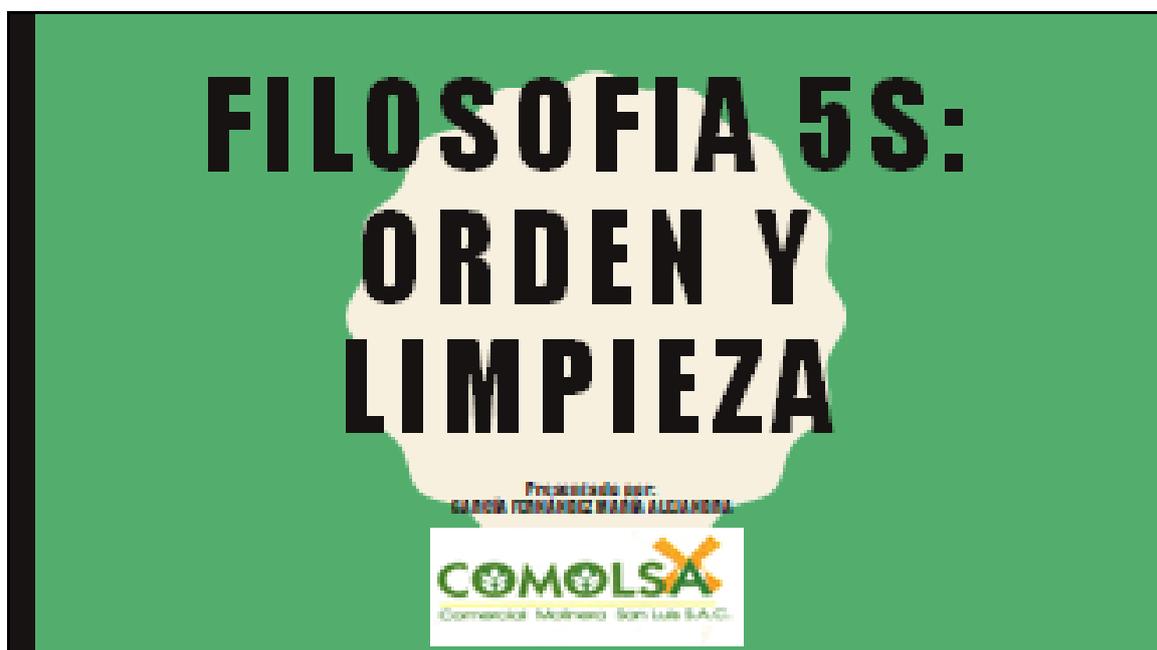
Es una filosofía de trabajo basada en las personas que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción centrado en identificar y eliminar los desperdicios creando una nueva cultura en la empresa a través de la mejora continua y el trabajo en equipo. (Hernández y Vizán, 2013)

TPM
Mantenimiento Productivo Total

Esta herramienta de lean manufacturing busca eliminar las averías con la participación y motivación de los empleados, conservando los activos de la empresa a través del involucramiento de la pirámide de jerarquía de una empresa.



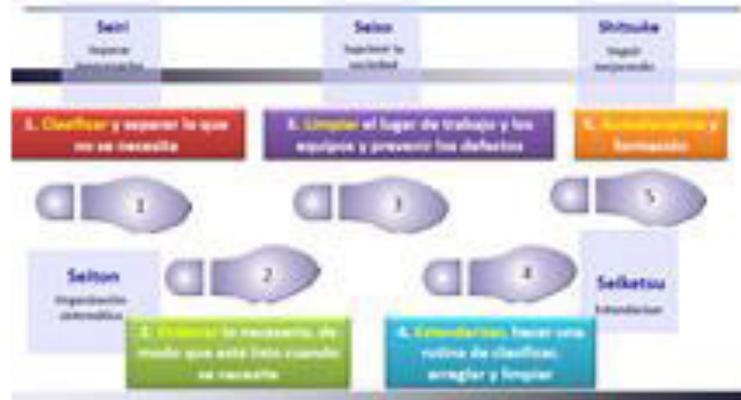
Anexo 18: Material de capacitación en 5S



¿Qué conoce Ud. acerca de las 5S?

- Un proceso japonés de ordenamiento, limpieza y organización del lugar de trabajo
- Una práctica sencilla pero eficaz
- La base para mejorar la calidad y la productividad
- Se basa en la buena cooperación en el lugar de trabajo
- Fomenta el trabajo en equipo Y la responsabilidad individual
- ¡Algunos lo llaman una forma de vida!

Pasos de la campaña de 5S



1. Seiri – Clasificar /separar

Separar lo innecesario de lo necesario



¡Utilice el sistema de etiquetas rojas para las piezas innecesarias!



Seiri- Clasificar, separar (¿qué artículos etiquetar?)



Los artículos que son

- Del todo innecesarios
- Necesarios pero no aquí
- Necesarios pero no ahora
- Necesarios pero no en esta cantidad

¡La clasificación/separación debe liberar espacio en la planta de producción y eliminar el desorden en el lugar de trabajo!

Se puede medir la cantidad de espacio despejado en el piso de producción.

Regla básica para la planta de producción – se debe almacenar en el Gemba sólo aquellos artículos que se utiliza todos los días.

2. Seiton –Organización sistemática

- ¡Un lugar para todo y todo en su lugar!
- Almacenamiento en el punto de utilización
- Decida el lugar donde guardar cada cosa donde se necesita
- Etiquételo de modo que cada cosa se pueda encontrar y almacenar rápidamente cuando no está en uso
- Pregunte:
 - ¿Qué necesito para realizar mi trabajo?
 - ¿Dónde debo ubicar este artículo?
 - ¿Cuántos de estos artículos necesito realmente?

2. Seiton – Organización sistemática

Analizar el «Status Quo»

Decidir **DÓNDE** guardar las cosas

Decidir **CÓMO** deben guardarse las cosas

Hacer que **TODOS** sigan las reglas de guardado

Organización sistemática

Todos los artículos deben tener

- Una ubicación fija – para eliminar tener que buscarlos
- Una cantidad fija – para eliminar tanto el sobrestock como el desabastecimiento
- Etiquetas o marcas – para facilitar su localización

Cuatro métodos de organización sistemática -

- Etiquetado
- Mercado
- Codificación por Colores
- Señalización



3. Seiso (Limpiar) – Sacar la suciedad/Sacudir el polvo/sacar brillo

Objetivo: Un lugar de trabajo limpio y eliminar las causas del desperdicio.

- * Limpie e inspeccione el lugar de trabajo
- * Durante la limpieza, observe los signos tempranos de problemas, desperdicio, etc., e inicie las acciones correctivas
- * Es imprescindible:
 - o Definir responsabilidades para las áreas de trabajo
 - o Asignar tiempos
 - o Proporcionar los servicios necesarios para realizar el trabajo



4. Seiketsu - Estandarizar



- * Objetivo: Crear un método estandarizado y una rutina para la práctica de las primeras 3S.
- * Prevenir un retorno a las condiciones indeseables anteriores
- * Herramientas:
 - o Prevención 
 - o Listas de verificación 
 - o Rutina diaria de "5 minutos de 5s" 
- * ¿Qué estándares puede crear para Seiri, Seiton y Seiso?



5. Shitsuke – Autodisciplina

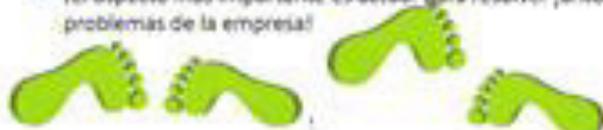
- Objetivo: Hacer las 5S parte de su cultura organizacional
- Se requiere de auto-disciplina para cumplir con los estándares
- Las actividades de las 5S son parte de la rutina normal de trabajo –nadie necesita que se lo recuerde. La práctica de las 5S debe convertirse en un **hábito**
- Es imprescindible:
 - El compromiso de la gerencia
 - El compromiso de los empleados
 - La evaluación continua (auditorías de 5S)

AUTODISCIPLINA

Del capricho de hacer lo que se debe
y dejar de hacer lo que no se debe

Las 5S como punto de partida para la mejora continua

- Los pasos 4 y 5 muestran que la mejora no es un evento singular aislado
- La mejora continua es un proceso permanente de resolución de problemas y de "pulido" organizacional
- Depende de la buena cooperación en el lugar de trabajo
- Se centra en mejoras pequeñas pero continuadas
- ¡El aspecto más importante es actuar para resolver juntos los problemas de la empresa!



Anexo 19: Material de capacitación en Procedimientos de COMOLSA



VALLE NORTE
¿Quiénes somos?

Somos una empresa dedicada a la producción de productos de molinería. Contamos con diversas marcas ampliamente reconocidas en el mercado por su calidad ya que basamos nuestros procesos en la transparencia e inocuidad necesarias para el correcto proceso del arroz cascara y su transformación ideal. Nos encontramos en constante superación y crecimiento para satisfacer la alta demanda del mercado por nuestros productos además de supervisar nuestra cadena de abastecimiento buscando siempre las mejores cosechas de arroz que aseguren nuestra calidad.

A slide with a white background and green accents. In the top left is the Valle Norte logo, which consists of a green banner with the text 'VALLE NORTE' and a small yellow flower above it. To the right of the logo, the text '¿Quiénes somos?' is written in a large, black, sans-serif font. Below this, a paragraph of text is enclosed in a yellow-bordered box. The text describes the company's dedication to rice milling, its commitment to quality and transparency, and its focus on meeting market demand through continuous improvement and supervision of the supply chain. In the top right corner of the slide, there is a photograph of a wooden spoon filled with white rice, set against a background of more rice.



COMO EMPRESA

Misión

Desarrollar el espíritu empresarial creando actividades productivas exitosas en el rubro alimenticio, dentro del marco de una cultura familiar que trascienda de generación en generación, lo anterior satisfaciendo plenamente a nuestro cliente y consumidores, impulsando el crecimiento de nuestra empresa y su personal, contribuyendo al engrandecimiento del país.



COMO EMPRESA

Visión

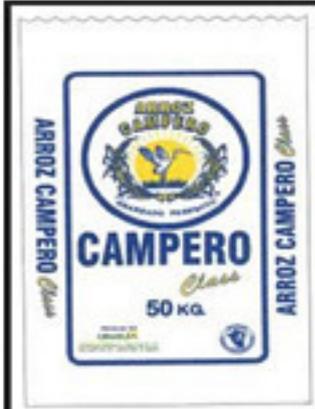
Ser una empresa a la vanguardia de la tecnología molinera en la industria alimenticia, reconocida por su alta productividad y fuerte cultura propia de una empresa familiar, satisfaciendo su liderazgo en el mercado nacional.

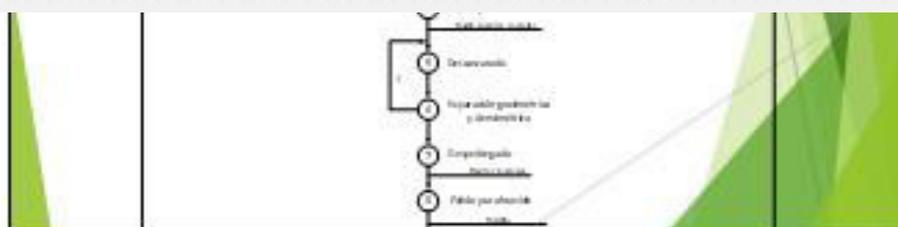


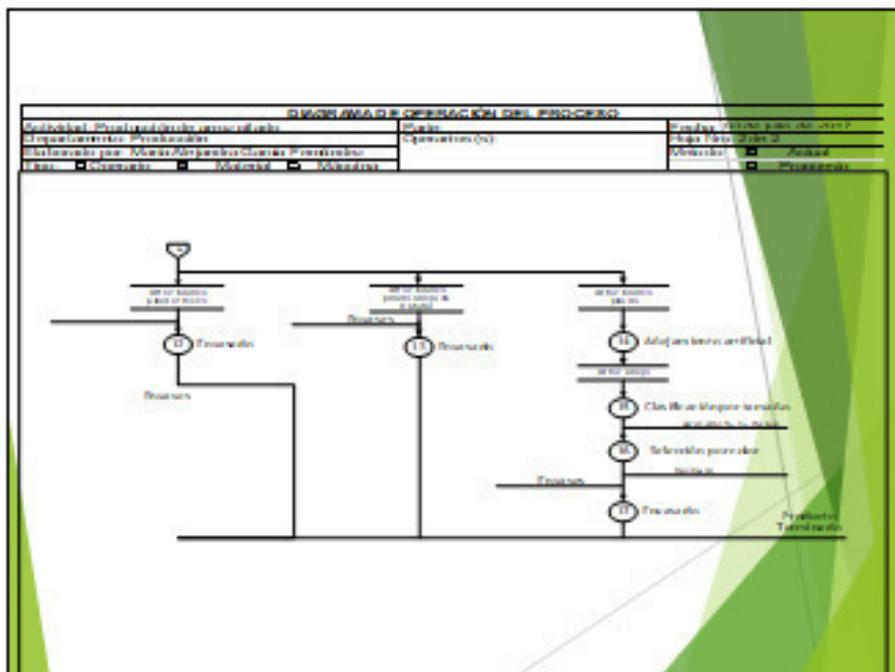
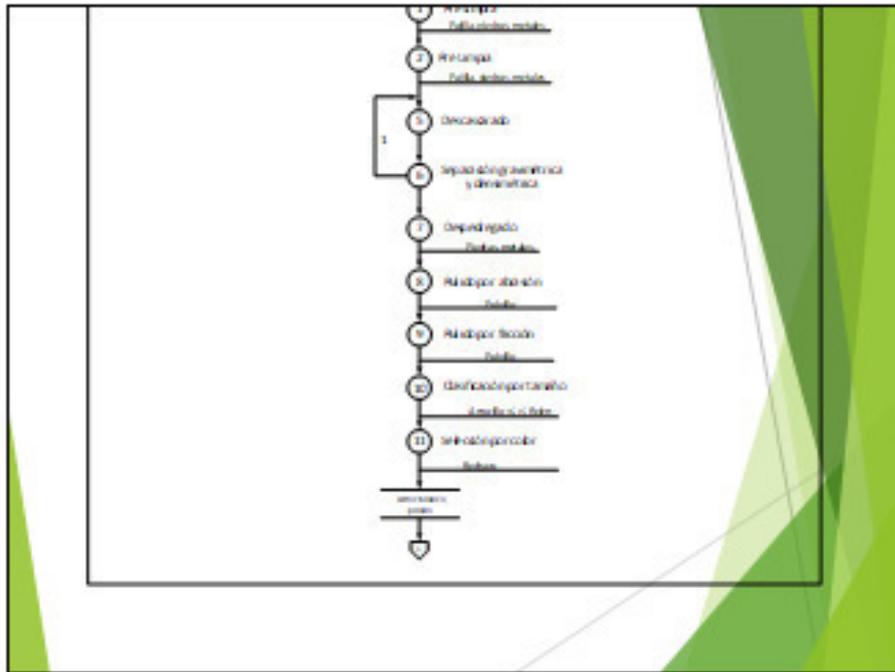
VALLE NORTE GRUPO		Mejorado	Estándar	Peso	Cantidad/ Embolsado
WONG	Extra			750 g 750 k	24 unidades por bolsa 12 unidades por bolsa
	Superior			5 kg 1kg	4 unidades por bolsa 20 unidades por bolsa
METRO	Extra			750 g 5 kg	20 unidades por bolsa 4 unidades por bolsa
	Superior			720 g 5 kg	24 unidades por bolsa 4 unidades por bolsa
TOTTUS	V.N Extra			750 g 750 g 5 kg	24 unidades por bolsa 12 unidades por bolsa 4 unidades por bolsa
		V.N Superior		750 g 750 g 5 kg	24 unidades por bolsa 12 unidades por bolsa 4 unidades por bolsa



- ✓ Campero Azul
- ✓ Campero Rojo
- ✓ Campero del Sur
- ✓ Campero mi Sabroación
- ✓ Campero el Caporal
- ✓ Campero Pal Combo Turquesa
- ✓ Campero Pal Combo Rojo
- ✓ Campero Pal Combo Verde (49 kg.)
- ✓ Campero Caserita Fucsia







Anexo 20: Material de capacitación en funciones de maquinistas



FUNCIONES DE MAQUINISTAS

Presentado por:
GARCÍA HERNÁNDEZ MARÍA ALEJANDRA

JEFE DE MANTENIMIENTO
ELECTRICO

Denominación del cargo:
JEFE DE MANTENIMIENTO ELECTRICO

Órgano:
Unidad (U) Apoyo (A), Staff (S)

Área:
MANTENIMIENTO

Resumen General del Puesto :
Brinda un soporte adecuado y eficiente para el correcto funcionamiento de las máquinas productivas, con la finalidad de mantenerlas operativas y en buen estado, prevaleciendo el mantenimiento eléctrico correctivo de las mismas, así como el apoyo de mantenimiento eléctrico en las diferentes áreas de la Organización, si fuera necesario.

Objetivo del Cargo – Descripción de Funciones :

- Efectuar la instalación y mantenimiento de tableros de mando y control, y similares.
- Reparar y/o efectuar el mantenimiento de sistemas y equipos eléctricos, cambiando, ajustando, regulando y/o rectificando piezas, partes, componentes y/o accesorios.
- Mantener en buen estado los equipos, herramientas e instrumentos de trabajo que se le asigne o que se le entregue para cada labor específica.
- Detectar fallas en los equipos de los sistemas eléctricos y electrónicos de las estaciones de trabajo.
- Calibración de emboladoras y operación.
- Mantenimiento del sistema neumático de emboladora.
- Calibración de selectores según parámetros de calidad.
- Verificación de voltaje de tableros de emboladora.
- Mantenimiento de bomba de pulidora.
- Revisión de bombas en general.
- Mantener actualizados los registros de mantenimiento.
- Otras funciones que se le encomiende.

JEFE DE MANTENIMIENTO MECANICO

Denominación del cargo:
JEFE DE MANTENIMIENTO MECANICO
Órgano:
Línea () , Apoyo (), Staff (X)

Área:
MANTENIMIENTO

Resumen General del Puesto :

Brindar un soporte adecuado para el correcto funcionamiento de las máquinas productivas, con la finalidad de mantenerlas operativas y en buen estado, prevaleciendo el mantenimiento correctivo de las mismas, así como el apoyo de mantenimiento en los diferentes áreas de la Organización si fuera necesario.

Objetivo del Cargo – Descripción de Funciones :

Efectuar eficientemente el mantenimiento mecánico preventivo o correctivo de los equipos auxiliares.
Efectuar permanente coordinación con los responsables de la operación de las subestaciones.
Realizar pruebas que permitan verificar la reparación efectuada y hacer los ajustes necesarios.
Solicitar materiales, herramientas, accesorios y/o componentes, así como controlar su correcta utilización y conservación.
Verificar el estado de operación de los equipos auxiliares y subestaciones de potencia, realizando calibraciones, ajustes y limpieza respectiva.
Programar mantenimientos preventivos de las máquinas de producción.
Hacer inspección a la bomba de agua en general (sellos, tuberías, válvulas, etc).
Realizar seguimiento operativo constante a maquinaria de producción.
Mantener actualizados los registros de los mantenimientos realizados.
Otras funciones que se le encomiende.

MAQUINISTA DE PILADO

Denominación del cargo:
MAQUINISTA DE PILADO

Órgano:
Línea () , Apoyo (), Staff (X)

Área:
AREA DE PRODUCCIÓN

Resumen General del Puesto :

Operar eficientemente las máquinas, instrumentos, insumos u otros herramientas necesarias que contribuyen a la elaboración de los productos cumpliendo con los estándares de calidad establecidos.

Descripción de Funciones :

- Elaborar los productos que se van a comercializar con la calidad y eficiencia para el agrado de los clientes finales.
- Operación y calibración de la maquinaria y equipo a su cargo.
- Limpieza de mallas retadoras.
- Calibración de dosificadoras.
- Apertura de tolvas.
- Rotulado de sacos.
- Realizar los cambios o reparaciones necesarias de la maquinaria a su cargo.
- Unado y pesado de sacos.
- Reportar el trabajo realizado a su superior.
- Reportar cualquier imperfecto presente en la maquinaria y equipo a su cargo.
- Realizar otras funciones dictadas por su superior.

MAQUINISTA DE EMBOLSADO

<p>Denominación del cargo: MAQUINISTA DE EMBOLSADO</p> <p>Órgano: Línea () Apoyo () Staff (X)</p> <p>Área: PRODUCCIÓN</p>	<p><u>Resumen General del Puesto :</u> Operar eficientemente las máquinas, instrumentos, insumos u otros herramientas necesarias que contribuyen a la elaboración de los productos cumpliendo con los estándares de calidad establecidos.</p> <p><u>Objetivo del Cargo-Descripción de funciones :</u></p> <p>Elaborar los productos que se van a comercializar con la calidad y eficiencia para el agrado de los clientes finales. Operación y calibración de la maquinaria y equipo a su cargo. Realizar los cambios o reparaciones necesarios de la maquinaria a su cargo (bobina, tambora formadora, cinta fechadora, entre otros.) Reportar las producciones como mismas presentadas a su superior. Reportar cualquier imperfecho presente en la maquinaria y equipo a su cargo. Realizar otras funciones asignadas por su superior.</p>
---	--

Anexo 21: Constancia de implementación de proyecto de investigación



R.U.C. 20218786261

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA DE IMPLEMENTACION DE PROYECTO DE INVESTIGACION

Sres. Universidad de San Martín de Porres
Oficina de Grados y Títulos y/o
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Presente

Por este medio hago constar que la srta. María Alejandra García Fernández, identificada con DNI: 71574247, quien actualmente labora en nuestra empresa, ha implementado con éxito su proyecto de investigación en la modalidad de tesis "IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN TPM PARA AUMENTAR LA CONFIABILIDAD EN LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC, 2018", cuyos resultados constan en el informe presentado a su despacho y la Gerencia General de esta unidad de negocio y de los que doy fe.

Se emite el presente documentado para los fines que la interesada considere pertinente.

Lambayeque, 04 junio del 2018


 COMOLSA S.A.C.
 Ing. Víctor Millán Niquén
 GERENTE GENERAL

Atentamente

Ing. Víctor Millán N.
 Gerente General
 COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS SAC.

DOMICILIO FISCAL: CAL. 7 MZA. C1 LOTE 11 URB. LAS VEGAS - PUENTE PIEDRA - LIMA - PERU
 SEDE PRODUCTIVA: CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM. 778 - LAMBAYEQUE - PERU
 TELEFONO: 074-265080

ARROZ
GAMPERO

