



**FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TESIS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD Y CONFIABILIDAD EN
EL MOLINO DON JULIO S.A.C - LAMBAYEQUE 2015**

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

Autor(es):

**Bach. Pineda Pizarro Claudia Judith
Bach. Vargas Burga Katerine Massiel**

Asesor:

Mg. Vargas Sagástegui Joel David

**Línea de Investigación:
Gestión Empresarial**

**Pimentel – Perú
2015**

**Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en la
Metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para Mejorar la
Productividad y Confiabilidad en el Molino Don Julio S.A.C-Lambayeque
2015**

Aprobación de Tesis

Mg. Vásquez Coronado Manuel
Presidente del jurado de tesis

Mg. Vargas Sagástegui Joel David
Asesor especialista

Mg. Arrascue Becerra Manuel Alberto
Secretario del jurado de tesis

Mg. Vargas Sagástegui Joel David
Vocal del jurado de tesis

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen que iluminan mi camino y permite que día a día siga adelante con mis planes de superación.

A mis padres Marcos y Pascuala por guiarme, inculcarme valores, demostrarme todo su amor y apoyarme incondicional brindándome todos los medios necesarios para lograr mis objetivos.

A mis hermanos Luis y Lister que me apoyaron incondicionalmente en mi formación profesional. Así mismo a mi tía Soledad y a mi novio por brindarme su apoyo moral y la fortaleza para seguir adelante, en mi

Claudia Pineda Pizarro

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente durante todo el periodo de estudio.

A mis padres y hermanos, por el apoyo incondicional, los valores que me inculcaron, y enseñaron a vencer los obstáculos que estén frente a mí

A los docentes quienes nos, prepararon en conocimientos y aptitud para triunfar en el ámbito laboral.

Katerine Vargas Burga

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestros asesores por ayudarnos e incentivarnos a la investigación y brindarnos todos los conocimientos necesarios para el desarrollo de la tesis.

Agradecemos en especial a la empresa Don Julio S.A.C. por brindarnos la oportunidad de poder realizar nuestro trabajo de investigación en sus instalaciones, y el apoyo de todo el personal de planta.

INDICE

DEDICATORIA	iii
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Situación problemática	2
1.2. Formulación del problema	4
1.3. Delimitación de la investigación	4
1.4. Justificación e importancia	4
1.5. Limitaciones de la investigación	5
1.6. Objetivos de la investigación	6
II MARCO TEORICO	8
2.1. Antecedentes de Estudio.....	8
2.2. Bases teóricas científicas	10
2.2.1. Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento	11
2.2.1.1. Concepto de sistema de gestión	11
2.2.1.2. Definición de mantenimiento	11
2.2.1.3. Importancia del mantenimiento	11
2.2.1.4. Tipos de mantenimiento	12
2.2.1.5. Sistema de gestión de mantenimiento.....	13
2.2.2. Mantenimiento productivo total (TPM).....	21
2.2.2.1. Evolución del mantenimiento productivo total	22
2.2.2.2. Objetivos del TPM	23
2.2.2.3. Pilares fundamentales del TPM.....	24
2.2.2.4. La implementación de la metodología TPM	28
2.2.2.5. 5S filosofía esencial para el TPM	32
2.2.2.6. Las seis grandes pérdidas.....	35
2.2.3. Indicadores de gestión	36
2.2.3.1. Productividad.....	37
2.2.3.1.1. Clases de productividad	37
2.2.3.1.2. Ventajas y desventajas.....	37
2.2.3.1.3. Ciclo de productividad	38

2.2.3.1.4.	Cálculos de productividad	40
2.2.3.2.	Confiabilidad.....	41
2.2.3.2.1.	Las tácticas de confiabilidad.....	41
2.2.3.2.2.	Efectividad global de los equipos	43
2.3.	Definición de términos básicos.....	45
III	MARCO METODOLÓGICO	48
3.1.	Tipo y diseño de investigación	48
3.2.	Población y muestra	48
3.3.	Hipótesis.....	48
3.4.	Variables	48
3.5.	Operacionalización	48
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de datos	54
3.7.	Procedimiento para la recolección de datos.....	55
3.8.	Plan de análisis estadístico de datos.....	56
3.9.	Principios éticos	56
3.10.	Criterios de rigor científico.....	57
IV	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	59
4.1.	Resultados en tablas y gráficos.....	59
4.2.	Discusión de resultados	63
V.	PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	66
5.1.1.	La empresa y sus procesos.....	68
5.1.1.1.	Mapa de proceso.....	68
5.1.1.2.	Proceso productivo.....	69
5.1.2.	Análisis de la situación actual.....	75
5.1.2.1.	Problemas encontrados y sus causas	76
5.1.2.2.	Diagnostico en el mantenimiento de la empresa.....	77
5.1.2.2.1.	Registro de falla de máquinas	78
5.1.2.2.2.	Análisis del trabajo de las máquinas en producción	80
5.1.2.2.3.	Determinación de las máquinas críticas	81
5.2.	Modelo del sistema de gestión de mantenimiento.....	82
5.2.1.	Desarrollo del mantenimiento autónomo	83
5.2.2.	Ejecución de las primeras 3's	97
5.2.3.	Pilar de mantenimiento Planificado	102

5.2.4.	Establecer indicadores de confiabilidad y productividad ...	113
5.2.4.1.	Indicadores de confiabilidad	113
5.2.4.2.	Indicador de la productividad parcial de horas-máquina ...	118
5.2.5.	Costos de implementación de la propuesta de mejora.....	120
5.2.6.	Análisis de Costo – Beneficio	122
VI.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	124
	CONCLUSIONES.....	125
	RECOMENDACIONES	127
	REFERENCIAS	128
	ANEXOS	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mesa Zaranda	4
Figura 2: importancia del mantenimiento	12
Figura 3: tipos de mantenimiento	13
Figura 4: Gestión del mantenimiento.....	14
Figura 5: Gestión del mantenimiento.....	15
Figura 6: Curva de la bañera.....	16
Figura 7: Ciclo de vida del equipo	17
Figura 8: Criterios de criticidad.....	19
Figura 9: Modelo básico de criticidad	21
Figura 10: Evolución de la gestión de mantenimiento	23
Figura 11: Los pilares del TPM.....	24
Figura 12: Origen de las averías	25
Figura 13: Mantenimiento autónomo.....	26
Figura 14: Los 7 pasos del mantenimiento autónomo.....	26
Figura 15: Modelo de etiquetas.....	27
Figura 16: Significado de las siglas TPM	28
Figura 17: Estrategias de la 5 S.....	32
Figura 18: Tarjetas de control de las 5 S	33
Figura 19: Ciclo de productividad.....	39
Figura 20: Esquema de los componentes del OEE.....	43
Figura 21: Ciclo de mejora continúa.....	45
Figura 22: resultado de la guía de observación	60
Figura 23: Paradas de máquinas del 2014	61
Figura 24: Paradas de máquinas de Marzo - Junio 2015.....	62
Figura 25: Pareto de las maquinas 2014 - 2015	63
Figura 26: Organigrama general de la empresa.....	68
Figura 27: Mapa de procesos.....	69
Figura 28: Pre – limpia	70

Figura 29: Descascaradora	71
Figura 30: Mesa Paddy	71
Figura 31: Brunidor Horizontal	72
Figura 32: Blanqueador Vertical.....	72
Figura 33: Mesa Zaranda	73
Figura 34: Rodillos Clasificadores.....	73
Figura 35: Selectora de color	74
Figura 36: Tolva de envasado.....	74
Figura 37: Diagrama de análisis de proceso.....	75
Figura 38: Problemas de limpieza	76
Figura 39: Criticidad de las máquinas	82
Figura 40: Sistema de gestión de mantenimiento	83
Figura 41: Fichas de capacitación.....	85
Figura 42: Capacitación al personal de planta	86
Figura 43: Tarjetas de 5´s	87
Figura 44: Diagnostico de la situación actual	97
Figura 45: Procedimiento de clasificación	98
Figura 46: Clasificando con la tarjeta roja	99
Figura 47: Plantillas para ubicación de herramientas.....	100
Figura 48: Limpieza del Sinfín.....	101
Figura 49: Ficha Técnica.....	104
Figura 50: Reporte de falla.....	105
Figura 51: Flujo de procesos.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Etapa de preparación	28
Tabla 2: Etapa de implementación preliminar.....	30
Tabla 3: Etapa de implementación	30
Tabla 4: Implementación	31
Tabla 5: Etapa de estabilización	31
Tabla 6: Productividad parcial.....	37
Tabla 7: Productividad de factor total	38
Tabla 8: Productividad total	38
Tabla 9: Operacionalización de la variable independiente	52
Tabla 10: Operacionalización de la variable dependiente	53
Tabla 11: Registro de fallas 2015	79
Tabla 12: Inventario de máquinas	88
Tabla 13: Inventario de herramientas	88
Tabla 14: Formato de fuente de contaminación	90
Tabla 15: Check list de limpieza	91
Tabla 16: Plan Mantenimiento Preventivo	95
Tabla 17: Indicadores de producción 2014.....	114
Tabla 18: Resultados actual del OEE 2014	114
Tabla 19: Indicadores de producción enero – junio 2015	115
Tabla 20: Resultados actuales del OEE 2015	116
Tabla 21: Resultados de la eficiencia	116
Tabla 22: Indicadores de producción agosto – setiembre 2015	117
Tabla 23: OEE mejorado meses de agosto - setiembre	118
Tabla 24: Indicadores de la productividad parcial 2015.....	118
Tabla 25: Productividad mejorada	119
Tabla 26: Costos de inversión para la implementación	120
Tabla 27: Costos de implementación	121
Tabla 28: Resumen de costos	122
Tabla 29: Costo - Beneficio	122

RESUMEN

En la investigación realizada se tuvo como objeto principal diseñar un sistema de gestión de mantenimiento productivo total para aumentar la productividad y disponibilidad de las máquinas en la empresa molino Don Julio S.A.C.

Se establecieron indicadores de control para reducir el índice de frecuencia en paradas de máquinas así poder aumentar la disponibilidad y productividad de las mismas; mediante el mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, capacitaciones y la implementación de las 3 s, lograr la concientización en los trabajadores de la metodología TPM. Las técnicas utilizadas para la recolección de información fueron: observación directa, entrevistas individuales, análisis de documentos y registros. Su correcta aplicación sirvió para obtener la información adecuada y lograr mejorar la gestión del mantenimiento dentro de la empresa utilizando sus recursos eficientemente.

La aplicación de la propuesta de investigación del diseño del sistema de gestión de mantenimiento, logro incrementar los índices de productividad en un 52% y la eficiencia global de los equipos (OEE) aumentó en un 85% generando una mejor confiabilidad en las maquinas reduciendo el índice de paradas.

Palabras claves: productividad, confiabilidad, TPM, mantenimiento, sistema, gestión y OEE.

ABSTRACT

The present investigation had as aim design a system of management of productive total maintenance to increase the productivity and reliability in the company mill Don Julio S.A.C.

It was included to establish indicators of control to reduce the index of frequency in stops of machines and to inculcate the workers the philosophy of the TPM, by means of the autonomous maintenance, the 5 s and trainings. The technologies used for the compilation of information are: direct observation, individual interviews, analysis of documents and records. His correct application served to obtain the suitable information and to manage to improve the management of the maintenance inside the company using his resources efficiently.

The application of the design research of the maintenance management system, achieved to increase the productivity indexes by 52% and the overall equipment efficiency (OEE) increased by 85%, generating a better reliability in the machines reducing the Index of Stops

Key words: productivity, reliability, TPM, maintenance, system, management and OEE.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene como objetivo fundamental el Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en la Metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para Mejorar la Productividad y Confiabilidad en el Molino Don Julio S.A.C.

La Investigación según su fin es de tipo Aplicada y de acuerdo a la técnica de contrastación es de tipo Descriptiva y no experimental.

Para desarrollarla se utilizaron técnicas de recolección de datos como la observación directa, entrevistas, como resultado se obtuvo que no tienen con un Plan de mantenimiento Preventivo determinado, el personal técnico solo realiza mantenimiento de tipo correctivo ante las fallas que se presentan en cualquier momento.

En la investigación de “Implantación de TPM en la zona de enderezadoras aceros Arequipa” según (Silva, 2005), concluyó que la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) trae beneficios como, la mejora generalizada en la eficiencia de equipos, productos de alta calidad, mejora del ambiente de trabajo, reducción de accidentes y crecimiento de la capacidad profesional.

Tener presente que el objetivo de cualquier tipo de mantenimiento es asegurar y lograr prolongar la vida útil de las máquinas; llegando a determinar que un mantenimiento autónomo es lo más adecuado y económico, ya que se basa en

la capacitación del personal, el mantenimiento preventivo y la utilización de los recursos de la misma Empresa, ayudará a mejorar la eficiencia en las máquinas.

En la propuesta se considera la realización de tareas específicas y estrategias aplicadas a la formación del equipo de trabajo; herramientas y materiales utilizados en la ejecución del mantenimiento. Con el fin de que se realice el Plan de Mantenimiento de forma adecuada.

En el estudio realizado se pudo observar que después de implementar de la implementación se logró un beneficio – costo de 1.39

CAPÍTULO I

Problema de Investigación

I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática

En la actualidad el mundo empresarial tiene como objetivo principal mejorar la productividad para ser competitivos y así poder satisfacer la demanda de sus clientes, tratan de asegurar 3 objetivos básicos: mejor calidad, menor tiempo de entrega y bajo costo .El Mantenimiento Productivo Total es una de las herramientas principales y de interés que a lo largo de los años ha sido utilizada por toda clase de empresas en el mundo. Mosqueda, (2012)

En Estados Unidos, Jurado, (2011), afirma que las “empresas *SKF/MRC Bearing* fabricantes de motores y bombas industriales redujeron su tiempo de mantenimiento correctivo no planeado en un 98% en un departamento y en otro alcanzó un 99% en un solo año con la implementación del TPM”. p. 25.

La industria arrocera en **Ecuador** ha bajado su rentabilidad debido a que decidían comprar equipos sin ningún análisis, cometiendo errores en la compra y otros no invertían en maquinaria moderna. El mayor desafío que tienen es de comprar arroz y secar rápido para guardar.

Por ello tienen tolvas inteligentes, sistemas de almacenamiento y secado industrial. Corpcom (2015) “La empresa Arrocesa S.A para proteger su inversión hecha en maquinaria y equipos, ha implementado la metodología de mantenimiento productivo total, la cual trajo como beneficios el incremento de la productividad y competitividad de la empresa” p.p. 24-25.

En México, en la publicación de Andrés (2009) afirma, “Un caso real de la aplicación de esta técnica se presenta en 1996 en Marshall Institute en donde TPM logró una reducción de aproximadamente un 98 % en horas de mantenimiento no planeadas en un periodo de 8 meses” p. 3.

Por este antecedente la empresa se sumergió en la cultura de cambio industrial, generando así mayor bienestar entre los trabajadores en mejora y eficiencia en la producción.

“El modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería”, realizado en la ciudad de **Lima** por Nieto, (2008), analizó que existe elevados costos por mantenimiento correctivo ya que no se cuenta con los controles preventivos necesarios, luego del estudio realizado identificaron que es necesario aplicar herramientas de lean manufacturing entre ellas el TPM y 5S, y así disminuir el problema en un 69% con un presupuesto que puede ser recuperado en 17 meses.

Existen empresas Molineras grandes en **Lambayeque** que hacen uso de tecnología moderna, invirtiendo en maquinarias y equipos para sus procesos; siendo las principales: “Induamérica”, “Comolsa” y “Tropical del Norte, entre otras; que han implementado el mantenimiento productivo total mediante programas y procedimientos adecuados, reduciendo las fallas de las máquinas, alargando la vida útil, asegurando la fiabilidad de las mismas y mejorando la calidad del producto.

El Molino Don Julio S.A.C. se dedica al pilado y comercialización de arroz y cuenta actualmente con una sola línea de producción.

La gestión que realizan dentro del área de operaciones es inadecuada, ya que el control del registro de incidencias es inapropiado y desactualizado, el cual no permite identificar el tiempo entre fallas o la máquina que la originó.

En la línea de producción se observa que sólo se realiza, actividades de mantenimiento correctivo y no existe acciones bien definidas ante los problemas cotidianos que son causados por paradas de máquinas, por cuestiones de fallas de máquinas o mala operación de los operarios.

Trayendo como consecuencia paradas no planificadas, que ocasionan

pérdida de producción, retraso de programación de pilado para los clientes e insatisfacción de los mismos ver (Fig. 1).



Figura 1: Mesa Zaranda

Fuente: Elaboración Propia

1.2. Formulación del problema

¿Con el diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento, aumentaría la productividad y confiabilidad en el Molino Don Julio S.A.C- Lambayeque?

1.3. Delimitación de la investigación

La investigación se realizó en la empresa Molino Don Julio S.A.C, que se dedica al sector de elaboración de productos de molinería, la cual se encuentra ubicada en la Carretera panamericana Norte km. 783 Mocce – Lambayeque.

La investigación se realizó en 7 meses en donde se obtuvo un registro detallado de las paradas de máquinas, así como otros registros que eran necesario para la investigación, teniendo la participación de los operarios y los supervisores a cargo.

1.4. Justificación e importancia

La investigación se justifica, porque en el Molino Don Julio S.A.C no cuenta con un área específica de mantenimiento, en donde se pueda realizar las reparaciones o mantenimiento de los equipos y máquinas.

La falta de mantenimiento preventivo, trae como consecuencia paradas de máquinas imprevistas, lo que afecta a la producción, calidad y produce demoras en el pilado de arroz por ende insatisfacción de los clientes, esto repercute en los costos por reparación o adquisición de nuevos repuestos, afectando la rentabilidad de la empresa y bajando su productividad.

La mala gestión en el manejo del personal, por no contratar personas calificadas, la falta de capacitación del mismo en el área de producción, trae como consecuencia que no se realice un adecuado mantenimiento preventivo y solo se realice el correctivo, afectando la vida útil de las máquinas.

Es importante resolver el problema planteado, porque permitirá a la empresa programar adecuadamente y planificar los recursos correspondientes para el mantenimiento preventivo, contribuyendo a reducir las paradas imprevistas, así mismo se logrará asegurar la confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria, minimizando los tiempos muertos en la línea de producción, aumentando la productividad y optimizando el uso del tiempo para el mantenimiento, lo que permitirá ofrecer productos de mayor calidad con menor esfuerzo por parte de la maquinaria al no trabajar bajo condiciones inadecuadas, con lo que se logrará el incremento de su vida útil, haciendo que todos los procesos y actividades de mantenimiento sean medibles, controlables y por lo tanto mejorables.

1.5. Limitaciones de la investigación

Las principales limitaciones fueron el acceso a la información y el tiempo para realizar el trabajo de investigación, así como la inexistencia de fichas y registros, además no hubo mucho apoyo por parte del encargado de las máquinas, ya que la información que nos brindaba era muy escasa.

Otro obstáculo a superar es la cultura laboral de los operarios y personal de mantenimiento.

1.6. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Diseñar un Sistema de Gestión de Mantenimiento Productivo Total, para mejorar la productividad y confiabilidad en la empresa Molino Don Julio S.A.C.-Lambayeque 2015.

Objetivos específicos

- a) Recopilar información para determinar el estado de los equipos y máquinas, índice de fallas y deficiencias.
- b) Crear indicadores para determinar o medir la disponibilidad de las máquinas.
- c) Involucrar y comprometer a los colaboradores con la adaptación de la filosofía TPM.
- d) Elaborar formatos de registro y seguimientos al diseño del sistema de gestión.
- e) Evaluar la productividad, confiabilidad de las máquinas y el beneficio/costo de una probable implementación del plan de mantenimiento propuesto.

CAPITULO II

Marco Teórico

II MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de Estudio

En un trabajo de investigación realizado por **Mansilla, (2013)** en Chile; se Implementó el paso 5 de Mantenimiento Productivo Total, en dos líneas de producción de chicle de la Industria de Alimentos en la línea 1, correspondiente al chicle masticable sin azúcar y en la línea 2, chicle hinchable con azúcar, empleo la metodología de paso 5 y análisis estadístico-inspección de proceso; el objetivo primordial de la metodología antes mencionada comprende realizar la inspección general del proceso con el fin de disminuir pérdidas, defectos de los productos y fallo de los procesos a partir de la inspección temprana, ambas metodologías les permitió tener un control del proceso.

Se aplicó la hipótesis planteada, que mediante la metodología del paso 5 de (TPM), que tiene como objetivo la estandarización del proceso redujo significativamente las pérdidas en la fabricación de chicle. Además realizaron una inspección inicial en ambas líneas de producción y por medio del análisis estadístico se logró identificar que el proceso se encontraba fuera de control y se debían modificar sus valores.

En una publicación realizada por **Flores y Rueda (2012)** en Ecuador; se muestra que los actuales rendimientos en la planta de procesos de productos terminados en la empresa INEPACA con el propósito de facilitar la implementación del mantenimiento productivo total y estandarizar una metodología práctica que permita futuros proyectos o estudios a realizarse, utilizaron herramientas de TPM. Los autores antes mencionados concluyeron que el TPM es un mejoramiento continuo de los procesos en el cual los

favorecerá tanto productivamente, en mantenibilidad de los equipos - maquinarias y a la vez la calidad de los productos, pero todo depende mucho del cambio cultural de las personas ya que si se logran conseguir esto, la implementación del proyecto será un éxito.

En Lima **Flores (2012)** realizó una investigación en la que Analizó y propuso una mejora del sistema productivo actual de la empresa en estudio utilizando la manufactura esbelta, disminuyen los costos de operación, eliminación de actividades que no generan valor y el incremento de la disponibilidad, eficiencia y calidad de la línea seleccionada, ayudándose de las siguientes herramientas: Mapa de Flujo de Valor, 5'S, Control visual, SMED (Single Minute Exchange of Die), Mantenimiento productivo total (TPM), Kaizen, Poka Yoke, Kanban.

Concluyó que la recolección de la información necesaria permitió mostrar los problemas que se reflejaban en una constante acumulación de desperdicios desde el punto de vista de la manufactura esbelta.

También se encontró la publicación de un trabajo realizado por **Burga (2005)** en la ciudad de Piura; en la que se buscó exponer las pautas para poner en práctica los principios de este instrumento y con sus aportes servir como una guía para la implementación del TPM en una planta de procesos industriales, en todos sus niveles. Para realizar dicha implantación del TPM en el área de Laminado de frío de la empresa ya mencionada en la zona de enderezadoras siguió las siguientes etapas: inicial, de implantación y consolidación; y a su vez realizó una constante medición de la Efectividad Global de los Equipos (EGE).

El autor concluyó que la implementación del TPM trae grandes beneficios como: mejora generalizada en la eficiencia de equipos, productos de alta calidad, mejora del ambiente del trabajo, reducción de accidente, crecimiento de la capacidad profesional, etc. Además los operadores mejoraran el cuidado

de sus equipos, hay un sentido de pertenencia y trabajo en equipo, se genera un sentido de orgullo y lealtad por la empresa, mayor motivación y seguridad laboral.

En un trabajo de investigación en Lima por **Vigo y Astocaza (2013)**; utilizaron las siguientes herramientas: aplicación de Just in Time, implementación de 5'S, implementación de TPM y programa de incentivo para la disminución de desperdicios.

Se concluyó de que para lograr la eficiencia en el uso del tiempo se debe utilizar una programación de carga de trabajo en donde se considere de manera efectiva los recursos tanto de tiempo, como del personal siguiendo los pilares de Just in Time, también se determinó que mediante una apropiada distribución de equipos y áreas se logra disminuir los recorridos innecesarios en busca de un flujo más continuo.

Se encontró una investigación realizada por **Saavedra (2006)** en Lambayeque; se detalló el proceso de planificación, implementación y control de un sistema de gestión de mantenimiento que utiliza lineamientos de calidad y ambientales, dados por las normas ISO 9000 e ISO 14000 para mejorar su gestión, orientar sus acciones hacia la excelencia y alinearse a los sistemas de gestión de la calidad y ambiental de la organización.

Dicha investigación concluyó que el cambio de un mantenimiento reactivo a un proactivo repercutirá en la empresa lograr mejores resultados, para lo que se debe seguir los modelos de calidad y la combinación de mantenimiento – ISO-BSC, para alinear de manera real los objetivos organizacionales con los del mantenimiento, ya que promueve la medición de la eficiencia de mantenimiento, se mejora la atención al cliente interno, se mejoran los procesos de mantención y se promueve el mantenimiento continuo.

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento

2.2.1.1. Concepto de sistema de gestión

“Es un esquema general de procesos y procedimientos que se emplea para garantizar que la organización realiza todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos” Ogalla, (2005) p. 43

2.2.1.2. Definición de mantenimiento

“Conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento” Garcia, (2012) p. 1

2.2.1.3. Importancia del mantenimiento

En la actualidad el mantenimiento contribuye con los dos factores claves de la competitividad (Calidad y productividad). A ello se suma la existencia de un tercer factor clave que es propio del Mantenimiento: la confiabilidad.

El emprendimiento de una empresa en términos de producción está compuesto por la capacidad instalada, el ritmo de operación, la calidad de sus productos y la disponibilidad de sus instalaciones. El mantenimiento influye en todos, sin embargo es a través de la disponibilidad donde se ven mejor sus efectos y por lo tanto la incidencia que tiene en el resultado global. El buen mantenimiento nos asegura la disponibilidad hoy a lo largo del tiempo y esto es la confiabilidad. SENATI, (2007) p. 10 Ver Fig. 2



2.2.1.4. Tipos de mantenimiento

Existen tipos de mantenimiento (ver Fig. 3), para Creus, (2005) en:

Mantenimiento correctivo:

Estriba en reparar un componente solo cuando falla por completo (fallo catastrófico) o cuando su coste de servicio es de demasiado alto, es decir cuando está en su fase de desgaste. Se aplica en sistemas muy complejos, donde no hay forma de predecir los fallos. Se entiende que el fallo se hace evidente al operador, es decir que no queda oculto. p. 106

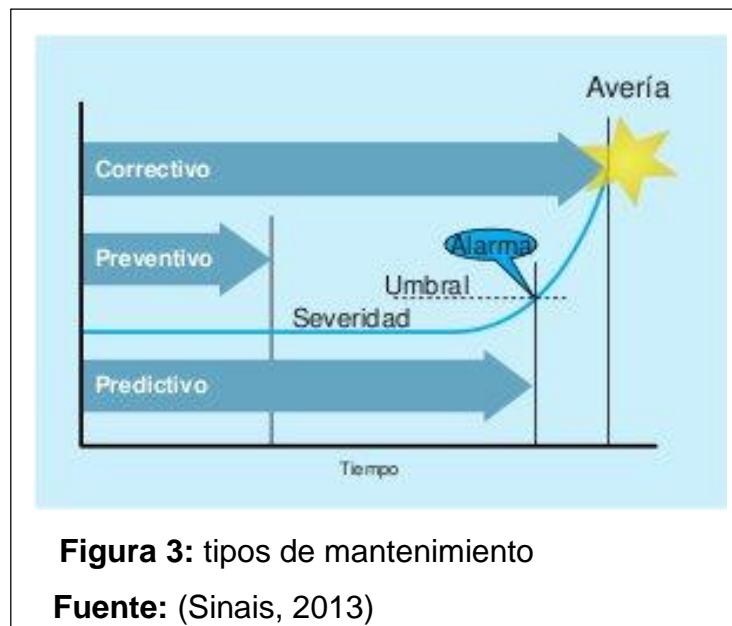
Mantenimiento preventivo:

Consiste en la inspección periódica del aparato o dispositivo y en sus reparación o sustitución, incluso aunque no muestre signos de mal funcionamiento. De este modo se intenta conseguir que la tasa de fallos se mantenga constante en la etapa de operación normal o de fallos aleatorios, antes de la entrada en la etapa final de desgastes o envejecimiento. p.347

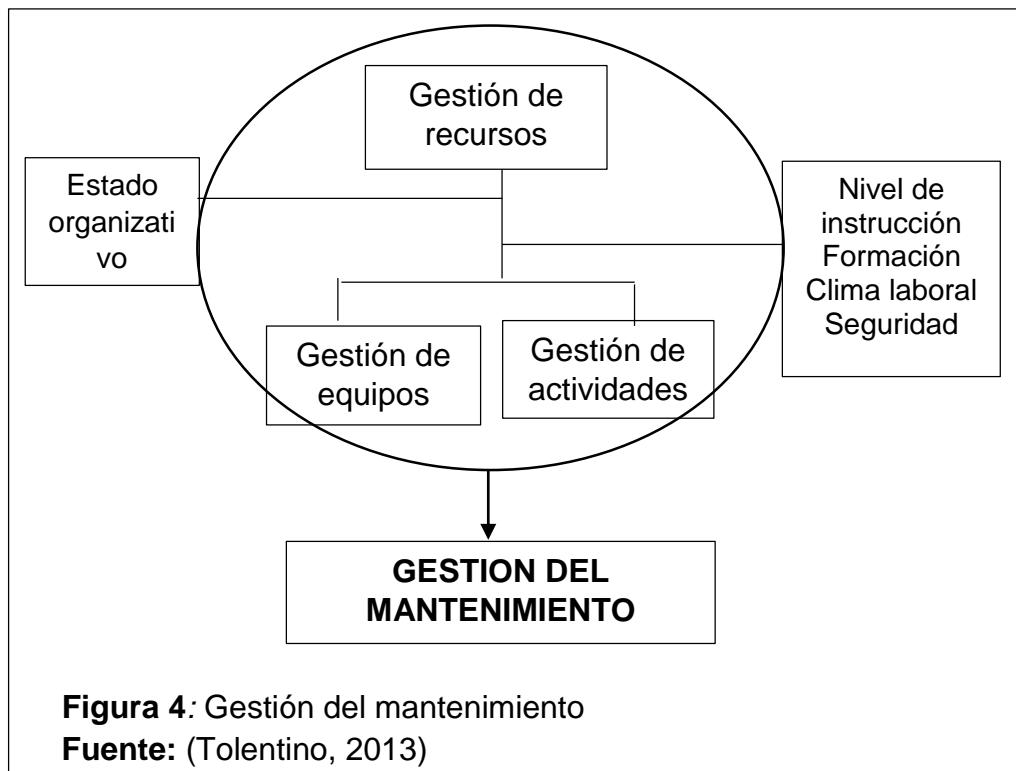
Mantenimiento predictivo:

Consiste en el análisis de los parámetros del funcionamiento del sistema estudiando su evolución temporal para detectar un fallo antes de que este provoque consecuencias graves, evitando así fallas repentinas. Es decir, considera que existe una asociación entre los valores de ciertos parámetros y la evolución de los fallos. p.348

Mantenimiento programado: se programan los trabajos de mantenimiento de acuerdo a la producción. p.111

**2.2.1.5. Sistema de gestión de mantenimiento**

“Es la efectiva y eficiente utilización de los materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento” Comité Técnico de Normalización, (2001). (Ver Fig. 4)



2.2.1.6. Innovaciones de los modelos de gestión de mantenimiento

Teniendo en cuenta el orden cronológico muchos autores han tratado de identificar el proceso de la gestión de mantenimiento, así como: las actuaciones, etapas, herramientas, métodos o técnicas de apoyo necesarias para gestionar adecuadamente el mantenimiento.

Según lo escrito por Crespo, (2005) Los criterios para seleccionar los mencionados 14 modelos son:

- Un modelo de gestión global y no uno enfocado en una sola fase de la gestión o en una herramienta de mantenimiento.
- Modelo que no fuera informático o tipo GMAO; ni publicado en una revista científica.
- Que se presentara una propuesta de modelo nueva, no una revisión o aplicación de una ya existente.

- Que el modelo preferentemente tuviera una representación gráfica.

Cada una de las propuestas de modelo tiene sus cualidades y sus limitaciones, por eso resulta útil conocerlos y analizarlos para así tomar lo mejor de cada uno y posteriormente, aplicarlo con las consideraciones que la práctica particular amerite. La fig. 5 resume las innovaciones propuestas por cada modelo en orden cronológico. p.p 2-9

AÑO	INNOVACIONES	AUTORES
1990	Plantean un completo sistema de indicadores de mantenimiento	Pintelon y Van Wassenhove
1992	Exponen la necesidad de que exista un vínculo entre mantenimiento y las demás funciones organizacionales	Pintelon & Gelders
	Resaltan la importancia del uso de las técnicas cuantitativas para la gestión	
	Proponen la organización por niveles para ejecutar las funciones de mantenimiento	
	Vislumbran la utilización de sistemas expertos	
	Mencionan el TPM y RCM	
1995	Proponen un análisis de eficacia y eficiencia del mantenimiento	Vanneste y Wassenhove - Campbell
	Enfatiza la importancia del liderazgo directivo en la gestión del mantenimiento	
	Introduce el concepto de Reingeniería de mantenimiento	
1997	Sugiere un modelo basado en el concepto de la teoría situacional de gestión	Riis, <i>et al.</i>
2000	Proponen el uso de una gran variedad de herramientas y conceptos japoneses para el control estadístico de los procesos de mantenimiento, utilizando un módulo llamado “control de retroalimentación”	Duffua, <i>et al.</i>
2001	Orientan su modelo al uso informático, lo expresan en lenguaje IDEF Ø (un lenguaje estándar de modelado)	Hassanain, <i>et al.</i>
2002	Vislumbra la utilización del e-maintenance	Tsang Waeyenbergh y Pintelon
	Propone una guía para analizar la conveniencia de la subcontratación como un elemento de entrada al sistema de mantenimiento	
	Incorporan tanto el conocimiento tácito como el explícito y lo integra en una base de datos computarizada	
	Valoran especialmente la gestión del conocimiento dentro de un modelo de mantenimiento	
2006	Sugieren la unión de las herramientas QFD y TPM dentro de un modelo de gestión de mantenimiento	Pramod, <i>et al.</i>
2007	Proponen que mantenimiento se enfoque en el cumplimiento de requisitos de todas las partes interesadas	Soderholm, <i>et al.</i>
	Aporta un modelo con una metodología de aplicación claramente expresada, orientado a la mejora de la fiabilidad operacional y del coste de ciclo de vida de los activos industriales.	

Figura 5: Gestión del mantenimiento

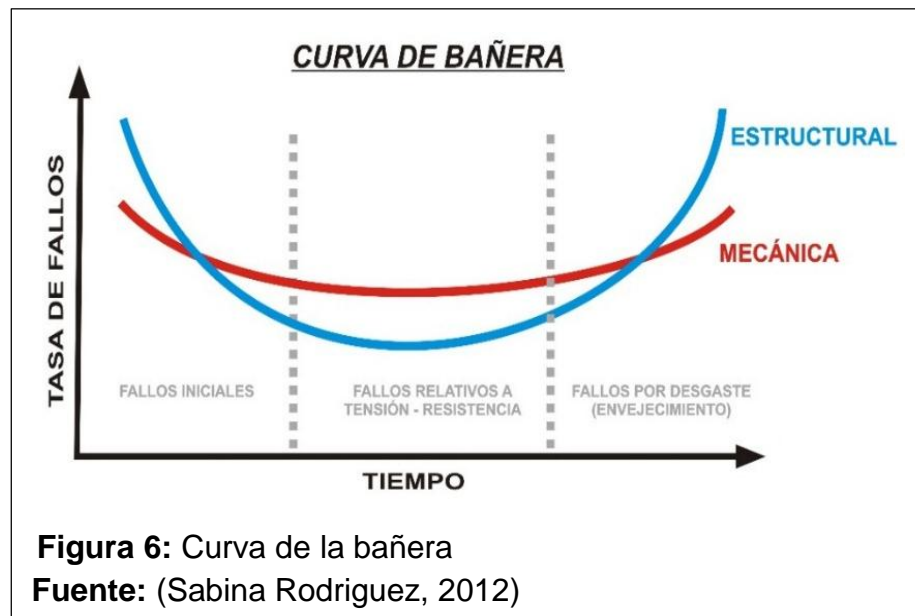
Fuente: (Crespo, 2005)

2.2.1.7. Período de vida de un equipo o sistemas de equipos.

Baéz y Caraballo, (2004), consideran que por lo general, los equipos o sistemas de equipos durante su ciclo de vida, desde su puesta en servicio hasta su eliminación o disposición, pasan por tres períodos muy bien definidos y caracterizados, cada uno de ellos, en función a una tasa temporal de fallas determinada, y son:

- Período de arranque
- Período de Vida útil
- Período de envejecimiento rápido.

Estas tres etapas se pueden observar en la llamada curva de la bañera (ver Fig. 6).



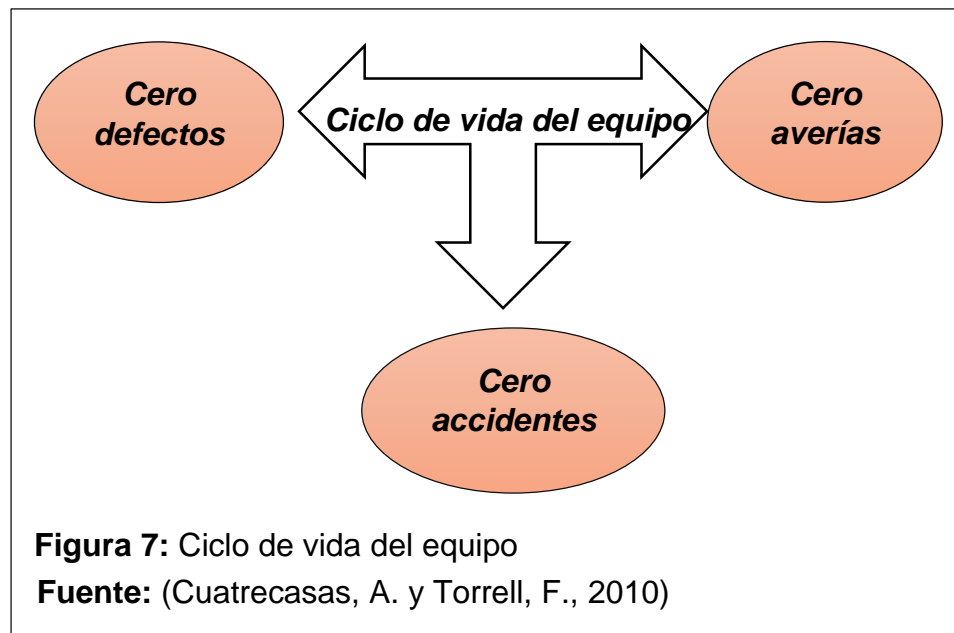
En cuanto a los periodos antes indicados Baéz y Caraballo (2004), consideran lo siguientes:

Período de Arranque

Está comprendido en un lapso de funcionamiento entre el arranque y la finalización del ajuste del mismo, o etapa de corrección de defectos de diseño, de fabricación, de montaje e instalación del equipo (Infancia). Este período se caracteriza por presentar una tasa de fallas en descenso a medida que transcurre el tiempo. P.15

Período de Vida Útil

Este período de tiempo también es conocido como período de operación normal del equipo. El inicio de esta etapa coincide con el final del arranque, siendo su característica principal la presencia de una tasa de falla constante. Durante este Período de Vida Útil el equipo posee la máxima disponibilidad, es decir, durante este tiempo es cuando se espera que el equipo cumpla con la mayoría de sus funciones. (Ver Fig. 7). P.16



Es importante aclarar que si se tienen diferentes equipos cumpliendo la misma función, estos presentarán tasa de falla diferente durante el Período de Vida Útil. Entre las características más relevantes de esta etapa se puede nombrar: Cubre la mayor parte de la vida del equipo, la tasa de falla es constante, las fallas ocurren totalmente al azar, por lo que no se puede predecir p. 16

Período de Envejecimiento Rápido

Se inicia con un aumento progresivo de la tasa de fallas, como consecuencia del proceso de deterioro físico propio del uso, tal como desgaste, fatiga, corrosión, entre otros p. 17.

2.2.1.8. Análisis de criticidad

“Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones” Huertas, (2011) p. 12.

Objetivo:

Lograr establecer un método que sirva de instrumento de apoyo en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

En lo relacionado a la criticidad de las máquinas Huertas, (2011) considera las siguientes teorías:

Modelo de criticidad

Criticidad se puede expresar como desde un punto de vista matemático

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

Se define que la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y la consecuencia está referida con el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente.

En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales (ver Fig. 8) para realizar un análisis de criticidad son los siguientes criterios:

CRITERIOS PARA DETERMINAR LA "CRITICIDAD"			
CRITERIO	TIPO	ASPECTO	MEDIDA
A.- Frecuencia de falla	A1	Mayor a 4 fallas	4
	A2	2-4 fallas/mes	3
	A3	1-2 fallas/mes	2
	A4	Minimo 1 falla/mes	1
B.- Impacto operacional	B1	Parada inmediata de toda la planta	10
	B2	Parada de todo la linea (recuperable en otras lineas)	8
	B3	Impacto en los niveles de producción o calidad	6
	B4	Repercute en costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	3
	B5	No genera ningun efecto o impacto significativo sobre los demas operaciones	1
C.- Flexibilidad operacional	C1	No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	5
	C2	Hay opción de producción a la capacidad minima permisible	4
	C3	Hay opción de repuesto compartido	3
	C4	Función de re puestro disponible	2
D.- Costo de mantenimiento	D1	Mayor o igual a \$3000/mes	2
	D2	Menor a \$ 3000/mes	1
E.- Impacto en la seguridad ambiental y humana	E1	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
	E2	Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
	E3	Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4
	E4	Provoca daños menores causando daños leves en las personas	2
	E5	Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas establecidas para el entorno	1
	E6	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el medio ambiente	0

Figura 8: Criterios de criticidad

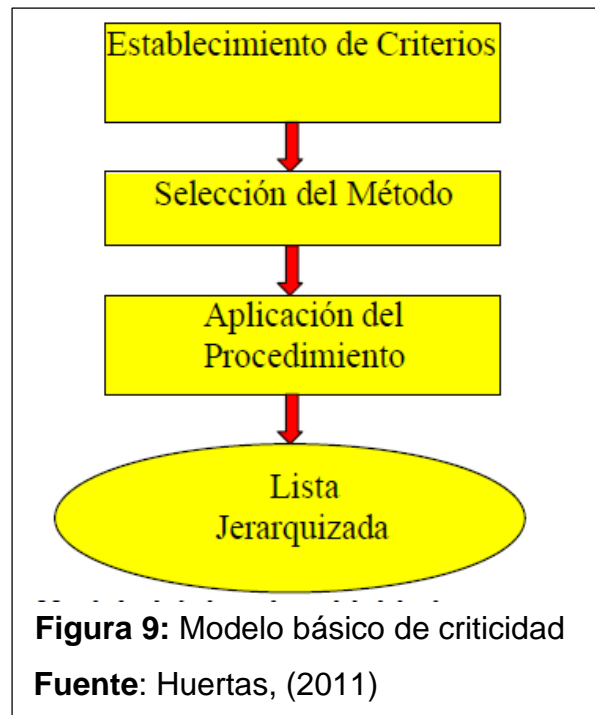
Fuente: (Huertas, 2011)

Según el autor Huertas, (2011) para determinar los criterios de evaluación son los siguientes:

- **Frecuencia de falla:** son las veces que falla cualquier componente del sistema.
- **Impacto operacional:** es el porcentaje de producción que se afecta cuando ocurre la falla.
- **Nivel de producción manejado:** es la capacidad que se deja de producir cuando ocurre la falla.
- **Tiempo promedio para reparar:** es el tiempo para reparar la falla.
- Costo de reparación: costo de la falla
- **Impacto en seguridad:** posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños a personas.
- **Impacto ambiental:** posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños al ambiente.

Así mismo existe un modelo básico de análisis de criticidad, es equivalente al mostrado (ver Fig. 9).

Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por último, la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis. p.p. 12-13



2.2.2. Mantenimiento productivo total (TPM)

El objetivo de esta metodología es maximizar la eficiencia global de los equipos e implica el mantenimiento autónomo de los mismos, realizado por los operarios de cada puesto de trabajo. Así mismo, involucra mejoras en el mantenimiento preventivo y predictivo, que permite una medición continua del desempeño del sistema mediante el indicador OEE (“Overall Equipment Efficiency”), el cual incluye la eficiencia, disponibilidad de equipos y calidad; asimismo, permite el incremento de la productividad y reducción de desperdicios Nakajima, (1991) p. 123

“Sistema de gerencia de mantenimiento, que busca la mejora continua de la maquinaria y el logro del 100% de eficiencia del proceso de producción, involucrando a todo el personal de la empresa” Sánchez, (2007) p. 10

Para Sacristán, (2001) afirma:

Mantenimiento total de la producción, el cual aparece en principio como una nueva filosofía del Mantenimiento, integrando a este en la función producción de manera global, no como un fin en sí mismo, sino como un medio de reducción de los costos de producción, siendo el objetivo esencial conseguir la máxima eficacia del binomio hombre-sistema de producción p. 17

2.2.2.1. Evolución histórica del mantenimiento productivo total

Lazarini, (2013) afirma:

En los años 50 se desarrolló el Mantenimiento Productivo (Productive Maintenance PM), esto ocurre como un avance del mantenimiento preventivo y se orienta a prever los fallos mediante la producción que incluía los conceptos de fiabilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

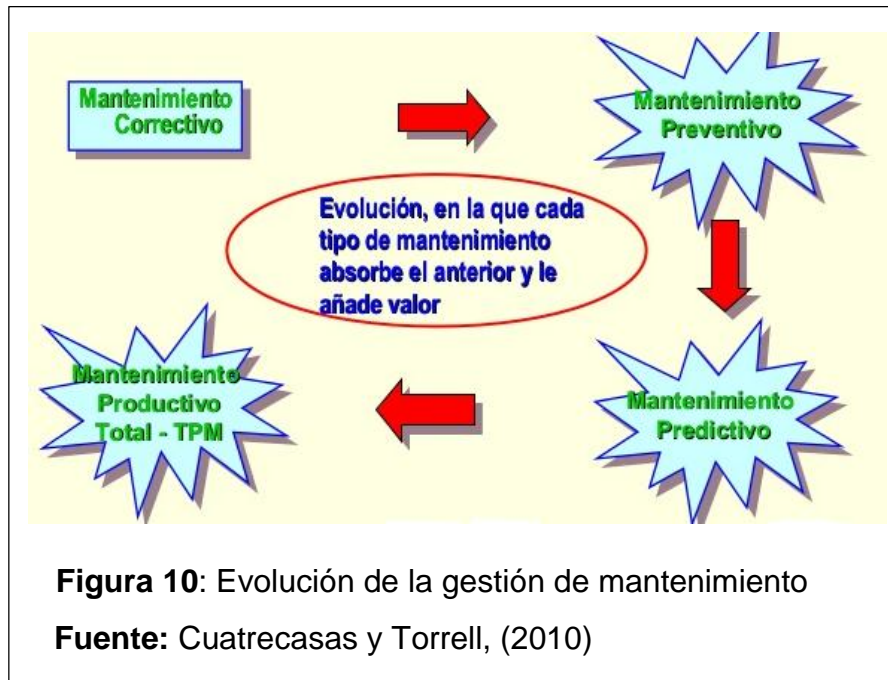
A finales de los años 60 los investigadores Nowland & Heap, hacen una importantísima aportación a la gestión del Mantenimiento: el Reliability Centred Maintenance (RCM), se trata de centrarse en la seguridad, esto mejoraba la disponibilidad y optimizaba recursos, teniendo en cuenta su fiabilidad o probabilidad al fallo.

En los años 1960 nuevos conceptos se establecieron, "Mantenimiento Productivo" fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento. Fue un cambio profundo y se generó el término de "Ingeniería de la Planta" en vez de "Mantenimiento", las tareas a realizar incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

En 1970 por un lado desde occidente (USA) nace el concepto de Costo de Ciclo de Vida que conjuga los conceptos de vida útil con el de la rentabilidad y el mantenimiento durante la vida productiva de los sistemas, y en la misma época desde Oriente (Japón) aparece el Mantenimiento Productivo Total (TPM) como método organizativo que integrando el PM pretende establecer una cultura propia en todos los empleados de la empresa buscando un equilibrio funcional entre las responsabilidades de producción y mantenimiento.

El mantenimiento predictivo, consiste en pronosticar en base a "indicios", el momento futuro de falla de un componente de una máquina.

Se trata de una evolución (ver Fig. 10).que ha actuado en dos frentes: el de la reducción del costo del mantenimiento (con avances en las épocas de crisis financieras), y en el aumento de la disponibilidad de los equipos que se incrementaron desde las cifras cercanas al 60% en los años 60, hasta ratios superiores al 95% en la actualidad p.p. 23-26.



2.2.2.2. Objetivos del TPM

Cuatrecasas y Torrell, (2010) afirma lo siguiente:

En un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, trata de que éste sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos, según Ichizoh Takagi, para ello incluye los siguientes cinco objetivos:

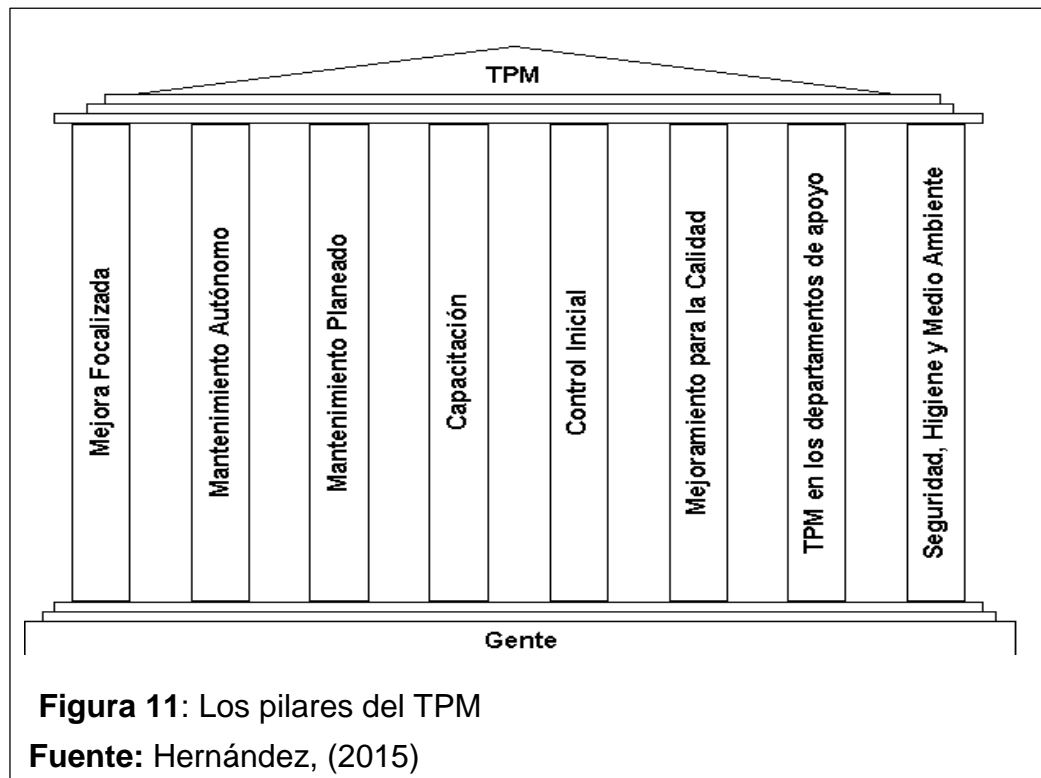
- La participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficiencia en el sistema de producción y gestión de equipos.

EFICIENCIA GLOBAL: *Producción + Gestión de equipos*

- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoya en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión a todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño, desarrollo, ventas y dirección.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes que se produzcan y se consigan los objetivos p.p. 32-33.

2.2.2.3. Pilares fundamentales del TPM

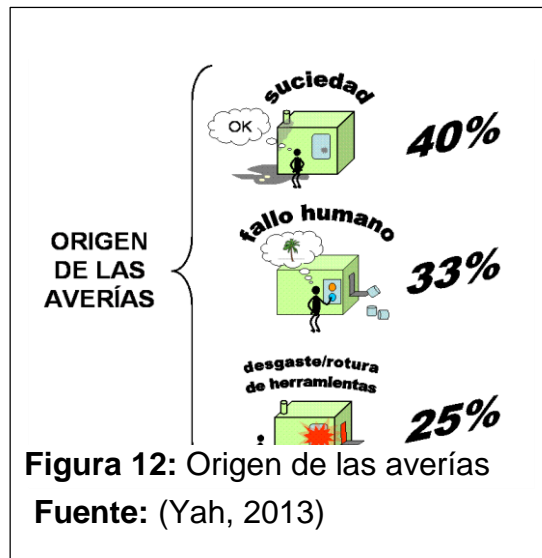
Hernández, (2015) es de opinión que los pilares del TPM, son procesos que fundamentan un sistema de producción ordenado p. 12. Estos pilares son los siguientes (ver Fig. 11).



Para Hernandez, (2015) afirma que hay 8 pilares del TPM:

a) Mejora focalizada

Eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas con el proceso productivo como se observa en la fig. 12. Estas pérdidas pueden ser: de los equipos, recurso humano, proceso productivo. La cual se subdivide cada una en 8, 5 y 3 pérdidas sumando las famosas 16 pérdidas que se busca eliminar en el TPM.



b) Mantenimiento autónomo

El personal operativo realiza su propio mantenimiento a sus equipos, desarrollando la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales, observar fig. 13. La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil del mismo. El mantenimiento autónomo consta de 7 pasos tal como se muestran (ver Fig. 14) ayudando a prevenir: Contaminación por agentes externos, Rupturas de ciertas piezas, Desplazamientos, Errores en la manipulación.



Figura 13: Mantenimiento autónomo
Fuente: (Aceros Arequipa , 2015)

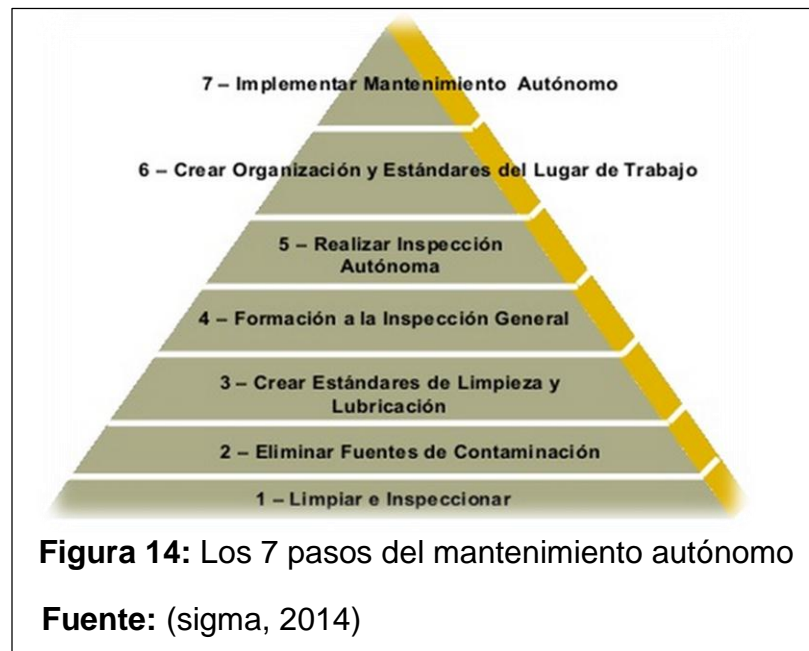
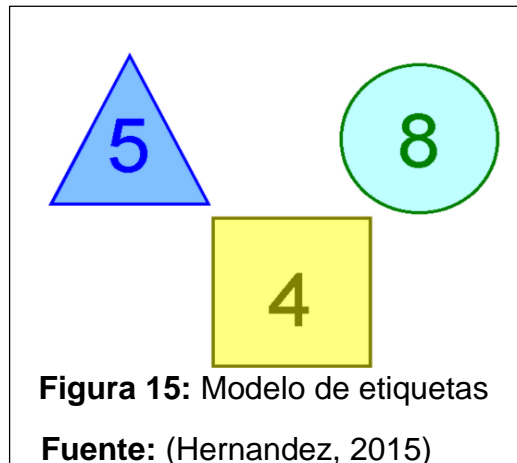


Figura 14: Los 7 pasos del mantenimiento autónomo
Fuente: (sigma, 2014)

c) Mantenimiento planeado

“Son actividades sistemáticas y metódicas, que sirven para construir y mejorar continuamente el proceso”. La idea del mantenimiento planeado es la de que el operario diagnostique la falla y la indique con etiquetas con formas, números y colores específicos (ver Fig. 15), dentro de la máquina de forma que cuando el mecánico venga a reparar la máquina va directo a la falla y la elimina.



d) Capacitación

Sirve para aumentar las capacidades y habilidades de los empleados; hace que cada quien realice lo mejor cuando se les instruye.

e) Control inicial

Sirve para reducir el deterioro de las máquinas y mejora los costos de su mantenimiento. Tener en cuenta que este paso se utiliza después de que se haya implantado el sistema, cuando se adquieren máquinas nuevas.

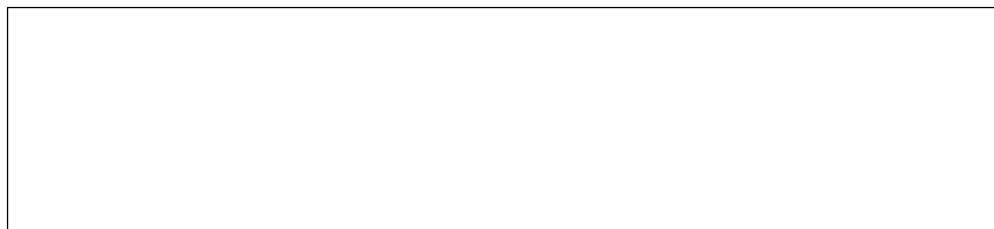
f) Mejoramiento para la calidad

Es realizar las acciones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos. El objetivo es ofrecer productos cero defectos como consecuencia de máquina en buenas condiciones.

g) TPM en los departamentos de apoyo

Se utiliza para eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia. Esta metodología es aplicable a todos los departamentos de una Empresa, para ello es importante que cada uno realice su trabajo a tiempo.

Las siglas del TPM toman estos significados (ver fig. 16).



T	Total Participación de sus miembros
P	Productividad (volúmenes de venta y ordenes por personas)
M	Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos.

Figura 16: Significado de las siglas TPM

Fuente: (Hernandez, 2015)

h) Seguridad higiene y medio ambiente

Crea y mantiene un sistema que asegure un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación. Busca que el entorno de trabajo sea confortable y seguro, porque ocurre que el mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes es ocasionado por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo p.p.12- 17.

2.2.2.4. La implementación de la metodología TPM

El TPM según Hernández y Vizán, (2013):

Promueve la concienciación sobre el equipo y el auto-mantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieren habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente. En estas condiciones, la implantación TPM requiere una metodología adecuada a las características de la empresa y sobre todo, formación de las personas p.p. 49, 50.

Para Marín y Martíne, (2013)

En el siguiente modelo está compuesto por cuatro etapas, doce pasos y plantea las diferentes visiones de los autores en relación a la denominación de los pilares fundamentales de implantación del TPM descritos por el JIPM. El modelo extraído, con la visión de pasos, pilares y objetivos fundamentales de desarrollo, se muestran en las (Tablas del 1-5), clasificados en 4 etapas:

Tabla 1
Etapa de preparación

Etapa 1: preparación	
Pasos	Objetivos fundamentales
Paso 1: Declaración de la alta dirección de introducir el TPM	Aprender de experiencias pasadas y entender la situación de la empresa y su organización, determinando los factores que pueden afectar al éxito del TPM.
	Considerar las estrategias futuras que serán necesario tener en cuenta para el control de las posibles causas de fallo, considerando si el TPM es la estrategia adecuada en función del tipo de compañía y la estrategia de negocio, siendo realista sobre su implantación.
	Considerar el tipo de programa TPM que se quiere implantar (orientado a Kaizen, planta o fábrica).
	Informar a todo el personal sobre la decisión de la alta dirección de introducir el TPM y el objetivo general.
Paso 2: Campaña de formación introductoria	
Eliminar la resistencia inicial mediante formación preliminar, dando a conocer el concepto de TPM y sus objetivos	
Paso 3: Crear una estructura promocional del TPM	
Crear una organización con autoridad y responsabilidad (Oficina TPM, Coordinador TPM , Responsable de pilar, Equipos multifuncionales), mediante el solapamiento escalonado de pequeños grupos	
Paso 4: Establecer las políticas y objetivos para el TPM	
Efectuar Benchmarking para establecer prerrequisitos, objetivos y políticas, teniendo en cuenta las estrategias para limitar las causas más comunes de fallo que pueden presentarse.	
Paso 5: Crear el plan maestro para el desarrollo del TPM	
Efectuar plan por escrito para cada pilar del TPM, con los pasos orientados al ciclo PDCA y considerar la necesidad de un estudio de viabilidad.	
Fuente: (Marín, G. y Martínez, R., 2013)	

Tabla 2*Etapa de implantación preliminar*

Etapa 2: implementación preliminar	
Pasos	Objetivos fundamentales
Paso 6: Lanzamiento del TPM	
Cultivar la atmósfera para incrementar la moral y dedicación de personal, dando información detallada a todos los miembros del TPM sobre el comienzo de la implementación, estructura de promoción, plan maestro, políticas, objetivos y máquina piloto	

Fuente: (Marín, G. y Martínez, R., 2013)**Tabla 3***Etapa de implementación*

Etapa 3: implementación (alcance “production tpm”)	
Pasos	Objetivos fundamentales
Paso 7: Establecimiento de un sistema para la mejora de la eficiencia de producción (aplicación inicial en máquina piloto)	Pilar 1: Entrenamiento Desarrollar trabajadores con habilidades múltiples que puedan alcanzar todos los pilares del TPM
	Formar a líderes que entrenen al resto de miembros de los equipos, mediante el uso de One Point Lessons
	Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu-Hozen) Desarrollar los siete pasos de, pudiéndose aplicar en combinación con 5S.
	Pilar 3: Mejora Enfocada (Kobetsu-Kaizen) Analizar las causas de cada una de las 6 grandes pérdidas que afectan al OEE, mediante la aplicación de técnicas de mejora Kaizen
	Pilar 4: Mantenimiento Planificado (Keikaku-Hozen) Planificar las actividades de mantenimiento en tándem con el mantenimiento autónomo, dejando claras las responsabilidades, respondiendo a las necesidades de producción, restaurando el

deterioro, analizando averías para detectar puntos débiles y aplicando técnicas proactivas y de diagnóstico para la predicción de fallos (PM, RCM,CBM)

Paso 8 (Pilar 5): Establecimiento de un programa de gestión inicial del equipo

Crear equipos libres de mantenimiento y que no produzcan defecto, recopilando y documentando las experiencias

Fuente: (Marín, G. y Martínez, R., 2013)

Tabla 4

Implementación

Etapa 4: implementación (alcance “company wide tpm”)	
Pasos	Objetivos fundamentales
Paso 9 (Pilar 6): Establecimiento de un sistema de mantenimiento de la calidad (Hinshitsu-Hozen)	
Implantar un proceso para la reducción de defectos de calidad, retrabajos, tiempo de inspección, mano de obra y reclamaciones de clientes, controlando las condiciones de los equipos, determinando la relación entre las características clave de los productos y el proceso de producción	
Paso 10 (Pilar 7): Establecimiento de un sistema para la mejora de la eficiencia de los departamentos administrativos	
Implantar un sistema para mejorar la eficiencia del tiempo trabajado en oficinas, mediante la aplicación de 5S.	
Paso 11 (Pilar 8): Establecimiento de un sistema para el control de la Seguridad y Salud, y el Medioambiente	
Crear un medio de trabajo seguro, para cumplir los requerimientos legales, reducir costes derivados de accidentes y cumplir los objetivos de cero accidentes, enfermedades profesionales y contaminación.	

Fuente: (Marín, G. y Martínez, R., 2013)

Tabla 5

Etapa de estabilización

Etapa 5: estabilización	
Pasos	Objetivos fundamentales
	Auditar el progreso
Paso 12: Perfeccionamiento del TPM y opción al premio PM	Optar al premio PM del JIPM Redefinir objetivos mayores, mediante comparación con empresas similares y desmantelar la organización proyecto cuando la disponibilidad para alcanzar las metas progrese adecuadamente y la mejora continua sea estable

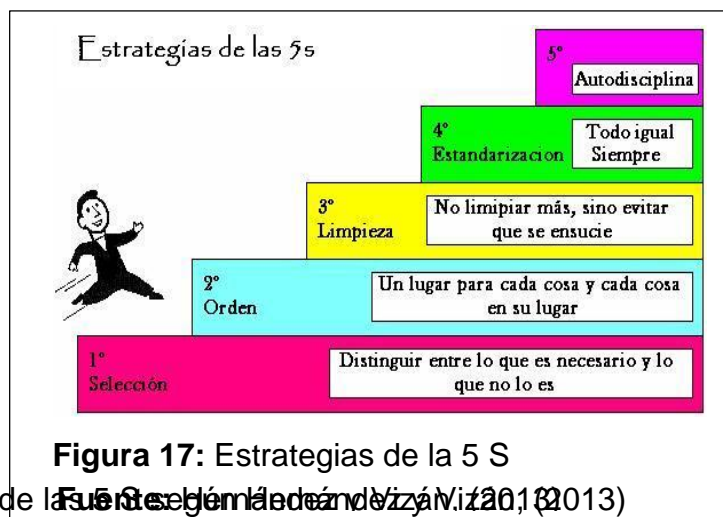
Fuente: (Marín, G. y Martínez, R., 2013)

2.2.2.5. 5S filosofía esencial para el TPM

Para Hernández y Vizán, (2013)

Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad por lo que es la primera herramienta a implantar en toda empresa que aborde el Lean Manufacturing. Produce resultados tangibles y cuantificables para todos, con gran componente visual y de alto impacto en un corto plazo de tiempo (ver Fig. 17).

Es una forma indirecta de que el personal perciba la importancia de las cosas pequeñas, de que su entorno depende de él mismo, que la calidad empieza por cosas muy inmediatas, de manera que se logra una actitud positiva ante el puesto de trabajo p. 36.



Las categorías de la 5S según Hernández y Vizán, (2013)

Eliminar (Seiri):

Su significado es clasificar y eliminar del área de trabajo todos los objetos innecesarios o inútiles para la labor que se realiza. Antes de aplicar este paso se debe preguntarse “¿es esto útil o inútil?”; para ello se separar lo que se necesita de lo que no y se controlar el flujo de cosas para evitar estorbos.

(Ver fig. 18), consiste en utilizar tarjetas para identificar elementos imprescindibles para el trabajo o caso contrario se consideran como un desecho.



Figura 18: Tarjetas de control de las 5 S

Fuente: Olivares, (2013)

Ordenar (Seiton)

Tiene como objetivo organizar los elementos ya clasificados, de tal modo que se puedan buscar con facilidad, para lograr la fácil búsqueda se debe definir su lugar de ubicación exacto para el retorno a su posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”.

La implantación del seiton define: Marcar límites en las áreas de trabajo, como: almacenaje y zonas de paso, para disponer de un lugar adecuado y evitar duplicidades. De esta manera se concientiza al personal tener la

filosofía de “cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa”.

Limpieza e inspección (Seiso)

En esta etapa se busca limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación considera:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse en la eliminación de los focos de suciedad.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan, adecuarlos para un uso más eficiente y recuperar aquellos que no funcionan o que están reparados “provisionalmente”.

Estandarizar (Seiketsu)

Esta fase permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales.

Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.

- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.

Disciplina (Shitsuke)

Esta etapa está relacionada a la implementación de una cultura de autodisciplina, en donde se da seguimiento al proyecto de las 5S. Esta es la fase más fácil y más difícil a la vez. La más fácil porque es aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas p.p. 38-41.

2.2.2.6. Las seis grandes pérdidas

La clasificación de las 6 grandes pérdidas plantea para Palencia (2008):

Pérdidas por averías

Causan dos problemas: Pérdidas de tiempo y pérdidas de cantidad, que tienen incidencia en los productos defectuosos. Las averías esporádicas, que son los fallos repentinos, drásticos o inesperados del equipo, son normalmente fáciles de corregir; mientras que las averías menores son a menudo ignoradas p. 13

Pérdidas de preparación y ajustes

Ocurre al término de la producción de un determinado producto y la maquinaria se ajusta para atender los requerimientos de un nuevo producto, en donde se evidencia pérdidas durante la preparación y ajuste, por el tiempo muerto y productos defectuosos como consecuencia del cambio p.13

Inactividad y pérdidas por paradas menores

Es cuando la producción es interrumpida por una falla temporal o cuando la máquina está inactiva; producida por alguna pieza que bloquea una parte de un transportador, causando inactividad en el equipo.

La producción normal es restituida moviendo las piezas que obstaculizan la marcha y reajustando el equipo p.13

Pérdidas de velocidad reducida

Se refieren a la diferencia entre la velocidad de diseño del equipo y la velocidad real operativa. Es típico que en la operación del equipo la pérdida de velocidad sea pasada por alto, aunque constituye un gran obstáculo para su eficacia. La meta debe ser eliminar la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad real p.14

Defectos de calidad y repetición de trabajos

Son pérdidas de calidad causadas por el mal funcionamiento de las máquinas, ello ocasiona los defectos esporádicos que se corrigen fácil y rápidamente, mientras que la reducción de los defectos y averías crónicas, requieren de un análisis cuidadoso, teniendo en cuenta el procedimiento establecido por la ruta de la calidad, utilizando muchas veces acciones innovadoras p.14

Pérdidas de puesta en marcha

Son pérdidas de rendimiento que se ven en la fase inicial de producción, desde el arranque hasta la estabilización de la máquina. El volumen de pérdidas varía con el grado de estabilidad de las condiciones del proceso, el nivel de mantenimiento del equipo, la habilidad técnica del operador, etc. Este tipo de pérdidas está latente, y la posibilidad de eliminarlas es a menudo obstaculizada por la falta de sentido crítico, que las acepta como inevitables p. 15

2.2.3. Indicadores de gestión

Están formados por la relación de dos dimensiones cuantitativas de datos externos o internos y se pueden plantear indicadores que miden la gestión dependiendo si son de operación de costo o de personal.

2.2.3.1. Productividad

“Es la relación existente entre la cantidad producida y los insumos utilizados dentro de un mismo proceso productivo. No es una medida de la producción, es una medida del uso eficiente de los recursos para cumplir con los resultados deseados” Jimenéz, (2001) p. 121

2.2.3.1.1. Clases de productividad

Según Sumanth, (1990) considera las siguientes clases de productividad:

- **Productividad parcial:** es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo.
- **Productividad de factor total:** es la razón entre la cantidad neta producida, y la suma asociada de los factores de insumo “mano de obra y capital”. Se entiende por producción neta, la producción total menos bienes y servicios intermedios comprados.
- **Productividad total:** es la razón entre la producción total y la suma de todos los insumos utilizados en la producción. p. 122

2.2.3.1.2. Ventajas y desventajas

Existen algunas ventajas y desventajas en el uso de las clases de productividad según Sumanth, (1990) mencionadas:

Tabla 6
Productividad parcial

PRODUCTIVIDAD PARCIAL	
Ventajas	Desventajas

<ol style="list-style-type: none"> 1. Fácil comprensión 2. Fácil obtención de datos 3. Fácil cálculo de índices de productividad. 4. Buenas herramientas de diagnóstico para señalar áreas de mejoramiento de la productividad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se utiliza de manera aislada estas medidas, pueden conducir a errores. 2. No explica los aumentos de los costos globales 3. El control de las utilidades, pueden ser un enfoque al tanteo.
--	---

Fuente: (Sumanth, 1990)

Tabla 7

Productividad de factor total

PRODUCTIVIDAD DE FACTOR TOTAL	
Ventajas	Desventajas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Es relativamente fácil obtener datos 2. Son mejor desde el aspecto de los economistas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No capta el impacto de los materiales y los insumos de energía. 2. No es apropiado para los costos de materiales. 3. Solo considera mano de obra y capital.

Fuente: (Sumanth, 1990)

Tabla 8

Productividad total

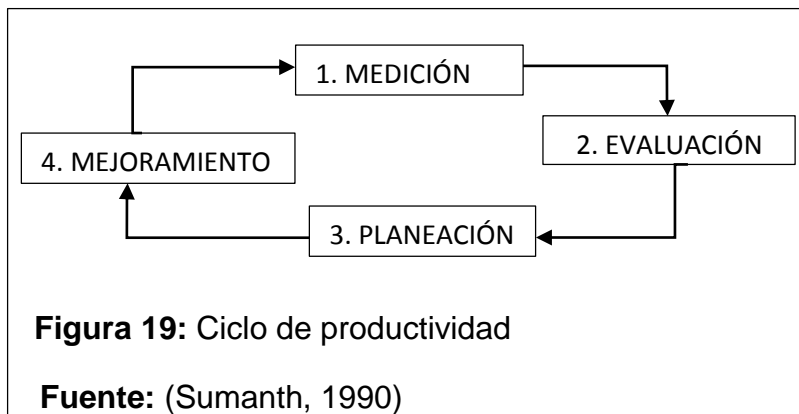
PRODUCTIVIDAD TOTAL	
Ventajas	Desventajas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Considera toda la producción y los insumos cuantificables. 2. Se usa junto con las medidas parciales 3. Se relaciona fácil con los costos totales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Difícil de obtener datos para cálculos a nivel de producción y cliente. 2. No se toma en cuenta los factores intangibles de la producción.

Fuente: (Sumanth, 1990)

2.2.3.1.3. Ciclo de productividad

Es un proceso continuo que sigue las 4 fases del ciclo de productividad,

incrementa la productividad total y reducir los costos totales unitarios de productos. Siguiendo el modelo de Sumanth, (1990) como se muestra en la fig. 19.



Para Rojas, (2001) en el desarrollo del modelo de productividad considera las siguientes etapas:

- 1. Medición:** Diseñar y desarrollar un método cuantitativo, mensurable, basado en relaciones de entradas y salidas que se manifiestan entre el valor de la producción y el insumo utilizado manifestando su variación, que no son susceptibles de medida directa.
- 2. Evaluación:** Es una fase transitoria entre la medición y la planeación, estableciéndose expresiones de cambio en la Productividad Total entre dos periodos sucesivos y expresando las formas como puede ocurrir el cambio, desarrolla métodos para analizar la productividad entre dos periodos presupuestados comparándolos con los periodos reales.
- 3. Planeación:** Proceso analítico que abarca un horizonte hacia el futuro donde se determinan objetivos, cuantificados en metas, el desarrollo de cursos de acción para lograr dichos objetivos y la selección de un curso de acción.
- 4. Mejoramiento:** Son acciones emprendidas por toda la organización basadas en la fase de la Planeación que buscan llevar a cabo operativamente. Identificando y explicando la interrelación entre los

factores duros (tecnología) y blandos (organizacionales y motivacionales) que inciden en la eficiencia y la eficacia del desempeño del trabajador, utilizando estrategias para lograrlo.

2.2.3.1.4. Cálculos de productividad

Se busca determinar la unidad de medida de la producción, para calcular la eficiencia y eficacia con la que se ha manejado el uso de los recursos en la producción y lograr cumplir los resultados específicos deseados.

Ecuación 1: fórmulas de productividad

$$\mathbf{Productividad} = \frac{\mathit{Producción}}{\mathit{Recurso\ empleados}}$$
$$\mathbf{Productividad\ parcial} = \frac{\mathit{Producción}}{\mathit{Máquinas(trabajo\ operativo)}}$$

La tasa de variación de la productividad del factor es que compararemos la diferencia de productividad (aumento o disminución) con la productividad inicial, y la multiplicamos por 100, obtendremos la tasa de variación de la productividad en porcentaje.

Ecuación 2: Variación de productividad

$$\Delta \mathbf{productividad} = \frac{p \mathit{final} - p \mathit{anterior}}{p \mathit{anterior}} \times 100$$

Interpretación de la variación de la productividad:

Si $\Delta \mathbf{productividad} > 0$ la productividad global de la empresa ha aumentado

Si Δ *productividad* < 0 la productividad global de la empresa ha disminuido

2.2.3.2. Confiabilidad

“Probabilidad de que un producto o las partes de una máquina, funcionen adecuadamente durante un tiempo especificado y en las condiciones establecidas”. Render, (2009) p. 670

Confiabilidad Operacional

Según Palencia, (2017) afirma que es un sistema de mantenimiento eficiente implica las actividades dirigidas a conservar la vida útil de los equipos en excelentes condiciones de operación para evitar las fallas imprevistas.

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. 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.

2.2.3.2.1. Las tácticas de confiabilidad

Para el autor Render, (2009) considera que las tácticas de confiabilidad son:

1. Mejorar los componentes individuales:

Para mayor comprensión de este concepto se tendrá que examinará el impacto de una falla en una serie, como se muestra a continuación: a medida que aumenta el número de elementos incluidos en una serie, la confiabilidad de todo el sistema disminuye con mucha rapidez. Un sistema de $n = 50$ partes que interactúan, donde cada parte posee una confiabilidad general del 99.5%,

tiene una confiabilidad global del 78%. Si el sistema comprende 100 partes que interactúan, y cada parte posee una confiabilidad del 99.5%, la confiabilidad global será sólo del 60%.

Consiste en encontrar el producto de las confiabilidades individuales de la siguiente manera:

Ecuación 3: Disponibilidad de los equipos

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n$$

Donde R_1 = confiabilidad del componente 1

R_2 = confiabilidad del componente 2

Ecuación (3) la confiabilidad de un componente individual no depende de la confiabilidad de los otros componentes (esto es, cada componente es independiente). Además, en esta ecuación, igual que en la mayoría de los análisis de confiabilidad, se presentan como probabilidades. Así, una confiabilidad de .90 significa que la unidad funcionará debidamente el 90% del tiempo. También significa que fallará $1 - .90 = .10 = 10\%$ del tiempo.

2. Proporcionar redundancia:

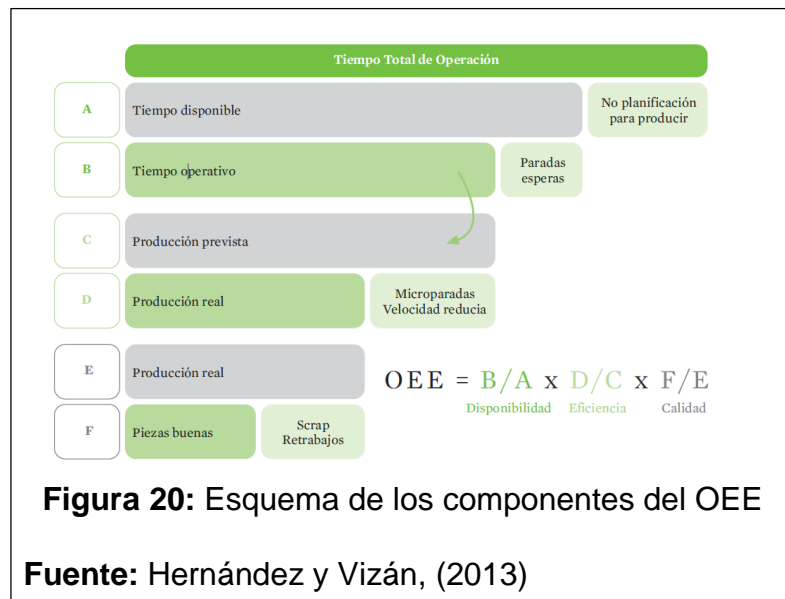
Para aumentar la confiabilidad de un sistema se agrega redundancia. Es una técnica que trata de “respaldar” los componentes con componentes adicionales. Se proporciona para asegurar que si un componente falla, el sistema pueda recurrir a otro componente.

Por ejemplo, digamos que la confiabilidad de un componente es de 0.80 y la respaldamos con otro componente cuya confiabilidad es de 0.80. La confiabilidad que se obtiene es la probabilidad del primer componente funcionando más la probabilidad del componente de respaldo (o en paralelo) funcionando multiplicadas por la necesidad de usar el componente de respaldo ($1 - .8 = .2$).

2.2.3.2.2. Efectividad global de los equipos

Definición Overall Equipment Effectiveness

“El OEE es un método de medición de performance productiva que ingresa datos de la disponibilidad del equipamiento, de la eficiencia de la performance y de la tasa de calidad que se logra” (ver fig. 20). (Belohlavek, 2006).



El OEE se puede clasificar según el nivel de excelencia, siendo en términos generales: según Pinto, (2011) afirma:

0% < OEE < 65% = Inaceptable. Muy baja competitividad.

65% < OEE < 75% = Regular. Baja competitividad. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.

75% < OEE < 85% = Aceptable. Continuar la mejora para avanzar hacia la World Class.

85% < OEE < 95% = Buena competitividad. Entra en Valores World Class.

95% < OEE < 100% = Excelente competitividad. Valores World Class.

Está compuesto por los siguientes tres factores según Silva, (2005):

Disponibilidad: mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paradas no programadas.

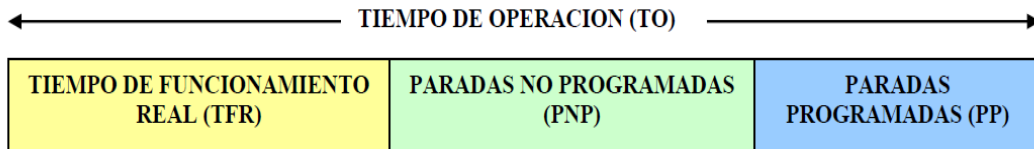
Rendimiento: Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento original determinada por el fabricante del equipo o diseño.

Tasa de calidad: Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para elaborar productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde ya que el producto se debe destruir o reprocesar. Si todos los productos son perfectos no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo.

Cálculo de la efectividad Global de los Equipos (EGE):

Para realizar el cálculo de la efectividad global de los equipos se necesita las siguientes ecuaciones p.p 21-24.

EGE = Disponibilidad x Índice de rendimiento x Tasa de calidad



Ecuación 4: Disponibilidad de los equipos

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(\text{TO} - \text{PP}) - \text{PNP}}{(\text{TO} - \text{PP})} \times 100$$

Ecuación 5: Índice de rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{tiempo ideal de ciclo} \times \text{cantidad procesada}}{\text{tiempo de funcionamiento real TFR}}$$

Ecuación 6: Tasa de calidad

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{piezas producidas} - \text{rechazos}}{\text{piezas producidas}}$$

a) Estabilización de la OEE:

Hay que asegurar la estabilidad del sistema a lo largo del tiempo. Para poder obtener esta nivelación de la OEE se utiliza la herramienta PDCA (ver Fig. 21).

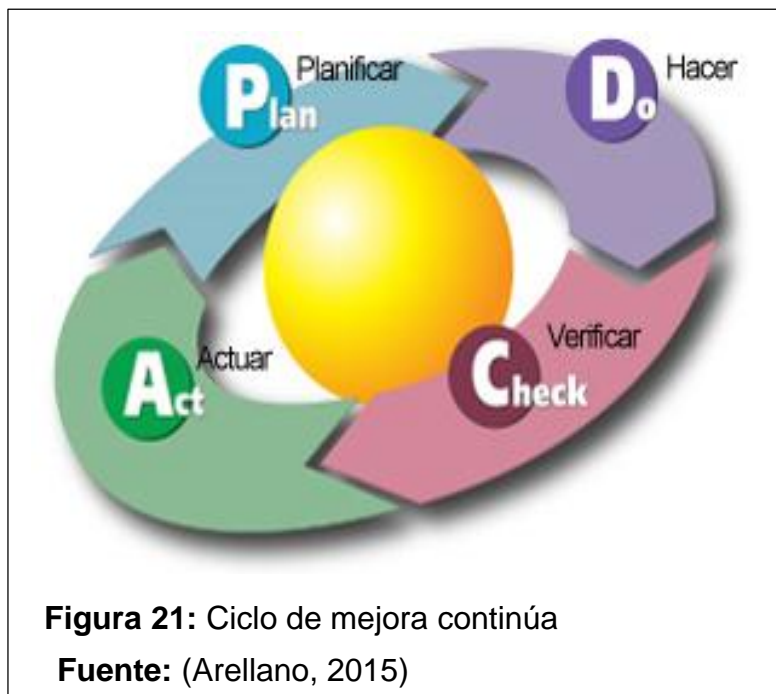
(Rajadell, C. y Sánchez G., 2010), afirma que está basada en cuatro pasos:

P (plan): se planifica la acción a realizar mediante la asignación de un responsable y una fecha prevista de finalización.

D (do): desarrollar las acciones, implantar.

C (check): verificar el resultado para comprobar que realmente es efectiva.

A (act): actuar, asegurar que se mantienen en el tiempo las mejoras realizadas (formación de operarios, estandarización a otras unidades productivas, etc.)
p. 155



2.3. Definición de términos básicos

Confiabilidad: capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas durante un período de tiempo determinado.

Disponibilidad: se define como la proporción del tiempo que dicha máquina ha estado en disposición de producir, con independencia de que finalmente lo haya hecho o no por razones ajenas a su estado técnico.

EGE: eficiencia general de los equipos es una herramienta de medición de la eficacia de la maquinaria industrial.

Gestión de mantenimiento: Es la efectiva y eficiente utilización de los materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento.

Mantenimiento: el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento.

Maquinaria: es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado.

Productividad: relación entre la producción obtenida por un sistema de fabricación de bienes o servicios y los recursos utilizados para obtenerla.

Proceso: es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan juntas en los elementos de entrada y los convierten en resultados.

TPM: Mantenimiento productivo total se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción.

CAPITULO III

Marco Metodológico

III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación para nuestro estudio según orientación es aplicada y según contrastación es descriptiva.

Diseño de investigación

El diseño de nuestra investigación es no experimental y cuantitativa

3.2. Población y muestra

Población

La población de estudio fueron los procesos del área de producción que son el proceso productivo y de mantenimiento de la empresa Molino Don Julio.

Muestra

La muestra fue no probabilística por conveniencia y corresponde a la misma que la población.

3.3. Hipótesis

El diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento TPM, contribuirá a la productividad y confiabilidad en el molino DON JULIO SAC.

3.4. Variables

Variable independiente:

Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en TPM

Variables dependientes:

Confiabilidad y productividad

3.5. Operacionalización: (ver hoja siguiente – Tabla 9)

Tabla 9

Operacionalización de la Variable Independiente

Variable independiente	Dimensión	Sub - dimensiones	Indicadores	Técnicas de recolección	Instrumentos de recolección
DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	Mantenimiento Productivo Total TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento autónomo - Mantenimiento planificado. - Capacitación 	<ul style="list-style-type: none"> - (Horas totales - H. parada mant.) / H. totales - Tiempo total de op./ # total de fallas - Costo total de capacitación / # de empleados 	Revisión bibliográfica Entrevista	Fichas bibliográficas Cuestionario
		<ul style="list-style-type: none"> - Selección - Orden - Limpieza - Estandarización - Autodisciplina 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de elementos innecesarios: uso de tarjetas - Uso de plantillas para ubicación de herramientas. Señalización - Eliminación de fuentes de suciedad. Uso de formatos - Practica permanente de mejoras. Uso de formato. - auditorias de cumplimiento de las 5's 	Revisión bibliográfica Entrevista	Fichas bibliográficas Cuestionario

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10

Operacionalización de las variables dependientes

<i>Variables dependientes</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Técnicas de recolección de información</i>	<i>Instrumentos de recolección de información</i>
PRODUCTIVIDAD	Mano de obra	h-h gastadas en trabajos prog. / h-h disponible	Observación Análisis de documentos	Guía de observación Registros
	Máquinas	Cantidad de producción real / producción programada	Observación Análisis de documentos.	Guía de observación Registros.
CONFIABILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad - Rendimiento - Tasa de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> - (Tiempo de op. – P.Prog) / tiempo programado - (Tiempo ideal *cantidad procesada)/ TFR - (Producción – rechazo)/ producción 	Observación Análisis de documentos	Guía de observación Registros

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Método de investigación

Se dividen en dos: *empíricos* y *teóricos*; para el desarrollo de nuestro proyecto realizaremos el **método de investigación teórica**, porque permite descubrir en el objeto de investigación las relaciones esenciales y las cualidades fundamentales, no detectables de manera sensoperceptual.

Técnicas de recolección de datos

– Observación

Para la aplicación de esta técnica, se registró todo lo observado mediante hojas de registros, mas no interrogaremos a los individuos involucrados en el fenómeno de estudio.

– Entrevista

Este método sigue los mismos pasos de la investigación científica; sólo que en su fase de recolección de datos.

Para la obtención de la información se realizó mediante una guía de preguntas, las cuales iban a ser respondidas por el operario de máquinas, persona involucrada en el problema de estudio.

– Análisis de documentos

Permite reducir y sistematizar cualquier tipo de información acumulada como: (documentos escritos, films, grabaciones, etc.) en datos, respuestas o valores correspondientes a variables que investigan en función de un problema. Para obtener la información adecuada, se consultó a la encargada de proporcionarnos los documentos escritos en donde está el historial de fallas de las máquinas.

- **Revisión bibliográfica**

Se obtuvo los escritos necesarios acudiendo a la biblioteca, para revisar libros, revistas, artículos del tema que se está investigando.

Instrumentos de recolección de datos

- **Guías de observación**

Se evaluó las condiciones en las que operan y como se encuentra su área de trabajo para realizar el mantenimiento de las máquinas.

Ello permitió mirar las actividades desarrolladas por los operarios de manera más integral, siendo necesario presenciar el evento o actividad y registrar los detalles observados.

- **Cuestionario**

Se prepara un formato de tal manera que incluya preguntas interrogatorios, de donde se obtuvo información acerca de las variables que se investigan, que será aplicado personalmente y está relacionado con las variables y los indicadores.

- **Registros de Análisis documentario**

Mediante este instrumento se organizó de manera sistemática y ordenada toda la información recolectada sobre la base de un mismo tema en particular la cual le confiere unidad y valor propio.

- **Fichas bibliográficas**

Se utilizaron tarjetas con una medida estándar, en donde se guardara la información que se requiere para identificar un libro, o cualquier documento escrito.

3.7. Procedimiento para la recolección de datos

- Para la recopilación de la información y determinar el estado de las máquinas, índice de falla y deficiencias:

Se utilizó la técnica de la observación, empleando la guía de observación

para hacer un diagnóstico general del estado de las máquinas; asimismo se utilizó el análisis de documentos, que incluye registros de las paradas de máquinas recopilada durante 7 meses del 2015 y Enero – Diciembre del 2014, para determinar el índice de falla.

- También se llevó a cabo este procedimiento de información mediante técnicas de recolección de datos como entrevistas, y análisis documentarios, para la entrevistas se tuvo en cuenta los cuestionarios realizados al supervisor de planta y al sub gerente de la empresa, quienes nos brindaron datos relevantes de las operaciones en planta y sus procesos que realizan, así como la gestión en el mantenimiento de la línea de producción.

En el análisis documentario se validó la información mediante guías de análisis documentarios que la empresa nos proporcionó como: fichas de incidencias, manuales de operación, etc., para poder llevar a cabo nuestra investigación.

3.8. Plan de análisis estadístico de datos

Luego de obtener la información de los instrumentos de recolección de datos se utilizarán el software de Microsoft Office Excel para cálculos financieros, plantillas de programación y gráficos estadísticos y el software de Microsoft Project para el desarrollo de planes, y dar seguimiento al progreso del proyecto.

3.9. Principios éticos

a) Transparencia de los datos obtenidos

Para nuestra investigación se ha tenido en cuenta con la selectividad en el uso de la información, solo se ha utilizado ciertos datos que se han relevantes e importantes con el objeto de estudio.

b) Confidencialidad

Se asumió con responsabilidad velar por la información obtenida de la empresa, la cual será utilizada sólo con fines de investigación.

3.10. Criterios de rigor científico

a) Generalidades

La muestra es el área de producción, del cual se busca determinar el índice de fallas de las máquinas y equipos, para buscar una solución mediante el mantenimiento productivo total y su posterior diseño del plan e implementación con la evaluación de los resultados favorables para la empresa; utilizando los instrumentos de recolección que han sido validados por expertos.

b) Fiabilidad

Los estudios a realizados en nuestro trabajo de investigación, son confiables en la medida en la que nuestra población y muestra es real, porque se cuenta con acceso a la empresa Molino Don Julio, la cual nos permite la recolección de datos, lo que nos da la seguridad en la veracidad de los resultados.

c) Replicabilidad

El diseño de la investigación estará adecuada a dar una solución al problema encontrado dentro de la empresa, que va a contribuir con los resultados como son aumentar la productividad y confiabilidad de las maquinas; por lo cual se puede repetir dicha investigación sin que los resultados se contradigan.

CAPITULO IV

Análisis e interpretación de los resultados

IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados en tablas y gráficos

Resultados de la entrevista realizada al supervisor de producción:

Se realizó la entrevista a Freddy Granados quien tiene poco tiempo en el puesto, pero conoce del proceso productivo y el funcionamiento de las máquinas, según la entrevista se determina que no disponen de máquinas, herramientas y equipos en buen estado para su correcto funcionamiento, porque existen máquinas que fallan regularmente como la mesa paddy, los pulidores, la selectora y la pre limpia, las causas principales de las fallas son por falta de mantenimiento preventivo, ya que solo se está usando el mantenimiento correctivo, esto se debe a la falta de capacitación al maquinista, quien debe tener la capacidad de realizar un mantenimiento autónomo, así mismo no cuentan con registros por paradas de máquinas que este actualizada, ni un almacén de repuestos para que el cambio de piezas se efectúe inmediatamente aun el requerimiento por repuestos es regular.

Análisis de la entrevista realizada al sub gerente:

Se realizó la entrevista al señor Cesar Mejía quien tiene 8 años en el cargo, mediante la entrevista concluimos que la empresa tiene 34 trabajadores laborando 11 horas/diarias, produciendo 6TN/ día; del personal que labora solo existe 1 maquinista quien se encarga de las reparaciones y mantenimiento de la maquinaria, no tienen un área de mantenimiento, pero el sub gerente piensa que es muy importante, por ello los gastos aproximado mensual en reparaciones es de S/ 7000, se debe a que sólo realizan el mantenimiento correctivo y muy poco el preventivo, el personal no está calificado para realizar el mantenimiento preventivo o reparaciones graves, por la falta de capacitación; por ello contratan los servicios externos pagando S/ 1500 por maquinas más simple y hasta S/. 7000 por una selectora.

En el último año han adquirido 3 máquinas que ascienden a \$. 48000, así mismo en repuestos se gastan mensualmente S/. 1200.

El tiempo perdido por fallas ha sido cuantificado desde enero hasta julio del 2015 totalizando 43 días sin producción, esto afectado sus objetivos, por lo que se ven en la obligación de hacer turnos de noche para recuperar esos días.

Resultados de la guía de observación

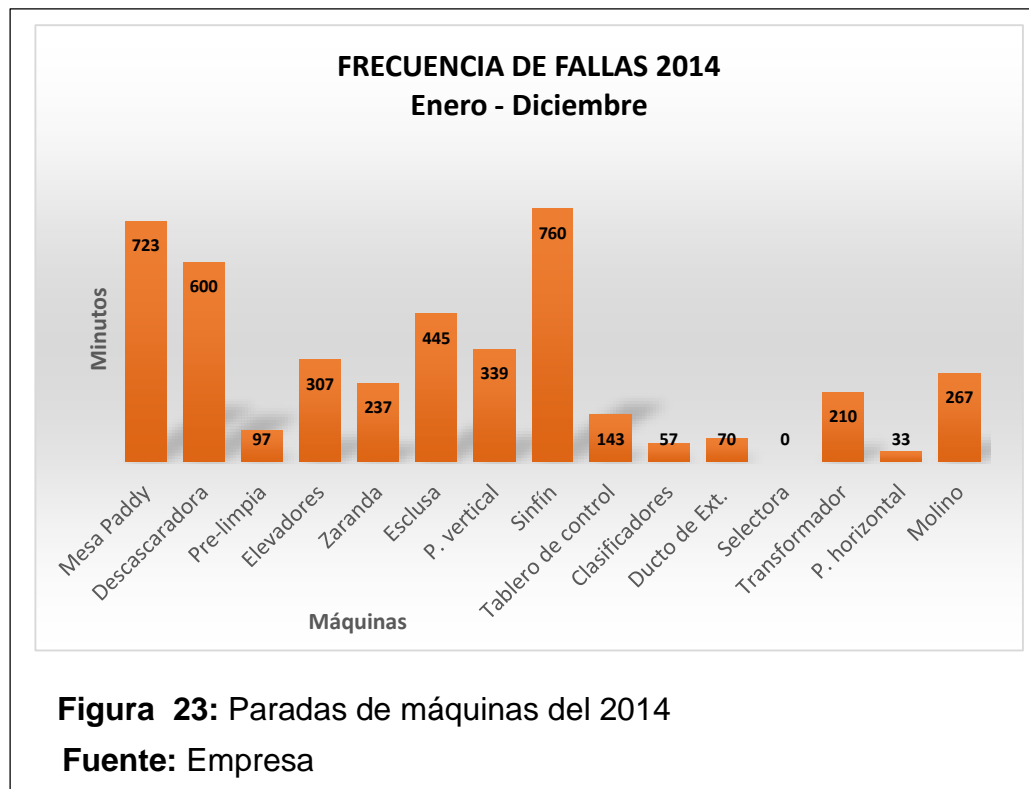
ITEM	PREGUNTAS	SEMANAS																Total-semanas	
		1		2		3		4		5		6		7		8		SI	NO
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO				
1	El área donde se realiza el trabajo de mantenimiento se encuentra limpio		1		1	1			1		1		1		1		1	1	7
2	Las herramientas que utilizan se encuentran en buen estado		1		1		1		1		1		1		1		1	0	8
3	Los trabajadores utilizan equipos de seguridad		1		1		1		1		1		1		1		1	0	8
4	El trabajo de mantenimiento lo hace en el mismo sitio.	1			1	1			1	1			1		1		1	4	4
5	Las herramientas de trabajo están adecuadamente identificados		1		1		1		1		1		1		1		1	0	8
6	Señaliza su área de trabajo	1			1	1			1	1			1		1		1	3	5
7	Disponen de repuestos en almacén		1	1			1		1	1			1		1		1	4	4
8	La relación entre el supervisor de operación y mantenimiento es fluida	1		1			1		1	1			1		1		1	5	3
9	El operario de maquina realiza su trabajo solo	1			1		1	1			1	1		1		1		6	2
10	Tienen un lugar adecuado para colocar sus herramientas o equipos		1	1			1		1			1		1		1		3	5
11	Se realiza lubricación de las piezas o partes diariamente	1			1	1			1		1	1		1		1		3	5

Figura 22: resultado de la guía de observación

La guía de observación tuvo duración de 8 semanas en las cuales se analizaron los siguientes ítems, donde se observa que en los ítems 2,3 y 5 las herramientas utilizadas no están en buen estado ni correctamente

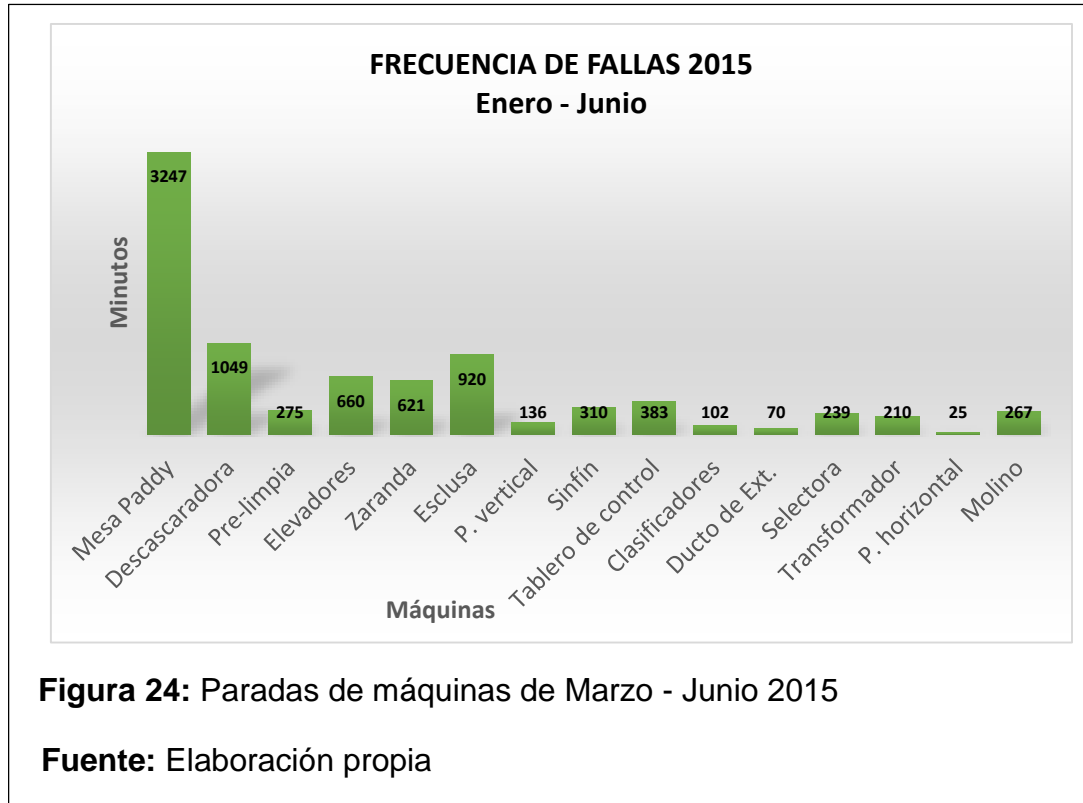
identificadas así mismo ningún trabajador tiene equipos de seguridad para realizar sus labores de mantenimiento o reparación. También se puede identificar que el área de trabajo no están limpias ni señalizadas adecuadamente, la lubricación de las piezas no se realiza diariamente observamos que durante las 8 semanas solo 3 veces la realizaron. Por lo que podemos concluir que no existe un área ni plan de mantenimiento y el personal a cargo no se encuentra debidamente capacitado para realizar eficientemente sus labores.

Resultados del análisis documentario



En el siguiente fig. 23 de frecuencia de fallas del 2014 se muestra el tiempo en minutos que se demoran el personal de mantenimiento en reparar la falla por máquina. El total en minutos por parada de maquina es de 4288 minutos

sin producción en un año.



En el siguiente fig. 24 de frecuencia de fallas 2015 son datos obtenidos en los meses de Marzo hasta Junio en donde se puede observar que la mesa paddy tiene mayor tiempo de reparación, así como la descascaradora, pero en el 2014 no presentaban mayores fallas. El total es de 8514 minutos improductivos.



Figura 25: Pareto de las maquinas 2014 - 2015

Fuente: Elaboración Propia

Según la fig. 25 en el análisis de Pareto observamos que el 20% de las máquinas que ocasionan el mayor porcentaje de fallas en la línea de producción son la mesa paddy, descascaradora, esclusa y sinfín ocasionando el 80% de los problemas generales de la línea de producción.

4.2. Discusión de resultados

De los resultados obtenidos para la investigación se deduce que no hay una correcta gestión de un sistema de mantenimiento, por ello existe una constante parada de producción, por falla de máquinas, realizando un 10% de mantenimiento preventivo anualmente y el 90% es de mantenimiento correctivo, ello genera gastos elevados en reparaciones, repuestos mayores a 1200 soles, así como servicios externos de aproximadamente 7000 soles; bajando la productividad y confiabilidad de las máquinas.

Mediante la observación realizada al operario, se deduce que de los trabajos de reparación sólo el 50% de las veces lo realiza en el mismo sitio, las

herramientas y equipos utilizados el 80% no están en un buen estado para poder realizar su trabajo, tampoco disponen de un lugar de mantenimiento. Similar problemática hallaron (Flores y Rueda, 2012), por lo cual utilizaron la filosofía TPM, concluyeron que depende mucho del cambio cultural de las personas, para lograr la productividad y mantenibilidad en las máquinas.

En el trabajo se utilizó el TPM, teniendo como base en el desarrollo del pilar de mantenimiento autónomo, para lograr una adecuada gestión del sistema de mantenimiento, se logró involucrar al personal de producción, mediante las capacitaciones que es primer paso para inculcar la filosofía del TPM, contando con el 100% de los asistentes. Como lo realizó en sus estudios Burga, (2005), así mismo utilizo la medición de la efectividad general de los equipos (EGE).

En los estudios hallados por Valle (2013) y (Flores y Rueda, 2012) Aplicaron el TPM en el departamento de productos terminados, anteriormente la producción de etiquetado se realizaba con un rendimiento de 500 cajas/hora, se pierden 21.63 días laborables anuales; en los cuales no se cumple con la producción diaria x esta razón la compañía se ve obligada a extender su jornada en hora extras al 50% y en ocasiones al 100% elevo el costo de su operación en un 6%; actualmente llevan un estándar de 800 cajas/hora el proyecto que implementó generó una eficiencia del 40%.

En nuestra investigación se diseñó el sistema de la gestión del mantenimiento, mediante el pilar de mantenimiento autónomo del TPM; que logrará disminuir los costos de operación, para ello se realiza la capacitación del mantenimiento autónomo, ello mejorará la vida útil de las maquinarias y la producción aumentando 50 sacos/hora.

En las investigaciones realizadas por Flores (2012), llegaron a la meta de un

OEE de un 85%, realizando el cálculo de valoración de pérdidas de horas al mes las máquinas son improductivas en promedio: 36.58 horas/ mes, después de la investigación se mejoró el tiempo improductivo de las máquinas.

Para mejorar los indicadores de la efectividad global de los equipos, se realizó la implementación de las 3s y parte del mantenimiento autónomo, por lo cual se logró el aumento de la disponibilidad, índice de rendimiento y la tasa de calidad, mejorando el OEE a un 85%.

Al realizar la observación en el área de producción se detectó la falta de limpieza, orden, mala operatividad en los equipos - herramientas y falta de implementos de seguridad, a su vez para mejorar dichos aspectos según (Vigo y Astocaza, 2013), se propuso la aplicación de las 5 s y la filosofía del mantenimiento productivo total, acompañado del mejoramiento continuo.

Los datos de disponibilidad, eficiencia y calidad actual son datos promedios mensuales obtenidos de la empresa en estudio y la cantidad de incremento de disponibilidad, eficiencia y calidad esperado con la implementación de las 5S con el mantenimiento autónomo fueron proporcionados por un experto en la implementación de TPM como un porcentaje de incremento realista después de una adecuada implementación de estas dos herramientas de manera simultánea y con ello nos permitió calcular el incremento de toneladas producidas de la línea de producción seleccionada.

CAPITULO V

Propuesta de investigación

V Propuesta de Investigación

5.1. Descripción de la empresa

Molino Don Julio S.A.C cuenta con todos los derechos reservados desde el 2007, tiene como objetivo el pilado de arroz y comercialización.

Esta empresa para poder cumplir con sus expectativas cuenta con maquinaria de procedencia Brasileña; con la tecnología digital necesaria para obtener un arroz que cumpla con características de alta calidad para el consumidor más exigente; las cuales son muy importantes o indispensables en el proceso del pilado de este requerido cereal.

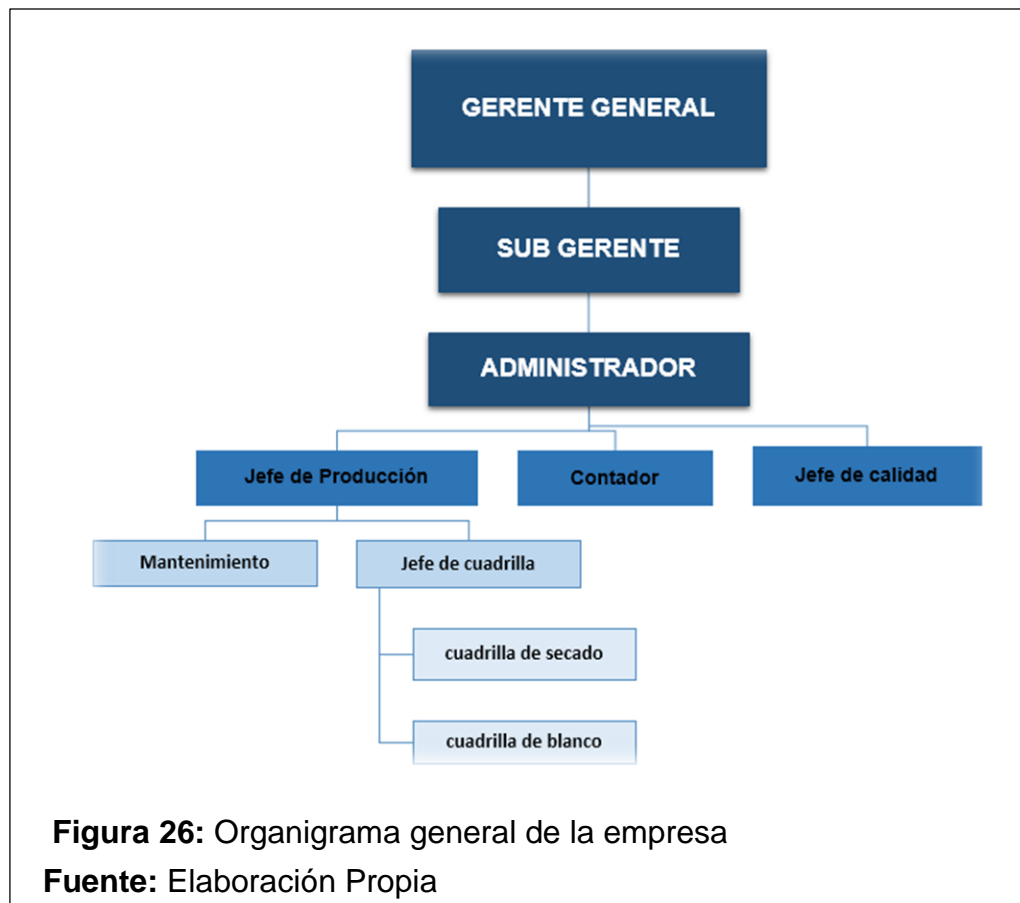
Visión

Ser una de las empresas comercializadoras de arroz más competitivas y reconocidas en el mercado de Lambayeque, zona norte y del Perú, con un producto de gran valor agregado, a un precio justo además brindando un buen servicio.

Misión

Desarrollar y ofrecer productos que satisfagan las necesidades alimenticias exigentes de los consumidores a un precio competitivo, dando un buen servicio en la atención y entrega oportuna, diferenciándose de la competencia por la calidad de sus productos y de su personal.

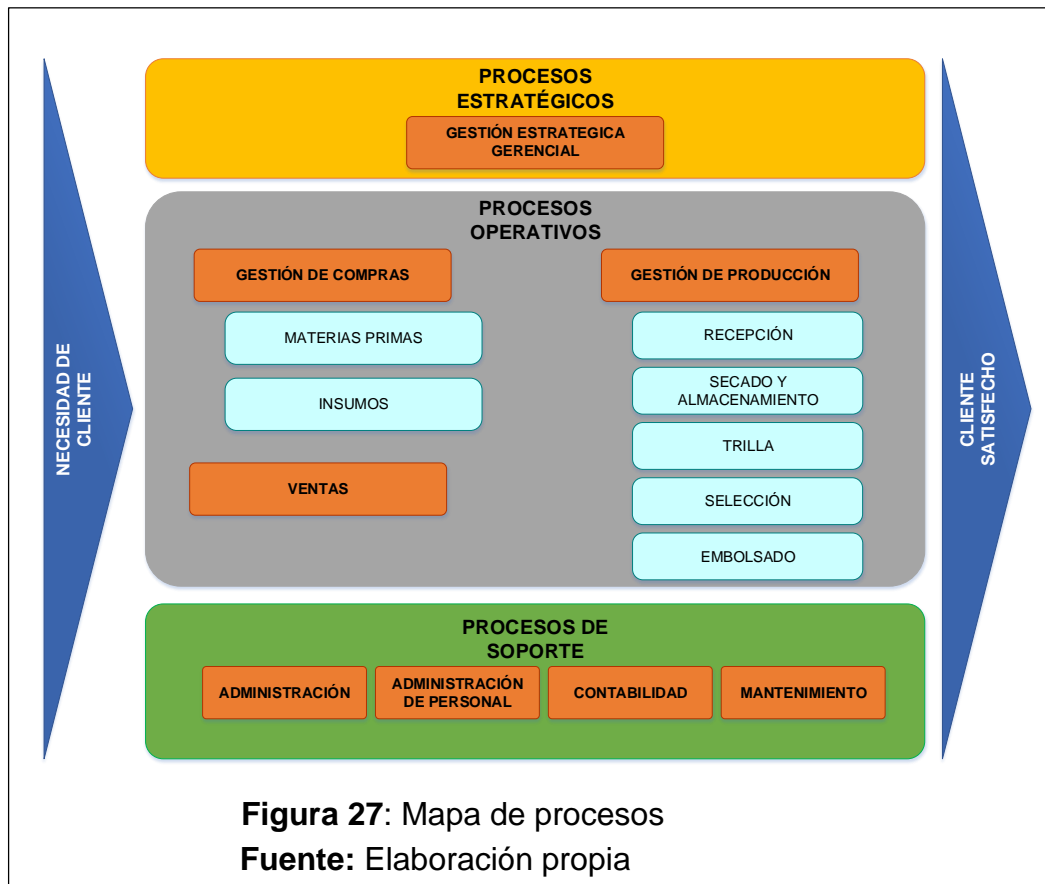
Organigrama



5.1.1. La empresa y sus procesos

5.1.1.1. Mapa de proceso

Hemos realizado una clasificación de los procesos teniendo en cuenta los procesos estratégicos, operativos y de soporte, considerando a este último el mantenimiento, a pesar que no tenga un área es importante que sea considerado dentro de sus procesos. Observar Fig. 27



5.1.1.2. Proceso productivo

La materia prima utilizada es Arroz Paddy (cáscara), proveniente de los diferentes distritos de la región Lambayeque (Lambayeque, Mórrope, Túcume, Motupe) y en algunos casos de Bagua; este arroz Paddy sigue las siguientes etapas:

A. Recepción de Arroz Cáscara: Consiste en llenar la tolva con arroz paddy, tiene una capacidad de 500 sacos diarios de 82,5 Kg/saco. Los sacos son transportado con la ayuda de estibadores. En esta etapa se produce material particulado (polvo), que contamina el aire y el factor humano causando enfermedades respiratorias.

B. Limpieza: se busca remover la mayor parte del material extraño que se encuentran en el grano que se recibe del campo como pajas, piedras, plástico, etc. Se lleva a cabo mediante el zarandeo el cual trabaja bajo el principio de vibración y tiene una capacidad de 80 sacos/h.



Figura 28: Pre – limpia
Fuente: Empresa

C. Descascarado: Se realiza por la combinación de tres efectos: presión, fricción de los rodillos y efecto de la velocidad diferencial del mismo. Consiste en separar lenma, palea y gluma estéril que constituyen la cascara del arroz, dejando el endospermo y el embrión con su cubierta. Su capacidad es de 50 sacos/hora, el cual condiciona a todo el proceso debido a que si se sobrepasa esta capacidad se atorarían los rodillo y habría retrasos y bajaría la calidad de pilado.



Figura 29: Descascaradora

Fuente: Empresa

D. Separador Paddy: Con el vaivén, separa el grano en 3 grupos: Paddy, grano moreno, y grano descascarado moreno. El primero (Paddy) regresa a la Descascaradora, el segundo (Paddy y grano moreno) regresa a la mesa Paddy por el sinfín y el otro (grano descascarado moreno) es transportada a los pulidores.



Figura 30: Mesa Paddy

Fuente: Empresa

E. Pulidor seco: la pulidora horizontal de piedra, retira los tegumentos que se encuentran adheridos al grano de arroz. De este proceso sale un grano opaco y sin brillo.



Figura 31: Brunidor Horizontal

Fuente: Empresa

F. Pulidor vertical: se encarga de darle el brillo y blancura al arroz



Figura 32: Blanqueador Vertical

Fuente: Empresa

G. Tamizado de Arroz: se obtiene el Ñelén; el 10% de arroz blanco entero va directo a la selectora y el resto va a las clasificadoras.



Figura 33: Mesa Zaranda

Fuente: Empresa

H. Clasificado: Separa el arroz blanco entero, arrocillo de 3/4 y arrocillo de 1/2. El arroz blanco entero va a la selectora y los dos tipos de arrocillo van a tolvas de recepción para ser envasados como subproductos del arroz.



Figura 34: Rodillos Clasificadores

Fuente: Empresa

I. Área de Selección: la selectora mediante inyectores y lámparas separa el arroz de calidad del arroz de descarte (arroz tiza, panza blanca, mancha y arroz Paddy que pasa durante todo el proceso).



Figura 35: Selectora de color

Fuente: Elaboración Propia

J. Envasado: Se realiza de forma manual por un operario el cual llena los sacos de arroz blanco con un peso de 50 Kg. Los residuos que produce esta etapa son sacos rotos o en mal estado, los cuales son desechados.

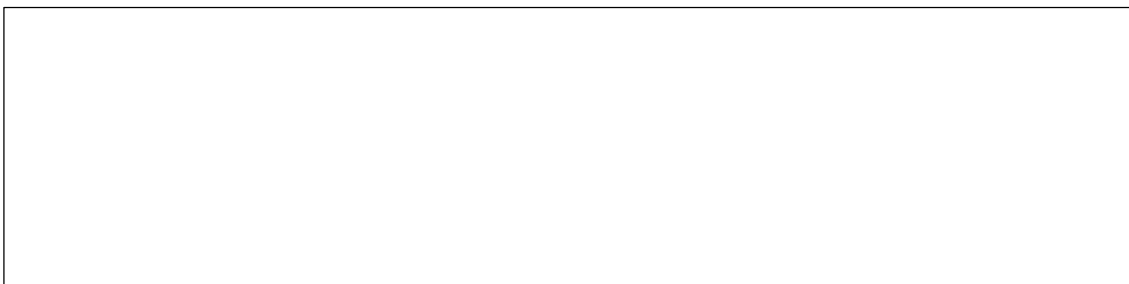


Figura 36: Tolva de envasado

Fuente: Elaboración Propia

K. Almacenado: los sacos previamente llenados y cosidos pasan por un faja transportadora para ser apilados en el almacén de productos terminado.

Diagrama de Análisis de Procesos



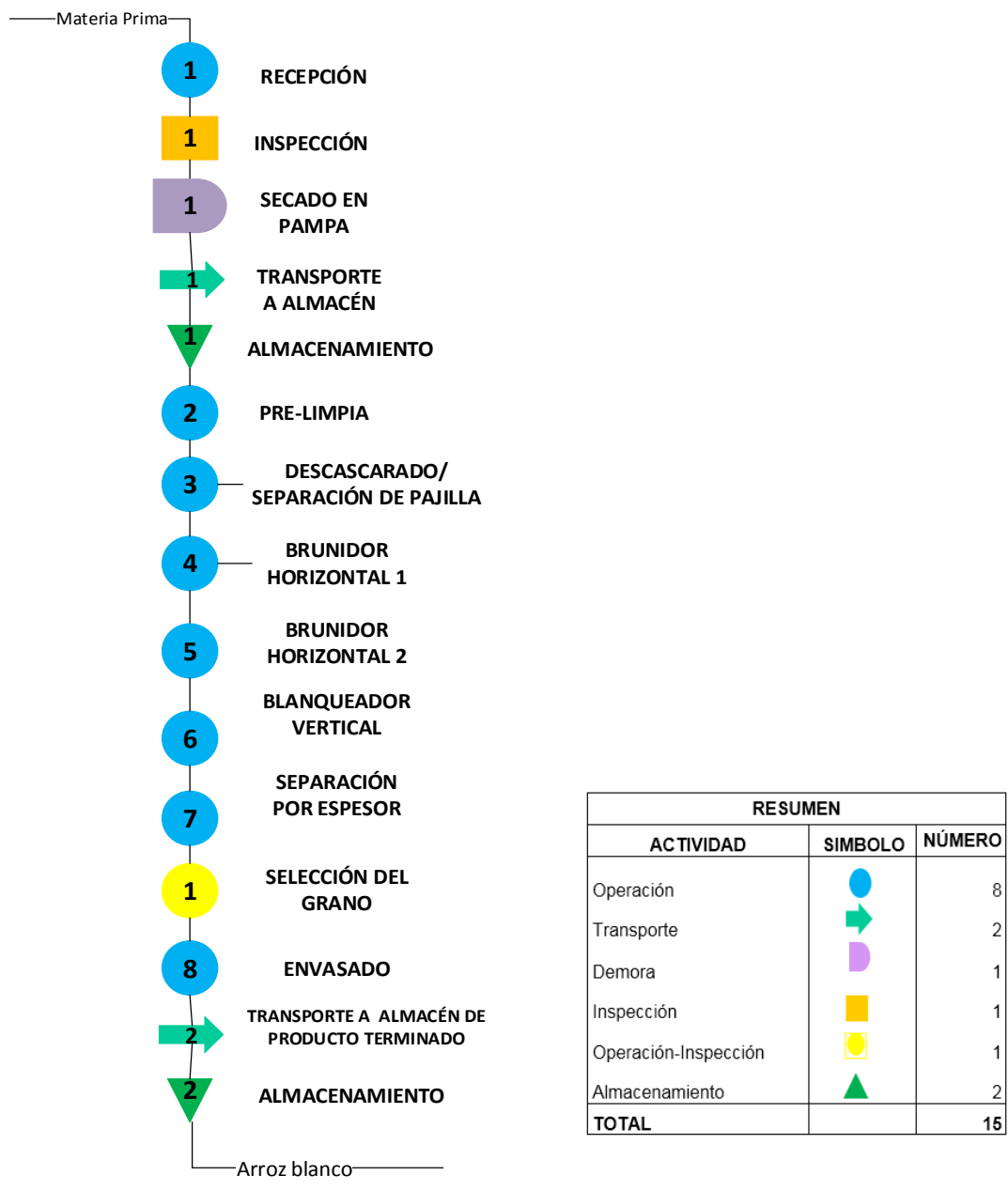
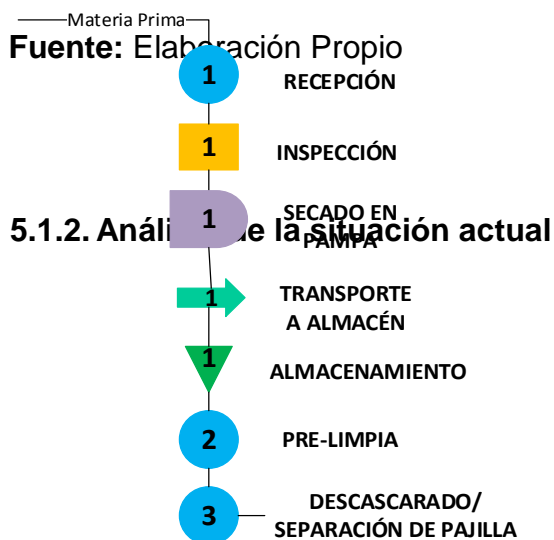


Figura 37: Diagrama de análisis de proceso



La empresa actualmente tiene diversos problemas en distintas áreas, como producción y administración estas dos áreas claramente identificadas, es donde se encuentra la mayor carga laborar, nos enfocaremos en el área de producción, como no existe un área de mantenimiento, todas las operaciones y trabajos de mantenimiento se realizan en el área de producción.

5.1.2.1. Problemas encontrados y sus causas

Problemas:

- Las piezas de todas las máquinas se encuentran desgastadas.
- En el área de producción las herramientas y otros accesorios no están ubicados correctamente.



- Los equipos se encuentran sucios por la acumulación de tierra (proveniente de las máquinas de la pre- limpia y descascaradora).
- Las maquinas fallan constantemente.

- Hay situaciones inseguras que ocasionan riesgos a las personas.
- El uso de registro por frecuencia de fallas de máquinas esta desactualizado.
- Sus herramientas y equipos están en mal estado.

Causas:

Los problemas anteriormente citados se deben a las siguientes causas:

- Falta de lubricación a las piezas.
- Falta de organización en el orden de herramientas y otros accesorios.
- Falta de limpieza diaria al área de producción.
- No cuentan con una adecuada gestión de mantenimiento preventivo.
- No posee herramientas y equipos de protección personal, falta de señalizaciones de seguridad.
- Falta de importancia y desconocimiento por registrar las fallas de las máquinas que ocasionan paradas prolongadas.
- Falta de capacitación al maquinista en mantenimiento autónomo para la conservación de sus herramientas y prolongar la vida útil de las máquinas.

Los problemas y las causas que se obtuvieron de las entrevistas realizadas al supervisor de producción y el sub gerente logramos detectar las diferentes deficiencias que muestran al momento de realizar el mantenimiento.

Con la implementación del TPM se lograra atacar estas causas y así resolver los problemas presentes, obteniendo equipos en buen estado, un lugar de trabajo agradable y una importante mejora en la actitud del personal.

5.1.2.2. Diagnóstico en el mantenimiento de la empresa

La empresa no dispone de un área específica para el mantenimiento, ni un lugar para el almacén de repuestos, el cual no permite coordinar la ejecución

de adecuados programas de mantenimiento preventivo, y por ende no garantiza la disponibilidad de las máquinas para su correcto funcionamiento, lo que origina que sólo se realice el mantenimiento correctivo. A ello se suma la falta de capacitación del personal en temas referidos al mantenimiento, para poder realizar un correcto uso de las máquinas y equipos. La empresa actualmente utiliza dos tipos de mantenimiento, realizando frecuentemente el mantenimiento correctivo.

a. Mantenimiento Preventivo

La Empresa aprovecha los periodos de temporada baja que son en Diciembre o cuando la producción se detiene por varios días, de esta manera aprovechan para realizar el mantenimiento a algunas máquinas, pero sin ninguna programación previa, pero solo lo realizan por las circunstancias que se encuentra la empresa.

Cuando existe parada por tiempos prolongados el mantenimiento consiste en una limpieza y cambio de los accesorios (baquelitas) en los elevadores y Pre limpia.

Cuando culmina la temporada de arroz realizan un mantenimiento a toda la línea de producción que consiste en desmontaje, engrase, lubricación y limpieza.

b. Mantenimiento Correctivo

Se realiza cuando la maquinaria es incapaz de seguir operando, se efectúa la inspección buscando la falla y se procede a rectificar inmediatamente para no interrumpir el proceso productivo. Este mantenimiento correctivo lo realizan con mucha frecuencia y consiste en cambios de rodajes, ajustes de tornillos, limpiar la manga de la pre limpia por obstrucción, cambiar bandejas o soldar las mallas de la mesa paddy.

5.1.2.2.1. Registro de falla de máquinas

En el siguiente formato de control de fallas ver anexo A.1 es en donde se

registró las ocurrencias de fallas de las máquinas del año 2014 en el área de producción. Así mismo se deja establecido un formato ver anexo A.2 para el registro de un adecuado control de parada de máquinas y este a su vez sirve de información para monitorear mediante indicadores su avance.

Tabla 11: Registro de fallas 2015

MAQUINA	DESCRIPCION DE LA FALLA	DURACION		TOTAL	FECHA
		H. INICIO	H. FINAL		
Mesa paddy	Se malogró el rodaje	11:00	13:00	02:00	10/01/2015
Mesa paddy	se malogró las bandejas	0.68	17:23	01:03	13/01/2015
Pre- limpia	se obstruyo la manga y se atoro	13:00	14:15	01:15	15/01/2015
Descascaradora	Se malogro el rodaje	12:13	15:00	02:47	21/01/2015
Pre- limpia	se obstruyo la manga y se atoro	10:23	11:00	00:37	26/01/2015
Zaranda	se rompió base	14:24	16:15	01:51	29/01/2015
Mesa paddy	se malogro las bandejas	17:20	19:00	01:40	30/01/2015
Esclusa de la pajilla	se rompió la unión de la esclusa	10:00	17:25	07:25	05/02/2015
Descascaradora	falla del flujo de la salida del sinfín	09:00	11:27	02:27	11/02/2015
Pre- limpia	se obstruyo el tubo alimentador	14:00	14:26	00:26	13/02/2015
Molino	mantenimiento	07:33	12:00	04:27	17/02/2015
Mesa paddy	se aflojaron los pernos	17:00	17:30	00:30	24/02/2015
Elevadores	atasco por impurezas	15:00	15:30	00:30	27/02/2015
Pulidora vertical	Desgaste de tornillos de la rueda	03:33	04:50	01:17	11/03/2015
Pre- limpia	Se atascó el tubo alimentador	02:00	02:40	00:40	16/03/2015
Pulidora vertical	Falta de aspiración de aire y ajuste	12:00	12:45	00:45	18/03/2015
Pulidor horizontal	Atascamiento de arroz	11:00	11:25	00:25	23/03/2015
Descascaradora	Se rompió la correa del motor	11:40	13:30	01:50	24/03/2015
Mesa paddy	las bandejas no funcionan	10:00		36:00:00	26/03/2015
Mesa paddy	atascamiento del arroz paddy	11:35	12:10	00:35	30/03/2015
Pre- limpia	Se salió la faja del rodaje	09:30	10:10	00:40	30/03/2015
Pulidora Vertical	falta de mantenimiento	12:16	12:30	00:14	31/03/2015
Pre- limpia	Se atascó el tubo alimentador	10:12	10:43	00:31	04/04/2015
Tablero de control	corte circuito	07:00	11:00	04:00	13/04/2015
Mesa paddy	se rompió la faja del rodaje	10:50	11:20	00:30	14/04/2015
Zaranda	desgaste de la malla	08:00	10:00	02:00	15/04/2015

Clasificadores	falta de mantenimiento	11:23	13:05	01:42	15/04/2015
Elevadores	se quemó la faja del elevador	07:00	17:00	10:00	21/04/2015
selectora	se quemaron los inyectores	09:45	11:50	02:05	22/04/2015
zaranda	se rompió la base de la mesa	08:00	14:30	06:30	23/04/2015
descascaradora	se malogro el rodaje	09:32	17:30	07:58	24/04/2015
Mesa paddy	Se rompió la malla	02:12	02:34	00:22	25/04/2015
selectora	cambio de lámparas	09:30	11:24	01:54	27/04/2015
Tablero de control	Problemas eléctricos	12:07	14:30	02:23	12/05/2015
Mesa paddy	perno atascado en el portarodillo	07:00	12:10	05:10	15/05/2015
Ducto de extracción	obstrucción por impurezas	16:00	17:10	01:10	19/05/2015
Mesa paddy	se malogro las bandejas	14:00	15:20	01:20	22/05/2015
Transformador	Problemas eléctricos	12:20	15:50	03:30	25/05/2015
Esclusa de la pajilla	los bordes presentaban desgaste	14:00	14:30	00:30	26/05/2015
Esclusa de la pajilla	se rompió la unión de la esclusa	10:00	17:25	07:25	29/05/2015
Descascaradora	falla del flujo de la salida del sinfín	09:00	11:27	02:27	05/06/2015
Pre- limpia	se obstruyo el tubo alimentador	14:00	14:26	00:26	15/06/2015
Mesa paddy	mantenimiento	07:33	12:00	04:27	20/06/2015
Sinfín	falla del motor	10:15	15:25	05:10	22/06/2015
Mesa paddy	se aflojaron los pernos	17:00	17:30	00:30	25/06/2015
Elevadores	atasco por impurezas	15:00	15:30	00:30	27/06/2015

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.2.2. Análisis del trabajo de las máquinas en producción

En el molino se trabaja 7:00 am a 7:00 pm, de lo cual se descuenta 1 hora que es media hora para encender y media hora apagar máquinas quedando 11 horas/día de trabajo de lunes - sábado en un solo turno o a veces en turno noche el proceso de producción es continuo solo hay un maquinista que repara o corrige alguna falla.

Observamos que en los meses de Enero – junio del 2015 se debió trabajar las maquinas sin parar: 1716 H-M

**Horas de trabajo de máquina programada = 11 hrs/día * 26 días/mes = 286 hrs/mes* 6 meses = 1716 hrs/mes*

*Horas de trabajo real = 1716 hrs – 142 hrs de paradas = 1574 hrs/máq.

*Producción programada = 50 sacos/hora * 1716 horas = 85800sacos.

*Producción real = 50 sacos/hrs * 1574 horas = 78700sacos

Diferencia: 7,100 sacos

Se concluye que si las maquinas no están en un correcto funcionamiento y disponibilidad para su operación, esto afecta a la producción e incurre en gastos para la empresa y perjudica directamente la rentabilidad.

5.1.2.2.3. Determinación de las máquinas críticas

El análisis de criticidad es una herramienta que nos permitirá identificar y jerarquizar por su importancia los elementos por los cuales vale la pena dirigir los recursos (humanos, económicos y tecnológicos).

El método utilizado para determinar la criticidad es rápido y sencillo:

Frecuencia = Rango de fallas en un tiempo determinado

Consecuencia = (Impacto operacional x Flexibilidad)+ costos de Mtto+
Impacto seg. Medio ambiente)

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia

DESCRIPCION	FRECUENCIA DE FALLA		IMPACTO OPERACIONAL		FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		COSTO DE MANTENIMIENTO		SEG. Y MEDIO AMBIENTE		CONSECUENCIA
MAQUINAS	FREQ.	MEDIDA	TIPO	MEDIDA	TIPO	MEDIDA	TIPO	MEDIDA	TIPO	MEDIDA	
Mesa Paddy	A1	4	B1	10	C1	5	D1	2	E4	2	54
Descascaradora	A1	4	B3	6	C1	5	D1	2	E5	1	33
Pre-limpia	A1	4	B1	10	C1	5	D2	1	E5	4	55
Elevadores	A1	4	B3	6	C4	2	D2	1	E6	0	13
Zaranda	A1	4	B3	6	C3	3	D1	2	E4	2	22
Esclusa	A2	3	B5	1	C4	2	D2	1	E5	1	4
P. vertical	A2	3	B2	8	C2	4	D1	2	E4	2	36
Sinfin	A2	3	B1	10	C3	3	D2	1	E6	0	31
Tablero de control	A2	3	B4	3	C1	5	D1	2	E6	0	17
Clasificadores	A3	2	B2	8	C2	4	D2	1	E5	0	33
Ducto de Ext.	A3	2	B5	1	C4	2	D2	1	E5	1	4

MAQUINA	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
Pre-limpia	4	54	216	CRITICO
Mesa Paddy	4	33	132	CRITICO
Descascaradora	4	55	220	CRITICO
P. vertical	3	13	39	NO CRITICO
Sinfin	3	22	66	SEMI-CRITICO
Zaranda	4	4	16	NO CRITICO
Clasificadores	2	36	72	SEMI-CRITICO
Elevadores	4	31	124	CRITICO
Selectora	2	17	34	NO CRITICO
Tablero de control	3	33	99	SEMI-CRITICO
P. horizontal	1	4	4	NO CRITICO
Transformador	2	26	52	SEMI-CRITICO
Esclusa	3	7	21	NO CRITICO
Ducto de Ext.	2	27	54	SEMI-CRITICO

Figura 39: Criticidad de las máquinas

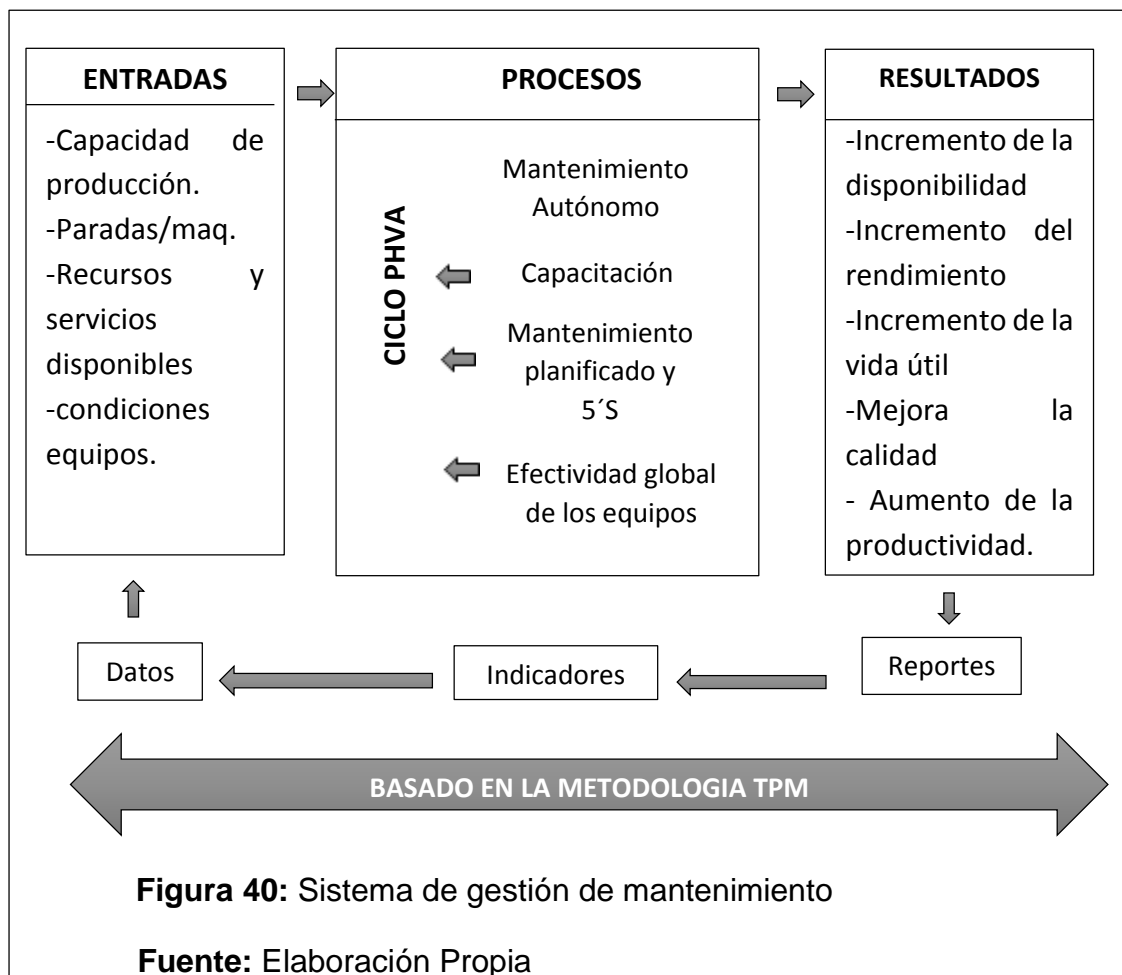
Fuente: Elaboración Propia

5.2. Modelo propuesto del sistema de gestión de mantenimiento

Para realizar este modelo debe ser sencillo, funcional y adaptable a los procesos de la empresa y el área en estudio, teniendo en cuenta los problemas encontrados y las causas que los originan debido a las constante paradas imprevistas por falla de máquinas, siendo estas principalmente por la falta de mantenimiento preventivo, desorden y falta de limpieza en el área de trabajo, así como el desinterés y desconocimiento del personal encargado para realizar un plan de mantenimiento.

Se determinó trabajar en base a los pilares del mantenimiento productivo total que es el mantenimiento autónomo, planificado y capacitación siendo estos los que más se ajusta a la problemática del área en estudio; también se llevará a cabo las 5 S, para comenzar se implementará las 3 S (clasificar, ordenar y limpiar) esto ayudara a incentivar al personal y tomar conciencia de la importancia del mantenimiento dentro de su rutina diaria.

SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO



5.2.1. Desarrollo del mantenimiento autónomo

Etapa 0: Capacitación

1° paso: Compromiso de la gerencia

Se propone ante la gerencia la necesidad y los beneficios que se pueden lograr a futuro mediante el mantenimiento autónomo, como base inicial de la filosofía del mantenimiento productivo total en toda la empresa.

La gerencia se compromete a participar y dar los recursos necesarios para permitir la capacitación al personal involucrado en el área de producción. El éxito del TPM dependerá ante todo, del entusiasmo de la gerencia y del personal.

2° Paso: Campaña de difusión del método

Se busca comprometer al personal en la necesidad de una nueva visión del mantenimiento, por ello se realiza charlas informativas, los temas que se abarcan son; mantenimiento autónomo, planificado, TPM y 5 S. Además se muestran ejemplos prácticos en cada uno de los temas del contenido. En la Fig.41. Se muestran las fichas de capacitación de los temas abordados.

CAPACITACIÓN	TEMATICA	FECHA Y HORA	CAPACITACIÓN	TEMATICA	FECHA Y HORA
5´ s		Sabado	TPM		Sabado
		04/07/2015			11/07/2015
		lugar: Sala de reunión			lugar: Sala de reunión
Dirigido a :	Trabajadores del area de producción		Dirigido a :	Trabajadores del area de producción	
Proposito:	Dar a conocer la metodología 5´ s a fin de una correcta implementación		Proposito:	Dar a conocer la metodología de mantenimiento productivo total	
objetivos generales			objetivos generales		
Que los trabajadores adquieran conocimientos y métodos para aplicarlo en su área.			Que el personal de planta se involucre con el mantenimiento		
Mostrar un video para su mejor comprensión			Hacer conocer el mantenimiento autonomo		
Crear una cultura de disciplina			Mostrar un video para su mejor comprensión		
			Crear una cultura de disciplina v trabajo en equipo		

Figura 41: Fichas de capacitación

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la capacitación con apoyo de la gerencia y del supervisor; los participantes son los trabajadores del área de producción algunos de ellos tienen un nivel de educación básico y otros técnicos a nivel superior.

Para la difusión de la campaña se realizó 10 horas de capacitación compartidas durante un mes, tiempo suficiente para incentivar al personal en la metodología de mantenimiento autónomo, planificación y 5 S; para ello se utilizaron algunos recursos como: trípticos, proyector multimedia, la lista de participantes y un coffe break. Ver anexo B.1. Folleto de capacitación.





Figura 42: Capacitación al personal de planta

Fuente: Elaboración Propia

Etapa 1: limpieza inicial

En esta etapa se pretende alcanzar y establecer un sistema que mantenga las condiciones óptimas de los equipos. Esto se fundamenta principalmente en:

- Eliminar todo el polvo y partículas para prevenir la deterioración acelerada de las máquinas, haciendo de la limpieza un proceso de inspección.
- Se procede a Identificar problemas o defectos escondidos al momento de la limpieza y corregirlos.
- Se pretende que el maquinista aprenda habilidades de liderazgo para la correcta toma de decisiones en la acciones a tomar.

Para la adecuada limpieza inicial, el TPM se apoya en herramientas

indispensables que se toman en cuenta, para ello se hará uso de las 3 S primeras que son: Seiri, Seiton y Seiso

Seiri: (Clasificar)

Se propuso la realización de tarjetas de colores para identificar las cosas necesarias y las que no lo son, manteniendo las cosas necesarias en un lugar conveniente y en un lugar adecuado.

Las tarjetas de color rojo para lo que no necesita (lo que no se necesita en los últimos 12 meses); Amarillo para aquello que se utilizaba de vez en cuando; Verde para lo que se utiliza casi todos los días. Se observa la fig. 43

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nº: 001	Nº: 001	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		Fecha:	Fecha:	
<input type="checkbox"/>		Turno:	Turno:	
<input type="checkbox"/>		Cantidad de artículos:	Cantidad de artículos:	
		MEDIDAS CORRECTIVAS	MEDIDAS CORRECTIVAS	
	<input type="checkbox"/>	Eliminar <input type="checkbox"/>	Eliminar	
	<input type="checkbox"/>	Reubicar <input type="checkbox"/>	Reubicar	
	<input type="checkbox"/>	Reparar <input type="checkbox"/>	Reparar	
	<input type="checkbox"/>	Reciclar: <input type="checkbox"/>	Reciclar: <input type="checkbox"/>	
		Observaciones:	Observaciones:	

Figura 43: Tarjetas de 5´s

Fuente: Elaboración Propia

Seiton: (ordenar)

Para llevar a cabo dicho paso se tuvo que realizar el inventario de maquinaria y herramientas con sus respectivos códigos, el encargado de llevar el control

y conformidad del inventario será el maquinista, supervisado por el jefe de producción.

Tabla 12

Inventario de máquinas

CODIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	ESTADO
PRE-01	Pre Limpia			Operativo
DES01	Descascarador	CHEN SAN FUNG	CARBH-10NT	Operativo
MPAD01	Mesa Paddy	DAEWON		Operativo
PH01	Pulidor Horizontal 1	ZACCARIA	BHZ	Operativo
PH02	Pulidor Horizontal 2	ZACCARIA	BHZ	Sin actividad
BVER01	Blanqueador Vertical	OYAMA	VS-30	Operativo
ZVB01	Zaranda Vibratoria			Operativo
CLA01	Clasificadores	SUZUKI		Operativo
SELE01	Selectora	DAEWON	NT PUBU-20	Operativo
SCOM01	Secador de aire comprimido	SHULZ	SRS90	
COM01	Compresor 20 hp	SHULZ	SRP 3020	Operativo
SF01	Sinfín	-----	-----	Operativo
ELV1-16	Elevadores 16	-----	-----	Operativo
ESP01	Esclusa del polvillo	-----	-----	Operativo
CAS01	Cámara de succión	-----	-----	Operativo

Tabla 13

Inventario de herramientas

CÓDIGO	HERRAMIENTA	MEDIDA	MARCA	ESTADO
LLV-1	Llave mixta	19 mm	China	Buen estado
LLV-2	Llave mixta	(18 - 21) mm	China	Mal estado

LLV-3	Llave mixta	18 mm	China	Mal estado
LLV-4	Llave mixta	(13 - 16) mm	China	Buen estado
LLV-5	Llave mixta	16	China	Buen estado
LLV-6	Llave mixta	3/8 Pulg	China	Buen estado
LLV-7	Llave mixta	24 mm	Haru	Buen estado
D-1	Dado	11 mm	China	Mal estado
D-2	Dado	14 mm	China	Buen estado
D-3	Dado	19 mm	China	Mal estado
D-4	Dado	13 mm	China	Buen estado
TE-1	Tecele	1.0 Ton	Troper	Mal estado
GH-1	Gata Hidráulica	-----	Sin Marca	Buen estado
CO-1	Comba	-----	China	Buen estado
SOLD-1	Máquina De Soldar	3300 ac	Hobart	Buen estado
TA-1	Taladro	16 mm	China	Malogrado
DES-PL	Destornillador plano	-----	Stanley	Buen estado
DES-ES	Destornillador estrella	-----	Stanley	Malogrado
W-1	Wincha	5m	China	Buen estado
N-M	Nivel de mano	30 cm	Stanley	Malogrado
C-SOL	Careta de soldar		China	Mal estado

Fuente: Elaboración Propia

Seiso (Limpiar):

Después de haber utilizado el (seiri) y ordenado (seiton) el espacio de trabajo, es mucho más fácil limpiarlo.

En esta etapa consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, y en realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando

que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

Tabla 14

Formato de fuente de contaminación

CONTROL DE FUENTES DE CONTAMINACION		
Objetivo: idéntica y eliminar las fuentes de contaminación		
	Porque se ensucian	Medidas correctivas

V°B° JEFE DE PRODUCCION

Fuente: Elaboración Propia

Etapa 2: eliminar fuentes de contaminación

En esta etapa se busca hacer una inspección más profunda de los defectos o deficiencia de las máquinas que generan polvo e identificar las áreas en la cual no se permite realizar las tareas rutinarias para la limpieza. Mediante el uso de formato que nos permitirá identificar correctamente la raíz de la suciedad como ubicación de la fuente, tipo de suciedad y por qué se ensucia.

Etapa 3: establecer estándares de limpieza y lubricación

Se realizó un formato de estándares de inspección para que el operario mantenga las condiciones óptimas del estado de las máquinas.

El formato realizado esta en base a las en las primeras 3's, para que el maquinista realice un control interno continuo de la limpieza que debe hacer a las máquinas antes, durante y después de su operación, procediendo a tomar las medidas necesarias, de esta manera se forma habito en los

operaciones y disciplina por la limpieza. Como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 15
Check list de limpieza

		FECHA: OPERADOR: TURNO:	REALIZADO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
EQUIPO	PARTE	TRABAJO REALIZADO			
Prelimpia	Mallas	Limpieza			
	Cámara de aire	Limpieza			
	Motor	Sopleteado, lavado y barnizado de bobinado			
		Cambio de rodamientos			
		Armado de motor			
	Fijado, alineado a la máquina y pruebas de funcionamiento				
Mesa Pady	Motor	Sopleteado, lavado y barnizado de bobinado			
		Cambio de rodamientos			
		Armado de motor			
		Fijado, alineado a la máquina y pruebas de funcionamiento			
	Excéntrica	Lubricación			
	Mantenimiento general	Montaje y desmontaje			
Anclaje	Reforzar estructura				
Descascaradora	Rampa	Cambio por una nueva			
	Rodillos	Alineamiento			
	Circuitos	Limpieza			
Pulidoras verticales	Cribas	Limpieza			
	Frenos	Cambio			
Pulidora Horizontal	Cribas	Limpieza			
	Eyector	Cambio por nuevos			
Clasificadores	Cilindros 3 y 4	Desmontaje y limpieza			
	Baquelitas	Cambio por nuevos			
Selectora	Mantenimiento general	Limpieza y revisión completa del equipo			

Compresor SHULLZ	Compresor	Sopleteado y lavado del radiador			
		Cambio de 3 mangueras			
		Reajuste de conectores			
		Rellenado del tanque de aceite			
		Cambio de filtro de aire			
		Lavado del motor			
		Regulación del presostato			
		Limpieza y lubricación de válvula de alivio			
		Limpieza y sopleteado de su tablero eléctrico			
compresor 2	Secador	Cambio de motor			
		Conexión del sistema de puesta a tierra			
		Sopleteado y lavado de las tapas			
		Cambio de mangueras de desfogue			
		Cambio de Manguera al tanque (purga de agua)			
Elevador 1	Bota	Reforzar Bota con soldadura			
	Cuerpo	Asegurar ventanas de inspección			
Elevador 2	Bota	Colocación de cuchillas			
	Cuerpo	Asegurar ventanas de inspección			
Elevador 3	Bota	Colocación de cuchillas			
	Cuerpo	Asegurar ventanas de inspección			
	Motor	Sopleteado, lavado y barnizado de bobinado			
		Cambio de rodamientos			
		Armado de motor			
Fijado, alineado a la máquina y pruebas de funcionamiento					
Elevador 5	Faja de cangilones	Limpieza de cangilones, revisión de faja y de empalmes			
	Motor	Sopleteado, lavado y barnizado de bobinado			
		Cambio de rodamientos			
		Armado de motor			
		Fijado, alineado a la máquina y pruebas de funcionamiento			
Elevador 6	Faja de cangilones	Limpieza de cangilones, revisión de faja y de empalmes			
Elevador 7	Elevador Completo	Cambio completo del elevador por otro NUEVO			
Elevador 8	Faja de cangilones	Limpieza de cangilones, revisión de faja y de empalmes			

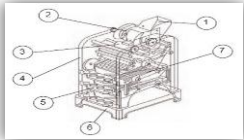
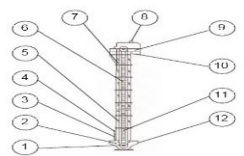
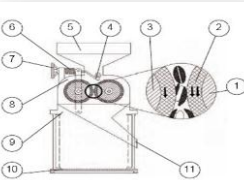
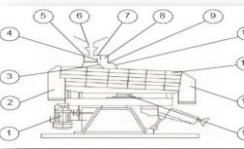
	Motor	Sopleteado, lavado y barnizado de bobinado			
		Cambio de rodamientos			
		Armado de motor			
		Fijado, alineado a la máquina y pruebas de funcionamiento			
Elevador 9	Faja de cangilones	Cambio de faja y cangilones nuevos			
Elevador 10	Faja de cangilones	Cambio de faja y cangilones nuevos			
Elevador 11	Faja de cangilones	Limpieza de cangilones, revisión de faja y de empalmes			
Elevador 12	Faja de cangilones	Cambio de faja y cangilones nuevos			
Elevador 13	Faja de cangilones	Limpieza de cangilones, revisión de faja y de empalmes			
Elevador 14	Faja de cangilones	Cambio de faja y cangilones nuevos			
Elevador 15	Faja de cangilones	Limpieza de cangilones, revisión de faja y de empalmes			
Elevador 16	Faja de cangilones	Limpieza de cangilones, revisión de faja y de empalmes			
Tableros Eléctricos	Tablero de Fuerza y mando #1	Limpieza con aire			
		Cambio de lámparas a los pulsadores			
	Tablero de Fuerza y mando #2	Limpieza con aire			
	Tablero de Fuerza y mando #3	Limpieza con aire			
	Tablero de Fuerza y mando #4	Limpieza con aire			

Etapa 4: inspección general del equipo

En esta etapa se necesita que los operarios hayan desarrollada sus habilidades para detectar anomalías específicas en cada máquina y pronosticar la falla de estas, para tomar las medidas inmediatas antes que ocurra la avería.

Por ello se establece fichas de control preventivo a las maquinas críticas para que el operario se encargue del manejo e inspección de estas máquinas consideradas crítica. Como se observa en la tabla 16

Tabla 16: Plan Mantenimiento Preventivo

MAQUINAS	M. SEMANAL	M. QUINCENAL	M. MENSUAL	ENCARGADO
Pre- Limpia  <ol style="list-style-type: none"> 1. Tolva de alimentación 2. Extractor de polvos 3. Motor 4. Carcasa 5. Soporte de bandejas 6. Base 7. Cribas 	Limpieza de mallas	Engrase de rodamientos y excéntricas		Maquinista
	Limpieza de ventiladores y ductos de polvo			
	Tensión de fajas			
	Limpieza de imanes			
Elevadores  <ol style="list-style-type: none"> 1. Poleas 2. Pie tensor 3. Visor 4. Puerta para tensar 5. correa 6. Cangilones 7. Escalera con protección 8. Correa plana 9. Conexión para extractor de polvos 10. Cabezal de mando Descarga 11. Refuerzo 12. Tolva 	Limpieza mediante aspirado	Engrase de chumaceras de tren de transmisión	Verificar los rodajes del motor	Maquinista y personal de producción.
	Limpieza de botas	Ajuste de prisioneros de chumaceras	Estado de las fajas porta cangilones	
			Remoción del polvillo de cangilones	
			Engrase de rodamientos de cabezal y bota	
Descascaradora  <ol style="list-style-type: none"> 1. Rodillo de movimiento rápido 2. Superficie de caucho 3. Rodillo de movimiento lento 4. Rodillo de alimentación 5. Tolva de alimentación 6. Muelle de compresión 7. Manilla para regular la luz entre los rodillos 8. Brazo regulador de los tornillos 9. Cubierta 10. Base y armazón 11. Conducto de salida 	Engrase de rodamientos	Engrase de brazo móvil	Inp. Del regulador de velocidad del brazo móvil	Maquinista
	Limpieza de cajón alimentador	Inspección del torillo sinfín	Verificación de cilindros neumáticos	
	Tensión de fajas		Limpieza del filtro	
Mesa paddy  <ol style="list-style-type: none"> 1. Motor con variador de frecuencia 2. Cámara superior 3. Placas de desvío 4. Apertura de la pared divisora 5. Primera cámara de distribución de la alimentación 6. Tolva de alimentación 7. Ranuras ajustables 8. Segunda cámara 9. La berinto 10. Canales de caída 11. Compartimento individual 12. Cámara inferior 13. Carrera 	Limpieza de tolva		Verificación del tornillo regulador de carga.	Maquinista
	Limpieza del distribuidor			
	Limpieza de canales			
Clasificadores	Engrase de bocinas de bronce	Engrase de rodamientos	Desmontaje del cilindro	Maquinista y personal de producción
	Limpieza de caída del elevador receptor		Verificación de la bandeja y tornillo sinfín.	
	Verificación de fajas planas		Verificar los arrastradores	

Fuente: Elaboración Propia

Etapa 5: inspección autónoma

Se busca revisar los estándares provisionales volviéndolos más eficientes y realizar inspecciones generales al equipo para la aplicación de la mejora continua; se evalúan la limpieza, lubricación y ajuste, haciendo las operaciones confiables y cero averías.

Por ello se establece el cronograma de mantenimiento preventivo a todas las máquinas de la línea de producción. Ver anexo B.2.

Etapa 6: Mantenimiento autónomo sistemático

En esta etapa se aplica el ciclo deming de “verificación”, de las etapas anteriores en donde se establecieron formatos para la realización de las rutinas de trabajo.

En esta etapa depende del jefe de mantenimiento que verifique o controle las actividades mediante auditorias y poder mejorar continuamente. Con esto se busca incrementar la eficiencia de inspecciones al mejorar los métodos de trabajo.

Etapa 7: Práctica plena de autocontrol

En esta etapa se logra integrar el proceso de mantenimiento autónomo a la empresa estableciendo metas y se busca que el operador sea el responsable de gestionar todos los aspectos relacionados con su equipo, como Seguridad, Calidad, Mantenimiento, Eficiencia o incluso mejoras en los procesos ya establecidos

5.2.2. Ejecución de las primeras 3´s

Para el desarrollo de las 3´s, que se realizó en la empresa, fue necesario realizar un cronograma para las actividades programadas para la implementación de las 3´s ver anexo C.1, en el área de producción, con ayuda de los operarios de planta.

Con ello se pretende mejorar la forma de trabajo de los operarios al momento de realizar sus operaciones durante el proceso de producción. El objetivo es lograr una mejor organización.

Dentro de la repisa de herramientas no existe una orientación sobre el lugar de cada una; lo cual genera desorden y demora al momento de necesitarse. En fig. 44 se observan objetos en lugares inapropiados sin uso y herramientas sin el correcto orden.

Previa a la implementación de 3's se realizó una capacitación a los operarios sobre los fundamentos, beneficios y lo importante que es el uso de esta herramienta en sus actividades, para obtener un lugar de trabajo agradable.

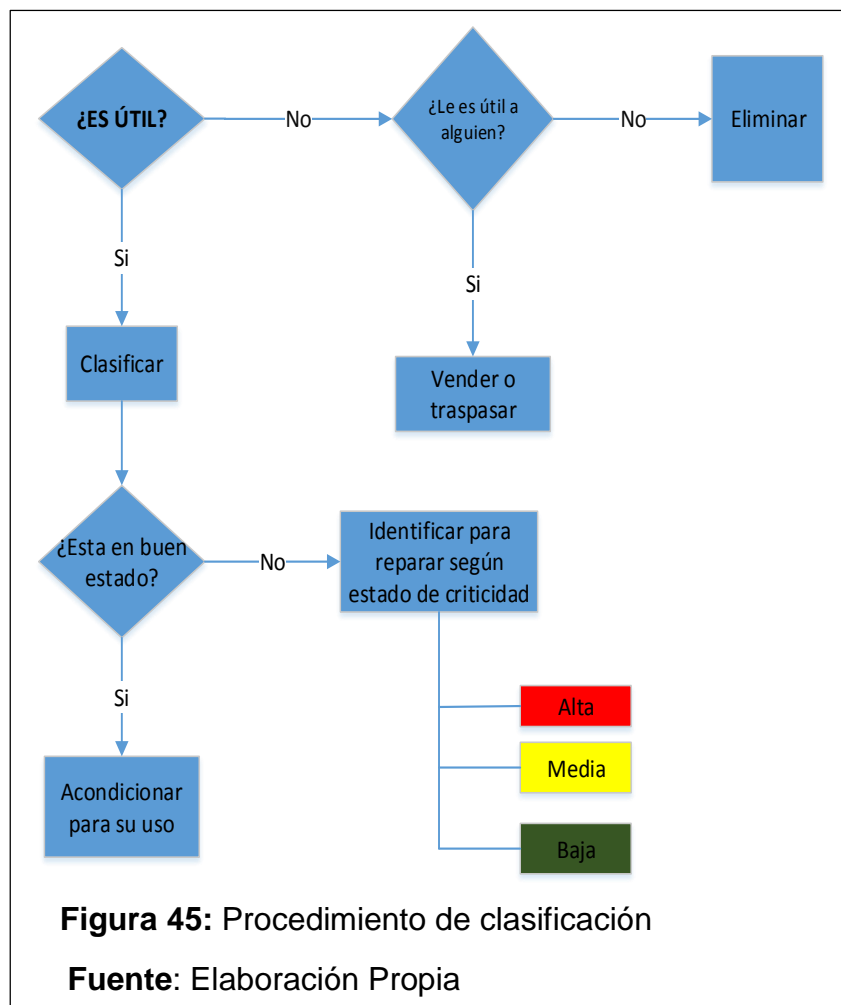


Figura 44: Diagnostico de la situación actual

1) Implementación de clasificación- SEIRI
Fuente: Elaboración Propia

El primer paso es identificar y clasificar los objetos y herramienta necesarios e innecesarios dentro del área de producción, el apoyo por parte de los operarios y los jefes es importante para poder llevar a cabo dichas actividades.

Para ello se establece un diagrama de flujo de los procedimientos que debe seguir el equipo de trabajo, para poder clasificar los elementos correctamente.



Se observa en la fig. 46. Que se procedió a clasificar con la tarjeta roja a estos elementos porque son elementos innecesarios y se coloca la tarjeta correspondiente para su reubicación y reparación.



2) Implementación de ordenar- SEITON

Se procedió a colocar las cosas en su lugar, de modo que esto facilite mayor visibilidad en el área de trabajo, herramientas u objetos de acuerdo a la frecuencia de uso y necesidad del día a día.

La secuencia que debe realizarse:

- a) Establecer la ubicación que tendrán las herramientas y otros objetos seleccionados.
- b) Señalización del lugar establecido para cada herramienta u objetos.
- c) Detallar criterios de orden.

d) Definir medios para almacenar y trasladar.

Se diseñó una plantilla de contornos como se muestra en la fig. (47) para ubicar las herramientas y hacer más fácil el trabajo para el operario de mantenimiento, ahorrando tiempo en la búsqueda y agilizando el trabajo mediante esta plantilla visual “todo en su lugar”



3) Implementación de limpieza- SEISO

La limpieza se realizó en plena coordinación con el jefe de producción, siguiendo el cronograma, se llevó a cabo la limpieza del sinfín de producto terminado, como modelo a replicar en el resto de áreas, en la fig. 48 se muestra las condiciones en los que se encontró y como quedó después de aplicar la limpieza, esto ayudo a mejorar la velocidad del transporte del arroz.

La limpieza a las maquinas ayuda a reducir el índice de fallas por falta de mantenimiento preventivo, aumentando la producción y mejorando la calidad en el producto terminado.



Figura 48: Limpieza del Sinfín

Fuente: Elaboración Propia

4) Estandarizar – Seiketsu

La estandarización involucra desarrollar condiciones para que las 3'S sean conservadas y desarrolladas de forma adecuada, y se consideren parte de las actividades diarias del área de producción.

Para desarrollar estas condiciones se debe tomar en cuenta:

- a) Definir y asignar claramente las responsabilidades del mantenimiento de las 3 S.
- b) Que los operarios consideren estas actividades como parte de sus tareas en el área.
- c) Realizar verificaciones periódicas para verificar el mantenimiento de las primeras 3 S.

5) Disciplina- Shitsuke

Durante todo el proceso de implementación de debe realizar un seguimiento y control de las primeras 4's para mantener una disciplina y lograr estandarizar los procesos ya establecidos, ya que de no suceder esto puede eliminar todos los procedimientos.

En esta etapa se propone establecer un formato para que el supervisor realice la auditoria correspondiente a la 5's y verifique su adecuado cumplimiento. Ver anexo C.2

5.2.3. Pilar de mantenimiento Planificado

Este pilar logra aumentar la disponibilidad y vida útil del equipo siendo efectivo y eficiente en costo.

Paso 1: Identificar el punto de partida del estado de los equipos

Está relacionado con la necesidad de mejorar la información disponible sobre las máquinas; esta información permite crear la base histórica necesaria para diagnosticar los problemas. Algunas preguntas que nos podemos hacer para ver el grado de desarrollo son según (AGUIRRE, 2004)

- ¿Tenemos la información necesaria sobre equipos?
- ¿Hemos identificado los criterios para calificar los equipos?
- ¿Contamos con una lista priorizada de los equipos?

- ¿Se han definido los tipos de fallos potenciales?
- ¿Poseemos datos históricos de averías e intervenciones?
- ¿Contamos con registros sobre MTBF para equipos y sistemas?

Teniendo en cuenta estas preguntas la empresa Molino Don Julio necesita:

- Mejorar las fichas técnicas, actualizar y completar la información necesaria en las fichas, también es necesario incluir la clasificación del equipo, partes o repuestos sugeridos, actualizaciones y una referencia sobre el tipo de información técnica disponible en la empresa en manuales. Este tipo de información se va a sistematizar por medio de una base de datos que se realizará mediante un formato de ficha técnica ver fig. 49
- Establecer un estándar para clasificar los equipos por criticidad. Este estándar debe incluir por lo menos los siguientes criterios: impacto en la productividad, costo del fallo, efecto en la calidad del producto e impacto en el medio ambiente y seguridad. Esta clasificación de equipos es muy útil para el diseño de las estrategias de mantenimiento preventivo, ya que evita realizar acciones de mantenimiento con igual criticidad para todos los equipos. Ver apéndice 5.1.2.2 criticidades.

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		FICHA N°	
NOMBRE DEL EQUIPO		CODIGO EQUIPO	N° CATALAGO	CLASIFICACION	SECCION
Breve descripción:					
FABRICANTE		SERIE	MODELO	TIPO	
NOMBRE COMPAÑÍA PROVEEDORA		AÑO DE FABRICACIÓN	FECHA DE FABRICACIÓN	REFERENCIA PLANO	
TELÉFONO		FAX	CELULAR	E-MAIL	

Figura 49: Ficha Técnica

Fuente: Elaboración propia

- Se necesita implantar un sistema de documentación y recolección de la siguiente información de mantenimiento: frecuencia de fallos, causas, intervenciones. Este tipo de información es muy importante para realizar acciones de mejora en los equipos.
- Otra información necesaria para iniciar un proceso de mejora del modelo del sistema de mantenimiento es la siguiente:

- ✓ MTRH o tiempo medio para reparar.
- ✓ Capacidad de proceso de la máquina.
- ✓ Tiempos totales de pérdida en la máquina.

Estos ítems deben estar actualizados para su mejor evaluación y gestión de los indicadores.


 REPORTE DE FALLA											REGISTRO N°			
NOMBRE DE LA MÁQUINA					CODIGO		CLASIFICACIÓN DE CRITICIDAD			PARTE AFECTADA DE LA MÁQUINA		CLASIFICACIÓN DE LA FALLA		
							A B C					CRONICA	REPETITIVA	OCASIONAL
DIA DE LA FALLA		DIA INICIO REPARACIÓN		DIA DE FINALIZACIÓN		TIEMPO DE LA REPARACION	TIEMPO DE DURACIÓN DE LA FALLA		HORAS HOMBRE	COSTO MANO DE OBRA	COSTOS DE REPUESTOS		COSTO DEL FALLO	
HORA INICIO FALLA		HORA DE INICIO		HORA FINALIZACIÓN		MIN.	MIN.		HH	S/.	S/.	S/.		
CUALES FUERON LAS CONDICIONES PARA QUE DIERA ESTA FALLA														
1														
2														
3														
ACTIVIDADES PREVENTIVAS NECESARIAS PARA EVITAR SU REPETICIÓN														
1														
2														
3														
CAUSAS DIRECTAS														
FALTA DE MANT. PLANEADO		FALTA DE LUBRICACIÓN		FALTA DE AJUSTES		FALTA DE PARTES Y ENSAMBLE		FALTA DE MANEJO Y OPERACIÓN		DETERIORO POR AÑOS				
CAUSAS OCULTAS														
1														
2														
MEDIDAS:		1. REPARACIÓN DE EMERGENCIA			REVISIÓN GENERAL DE REPUESTOS	1. UTILIZACIÓN DE PARTES			EJECUTOR DE MEDIDAS TOMADAS:		1. MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO			
		2. ADELANTAR MANT. PLANEADO				2. DESMONTAR Y REALIZAR REVISIÓN					2. TRABAJADOR DE MANT. EN LINEA			
						3. RESTAURAR POR AJUSTES					3. MANT. AUTONOMO			
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y REPUESTOS UTILIZADOS									CANT.			COSTOS		
FIRMA DEL EJECUTOR						FIRMA DEL JEFE DE MANTENIMIENTO								
NOMBRE:						NOMBRE:								

Figura 50: Reporte de falla

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Eliminar el deterioro del equipamiento y mejorarlo

Es tratar de eliminar todos los posibles problemas y desarrollar acciones que eviten la presencia de fallos similares en otras máquinas idénticas. Para este paso se aplica algunos métodos para eliminar las averías de forma radical como:

- ✓ Mejora continua o Kobetsu Kaizen.
- ✓ Eliminar fallos de proceso
- ✓ Mejorar el manejo de la información estadística para el diagnóstico de fallos y averías.
- ✓ Implantar acciones para evitar la recurrencia de fallos.

A continuación se relacionan las actividades fundamentales para mejorar los equipos:

Eliminación de fallos y averías:

- Hallar la frecuencia de los fallos o averías de equipos.
- Preparar una tabla MTBF para priorizar los fallos que se deben atacar por orden de importancia. Con esta información se identifican los temas de estudio o mejora.
- Aplicar la técnica “porqué porqué” para analizar las causas del problema crítico. Como producto final de esta técnica se encontrarán las acciones de mejora para evitar la repetición de los fallos estudiados.
- Establecer un plan para evitar la repetición del problema en el equipo y en otros similares.
- Valorar cuantitativamente la mejora alcanzada y su sostenimiento a través del tiempo.

Adecuación del entorno para evitar el deterioro acelerado de los equipos

- Revisar todos los lugares de poco acceso para realizar el mantenimiento y mejorar su accesibilidad.
- Identificar puntos de contaminación.

- Formar y guiar a los operarios en el trato de las fuentes de contaminación, para conseguir eliminarlas.

En este apartado, se desarrolló en el mantenimiento autónomo con formatos establecidos para su posterior ejecución.

Paso 3: Mejorar el sistema de información para la gestión

En este paso se debe introducir un programa informático o mejorar el actual. Sin embargo es fundamental crear modelos de sistemas de información de los fallos y averías para su eliminación, antes de implantar un sistema de gestión de mantenimiento de equipos.

Preparación del sistema de información.

- Se debe crear un sistema de flujo de información sobre averías y fallos en los equipos, ya sean de muy corto tiempo (menores a diez minutos) como paradas largas. Esta información se debe registrar en el punto donde se genera el problema o sea cerca del equipo. Los registros pueden ser actualizados por el operario con la respectiva formación, como parte de las acciones del mantenimiento autónomo. Se debe emplear uno de los formatos sugeridos donde se registre el tiempo total de la parada, tiempo de intervención y tiempos de espera si existe. Esta información debe ser analizada periódicamente por mantenimiento para diseñar acciones de mantenimiento preventivo y de mejora de equipos.
- Se ha diseñado el flujo de los procesos para cada tipo de mantenimiento; seguido para la ejecución de las tareas. Estos flujos serían: flujo del trabajo de las acciones de mantenimiento correctivo, mantenimiento predictivo (termografía y aceites), mantenimiento preventivo, acciones de mejora y en especial, las relaciones con el pilar del mantenimiento autónomo.

Paso 4: Mejorar el sistema de mantenimiento periódico

Esto está relacionado con el establecimiento de estándares de mantenimiento, realizar un trabajo de preparación para el mantenimiento periódico, crear flujos de trabajo, identificar equipos, piezas, elementos, definir estrategias de mantenimiento y desarrollo de un sistema de gestión para las acciones de mantenimiento contratado.

Estandarización de trabajos de mantenimiento.

Se recomienda que estos estándares sean preparados con los detalles necesarios para que sirvan para realizar el trabajo en forma segura y con calidad. Se debe evitar expresiones o comentarios como “revise la cadena”. Se debe indicar qué revisar elementos utilizados, especificación técnica que se debe cumplir, reportes e informes necesarios.

Estos documentos se deben entregar a los técnicos y mecánicos con el correspondiente entrenamiento.

Programa de mantenimiento preventivo.

Se deben preparar los diagramas de flujo del sistema de mantenimiento periódico, tanto el basado en el tiempo, como el centrado en la condición. El programa de mantenimiento preventivo debe ser revisado para asegurar que los tiempos asignados son coherentes, competitivos en costo y necesarios. Creemos que el programa actual de mantenimiento preventivo se debe optimizar y validar los tiempos asignados. Para esto es necesario contrastar los tiempos del programa con la información disponible en los catálogos de los equipos y los cálculos del índice MTBF a partir de los datos históricos disponibles. Es en este punto se puede observar en la tabla n° 13 en donde se ha realizado el programa de mantenimiento preventivo.

Gestión de lubricación.

Se recomienda preparar los mapas de lubricación de los equipos, marcar con colores y codificar los puntos del equipo que se deben lubricar, lo mismo que los bidones o graseras utilizadas para la lubricación. El encargado del mantenimiento debe preparar estándares de aceites, codificación utilizada,

colores, usos y formas de aplicación.

Se debe preparar un registro con los tiempos de lubricación y consumos de lubricantes con el propósito de valorar las posibles mejoras en métodos y cantidades utilizadas.

Seguridad en el trabajo.

Como parte del trabajo de mantenimiento es necesario en forma progresiva ir incorporando a los estándares de trabajo, aquellos relacionados con la seguridad en las tareas de mantenimiento. Se sugiere emplear los ARP (Análisis de Riesgos Potenciales) que normalmente se aplican en las tareas de mantenimiento autónomo. Estos ARP se deben preparar específicamente para las actividades de intervención de equipos. Las recomendaciones deben ser concretas y detalladas para cada parte del equipo.

Sistematización de la información.

Hemos investigado que el primer paso en la sistematización de las actividades de mantenimiento consiste en rediseñar los procesos de mantenimiento. Actualmente no existía un sistema de mantenimiento, por lo cual nosotros incluimos dentro de actividades un sistema que se adapte a sus procesos. Es necesario implantar las recomendaciones de este estudio para mejorarlos y una vez se avance en esta dirección en la sistematización y mejora continua de la misma.

Paso 5: Desarrollar un sistema de mantenimiento predictivo

En este paso se busca introducir tecnologías de mantenimiento basado en la condición y predictivo. Se diseñan los flujos de trabajo, selección de tecnología, formación y aplicación en la planta.

Para introducir tecnología para el diagnóstico de equipos se debe considerar lo siguiente:

- Formación del personal sobre esta clase de tecnologías.
- Reparar diagrama de flujo del proceso de mantenimiento predictivo
- Identificar equipos y elementos iniciales para aplicar progresivamente

las tecnologías de predictivo.

Aunque la práctica de un sistema de mantenimiento periódico reduce notablemente la probabilidad de averías, defectos y accidentes, pero aún siguen produciéndose fallos inesperados que revelan acciones preventivas, acciones ineficaces en los planes de mantenimiento.

Para lograr reducir a cero la probabilidad de averías es necesario incorporar, el *Mantenimiento Predictivo* o mantenimiento basado en condiciones (CBM). Este mantenimiento establece los intervalos de las revisiones en función de las condiciones actuales del equipo, determinadas de forma científica por tecnología de diagnóstico de equipos.

Sin embargo, realizar la introducción del Mantenimiento Predictivo a la empresa no resulta conveniente sin haber establecido previamente un sistema de mantenimiento periódico o sistemático. En primer lugar hay que asentar las bases para un entorno favorable mediante el mantenimiento preventivo y luego incorporar la tecnología necesaria para medir con regularidad los cambios en las condiciones operativas existentes.

De esta forma, coexistiendo simultáneamente ambos tipos de mantenimiento, la probabilidad de que ocurran averías puede reducirse a valores muy pequeños a un costo eficiente.

Las técnicas de diagnóstico de máquinas variarán dependiendo del tipo de condición que se desee medir. Por tanto, para llevar a cabo un Mantenimiento Predictivo eficiente será necesario saber qué medir y cómo medir. Es decir, que la clave del éxito del Mantenimiento Predictivo estará en acertar al elegir la técnica de diagnóstico correcta. Así, por ejemplo, los diagnósticos de vibraciones y ruidos en el caso de la maquinaria rotativa son las técnicas que mejor resultado ofrecen.

En el caso de la empresa MOLINO DON JULIO S.A.C podemos adoptar el mecanismo de outsourcing para ciertos diagnósticos en máquinas rotativas,

tratando de que al inicio de la implantación del mantenimiento predictivo no eleve mucho los costos en la adquisición de equipos especiales para este tipo de mantenimiento.

Luego de que el programa se implante adecuadamente la empresa deberá adquirir estos equipos y capacitar al personal necesario para los siguientes diagnósticos. Según el autor (AGUIRRE, 2004)

Tecnologías para el diagnóstico de equipos

- Análisis de vibraciones: resulta de gran interés, puesto que la mayoría de máquinas están sometidas a algún tipo de vibración, y no resulta difícil, en general, establecer una relación medible e interpretable entre el tipo, intensidad y frecuencia de las vibraciones y algún aspecto del estado del equipo.
- Análisis de muestra de lubricantes: *este es otro punto a considerar* ya que la presencia de partículas muy pequeñas de arena y polvo pueden ser detectadas en un lubricante y evitar que cause deterioro a las partes más delicadas del equipo por las que circula dicho lubricante. Además este análisis ayuda a controlar las variaciones de viscosidad, la presencia de productos extraños (contaminantes) y la presencia, también, de partículas procedentes del deterioro de algún aparte de la maquina por ejemplo partículas metálicas.
- Termografía: con la utilización de cámaras de imágenes térmicas se puede obtener mapas de distribución de temperatura, buscando por ejemplo puntos calientes de conexiones eléctricas perdidas.
- Prueba de sobretensión de los estatores: se usa para detectar una falla incipiente en el aislamiento eléctrico de los motores.

Elaboramos un flujo de procesos para ser utilizados en su posterior implementación.

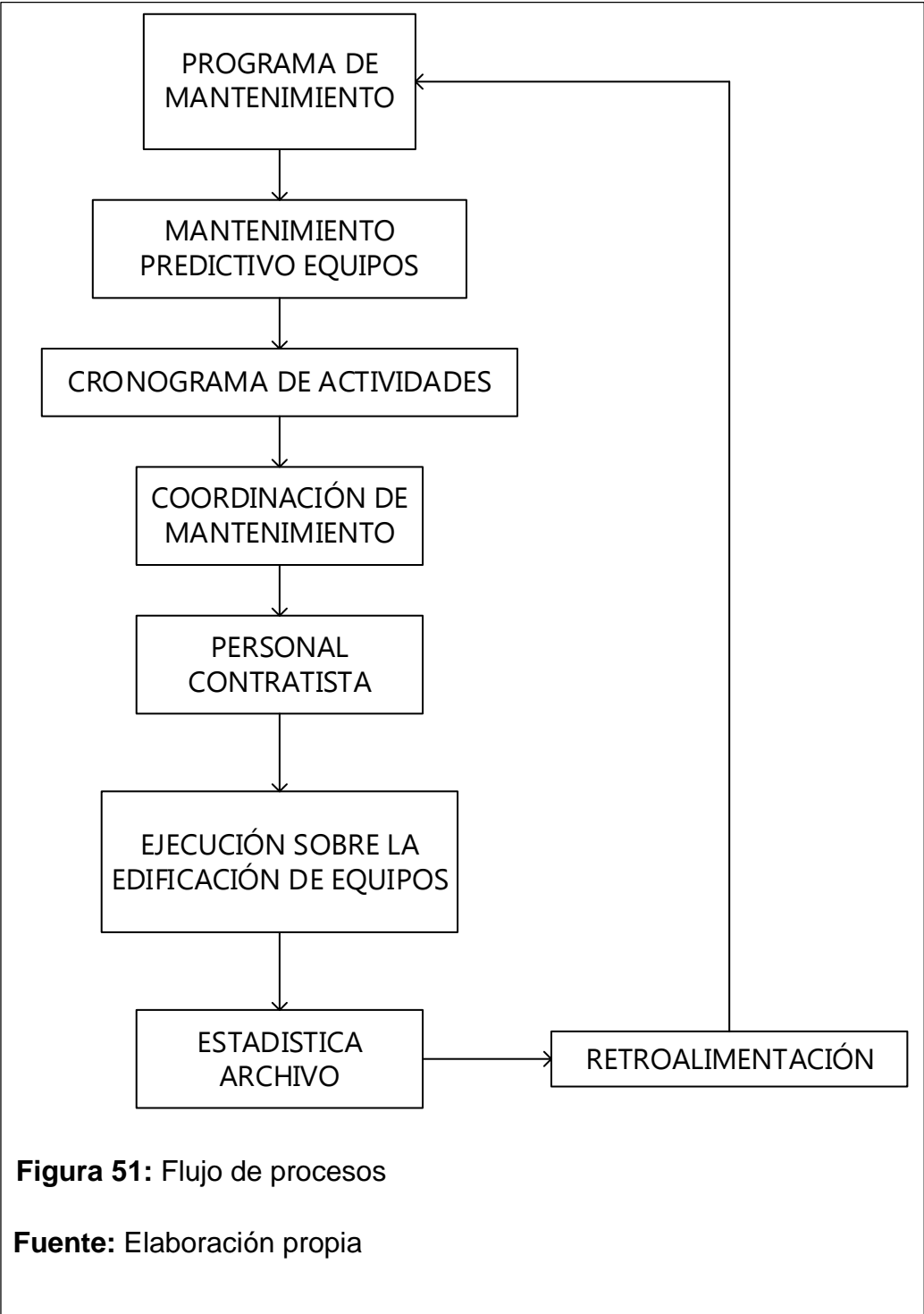


Figura 51: Flujo de procesos

Fuente: Elaboración propia

Máquinas a las cuales se aplicara el diagnóstico:

Se realizaran primero a las maquinas críticas y posteriormente a las semi críticas de la empresa.

Máquinas críticas

- El análisis de vibraciones a la Mesa paddy y Pre – limpia.
- El análisis de muestra de lubricante para la Descascaradora y pulidora vertical.

Máquinas semi – críticas

- El análisis de la prueba de sobretensión de estatores, se realizara al ducto de extracción, tablero de control y trasformador.

Paso 6: Desarrollo superior del sistema de mantenimiento

El paso seis desarrolla procesos Kaizen (mejora continua) para la mejora del sistema de mantenimiento periódico establecido, desde los puntos de vista técnico, humano y organizativo.

- Evaluar el progreso en el MTBF, MTTR, y otros índices.
- Desarrollo de la tecnología de Ingeniería de Mantenimiento
- Evaluar económicamente sus beneficios
- Mejorar la tecnología estadística y de diagnóstico

5.2.4. Establecer indicadores de confiabilidad y productividad

5.2.4.1. Indicadores de confiabilidad

Situación real de la eficiencia global de los equipos (OEE)

El cálculo de los indicadores del OEE en el 2014 se realizó mensualmente de la siguiente manera, teniendo en cuenta la tabla N° 17 y las formulas.

Disponibilidad = $\frac{\text{Tiempo de operación} - \text{Tiempos perdidos}}{\text{Tiempo de operación}}$

Rendimiento = $\frac{\text{cantidad procesada}}{\text{Tiempo de funcionamiento real TFR}}$

Tasa de calidad = $\frac{\text{Producción aprobada} - \text{Rechazos}}{\text{Producción aprobada.}}$

Tabla 17:

Indicadores de producción 2014

MES	HR- TRABAJO (MIN/MES)	HR-PARADA (MIN/MES)	HR REAL(MIN/MES)	CANTIDAD (SACOS/MES)	PRODUCCION ARROZ KG/MES	RECHAZOS (SACOS/MES)
ENE.	17160	523	16637	7701	385061	623
FEB.	17160	290	16870	3633	181668	189
MAR.	17160	622	16538	2842	142118	142
ABR.	17160	0	17160	10602	530097	517
MAY.	17160	0	17160	12571	628573	986
JUN.	17160	0	17160	11476	573809	664
JUL.	17160	603	16557	12641	632025	883
AGO.	17160	969	16191	11409	570458	713
SET.	17160	306	16854	8457	422869	491
OCT.	17160	180	16980	12244	612196	1172
NOV.	17160	548	16612	8333	416668	952
DIC.	17160	247	16913	6238	311909	690

Fuente:
Elaboración Propia

Tabla 18:

Resultado actual del OEE - 2014

MES	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE
ENE	96.86%	97.0%	91.91%	86.31%
FEB.	98.28%	98.3%	94.80%	91.59%
MAR.	96.24%	96.4%	95.00%	88.12%
ABR.	100.00%	100.0%	95.12%	95.12%
MAY.	100.00%	100.0%	92.16%	92.16%
JUN.	100.00%	100.0%	94.21%	94.21%
JUL.	96.36%	96.5%	93.01%	86.48%
AGO.	94.02%	94.4%	93.75%	83.16%
SET.	98.18%	98.2%	94.19%	90.84%
OCT.	98.94%	99.0%	90.43%	88.53%
NOV.	96.70%	96.8%	88.58%	82.92%
DIC.	98.54%	98.6%	88.94%	86.38%

Comentario: Se observa el OEE de las máquinas, que participan en el proceso productivo, están en los parámetros normales de confiabilidad y disponibilidad de las máquinas para su correcto funcionamiento.

Tabla 19:

Indicadores de producción del enero – junio del 2015

MES	HR- TRABAJO (MIN/MES)	HR-PARADA (MIN/MES)	HR REAL(MIN/MES)	CANTIDAD PROCESADA (SACOS/MES)	PRODUCCION ARROZ KG	RECHAZO (SACOS/MES)
ENE	17160	673	16487	12564.7	628235	1078
FEB.	17160	945	16215	7767.72	388386	565
MAR.	17160	2546	14614	6181	309034	480
ABR.	17160	2252	14908	6161	308072	413
MAY.	17160	1288	15872	8062	403096	488
JUN.	17160	810	16350	9148.2	457410	550

Fuente:
Elaboración
Propia

Tabla 20

Resultados actuales del OEE - 2015

MES	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE
ENE	95.92%	96.08%	91.42%	84.25%
FEB.	94.17%	94.49%	92.73%	82.51%
MAR.	82.58%	85.16%	92.23%	64.86%
ABR.	84.89%	86.88%	93.30%	68.81%
MAY.	91.89%	92.49%	93.95%	79.84%
JUN.	95.05%	95.28%	93.99%	85.11%

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: se observa que para los siguientes meses su indicador de OEE, es inestable y poco aceptable para el proceso productivo, por lo tanto demuestra que no hay mucha disponibilidad ni confiabilidad de las máquinas para realizar su trabajo.

Tabla 21

Resultados de la eficiencia real mensual de la producción 2015 entre los meses siguiente:

MES	PRODUCCION IDEAL SACOS/MES*	PRODUCCIÓN REAL SACOS/MES	EFICIENCIA
ENE	14300	12564.7	88%
FEB.	14300	7767.72	54%
MAR.	14300	6181	43%

ABR.	14300	6161	43%
MAY.	14300	8062	56%
JUN.	14300	9148.2	64%

Fuente: Elaboración propia

*la producción optima 50 sacos /hora, según la información de ing. Fredy Granados y el técnico, calculada en base a la capacidad de la máquina descascaradora.

Situación de la eficiencia global de los equipos (OEE – Mejorado)

Después de la implementación, que se realizó durante el mes de Julio acerca de las 3 S y gran parte del mantenimiento autónomo; hubo una notoria mejoría en el indicador de confiabilidad de las máquinas; evaluando los meses de Agosto y Setiembre da como resultado su OEE mayor a 85% ver tabla N° 23 que significa que es aceptable y competitivo, así mismo si se realiza la evaluación de los siguientes meses la tendencia del OEE sería positiva ascendente a mayor a 85%.

Tabla 22:

Indicadores de producción de agosto - setiembre 2015

MES	HR- TRABAJO (MIN/MES)	HR-PARADA (MIN/MES)	HR REAL(MIN/MES)	CANTIDAD PROCESADA (SACOS/MES)	PRODUCCIÓN DE ARROZ KG	RECHAZO(SACOS/MES)
AGOSTO	17160	633	16527	12569	628431	543
SETIEMBRE	17160	523	16637	13576	678788	345

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23:

OEE mejorado de los meses de agosto - setiembre 2015

MES	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE
AGOSTO	96.17%	96.31%	95.68%	88.6%
SETIEMBRE	96.86%	96.95%	97.46%	91.5%

Comentario: se observa que se logró aumentar el OEE a un 88.6% con tendencia a seguir en aumentó paulatinamente hasta lograr un OEE del 100% y mantener su indicador de confiabilidad siempre estable.

5.2.4.2. Indicador de la productividad parcial de horas-máquina

Determinamos la productividad parcial actual del año 2015 para los meses de Enero – Junio, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 24:

Indicador de productividad parcial 2015

PRODUCTIVIDAD 2015			
MES	HR-MAQ	CANTIDAD PROCESADA (SACOS)	PRODUCTIVIDAD
ENE	274.78	12565	46
FEB.	270.25	7768	29
MAR.	243.57	6181	25
ABR.	248.47	6161	25
MAY.	264.53	8062	30
JUN.	272.50	9148	34

Fuente: Elaboración Propia

Durante este periodo se ve reflejado que la productividad sigue siendo baja

igual que el periodo pasado, observamos que Enero se realizaron 46 sacos/ hora, pero para los demás meses bajo considerablemente, esto se debe que las máquinas de la línea de producción no están funcionando adecuadamente, bajando potencialmente su rendimiento de productividad.

Evaluación de los indicadores de productividad mejorada

Después de la implementación que se realizó, se evaluó la productividad de los meses de Agosto y Setiembre para determinar si hubo mejoras, ver tabla 25

Tabla 25

Productividad mejorada

PRODUCTIVIDAD MEJORADA			
MES	HR-MAQ.	CANTIDAD PROCESADA (SACOS)	PRODUCTIVIDAD
AGO	275.45	12569	46
SET	277.28	13576	49

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la productividad aumenta paulatinamente solo durante dos meses mejorando a un 46 y 49 sacos/hora también se refleja que la producción aumenta así como la productividad; teniendo la tendencia para los siguientes meses, a seguir aumentado, debido que las máquinas se les ha realizado ya un mantenimiento preventivo.

Incremento de la productividad

El incremento de la productividad lo determinamos por el promedio de los 6 primeros meses que es de 31 sacos/hora y el promedio de los meses de Agosto - Setiembre es de 47 sacos/hora

Ecuación 7: Incremento de la productividad

$$\Delta \text{ productividad} = \frac{p \text{ final} - p \text{ anterior}}{p \text{ anterior}} \times 100$$

$$P = \left(\frac{47-31}{31}\right) \times 100 = 52\%$$

El incrementó de la productividad con respecto a los meses evaluados aumento en un 52%, esto se ve reflejado por la implementación del mantenimiento preventivo, 3´s y capacitación realizados en el mes de julio.

5.2.5. Costos de implementación de la propuesta de mejora

Se analiza los recursos que se necesitan y los costos para su posterior implementación de los pilares de mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado.

Tabla 26

Costos de inversión para la implementación

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
ITEMS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Dados 11 mm	4	S/. 8.00	S/. 32.00
Taladro	1	S/. 2,300.00	S/. 2,300.00
Nivel de mano	2	S/. 350.00	S/. 700.00
Trapo industrial kg	2	S/. 3.20	S/. 6.40
Lubricante 1/4 gl	3	S/. 35.00	S/. 105.00
Escobillas (und)	4	S/. 95.00	S/. 380.00
COSTO TOTAL			S/. 3,523.40
MANTENIMIENTO PLANIFICADO			
Mesa paddy	1	S/. 4,300.00	S/. 4,300.00
Pre-limpia	1	S/. 1,750.00	S/. 1,750.00
Pulidora Vertical	1	S/. 1,900.00	S/. 1,900.00
Descascaradora	1	S/. 2,200.00	S/. 2,200.00
COSTO TOTAL			S/. 10,150.00
COSTO GENERAL			S/. 13,673.40

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27

Costos de implementación

CAPACITACION			
ITEMS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Expositor (hr)	8	S/. 28.00	S/. 224.00
coffe break	4	S/. 15.00	S/. 60.00
Impresiones	8	S/. 0.10	S/. 0.80
Costo horas del personal planta	8	S/. 19.87	S/. 158.96
COSTO TOTAL			S/. 443.76
DESARRROLLO DE LAS 3´S			
Clasificar(tarjeta)	30	S/. 0.50	S/. 15.00
Ordenar			S/. 278.00
Limpiar hr-hombre			S/. 278.00
COSTO TOTAL			S/. 571.00
COSTO GENERAL			S/. 1,014.76

Fuente: Elaboración Propia

El costo total para implantar el TPM, después de haber analizado cada uno de sus pilares, estos se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 28*Resumen de costos de implementación*

RESUMEN DE COSTOS	
PILAR	COSTO
Mantenimiento autonomo	S/. 3,523.40
Mantenimiento planificado	S/. 10,150.00
capacitación	S/. 443.76
desarrollo de las 3S	S/. 571.00
COSTO TOTAL DE TPM	S/. 14,688.16

Fuente: Elaboración propio**5.2.6. Análisis de Costo – Beneficio****Tabla 29:***Costo - beneficio*

CICLO	1.2 min/sacos
UTILIDAD X SACO	S/. 17.00
MESES	12
COSTO DE IMPLEMENTACION	S/. 14,688.16

MES	HRS DE PARADA/MES	MIN/MES	SACOS/MES(adicionales)	SOLES/AÑO
Agosto	11	660	0	S/. 0.00
Setiembre	9	540	0	S/. 0.00
disminución	2	120	100	S/. 20,400.00

BENEFICIO /COSTO	1.39
-----------------------------	-------------

Fuente: Elaboración Propia

*Se determina calculando 60 minutos/hora entre el ciclo de 50 sacos/hora

**Se calcula 120 min/mes entre el ciclo 1.2 min/sacos

La evaluación de la relación entre los costos y beneficios asociados en el trabajo, como se observa en la tabla 29 que de s/ 1.39, lo que significa que por cada sol invertido la empresa recupera 1.39 soles, determinando que el trabajo de investigación es viable y rentable en el tiempo.

CAPITULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

CONCLUSIONES

- 1) En la empresa se diseñó un sistema de gestión de mantenimiento, para el cual se tuvo que recopilar la información necesaria del área de producción, mediante instrumentos que nos permitieron medir el estado actual del área en estudio, observando maquinas en estado crítico, alta frecuencia en paradas no programadas por fallo de máquinas, todo ello por falta de un mantenimiento preventivo. Para controlar el estado de las maquinas críticas y planificar el mantenimiento.
- 2) Se logró Mejorar la confiabilidad de los equipos mediante indicadores de control como la productividad y eficiencia global de equipos, pudiendo reducir gradualmente las paradas de máquinas mediante el OEE que resulto mayor a 85% entre los meses de Agosto – Setiembre, dando una confiabilidad y disponibilidad de maquinaria, así mismo se logró aumentar la productividad global considerando la producción sobre el tiempo hora-máquina utilizada, de tener una productividad de 36 sacos/ hora promedio a 49 sacos/ hora, ello ira mejorando gradualmente hasta alcanzar su capacidad máxima.
- 3) Durante las capacitaciones al personal de planta se evidencio la cooperación de la gerencia y del personal mostrando interés en los temas abordados en mantenimiento autónomo, como pilar principal de TPM y en la cultura de 5s, acudiendo todos a las 4 sesiones que se programaron, así mismo mostraron inquietudes por aprender y conocer mediante preguntas.
- 4) Para el diseño de la gestión de mantenimiento autónomo se establecieron formatos de registro de control y seguimiento, para que el personal de planta tenga un mejor lugar de trabajo y simplicidad al momento de

ejecutar sus labores o buscar repuestos, ya que se elaboraron plantillas para las herramientas y un control de inventario para estas.

El personal de planta y el supervisor colaboraron con el plan de mantenimiento preventivo realizado en Julio, estas tareas consistían básicamente en una limpieza, inspección y lubricación de las maquinas críticas.

- 5) Después de la implementación de la capacitación y el mantenimiento se observó una reducción en mantenimiento correctivo.

El Costo – Beneficio con relación a los meses de agosto en adelante es de 1,39.

RECOMENDACIONES

- 1) Para que la empresa obtenga cambios o resultados contundentes, se recomienda la ampliación de la metodología de las 5´s en todas las áreas, para ello deberán realizarlo progresivamente, tomando en cuenta la importancia en cada etapa y los diferentes formatos que se deben utilizar.
- 2) Deberán seguir realizando las capacitaciones, pero a todo el personal de la empresa para lograr que tengan un nivel de habilidad tanto técnico como operacional del 100% así no solo se garantizara que se pueda elevar el nivel del OEE y estén involucrados y concientizados en la importancia de la gestión del mantenimiento.
- 3) El supervisor de producción debe realizar auditorías y velar por cumplimiento del mantenimiento autónomo y las 5´s, mediante los formatos que se han establecido, pudiendo mejorarlos para alcanzar mayor eficiencia y competitividad.
- 4) Actualizar el calendario de mantenimiento y catálogo de equipos y herramientas para llevar un control de la maquinaria existente.
- 5) La gerencia debería considerar implementar un área de mantenimiento en donde el maquinista pueda realizar sus actividades cómodamente.

REFERENCIAS

- Aceros Arequipa . (31 de Mayo de 2015). *Sistema integrado de gestión de la calidad*. Recuperado de <http://www.acerosarequipa.com/sistema-integrado-gestion/gestion-de-calidad/mantenimiento-productivo-total.html>
- Aguirre, C. C. (2004). Tesis de Pre-grado. *Estudio de la implementacion del mantenimiento*. Cartagena: Universidad tecnologica de bolivar.
- Alvaro Jiménez Rojas, E. E. (2001). Ingeniería. *Modelo de productividad de David Sumanth aplicado a una empresa del sector de maquinaria no eléctrica*, 81-87.
- Andrés, López Arias Ernesto. (2009). *El mantenimiento productivo total tpm y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación*. Bogotá.
- Antonio Creus Sole. (2005). *Fiabilidad y Seguridad*. España: Marcombo.
- Arellano, A. *Pensamiento de Sistemas*. Recuperado de <http://pensamientodesistemasaplicado.blogspot.com/2015/01/conceptos-de-mejora-continua.html>
- Barrientos, M. J. (2009). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. Recuperado de http://www.cip.org.pe/index.php/eventos/conferencias-ceremonias-y-patrocinos/item/download/173_e98c9d054f17d34553020dcd83ec10f.html.
- Belohlavek, P. (2006). *OEE: Overall Equipment Effectiveness*. Buenos Aires: Blue Eagle Group.
- Burga, J. E. (2005). Tesis de Pre-grado. *Implementacion del TPM en la zona enderezadoras de aceros Arequipa*. Piura: Universidad de Piura.
- Bryan SalazarLópez. (2012). *Ingenieria industrial online*. Recuperado de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/indicadores-de-producci%C3%B3n/>
- Comite Técnico de Normalizacion. (2001). *Mantenimiento definiciones*. Venezuela: COVENIN.
- Corpcom. (2015). *Coorporacion de industriales arroceros en Ecuador*. Revista Corpcom 20 años, 24-25.
- Enrique Nieto Chang. (2008). Tesis de Pre-grado. *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.

- Flores A. y Rueda C. (2012). Tesis de Pre-grado. *Implementación del mantennimiento productivo total, en el departamento de productosterminados en la empresa INEPACA*. Ecuador.
- Flores, J. M. (2012). Tesis de Pre-grado. *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*. Lima.
- Francisco, O. S. (2005). *Sistema de Gestión*. España: Díaz de Santos.
- Garcia Garrido, S. (2012). *Ingenieria de Mantenimiento*. Madrid: RENOVETEC.
- Garcia Palencia, O. (Marzo 2008). Mantenimiento Productivo Total y su Aplicabilidad Industrial. *Virtual Pro*, 13-15.
- Juan A. Marín García y Rafael Mateo Martínez. *Barreras y facilitadores de la implantación del TPM*. Recuperado de <http://www.intangiblecapital.org/index.php/ic/article/view/360/370>
- Juan Hernández Matías Y Antonio Vizán Idoipe. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implementación*. Madrid: Fundación EOI.
- Jurado, Viviana. Calameo. Recuperado de <http://es.calameo.com/books/000851382d6c75f7703a0>
- Lazarini, O. C. (2013). *Gestión del mantenimiento*. Recuperado de <https://gestionmantenimientomentefactusupq.wikispaces.com/file/view/Historia+del+Mantenimiento.pdf>
- Lluís Cuatrecasas Arbós y Francesca Torrell. (2010). *TPM en un entorno lean management*. Estrategia competitiva. Barcelona: Profit Editorial.
- Lucía Pinto Jonas. *Electro industria*. Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1659>
- Manuel Rajadell Carreras y José Luis Sánchez Garcia. (2010). *Lean Manufacturing: evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de santos.
- Márquez, L. C. (2005). *Un modelo de referencian para la gestión de mantenimiento. Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas*. Universidad de Sevilla., 2-9.
- Mosqueda, Luis R. *Productivity Latinoamérica*. Recuperado de <http://productivity-la.blogspot.com/2012/10/por-que-es-tan-difícil-hacer-que-el.html>
- NAKAJIMA, S. (1991). *Introducción al TPM: Mantenimiento Productivo Total*. Cambridge: Productivity Press.

- Orlando, A. S. (1973). *El Concepto de Sistema Y El Sistema Interamericano de Informacion Para Las Ciencias Agricolas - Agrinter*. Turrialba.
- Palencia, O. G. Recuperado de Reliability Web: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/la-cultura-de-la-confiabilidad-operacional>
- Pablo Hernandez. (2015). *Manual de Mantenimiento Productivo Total TPM*. Maquinaria Pesado . org.
- Paúl A. Baéz y Camlett Caraballo . (2004). Tesis de Pre-grado. *Desarrollo de un plan de mantenimiento para una industria textil basado en mantenimiento productivo total utilizando un sistema computarizado*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Render, J. H. (2009). *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Educación.
- Rojas, J. Modelo de productividad de David Sumanth aplicado a una empresa del sector de maquinaria no eléctrica. Ingeniería , 81-87. Recuperado de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/2707/3907>
- Rosendo Huertas Mendoza. (2011). *El analisis de criticidad, una metodologia para mejorar la confiabilidad operacional*. Venezuela.
- Saavedra, J. M. (2006). Tesis de Pre-grado. *Evaluación del sistema de mantenimiento y planificación de la gestión del mantenimiento según la norma de calidad ISO 9000 y la norma ambiental ISO 14000 en la empresa Procesadora S.A.C*. Lambayeque.
- Sabina Rodriguez. Wordpress. Recuperado de <https://sabinarodriguez.wordpress.com/category/mantenimiento/page/3/>
- Sacristán, F. R. (2001). *Mantenimiento Total de la Produccion (TPM): Proceso de Implementacion y Desarrollo*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Sánchez Rozo, J. (2007). Tesis de Pre-grado. *Propuesta para la implementación del mantenimiento total productivo (TPM)*. El Cid Editor - Ingeniería.
- SENATI. (2007). *Principios de Gestión, Planeamiento y Organización del Mantenimiento*. Lima: Senati.
- sigma, L. slidershare. Recuperado de <http://es.slideshare.net/lean-sigma/tpm-mantenimiento-productivo-total-38152388>

- Sinais. (2013). Sinais. Recuperado de Ingeniería de mantenimiento:
http://www.sinais.es/Recursos/Cursovibraciones/intro/tipos_mantenimiento.html
- Sumanth, D. J. (1990). *Ingeniería y Administración de la Productividad*. Mexico: MCGRAW HILL.
- Tolentino, J. G. slideshare. Recuperado de
http://es.slideshare.net/JorgeGamarraTolentino/librodemantenimientoindustrial-24925104?from_action=save
- Valle, N. L. (2013). Tesis de Pre-grado. *Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional*. Santiago de Chile.
- Ventura, I. J. (2013). *El Arroz -Principales aspectos de la cadena agroproductiva*. Lima: Dirección de Información Agraria.
- Vigo F. y Astocaza R. (2013). Tesis de Pre-grado. *Análisis y mejora de procesos de una línea procesadora de bizcochos empleando manufactura esbelta*. Lima.
- William Olivares. Slidshares. Recuperado de
<http://es.slideshare.net/HighWilliam/charla-uso-tarjetas-tpm-op>
- Yah, R. d. El mundo de la ingeniería industrial. Recuperado de
<http://rochichan.blogspot.com/2013/01/mantenimiento-productivo-total-tpm.html>

ANEXOS

Anexos A. 1

Registro de fallas 2014

MAQUINA	DESCRIPCION DE LA FALLA	DURACION		TOTAL	FECHA
		H. INICIO	H. FINAL		
Tablero de control	Problemas eléctricos	12:07	14:30	02:23	06/01/2014
Mesa paddy	perno atascado en el portarodillo	07:00	12:10	05:10	07/01/2014
Ducto de extracción del polvillo	obstrucción por impurezas	16:00	17:10	01:10	28/01/2014
Mesa paddy	se malogro las bandejas	14:00	15:20	01:20	15/02/2014
Transformador	Problemas eléctricas	12:20	15:50	03:30	20/02/2014
Mesa paddy	los bordes presentaban desgaste	14:00	14:30	00:30	20/03/2014
Esclusa de la pajilla	se rompió la unión de la esclusa	10:00	17:25	07:25	22/03/2014
Descascaradora	falla del flujo de la salida del sinfín	09:00	11:27	02:27	24/03/2014
Pre- limpia	se obstruyo el tubo alimentador	14:00	14:26	00:26	21/07/2014
Molino	mantenimiento	07:33	12:00	04:27	26/07/2014
Sinfín	falla del motor	10:15	15:25	05:10	31/07/2014
Descascaradora	se aflojaron los pernos	17:00	17:30	00:30	06/08/2014
Elevadores	atasco por impurezas	15:00	15:30	00:30	15/08/2014
Descascaradora	Los rodajes se cambiaron	09:00	12:00	03:00	16/08/2014
Sinfín	Se quemó el motor	09:00	16:30	07:30	17/08/2014
Descascaradora	Los portarodillos se quebraron los pernos	12:00	12:35	00:35	23/08/2014
Pre- limpia	se obstruyo porque pusieron una manga y se atoro	09:12	10:23	01:11	26/08/2014
Clasificadores	Se aflojo la faja	11:13	12:10	00:57	27/08/2014
Descascaradora	Se malogro el rodaje	15:04	17:00	01:56	27/08/2014
Pulidor vertical	Rotura de la criba	07:33	09:30	01:57	02/09/2014
Descascaradora	se obstruyo el tubo alimentador	16:00	16:46	00:46	05/09/2014
Zaranda	se rompió base	07:37	10:00	02:23	09/09/2014
Mesa paddy	falla mecánica	14:00	17:00	03:00	02/10/2014
Pulidor horizontal	Rotura de la porta criba	15:17	15:50	00:33	11/11/2014
Mesa paddy	Desgastes de la malla	14:30	16:33	02:03	12/11/2014
Pulidor vertical	Falta de aspiración de aire y ajuste de fajas	12:00	14:45	02:45	25/11/2014
Elevadores	Cambio de cangilones n° 1,2,3	14:00	17:47	03:47	28/11/2014
Elevadores	Se rompió la faja n° 4	16:45	17:35	00:50	03/12/2014
Pulidor vertical	Fallo por incorporar una piedra mas	15:18	16:15	00:57	04/12/2014
Descascaradora	Se obstruyo por impurezas	12:47	13:33	00:46	19/12/2014
Zaranda	Se rompió pernos del soporte de la mesa	13:00	14:34	01:34	20/12/2014

Anexos A. 2

Control de parada de maquinas

FECHA	MAQUINA/EQUIPO	DESCRIPCION DE LA FALLA	CAUSAS	DURACION		TOTAL	MEDIDAS CORRECTIVAS
				H. inicio	H.F		


Fuente: Elaboración Propia

Anexos B. 1

Folleto de capacitación

1	Limpeza inicial
2	Eliminar fuentes de contaminación y lugares inaccesibles
3	Establecer estándares de limpieza y lubricación
4	Inspección general del equipo
5	Autoinspección
6	Mantenimiento Autónomo Sistemático
7	Práctica plena del <i>Autonomation</i>

CAPACITACIÓN INTRODUCCIÓN AL TPM





«El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos».

- MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares se evita el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las operaciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad en el trabajo.

¿Qué es TPM?

Es el involucramiento total de los empleados, enfoque de Calidad (World Class) y técnicas óptimas de Mantenimiento para aumentar la eficiencia de los equipos y por lo tanto mejorar la Calidad del producto.

Beneficios del TPM

1. Reduce fallas y emergencias.
2. Mejora la efectividad de los equipos.
3. Mejora la calidad de producto
4. Costos de operación mas bajo
5. Reduce pérdidas de tiempo por mantenimiento



¿Qué es Mantenimiento autónomo?

Básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El mantenimiento llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo.



Anexos B. 2

Cronograma de mantenimiento preventivo

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																
MENSUAL																																
EQUIPO	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M		
EQUIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Pre- limpia																																
Mesa Paddy DAEWON																																
Camara de succión																																
Descascaradora CHEN SAN FUNG																																
Pulidoras verticales OYAMA																																
Pulidora Horizontal 1 ZACCARIA																																
Pulidora Horizontal 2 ZACCARIA																																
Sistema de succión del polvillo (ventilador,																																
Ventilador (evacuador de pajillas)																																
Tornillos del Sinfín																																
Clasificadores SUZUKI																																
Selectora DAEWON																																
Zaranda de producto terminado																																
Compresor SHULLZ																																
Compresor SHULLZ																																
Clasificador Trieur (6).																																
Ventilador de selectora																																
Elvadores																																
Sinfín																																
Elevadores																																

Fuente: Elaboración Propia

Anexos C. 1

Cronograma de implementación

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION DE LAS 3 ´S																																		
ACTIVIDADES PROGRAMADAS	MES DE JULIO																																	
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Mantenimiento autonomo																																		
Capacitación					■							■							■							■								
Metodologia 5 ´S																																		
Clasificar								■						■																				
Ordenar																■		■																
Limpiar																				■								■						
Estandarizar																																		
Disciplina																																		

Fuente: Elaboración Propia

Anexos C. 2

Auditoria de las 5's

FORMATO DE 5' S			
Auditor (es) :		Fecha:	
Área auditada:			
Criterios de Evaluación:			
0= 5 o más problemas 1= 4 problemas 2= 3 problemas 3=2 problemas 4=1problema 5= 0 problemas			
SEIRI - Clasificar: "Mantener solo lo necesario"			
Descripción	Calificación	Observaciones y notas para una mejora	
¿Hay equipos o herramienta que no se utilicen o innecesarios en el área de trabajo?			
¿Existen herramienta en mal estado o inservible?			
¿Están los pasillos bloqueados o dificultando el tránsito?			
TOTAL		/ 0.2 = Resultado de evaluación de clasificar	
SEITON –Organizar: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"			
Descripción	Calificación	Observaciones y notas para una mejora	
¿Hay materiales fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?			
¿Están materiales y/o herramientas fuera del alcance del usuario?			
¿Le falta delimitación e identificación al área de trabajo y a los pasillos?			
TOTAL		/ 0.15 = Resultado de evaluación de Organizar	
SEISO -Limpieza: "Una área de trabajo impecable"			
Descripción	Calificación	Observaciones y notas para una mejora	
¿Existen fugas de aceite o aire en el área?			
¿Existe suciedad, polvo o basura en el área de trabajo (pisos, paredes, ventanas, bancos, etc.)?			
¿Están equipos y/o herramientas sucios?			
TOTAL		/ 0.15 = Resultado de evaluación de Limpieza	
SEIKETSU -Estandarizar "Todo siempre igual"			
Descripción	Calificación	Observaciones y notas para una mejora	
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?			
¿Se realiza la operación o tarea de forma repetitiva?			
¿Las identificaciones y señalamientos son iguales y estandarizados?			
TOTAL		/ 0.15 = Resultado de evaluación de Estandarizar	
SHITSUKE–Autodisciplina: "Seguir las reglas y ser consistente"			
Descripción	Calificación	Observaciones y notas para una mejora	
¿El personal conoce las 5S's, ha recibido capacitación al respecto?			
¿Se aplica la cultura de las 5S's, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?			
¿Se implementaron las medidas correctivas?			
TOTAL		/ 0.15 = Resultado de evaluación de Autodisciplina	
Puntos posibles (pp):	80	Puntos obtenidos:	Calificación (po / pp X 100) %
Criterios de aceptación No satisfactorio: Menor a 79 %. Aprobado: Igual o mayor a 80 %			



“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

CUESTIONARIO DE ENTREVISTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN EL MOLINO “DON JULIO” SAC

Fecha:

Finalidad: La presente entrevista tiene por objetivo obtener información verás referente a la situación actual en el área de mantenimiento.

Entrevistado: _____

Profesión y/o Cargo: _____

Tiempo en el Cargo: _____

1. ¿Cree usted que la maquinaria se encuentra en óptimas condiciones?

- a) Si b) No

¿Porque?-----

2. ¿Dispone de las herramientas y equipos necesarios para realizar el mantenimiento de las maquinas?

- a) Si b) No

3. ¿Qué tipo de herramientas y equipos le hace falta?

4. De ocurrir alguna falla o avería en las máquinas. ¿Dispone de los repuestos necesarios para el cambio?

- a) Si b) No

5. ¿Cómo califica el cumplimiento de su requerimiento de repuestos?
a) Bueno b) Regular c) Malo
6. Realiza usted un control de inventario de las herramientas y equipos que dispone?
a) Si b) No
Si lo hace cada que tiempo:
a) Quincenal b) Mes c) Trimestral d) Año
7. ¿Realiza mantenimiento a las máquinas y equipos?
a) Si b) No
¿Cada que tiempo?
a) Quincenal b) Mes c) Trimestral d) Año
8. Detalle cómo hacen su mantenimiento a las maquinarias?
9. ¿Cuentan con registros de documentación técnica para el uso de cada máquina?
10. ¿Realiza usted un historial de control donde registran las fallas de las máquinas, que esté actualizada?
a) Si b) No
11. ¿Cuáles son las máquinas que tienen mayor ocurrencia de fallas?
12. ¿Cuáles son las causas que ocasionan las fallas o averías en las máquinas?
a) Mala operación b) fallas mecánicas c) deterioro por antigüedad
d) Otros -----
13. ¿Utilizan medidas preventivas para el mantenimiento de las máquinas?
¿Cuáles?
14. ¿Recibe capacitación técnica en mantenimiento de máquinas por parte de la empresa?

“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

**CUESTIONARIO DE ENTREVISTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO EN EL MOLINO “DON JULIO” SAC**

Fecha:

Finalidad: La presente entrevista tiene por objetivo obtener información verás referente a la situación actual en el área de mantenimiento.

Entrevistado: _____

Profesión y/o Cargo: _____

Tiempo en el Cargo: _____

1. ¿Dispone de un área de mantenimiento?

a) Si b) No

2. ¿Cuál es el grado de importancia que le brinda al área de mantenimiento?

a) Bastante b) Regular c) Poca d) Nada

¿Por qué?-----

3. Número de trabajadores en la empresa en:

a. Área Producción _____

b. Área de pampa _____

c. Estiba y desestiba _____

d. Área de calidad _____

e. Área administrativa _____

4. ¿Cuál es el tipo de contrato que tienen sus trabajadores?
5. Número de turnos de la jornada laboral
6. ¿Cuál es su capacidad de producción diaria o mensual?
7. ¿Cuánto se gasta en promedio en reparaciones de máquinas?
8. ¿Cuál es el tipo de mantenimiento que realizan?
a) Preventivo b) Correctivo c) Predictivo d) Otro tipo
9. Cuando ocurre una falla o avería en las máquinas ¿qué medidas utilizan para que no vuelva a ocurrir las mismas fallas?
10. Cree usted que el personal encargado de operar las máquinas está calificado
a) Si b) No
¿Por qué?
11. ¿Recibe el personal capacitación por parte de la empresa?
a) Si b) No
12. ¿De qué tipo son estas capacitaciones y con qué frecuencia las realizan?
13. Ha solicitado alguna vez servicios externos para la realización de mantenimiento o reparación de maquinaria?
a) Si b) No
14. ¿Cuál es el montón aproximado que se les paga por sus servicios?
15. ¿La empresa adquirido nueva maquinaria en el último año?
a) Si b) No
16. ¿Cuáles son las máquinas adquiridas y su costo referencial?

17. Cuentan con un almacén de repuestos

a) Si b) No

¿Por qué?

18. ¿Realizan una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?

19. ¿Cuánto es el gasto que incurren en repuestos mensualmente?

20. ¿Cree que el gasto en repuestos es el adecuado?

a) Si b) No

21. ¿Tienen cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?

a) Si b) No

22. ¿De qué manera lo realizan?

GUÍA DE OBSERVACIÓN

N° DE PREGUNTAS		SI	NO
1	El área donde se realiza el trabajo de mantenimiento se encuentra limpio		
2	Las herramientas que utilizan se encuentran en buen estado		
3	Los trabajadores utilizan equipos de seguridad		
4	El trabajo de mantenimiento lo hace en el mismo sitio.		
5	Las herramientas de trabajo están adecuadamente identificados		
6	Señaliza su área de trabajo		
7	Disponen de repuestos en almacén		
8	La relación entre el supervisor de operación y mantenimiento es fluida		
9	El operario de maquina realiza su trabajo solo		
10	Tienen un lugar adecuado para colocar sus herramientas o equipos		
11	Se realiza lubricación de las piezas o partes diariamente		
TOTAL			