



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS COSTOS OPERATIVOS DEL ÁREA DE PELETIZADO DE LA EMPRESA AVÍCOLA EL ROCÍO S.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Antonio Dennis Cabrera Saez

Asesor:

Ing. Oscar Goicochea Ramírez

Trujillo – Perú

2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller Antonio Dennis Cabrera Saez, denominada:

“PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS COSTOS OPERATIVOS DEL ÁREA DE PELETIZADO DE LA EMPRESA AVÍCOLA EL ROCÍO S.A.”

Ing. Oscar Goicochea Ramírez
ASESOR

Ing. Miguel Enrique Alcala Adrianzen
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales
JURADO

Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza
JURADO

DEDICATORIA

A DIOS:

Luz de mi existir y creador

de todas las cosas.

A ti, a quien debo la vida,

te agradezco

de todo corazón por haber hecho realidad

uno de mis mejores sueños:

ser profesional.

Concédeme Señor,

sabiduría para obrar con humildad, sencillez,

honestidad y mucho amor.

Tu hijo Antonio

AGRADECIMIENTO

A mis padres;

por su ejemplo de trabajo y dedicación,

por los sabios consejos que me supieron dar,

y por toda la confianza que depositaron en mí.

A mi esposa e hijo;

por sus ánimos y palabras de aliento siempre,

por su cariño y compañía incondicional,

y por hacerme sentir que es posible

toda meta que me propongo.

A mis hermanos;

por su apoyo en todo momento,

su ejemplo de estudio y superación,

y sus enseñanzas de siempre.

Antonio Dennis Cabrera Saez

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3 Hipótesis.....	4
1.4 Justificación	4
1.5 Limitaciones.....	4
1.6 Objetivos.....	5
1.6.1 Objetivo General	5
1.6.2 Objetivos específicos.....	5
1.7 Tipo de Investigación	5
1.7.1 Por la orientación	5
1.7.2 Por el diseño	5
1.8 Alcance.....	6
1.9 Operacionalización de variables.....	6
CAPÍTULO 2.....	8
MARCO TEORICO	8
2.a Antecedentes	8

2.b Bases Teórica	13
CAPÍTULO 3.....	30
DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL.....	30
3.1 Identificación.....	30
3.2 Breve reseña histórica.....	30
3.3 Visión	30
3.4 Misión	30
3.5 Cobertura de Mercado	30
3.6 Organigrama.....	31
3.7 Objetivos Estratégicos.....	32
3.8 Interrelación con otras áreas	32
3.9 Proceso productivo	32
3.10 Descripción del área donde se realizó el trabajo:.....	33
3.11 Identificación del problema e indicadores actuales.....	38
3.12 Descripción del área donde se realizó el trabajo:.....	33
3.11 Identificación del problema e indicadores actuales.....	38
CAPÍTULO 4.....	51
SOLUCIÓN PROPUESTA.....	51
4.1 Desarrollo de la propuesta de mejora	51
CAPÍTULO 5.....	89
EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	89
CAPÍTULO 6.....	92
DISCUSIÓN	92
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS	96
ANEXOS	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Objetivos del TPM	18
Figura 2: Los Pilares de un Programa TPM	20
Figura 3: Organigrama de Avícola El Rocío	31
Figura 4: Interrelación entre área	32
Figura 5: Proceso productivo.....	33
Figura 6: Flujograma del Proceso Actual de Mantenimiento.....	34
Figura 7: Flujograma del Proceso de Peletizado.....	35
Figura 8: Diagrama de operaciones del Proceso de Peletizado	37
Figura 9: Diagrama de Ishikawa para el área de Mantenimiento de la empresa Avícola El Rocío.....	38
Figura 10: Diagrama de Pareto de las causas raíces.....	40
Figura 11: Recursos Generales y/o de la Organización	44
Figura 12: Gerencia de la Información.....	44
Figura 13: Equipos y técnicas de Mantenimiento Preventivo y/o predictivos	45
Figura 14: Planificación, Programación y Ejecución De Mantenimiento.....	46
Figura 15: Soporte, Calidad y Motivación	46
Figura 16: Ficha Técnica de Mantenimiento Preventivo.....	63
Figura 17: Rutina de Cambio de Rodillos.....	64
Figura 18: Rutina de Cambio de Rodillos.....	65
Figura 19: Ficha de Lubricación	66
Figura 20: Actividades de Mantenimiento Programado y/o Preventivo	71
Figura 21: Orden de trabajo	75
Figura 22: Solicitud de Mantenimiento.....	76
Figura 23: Matriz de limpieza	77
Figura 24: Matriz de Inspección.....	78
Figura 25: Matriz de mantenimiento periódico	79

Figura 26: Reporte de Inspección de motores eléctricos.....	80
Figura 27: Hoja de Vida.....	81
Figura 28: Registro de Mantenimiento Preventivo.....	82
Figura 29: Informe de Mantenimiento	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos De Nivel de Mantenimiento	3
Tabla 2: Operacionalización de variables	7
Tabla 3: Los 12 pasos para el desarrollo del TPM	23
Tabla 4: El Proceso de Capacitación.....	27
Tabla 5: Matriz de Causas Raíces.....	39
Tabla 6: Matriz de Priorización	39
Tabla 7: Cuadro de Indicadores actuales y los esperados	41
Tabla 8: Rangos De Nivel de Mantenimiento.....	42
Tabla 9: Resultados de puntuaciones por factores	43
Tabla 10: Indicadores actuales de mantenimiento	47
Tabla 11: Utilidad neta por hora	48
Tabla 12: Reducción de las ventas.....	48
Tabla 13: % de mantenimiento preventivo.....	49
Tabla 14: Pérdida por falta de equipos	49
Tabla 15: Pérdida por falta de documentación.....	50
Tabla 16: Propuestas de mejora.....	51
Tabla 17: Inventario de equipos del área de producción	53
Tabla 18: Acodicionador.....	54
Tabla 19: Expansor de Alimentos.....	55
Tabla 20: Prensa.....	56
Tabla 21: Desmenuzadora	57
Tabla 22: Dosificador	58
Tabla 23: Código de la maquina Acondicionadora	58
Tabla 24: Codificación de los equipos de producción.....	59
Tabla 25: Análisis de criticidad de equipos del área de producción.....	61
Tabla 26: Resultado del análisis de criticidad	62

Tabla 27: Programa de mantenimiento preventivo en los equipos de producción – 1	67
Tabla 28: Programa de mantenimiento preventivo en los equipos de producción – 2.....	68
Tabla 29: Inversión en herramientas	69
Tabla 30: Costo de la adquisición de equipos de monitoreo.....	73
Tabla 31: Cronograma de capacitación propuesto.....	84
Tabla 32: % de mantenimiento preventivo.....	85
Tabla 33: Incremento de las ventas.....	85
Tabla 34: Reducción del numero de fallas.....	85
Tabla 35: Reducción de la CR2 con la propuesta de mejora.....	86
Tabla 36: Reducción de la CR2 con la propuesta de mejora.....	86
Tabla 37: Impacto en las causas raíz CR8	87
Tabla 38: Reducción del mantenimiento externo y costos de repuestos.....	88
Tabla 39: Inversión de la propuesta de mejora	89
Tabla 40: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año	90
Tabla 41: Estado de resultados anual.....	90
Tabla 42: Flujo de caja anual	91
Tabla 43: Indicadores económicos anuales	91

RESUMEN

La presente tesis se ha elaborado en la empresa avícola El Rocío S.A. la cual tiene como rubro la producción de alimento balanceado. Se elaboró en esta empresa debido a que se identificaron problemas en los equipos de producción debido a fallas que presentaban estos equipos y que incrementaba sus costos operativos, ya que se dejaba de producir una cierta cantidad de toneladas de producto.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual del área de Peletizado de la empresa avícola El Rocío S.A., encontrando que los principales problemas que aumentan los costos operativos son: la falta de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción originó que se obtuviera una disponibilidad actual de los equipos de 93.5% por lo cual se tuvo una pérdida de S/.4, 819, 127. La falta de un proceso de mantenimiento ocasiona que se tenga tiempos de parada del 10% del tiempo total de reparaciones TTR el cual es de 646 horas generando un costo lucro cesante de S/.91, 324. La falta de equipos para realizar el mantenimiento genera un costo de 10% (S/.32, 490). La falta de documentación genera tiempos de demora por el tiempo de respuesta para atender la falla y tiempo de demora para detectar la falla por la falta de documentación el cual fue de 323 horas y generó un costo lucro cesante de S/.45, 662. La falta de capacitación en temas de mantenimiento generó que se tuviera mantenimiento externo el cual ascendió a S/.324, 900 y se tuvo un gasto total en repuestos por un monto total de S/.120, 000.

Se desarrolló herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de Peletizado de la empresa avícola El Rocío S.A. como el Plan de Mantenimiento preventivo, procedimiento de mantenimiento, adquisición de equipos de monitoreo, gestión de la documentación y el programa de capacitación. Cabe mencionar que estas mejoras lograron incrementar la disponibilidad de los equipos de 93.5 % a 94.4%, reduciendo los costos operativos por los ahorros generados en S/1, 497,320.

Para culminar, se realizó una evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de S/. 223,273, TIR de 25.3% y un B/C de 1.3 lo cual indica que el proyecto es RENTABLE.

ABSTRACT

This thesis has been developed in the poultry company El Rocio S.A. which has as its heading the production of balanced feed. It was developed in this company due to the fact that problems were identified in the production equipment due to failures that these equipment presented and that increased its operational costs, since it stopped producing a certain amount of tons of product.

The diagnosis of the current situation of the pelletizing area of the poultry company El Rocio S.A., was made, finding that the main problems that reduce the operational costs are: the lack of a preventive maintenance plan for the production equipment originated that a current equipment availability of 93.5% for which there was a loss of S / .4, 819, 127. The lack of a maintenance process causes that you have downtimes of 10% of the total time of repairs TTR which it is 646 hours generating a Cesero Profit Cost of S / .91, 324. The lack of equipment to perform the maintenance generates a cost of 10% (S / .32, 490). The lack of documentation generates delay times for the response time to address the failure and delay time to detect the failure due to lack of documentation which was 323 hours and generated a loss of profit cost of S / .45, 662. The lack of training in maintenance issues resulted in external maintenance which amounted to S / .324, 900 and there was a total expense in spare parts for a total amount of S / .120, 000.

Tools for Total Productive Maintenance (TPM) were developed in the Pelletizing area of the poultry company El Rocio S.A. such as the preventive maintenance plan, maintenance procedure, acquisition of monitoring equipment, documentation management and training program. It is worth mentioning that these improvements managed to increase equipment availability from 93.5% to 94.4%, reducing operational costs due to the savings generated in S / 1, 497,320.

To complete it, an economic financial evaluation was carried out, obtaining a NPV of S / . 223,273, IRR of 25.3% and a B / C of 1.3 which indicates that the project is PROFITABLE.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se ha elaborado en la empresa avícola El Rocío S.A. la cual tiene como rubro la producción de alimento balanceado. Se elaboró en esta empresa debido a que se identificaron problemas en los equipos de producción debido a fallas que presentaban estos equipos y que incrementaba sus costos operativos, ya que se dejaba de producir una cierta cantidad de toneladas de producto. Para dar solución a este problema se planteó el desarrollo una propuesta de mejora mediante herramientas del mantenimiento productivo total (TPM) para disminuir los costos operativos de la empresa avícola El Rocío S.A.

El desarrollo de la presente investigación se describe en los siguientes capítulos.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales y se determinó el problema y objetivos de la presente investigación.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con temas de mantenimiento productivo total.

En el Capítulo III, se hace una descripción general de la empresa para tener una idea más profunda del rubro en el que se desenvuelve, sus procesos, clientes, etc. En esta parte también se hace un análisis del problema, haciendo uso de herramientas como Ishikawa y diagrama de Pareto para encontrar las causas raíces que lo originan.

En el Capítulo IV, se desarrolló las propuestas de mejora basadas en los pilares del TPM como el Plan de Mantenimiento preventivo, procedimiento de mantenimiento, adquisición de equipos de monitoreo, gestión de la documentación y el programa de capacitación.

En el Capítulo V, se realizó la evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de S/. 223,273.00, TIR de 25.3 % y un B/C de 1.3.

En el Capítulo VI, se enuncian y discuten los resultados.

En el Capítulo VII, se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado de la presente investigación, resaltando que esta propuesta de mejora es RENTABLE.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad problemática

Los 10 principales países productores de alimento balanceado en el 2016, por orden de importancia en cuanto a producción, son China, Estados Unidos, Brasil, México, España, India, Rusia, Alemania, Japón y Francia. Estos países cuentan con 56 por ciento de las plantas a nivel mundial y representan el 60 por ciento de la producción total.

En América Latina, Brasil continua siendo el líder en producción de alimento balanceado, mientras que México registró el mayor crecimiento en toneladas métricas, representando ahora más del 20 por ciento de la producción total de América Latina y cerca de la mitad de la producción total de Brasil. En general, América Latina tiene precios moderados del alimento balanceado, pero Brasil ha aumentado este año. Cuando se compara con los Estados Unidos, Brasil está 20 por ciento más alto para cerdos y 40 por ciento más alto para ponedoras y reproductoras. (AGROVOZ, 2016)

Europa. Por primera vez en varios años, la Unión Europea mostró crecimiento en las toneladas métricas de alimento balanceado, liderado por España con 31,9 millones de toneladas producidas en 2016, con un aumento del ocho por ciento. Las disminuciones provienen de Alemania, Francia, Turquía y Los Países Bajos.

Asia. China permanece ocupando la posición principal como productor con 187.20 millones de toneladas métricas de alimento balanceado. Además, el incremento en la producción de Asia también proviene de Vietnam, Pakistán, India y Japón. Vietnam en lo particular creció 21 por ciento en el último año y se posicionó en la lista de los principales 15 países por primera vez, específicamente, liderado dado el aumento en la producción de cerdos y pollos de engorde. Asia continúa siendo uno de los lugares más caros del mundo para la producción animal. Los precios del alimento balanceado de Japón son unos de los más altos del mundo, y los precios de China son el doble de la mayoría de los 10 principales países productores.

América de Norte. La producción de alimento balanceado de América del Norte permanece relativamente plana. Aunque, la región continúa liderando a otras regiones en la producción para ganado de carne, pavo, mascotas y equinos. (AGROVOZ, 2016)

África. África tiene el crecimiento más rápido en los últimos cinco años, con más de la mitad de los países logrando un crecimiento. Nigeria, Argelia, Túnez, Kenia y Zambia mostraron cada uno un crecimiento superior al 30 por ciento. La región sigue rezagada en términos de alimento balanceado per cápita, pero estos indicadores muestran continuidad en oportunidad de crecimiento. África también posee algunos de los precios de terminación más altos de cualquier región, ya que Nigeria y Camerún ambos forman parte de los cinco primeros lugares. (AGROVOZ, 2016)

En general, los precios del alimento balanceado están bajos, y por lo tanto los costos de producción de alimento están bajos. Desde una perspectiva global, estimamos que el valor de la industria de alimento balanceado es de 460 mil millones de dólares. (AGROVOZ, 2016)

El Rocío S.A es una empresa cuyo objetivo es la producción de alimento balanceado para, su comercialización tanto en el mercado interno como externo y realizar otras actividades económicas que resulten complementarias o necesarias a la actividad principal.

Su actividad primordial es producción de alimento balanceado para las diferentes etapas de vida del ave.

En la empresa Avícola El Rocío S.A., el mantenimiento del área de producción de alimento balanceado es realizado por la misma área, teniendo como jefe al gerente de producción, quien es la persona que designa a los operarios o técnicos que se encargarán de la reparación de la falla.

En la gestión de mantenimiento, son los operarios quienes transmiten de manera verbal las fallas o problemas encontrados en el proceso de Peletizado al jefe de producción. Si el daño del equipo no es grave, la producción no se detiene, puesto que los mismos operarios del área (técnicos) son los encargados de reparar dicha falla siempre y cuando cuenten con los repuestos necesarios para poder ejecutar la reparación, de lo contrario se solicita presupuesto para la compra de material para que pueda ser solucionada dicha falla. En el caso de que el daño es grave se recurre a solicitar un presupuesto para contratar servicio externo para ser ejecutado, si es aprobado se ejecuta la reparación, si no, éste queda pendiente.

Para el diagnóstico del área de mantenimiento se realizó la auditoría mediante un check list en el cual se determinaron ponderaciones para conocer el grado de cumplimiento. Este tipo de cuestionario se basó en 60 preguntas repartidas en 5 áreas del mantenimiento (Véase anexo 1), las respuestas a cada pregunta se limitan a tres posibles opciones, las cuales son: 1, si está por debajo del promedio; 2 si está en el promedio; y 3, por arriba del promedio.

Las áreas de mantenimiento evaluadas fueron: Recursos Gerenciales, Gerencia de la Información, Equipos y Técnicas de Mantenimiento Preventivo, Planificación y Ejecución, Soporte, Calidad y Motivación.

Los resultados obtenidos estuvieron en función de los siguientes rangos:

Tabla 1: Rangos De Nivel de Mantenimiento

Rango	Nivel de Mantenimiento
180-160	Clase Mundial / nivel de mejores prácticas operacionales.
159-140	Muy bueno / nivel de operaciones efectivas
139-120	Por arriba del nivel de promedio
119-100	Promedio / oportunidades para mejorar
99-60	Por debajo del promedio / muchas oportunidades para mejorar.

Fuente: Vásquez (2014)

Según los resultados, se obtuvo una puntuación de 76, por lo que se concluye en que el mantenimiento realizado en la nueva planta de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío S.A. se encuentra debajo del promedio de un adecuado mantenimiento, por lo cual existen muchas oportunidades por mejorar.

En el año 2017, se tuvo un tiempo total de reparación (TTR) de 6462 horas y 725 paradas por fallas. El tiempo promedio de reparaciones (MTTR) fue de 10.8739 horas y el tiempo medio de funcionamiento (MTBF) fue de 156 horas.

Se determinó que la disponibilidad de los equipos fue de 93.5%, lo que ocasionó un costo lucro cesante (CLC) de S/.1, 039,165

La empresa no cuenta con un proceso de mantenimiento definido, es por ello que cuando se genera una falla en los equipos de producción no se sabe cómo proceder para solicitar que se arreglen los equipos. Por tal motivo este indicador es de 0%. La falta de un proceso de mantenimiento ocasiona que se tenga tiempos de parada debido que los operarios no saben lo que tiene que hacer para solicitar un mantenimiento para sus equipos.

Es por ello durante el año 2017 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico es el 10% del tiempo total de reparaciones TTR el cual es de 646 horas Al valorizar el tiempo como costo lucro cesante asciende a un total de S/.91, 324.

La empresa no tiene herramientas y equipos para que los usuarios puedan realizar un tipo de mantenimiento o limpieza de los mismos. Es por ello que solicitan mantenimiento externo ya que ellos vienen con equipos y herramientas adecuados para realizar la corrección de las fallas. Los costos de mantenimiento externo en el 2017 fue de S/. 324,900 que equivalen al 10% del monto total facturado en mantenimiento.

La falta de documentación de equipos ya que en la empresa se encuentran algunos manuales e instructivos de los equipos, pero no están en uso ya que no se tiene un adecuado registro de ellos como fichas técnicas, historial de fallas, costos de mantenimiento, etc. La falta de documentación genera tiempos de demora por el tiempo de respuesta para atender la falla y tiempo de demora para detectar la falla por la falta de documentación que le sirva de base para realizar un diagnóstico adecuado.

Cabe mencionar que la empresa durante el año 2017 no brindo ningún tipo de capacitación relacionado a temas de mantenimiento por ende el indicador de % de horas de capacitación es 0%. En promedio se sabe que durante el año 2017 el monto por mantenimiento externo fue de S/.324, 900 y se tuvo un gasto total en repuestos por un monto total de S/.120,000.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora mediante herramientas del mantenimiento productivo total (TPM) en el área de Peletizado sobre los costos operativos de la empresa Avícola El Rocío S.A.?

1.3. Hipótesis

La propuesta de mejora mediante herramientas del mantenimiento productivo total (TPM) en el área de Peletizado disminuye los costos operativos de la empresa Avícola El Rocío S.A

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Aplicativa o Práctica.

Las herramientas del TPM, ayudan a mejorar la capacidad global de los equipos (OEE). Es por ello que se sabe que aplicando adecuadamente estas herramientas en una empresa va a permitir mejorar la disponibilidad de los equipos permitiendo a su vez generar ahorros en sus costos.

1.4.2. Justificación Teórica

Con la aplicación del Mantenimiento Productivo Total en el área de Peletizado se espera mejorar la situación actual de mantenimiento de los equipos de esta área.

La empresa logrará tener beneficios económicos ya que el TPM permitirá la disminución del tiempo de parada por fallas correctivas de los equipos del área de Peletizado y por ende le permitirá incrementar la disponibilidad de los equipos para producir más alimento balanceado para la venta.

1.4.3. Justificación Valorativa

El presente estudio se justifica, ya que la propuesta de la implementación de herramientas de TPM en el área de Peletizado permitirá mejorar los indicadores de mantenimiento y la disponibilidad de los equipos de esta área.

1.4.4. Justificación Académica

El presente estudio se justifica, ya que al aplicar herramientas de Ingeniería en temas de Mantenimiento Total Productivo (TPM), servirá como guía de consulta para futuras investigaciones que tengan relación con los pilares de esta herramienta y que tengan relación con el sector avícola.

1.5. Limitaciones

Debido a que es una empresa que cuida mucho el acceso a la información, se pudo obtener el apoyo de una persona para el acceso a información que nos permitió analizar la situación actual del mantenimiento del área en estudio.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar el impacto en los costos operativos del área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío a través de la propuesta de mejora mediante herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM).

1.6.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío S.A.
- Aplicar herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío S.A.
- Determinar los beneficios económicos y financieros de la aplicación de herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío S.A.

1.7. Tipo de Investigación

1.7.1 Por la orientación

Aplicada

1.7.2. Por el diseño

Pre experimental.

1.8. Alcance

Se enmarca en el ámbito de las ciencias de Ingeniería Industrial en el área de Mantenimiento, específicamente en el mantenimiento productivo total (TPM).

1.9. Operacionalización de variables

1. Variable Independiente

Propuesta de mejora mediante Herramientas de Mantenimiento productivo Total (TPM)

2. Variable Dependiente

Costos operativos en el área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío.

En la tabla se muestran los indicadores de las variables independientes y dependientes relacionados al estudio.

Tabla 2: Operacionalización de variables

Operacionalización de Variables					
Problema	Hipotesis	Variables	Definición Conceptual	Indicador	Fórmula
¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora mediante herramientas del mantenimiento productivo total (TPM) en el área de Peletizado sobre los costos operativos de la empresa Avícola El Rocío S.A.?	La propuesta de mejora mediante herramientas del mantenimiento productivo total (TPM) en el área de Peletizado disminuye los costos operativos de la empresa Avícola El Rocío S.A	INDEPENDIENTE : - Propuesta de mejora mediante Herramientas de Mantenimiento productivo Total (TPM)	TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.	Mantenibilidad (MTTR)	Tiempo total de reparaciones / N° de fallas
				Confiabilidad (MTBF)	Tiempo total de funcionamiento / N° de fallas
				Disponibilidad	$MTBF/(MTBF+MTTR)$
				Índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo	$(\# \text{ de OT planificadas ejecutadas } / \# \text{ de OT según programa prev. }) \times 100\%$
				% de capacitación en temas de Mantenimiento	$(\text{Horas de capacitación de Mantto.} / \text{Horas de capacitación totales}) \times 100 \%$
		DEPENDIENTE: - Costos operativos en el área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío.	Los costos operativos son aquellos en los que se incurre durante el proceso de producción del bien u operación del servicio correspondiente al objetivo del proyecto, una vez realizada la inversión.	Costos operativos	Costo Mantto. preventivo +Costo Mantto correctivo
				%Reduccion de los costos	$((\text{Costos Finales} - \text{Costos Iniciales})/\text{Costos Finales}) \times 100 \%$

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

a) Antecedentes

1. INTERNACIONAL

Tuarez, C. (2013). *Diseño de un Sistema de Mejora Continua en una Embotelladora y Comercializadora de Bebidas Gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total)* (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Matemáticas

Resumen: El presente trabajo se desarrolla en una empresa ecuatoriana dedicada a la venta de bebidas no alcohólicas, dado al incremento que se ha producido año a año, ha hecho necesario que la compañía adopte un sistema de mejora continua que le ayude a mejorar sus operaciones para ser rápidos y efectivos para lograr cubrir la demanda del mercado.

La implementación del TPM en las actividades de la compañía se basa en que este sistema de mejora continua tiene entre sus objetivos mejorar la confiabilidad de los equipos mediante el involucramiento de todos los colaboradores, en la actualidad la detención de equipos por averías es del 11,2% esto debido a muchos factores tales como la falta de disponibilidad de los equipos para mantenimiento preventivo, la poca cantidad de técnicos disponibles que tiene el departamento de mantenimiento para realizar tareas preventivas.

La implementación piloto de TPM en la línea de embotellamiento Nro. 5 se realizó en un periodo aproximado de 5 meses, se hizo mayor énfasis en mejorar las condiciones de equipos y disminuir tiempos muertos en la llenadora de botellas, ya que la velocidad teórica de esta máquina es la que marca el ritmo de producción y era la que más afectaba a la utilización de línea (eficiencia).

Se optimizó las tareas de mantenimiento preventivo gracias a que los operadores empezaron a realizar las tareas básicas de inspección en las máquinas. El cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo que en el mes de Enero estaba en un 57% llegó a aumentar al mes de Junio al 91%; así mismo, se redujo la cantidad de tareas de mantenimiento correctivo no planificado que empezó con 25 actividades en el mes de enero y al mes de junio se redujo a 13. Además, se disminuyó el tiempo de reparación de los equipos, antes del TPM el tiempo promedio de parada por daño era de 1.897 horas y luego el promedio de parada es de 1.308 horas. En general el OEE de la llenadora de botellas se incrementó a 74.84%, cuando antes era de 66.67%.

Sánchez, D & Lozada, J. (2013). *Estructuración del Mantenimiento Productivo Total (TPM) como herramienta de mejoramiento continuo en la línea de inyección de aluminio fábrica de motores y ventiladores SIEMENS S.A. (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá.*

Resumen: La fábrica de motores y ventiladores de Siemens S.A. atraviesa un periodo de cambio a nivel estructural; dentro de dichos cambios se encuentra la dirección del departamento de mantenimiento, lo que involucra nuevos retos de mejoramiento que satisfagan las necesidades del cliente interno y externo. Analizando los procesos que se venían llevando, se evidenció que el departamento de mantenimiento de la fábrica tiene un retraso significativo en lo que respecta a mantenimiento de sus máquinas y herramientas, como consecuencia de esto la fábrica asume costos por tiempos perdidos en promedio de \$3.309.000 mensuales, los cuales afectan mes a mes el resultado general de la fábrica. Por lo cual se busca aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de una sección crítica y así disminuir los costos por tiempos perdidos y gastos de mantenimiento a través de un sistema de mejoramiento continuo como es el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Después de realizar el lanzamiento del proyecto se observa la gran importancia del apoyo incondicional por parte de la alta dirección y la motivación generada en el personal operativo los cuales son bases fundamentales en proyectos de mejoramiento. El factor humano es la base para que sea exitosa la implementación del Mantenimiento Productivo Total, de este depende el éxito o fracaso del proceso. Por lo tanto, antes de aplicar esta cultura, se debe preparar al personal lo suficiente y empoderarlo del tema para que se motive y se entusiasme con los beneficios que les va a aportar dicho cambio. Se debe entender que TPM es una implementación a largo plazo y que es un proceso de mejoramiento continuo, los resultados representativos no se van a ver a corto plazo y dependen mucho de la perseverancia y compromiso de todo el personal que interviene en el proyecto.

Es así que, el seguimiento mensual que se realiza a la compra de repuestos por sección nos indica que comparativamente entre mayo del 2012 y mayo de 2013 se obtuvo una reducción en los gastos por compra de repuestos del 68% en la sección de inyección de aluminio.

2. NACIONAL

Paomino, M. (2012). *Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes (tesis de pregrado)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Título: Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes.

Autor: PALOMINO, Miguel.

Pontificia Universidad Católica del Perú. Noviembre del 2012

Resumen: El presente estudio tiene como finalidad mejorar la eficiencia de las líneas de envasado de una planta de fabricación de lubricantes. Se desarrolla el análisis, el diagnóstico y las propuestas de mejora para lograr mejores indicadores de eficiencia. La optimización de la eficiencia de las líneas es medida a través de la OEE (por las siglas en inglés de Overall Equipment Effectiveness) que involucra la evaluación de aspectos de calidad, rendimiento y disponibilidad de las líneas de envasado. En el análisis de las líneas de envasado se detectó como principal problema el rendimiento de estas. Ante un buen indicador de calidad y de disponibilidad, el indicador de rendimiento afectaba de forma negativa el resultado de la OEE. Un análisis más detallado del rendimiento determino como principal factor al tiempo excesivo de paradas, dentro de las cuales las más resaltantes son las paradas por Set-Up, y por movimiento de materiales de empaque hacia las líneas de envasado. Para disminuir el impacto de estas paradas se utilizan las herramientas SMED, 5S y JIT. Cada una de estas herramientas logra una reducción del 73%, 27% y 80% en cada uno de los tiempos a los cuales se es direccionada. Esto se refleja en una mejora del 20% en el indicador OEE y un ahorro de horas hombres, una mayor capacidad productiva, mejor tiempo de respuesta y cumplimiento de entregas, mayores ventas, y mejor rentabilidad; teniéndose, así mismo, un TIR DEL 22% Y un VPN de 263.09 con una tasa interna de retorno del 20%.

Salas, M. (2012). *Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil. (Tesis de pregrado)* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Resumen: El presente trabajo de investigación realizado en la empresa Consorcio La Parcela nos habla sobre el desgaste de la maquinaria por el uso constante, lo que causa disminución de la eficiencia, además el nivel de producción disminuye e incrementa los costos operativos. Por tal motivo, se puede decir que la falta de mantenimiento disminuye la eficiencia de las máquinas y el nivel de producción.

Las horas programadas para las 8 tipos de máquinas durante el mantenimiento preventivo mensual y quincenal son 252 Hr/ anuales, teniendo como exceso 182.5

Hr/ anuales, el cual equivale el 58% de desperdicio de tiempo. Por tal motivo, se redujo las horas en exceso mediante la implementación de las 5'S y el mantenimiento autónomo.

Al reducir las horas de exceso de ejecución del mantenimiento preventivo se cumplirá con la programación, además la limpieza diaria ayudará a disminuir las paradas de ruptura al no encontrarse sucia las piezas. Para que el mantenimiento preventivo sea consistente, los operarios deben llenar los formatos y actualizarlos para encontrar otros factores que afectan el rendimiento y eficiencia de las máquinas.

El proyecto aplicativo se basó en el mantenimiento preventivo mensual y quincenal debido a la carga laboral que excede en 85% frente a los demás tipos de mantenimiento. En conclusión, el mantenimiento preventivo busca reducir los problemas y aumentar la vida útil de las máquinas. El análisis económico permite concluir que el proyecto es viable debido a los resultados del valor económico nominal: S/. 2,156.90 y el valor financiero nominal: S/. 3,825.90. Asimismo, el periodo de recuperación es en un año, teniendo ganancias de S/.2157 en el doceavo mes. Además, el indicador de beneficio y costo se obtiene 1.03; lo que implica que por cada Nuevo Sol invertido se lo recupera con ganancias de 0.03.

3. LOCAL

Garagatti, R. (2007). *TPM Reducción de Costos y Maximización de la Productividad en Procesos (Pampa Larga) de Minera Yanacocha. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.*

Resumen: Algo que no consideran muchas empresas como importante es la aplicación de las 5's, esta filosofía de trabajo tan sencilla logra formar la base de cualquier otra forma de trabajo, pues se consigue el compromiso y la disciplina de todas las personas que es lo más difícil de conseguir.

La implantación del TPM planteada se basa en los principales pilares, que son La Mejora Enfocada, El Mantenimiento Autónomo, El Mantenimiento Planificado y La Capacitación y Entrenamiento. Para cada uno de estos pilares se ha diseñado un plan maestro con las actividades y tareas específicas para su desarrollo, así como los responsables de ejecutarlas con el plazo necesario para su culminación, que puede variar en algunos casos.

Estos planes maestros permitirán desarrollar las mejores prácticas del TPM que luego de revisadas y mejoradas se pueden ampliar a las demás áreas operativas, así también se podrá medir cada uno de los indicadores que en el aspecto técnico donde podemos notar que son muchas las oportunidades de mejora.

Se ha identificado algunas y más resaltantes oportunidades de mejora que se pueden lograr con el TPM, tan solo con 7 años de proyección de vida (con proyectos nuevos se estima 20 años) útil de Pampa Larga se consiguen un VAN de 1 329,267 dólares, con un TIR de 62.89% y la tasa de retorno sobre la inversión de 2.17 veces, este beneficio incluye los gastos que se tuvieron en la implantación inicial (que ahora son costos hundidos). Esto es solo una parte de lo que se puede lograr con la implementación del TPM.

Bazán, E. (2018). *Proyecto de mejora del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos de mantenimiento en la empresa Setrami SAC. – Trujillo. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.*

Resumen: En la empresa SETRAMI S.A.C. se identificó como oportunidad de mejora la implementación de herramientas de control para la gestión del mantenimiento, basado en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) por las siguientes razones: actualmente carecen de un procedimiento de trabajo para la ejecución de los mantenimientos preventivo y correctivos, falta de materiales y herramientas de trabajo, falta de capacitación al personal, falta de indicadores de control e inadecuada forma de almacenamiento de equipos, herramientas y materiales, generando un costo aproximado de S/. 1,137,366.90 soles. Motivo por el cual en un tiempo de mediano o largo plazo los equipos podrían presentar fallas, trayendo como consecuencia paradas - tiempos muertos, y el incremento de trabajos correctivos, ocasionando elevados costos de reparación, y por tanto su repercusión en la producción. En el presente proyecto se implementó los pilares de Mantenimiento Programado, Mantenimiento Autónomo, Entrenamiento y 5 "S", lo que nos permitió lograr un impacto en el área de mantenimiento cuyos resultados se reflejaron en la optimización de uso de recursos, en el aspecto económico, tecnológico, laboral y de seguridad obteniendo un beneficio de reducción de costos en un 44% siendo un aproximado de S/. 345,336.07 soles. La puesta en marcha del proyecto descrito dentro de las ventajas mencionadas podemos resaltar la óptima operación de equipos y máquinas evitando paradas inesperadas, tiempos muertos, consiguiendo un aumento de su disponibilidad en un 95%. En la parte económica se reducirá los costos de trabajos correctivos y de tiempos muertos todo ello traducido en pérdidas de producción; así mismo, con un plan de mantenimiento preventivo que contenga las actividades necesarias de trabajo se prolongará la vida útil de los equipos y máquinas, logrando reducir los costos de mantenimiento preventivo en un 15% y costos de sobretiempo de trabajo en un 40%, obteniendo un beneficio de S/. 95,865.05 soles. En el aspecto laboral, se verá fortalecido por la mejora de los procesos de seguridad a las personas que operan directamente con el equipo; el trabajador realizará sus labores confiado en que no será víctima de alguna falla.

b) Bases teóricas

1. Lean Manufacturing

A. Definición

Lean manufacturing, para Rajadell y Sánchez (Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad. 2010. España) es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada, puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de Deming. (Rajadell y Sánchez, 2010).

En español, se puede traducir como fabricación esbelta, fabricación ajustada, fabricación ágil, pero lo más común es el término anglosajón lean manufacturing. La filosofía lean manufacturing busca la forma de mejorar y optimizar el sistema de producción, tratando de eliminar o reducir todas las actividades que no añadan valor dentro en el proceso de producción. (Ingeniería Industrial Online, 2018).

B. Pensamiento lean

Dorota (2014) nos dice que, la idea de Lean se puede resumir en una definición simple y corta, "hacer más con menos"; y es que, a pesar de que la definición es una simplificación excesiva, transmite el objetivo fundamental de la idea general de Lean, la utilización más eficaz de los recursos disponibles.

El pensamiento Lean, también ha sido una de las técnicas de gestión orientados a objetivos utilizados y establecidos por los directores de las compañías con el fin de llegar a nuevos resultados y objetivos. (Bessette, 2012).

Así mismo, Guerrero (2016) complementa las ideas antes mencionadas, diciendo que, los clientes sólo quieren pagar por el valor del producto y el valor añadido que tenga; negándose a pagar por aquellas cosas no pueda caminar o moverse correctamente en el proceso.

Como podemos darnos cuenta, la aplicación de las herramientas lean no se limitan a las empresas que se encuentran en el rubro productor de bienes sino que también se puede usar en una empresa de servicios, generando tal vez, no los mismos beneficios ya que cambian escenarios y variables de análisis, pero que de igual forma hay cambios en la organización que generan beneficios y reducción de todos aquellos elementos que no aportan ninguna ganancia.

C. El despilfarro

Las empresas usan los indicadores de productividad como medida clave del rendimiento de sus procesos pero si las mediciones se realizan sobre lo que hacemos, sin plantearnos si está o no bien hecho, si tiene o no “valor”, es muy probable que las cifras camuflen todo el potencial de mejora de competitividad y costes de nuestro sistema. El valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar las materias primas del estado en que se han recibido a otro de superior acabado que algún cliente esté dispuesto a comprar. Entender esta definición es muy importante a la hora de juzgar y catalogar nuestros procesos. El valor añadido es lo que realmente mantiene vivo el negocio y su cuidado y mejora debe ser la principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva. En este punto, definimos “despilfarro” como todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. (De los Ríos, 2014)

En un planteamiento de mejora continua se parte del precio que el mercado está dispuesto a pagar y del beneficio que se desea obtener para afrontar la minimización de costes combinando, reduciendo o eliminando tantas actividades sin valor añadido como sea posible. La eliminación sistemática del desperdicio se realiza a través de tres pasos que tienen como objetivo la eliminación sistemática del despilfarro y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido:

- Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de nuestros procesos.
- Actuar para eliminar el desperdicio aplicando la técnica Lean más adecuada.
- Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente volver a iniciar el ciclo de mejora. La idea fundamental, es buscar, por parte de todo el personal involucrado, soluciones de aplicación inmediata tanto en la mejora de la organización del puesto de trabajo como en las instalaciones o flujos de producción. (De los Ríos, 2014)

Tipos de despilfarro

❖ Despilfarro por exceso de almacenamiento

Desde la perspectiva de mejora continua, los inventarios se contemplan como los síntomas de una fábrica ineficiente porque:

- Encubren productos muertos que generalmente se detectan una vez al año cuando se realizan los inventarios físicos. Se trata de productos y materiales obsoletos, defectuosos, caducados, rotos, etc., pero que no se han dado de baja.
- Necesitan de cuidados, mantenimiento, vigilancia, contabilidad, gestión, etc.

- Desvirtúan las partidas de los activos de los balances. La expresión “inversión en stock” es un error, porque no ofrecen retribución sobre las inversiones y, por tanto, no pueden ser considerados como tales en ningún momento.
- Generan costes difíciles de contabilizar.
- El despilfarro por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo. El mantenimiento de almacenes permite mantener los problemas ocultos pero nunca los resuelve. (De los Ríos, 2014)

❖ **Despilfarro por sobreproducción**

El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. Producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para nada.

En muchas ocasiones la causa de este tipo de despilfarro radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Los operarios, preocupados por no disminuir las tasas de producción, emplean el exceso de capacidad fabricando materiales en exceso.

La muda de sobreproducción se manifiesta cada vez que la producción no responde a la demanda (productos no demandados por el mercado, o en cantidades superiores, o en períodos en los cuales no hay demanda). También a causa de los stocks para no perder clientes, minimizando su espera. Como consecuencia, es necesario disponer de almacenes o áreas en el interior de las naves que contengan los productos acabados en espera de su comercialización.

- Lo mismo ocurre en el almacén de componentes, queriendo evitar la falta de éstos para ensamblar, debido a las averías de las máquinas y los rechazos por mala calidad. (De los Ríos, 2014)

❖ **Despilfarros por tiempo de espera**

El desperdicio por tiempo de espera, es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Los procesos mal diseñados pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Por ello, es preciso estudiar concienzudamente cómo reducir o eliminar el tiempo perdido durante el proceso de fabricación. (De los Ríos, 2014)

❖ **Despilfarro por “Transporte y movimientos innecesarios”**

Es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían

fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. En este sentido, es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores. Además, cuantas más veces se mueven los artículos de un lado para otro mayores son las probabilidades de que resulten dañados.

❖ **Despilfarro por defectos, rechazos y retrabajos**

El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez.

Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores, para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de re-trabajo o de inspecciones adicionales. También debería haber un control de calidad en tiempo real, de modo que los defectos en el proceso productivo se detecten justo cuando suceden, minimizando así el número de piezas que requieren inspección adicional y/o repetición de trabajos. (De los Ríos, 2014)

❖ **Muda de las operaciones**

Es el tiempo productivo que excede al que sería estrictamente necesario (contenido básico del trabajo).

En el proceso de producción a menudo se realizan operaciones que podrían ser eliminadas. Esto es debido a que no se cuestionan los procesos de fabricación actuales, donde cambios que a lo largo del tiempo han podido producirse en los utillajes de fabricación (moldes, utillaje de bloqueo de la pieza) podrían hacer innecesaria la realización de alguna operación (o elemento de operación) que en su momento no lo era. (De los Ríos, 2014)

❖ **Muda de movimientos**

Es el tiempo productivo que excede al que sería estrictamente necesario imputable a ingeniería de proceso por malos métodos de trabajo de los operarios.

Los desplazamientos en el puesto de trabajo pueden hacerse necesarios debido a seguir un mal método en la operación.

En muchas ocasiones, la muda se pone en evidencia por el indicador que podríamos llamar «contenido de trabajo».

Éste puede calcularse como la relación entre el tiempo efectivamente empleado en el aumento de valor y el tiempo total de la operación. (Velasco y Campins, 2013)

2. Total Productive Maintenance - TPM

A. Definición

Las prácticas de manufactura desarrolladas en Japón entre 1970 y 1980, se identificaban por favorecer un proceso de decisiones de abajo hacia arriba, caracterizado por el trabajo en equipo, trabajadores polivalentes, programas de producción basados en la demanda y mecanismos de decisión horizontal.

El TPM surge para dar respuesta a esta necesidad proporcionando conexiones directas entre los objetivos corporativos de reducción de costos totales y aumento de la eficiencia operacional en planta enfocándose en la eliminación de pérdidas.

En cuanto al proceso de implantación, la gran mayoría de los autores coinciden en que se requiere una transformación de la cultura corporativa para crear el escenario propicio para el TPM. Sólo unos pocos consideran que éste es adaptable y puede introducirse en las empresas sin la necesidad de establecer un cambio cultural profundo. En cualquier caso, el éxito o fracaso del TPM, depende de la creación de una organización bien estructurada que se fundamenta en el compromiso de la Alta Dirección, la cultura de la compañía y las características personales de sus integrantes. (Vélez y Villegas, 2014)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas.

Cuando se hace referencia a la participación total, esto quiere decir que las actividades de mantenimiento preventivo tradicional, pueden efectuarse no solo por parte del personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción, un personal capacitado y polivalente. (Ingeniería Industrial Online, 2018)

TPM es un programa para la mejora fundamental de las funciones de mantenimiento en una organización, que implica a sus recursos humanos enteros. Cuando se implementa con éxito, TPM mejora drásticamente la productividad y la calidad y reduce los costos. (Prabhuswamy, 2013).

Como las actividades TPM fueron contempladas en primer lugar en el entorno de los departamentos de producción, el TPM se definió originalmente por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) incluyendo las siguientes cinco estrategias:

- Maximizar la eficiencia global que cubra la vida entera del equipo.
- Establecer un sistema PM global que cubra la vida entera del equipo.
- Involucrar a todos los departamentos que planifiquen, usen y mantengan equipos.

- Involucrar a todos los empleados desde la alta dirección a los operarios directos
- Promover el PM motivando a todo el personal. (Suzuki, 1996).

B. Objetivos del TPM

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del “conocimiento” industrial. Busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral del trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí; todo esto con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato. (Rey, 2009).

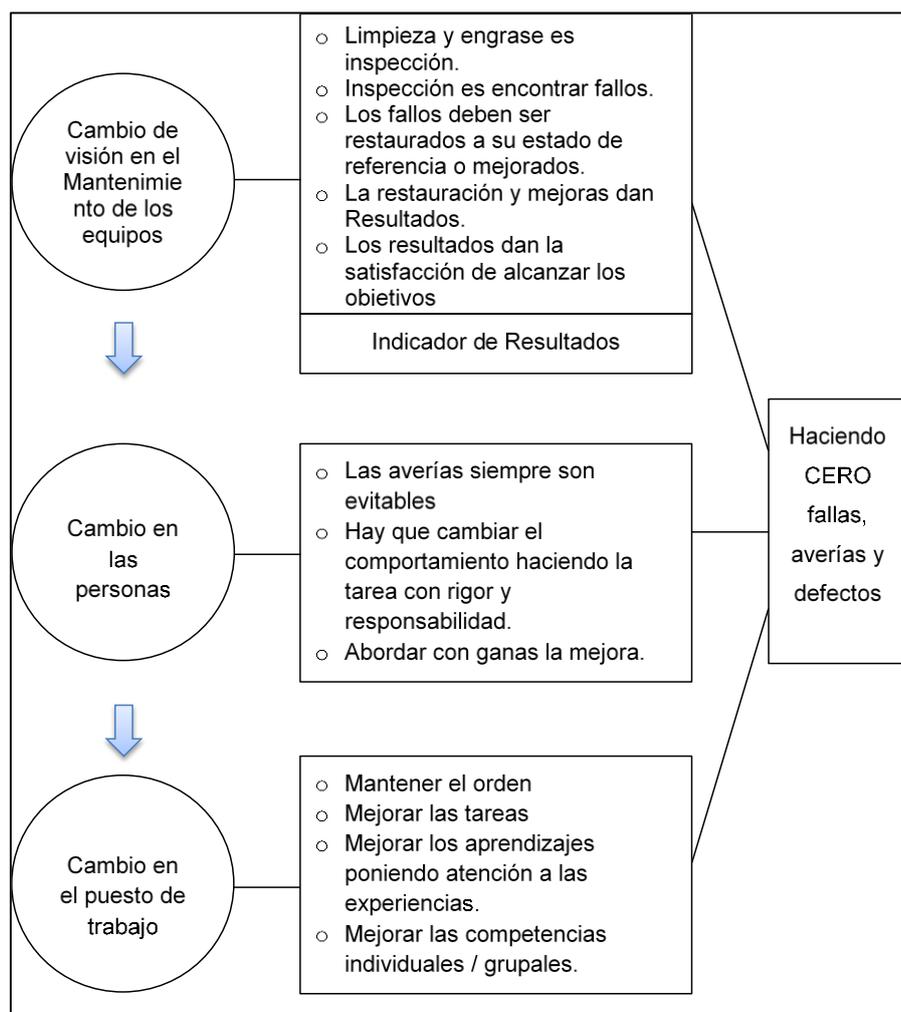


Figura 1: Objetivos del TPM

Fuente: Rey (2009)

El principal objetivo del TPM es asegurar que un equipo o herramienta de producción se encuentre en condiciones óptimas para su uso y que sea capaz de producir los componentes con los estándares de calidad adecuados y en el tiempo establecido.

Desde el punto de vista del lean, se exige que cada máquina o herramienta se encuentre preparada para ser usada en el momento que se necesite (para abastecer los requerimientos del cliente).

El objetivo final es tener una máquina absolutamente fiable y que produzca sin averías de acuerdo con las exigencias de calidad existentes.

Los objetivos del TPM desde un punto de vista estratégico son:

- Cambio en la mentalidad de los empleados: “cero averías, cero defectos y cero accidentes”.
- Lean TPM abarca mucho más que al departamento de Mantenimiento de la empresa. Hay que involucrar en la implantación del TPM a los departamentos de Ingeniería, I+D, Producción, Logística y Mantenimiento.
- Hay que crear miniproyectos de TPM dentro de la empresa, con la involucración de pequeños grupos de trabajo con áreas muy localizadas. La implicación del personal debe ser máxima en la mejora de los procesos de mantenimiento. (Rey, 2009)

C. Los 8 Pilares del TPM

Los 8 pilares de TPM son la base fundamental de esta metodología, cada uno de ellos nos dice una ruta a seguir para lograr los objetivos de eliminar o reducir las pérdidas: como son Paradas programadas, Ajustes de la producción, Fallos de los equipos, Fallos de los procesos, Pérdidas de producción normales, Pérdidas de producción anormales, Defectos de calidad y Reprocesamiento. Por ello para decidir con que pilares empezar, lo primero que el departamento de contabilidad de la planta debe analizar son las pérdidas, y con ello nos darán la guía para definir con cuales y cuantos pilares debemos empezar. (BS Grupo, 2017)

Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como "pilares". Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM son los siguientes. (Rey, 2009)

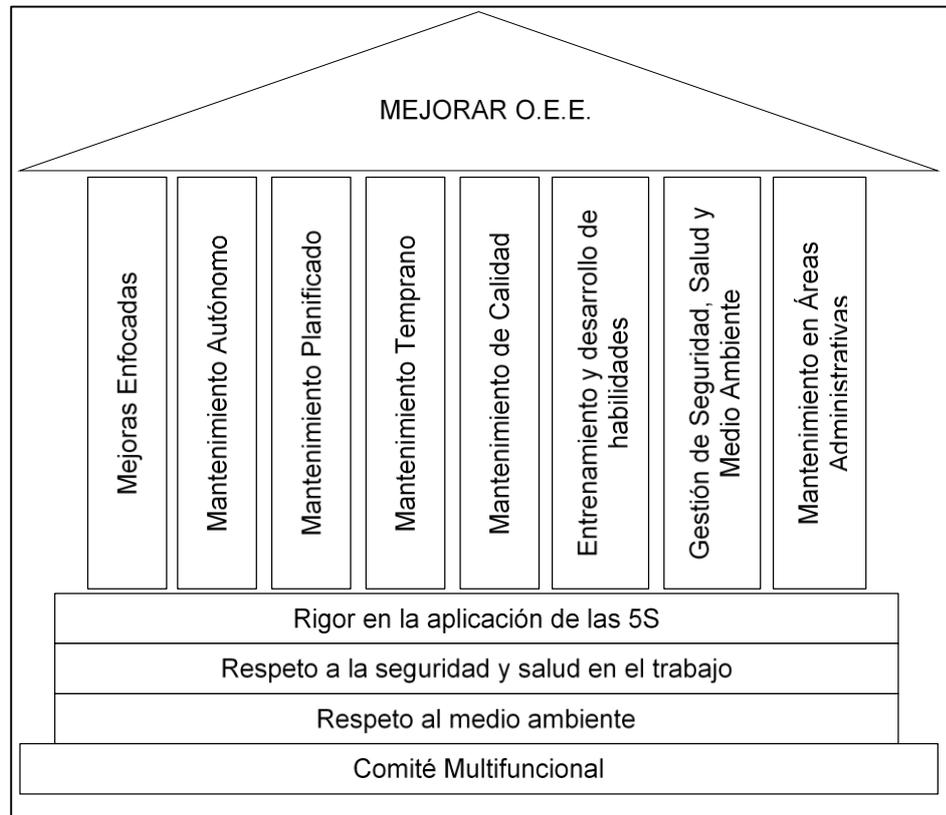


Figura 2: Los Pilares de un Programa TPM

Fuente: Mantenimiento Productivo Total.

❖ **Pilar 1: Mejoras Enfocadas o Específicas (Kobetsu Kaizen)**

Es encontrar una oportunidad de mejora dentro de la planta, esta oportunidad debe reducir o eliminar un desperdicio, puede encontrarse con las herramientas estratégicas como son el mapa de cadena de valor, análisis de brechas y teoría de restricciones.

❖ **Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)**

Es volver a integrar el trabajo del operador con el de operario de mantenimiento, para lograr disminuir desperdicios. El operador está listo para hacer cambios de formato o algunos mantenimientos básicos, pero básicamente es el que reporta las fallas adecuadamente, junto a realizar ajustes, lubricación y mantenimientos básicos.

Es una actividad característica del TPM, donde los operadores se responsabilizan por el mantenimiento de rutina diaria en actividades que eviten el desgaste acentuado, controlando la contaminación, efectuando la limpieza del equipo, pequeños arreglos y la lubricación, que ayuden a la mejora de la Eficiencia Global y el aumento del ciclo de vida del equipo. (Rey, 2009)

En esta actividad el operador comienza asumir la paternidad en el equipo en cual trabaja (“de mi maquina cuido yo”).

❖ **Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen)**

Es tener un buen mantenimiento preventivo, esto quiere decir que se tenga una buena recolección de datos y excelente análisis; para luego poder planear los mantenimientos que lograran disminuir los costos e incrementar la disponibilidad. Para luego implementar el mantenimiento predictivo.

El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. El propósito de este pilar consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta “cero averías” para una planta industrial. (Rey, 2009)

❖ **Pilar 4: Mantenimiento Temprano**

Este pilar busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Es fundamental para empresas que compiten en sectores de innovación acelerada, ya que en estos sistemas de producción la actualización continua de los equipos, la capacidad de flexibilidad y funcionamiento libre de fallos, son factores extremadamente críticos.

Es planificar e investigar sobre las nuevas máquinas que pueden ser utilizadas en nuestra organización, para ello debemos diseñar o rediseñar procesos, verificar los nuevos proyectos, realizar y evaluar los test de operaciones y finalmente ver la instalación y el arranque.

❖ **Pilar 5: Mantenimiento De Calidad o Hinshitsu Hozen**

No solo es cuanto hacemos, sino que productos podemos hacer, con que tolerancia se puede trabajar y cuantos defectos están saliendo en cada proceso. Los defectos salen por un problema de la máquina, por un problema del material, por un problema del método o por un problema del personal de operaciones. Por ello es importante la integración de todos para identificar la causa del defecto.

Principios de Mantenimiento de Calidad

Los principios en los que se fundamente el Mantenimiento de Calidad son:

- Calificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y defectos.
- Realizar un análisis físico para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad. (Rey, 2009)

- Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
- Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas.
- Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares. (Rey, 2009).

❖ **Pilar 6: Entrenamiento y desarrollo de habilidades.**

Aumenta las habilidades de los colaboradores, a través de la educación y entrenamiento, para alcanzar un alto grado de motivación, de participación, de orgullo profesional y por lo tanto de la mejora de la eficacia de la compañía.

El Pilar de Educación y Entrenamiento es la base de sustentación de cualquier programa de TPM, proporcionando la continuidad del proceso de mejora.

La formación debe ser polivalente, de acuerdo a lo que necesita la planta y la organización, muchos de los desperdicios se deben a que las personas no están bien adiestradas, por ello la planificación de la formación de las personas deben salir de las oportunidades encontradas en el desempeño de los empleados y operarios. Rey (2009)

❖ **Pilar 7: Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.**

Debiéramos tener estudios de operatividad combinados con estudios de prevención de accidente. Todos los estudios de tiempos y movimientos deben tener su análisis de riesgos de seguridad.

Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad.

Emplea metodologías desarrolladas para los pilares, mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo. Contribuye significativamente a prevenir riesgos que podrían la integridad de las personas y efectos negativos al medio ambiente.

❖ **Pilar 8: Mantenimiento en áreas Administrativas**

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. Cerca del 80% del costo de un producto es determinado en las etapas de diseño del producto y desarrollo del sistema de producción. El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc., emplea técnicas de mejora enfocada, estrategia de 5's, acciones de mantenimiento autónomo, educación y formación y estandarización de trabajos. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo. (Rey, 2009).

D. Desarrollo del TPM

El TPM se implementa en cuatro fases: preparación, inducción, implantación y consolidación; que pueden descomponerse en doce pasos.

Tabla 3: Los 12 pasos para el desarrollo del TPM

Paso	Punto clave
Preparación	
1. Anuncio formal de la decisión de introducir el TPM	La alta dirección anuncia su decisión y el programa de introducción del TPM en una reunión interna; publicidad en revista de la empresa, etc.
2. Educación sobre TPM introductoria y campaña de publicidad	<ul style="list-style-type: none"> - Dirección superior: grupos de formación para niveles específicos de dirección - Empleados: cursos, dispositivos, ejemplos, etc.
3. Crear una organización para promoción interna del TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Comité de dirección y subcomités especializados. - Oficina de promoción del TPM
4. Establecer los objetivos y políticas básicas TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer líneas de actuación estratégica y objetivos. - Prever defectos.
5. Diseñar un plan maestro para implantar el TPM	Desde la fase de preparación hasta la postulación para el premio PM.

Introducción	
6. Introducción del lanzamiento del proyecto empresarial del TPM	Invitar a clientes, filiales y subcontratistas

Implantación	
7. Crear una organización corporativa para maximizarla eficacia de la producción.	Perseguir hasta el final la eficacia global de la producción.

7-1 Realizar actividades centradas en la mejora	Actividades de equipos de proyectos y pequeños grupos en puntos de trabajo.
7-2 Establecer y desplegar programa de mantenimiento autónomo.	Procedes paso a paso, con auditorias y certificando la superación de cada paso.
7-3 Implementar un programa de mantenimiento planificado.	-Mantenimiento correctivo -Mantenimiento con parada -Mantenimiento predictivo.
7-4 Formación sobre capacidades para mantenimiento y operación correctos.	Educación de líderes de grupo que después forman a miembros de grupo.
8. Crear un sistema para la gestión temprana de nuevo equipos y productos.	Desarrollar equipos y productos fáciles de usar y mantener.
9. Crear un sistema de mantenimiento de calidad	Establecer, mantener y controlar las condiciones para cero defectos.
10. Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz: TPM en departamentos indirectos.	- Incrementar la eficacia de los departamentos de apoyo a producción. - Mejorar y agilizar las funciones administrativas y el entorno de oficinas.
11. desarrollar un sistema para gestionar la salud, la seguridad y el entorno.	Asegurar un entorno de trabajo libre de accidentes y polución.

Consolidación	
12. Consolidar la implantación del TPM y mejorar las metas y objetivos legales.	- Postular para el premio PM - Contemplar objetivos más elevados.

Fuente: Suzuki (1996)

E. Ventajas de implementar TPM

El TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio, y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza. Actividades en las que se involucra al personal de producción, con el propósito de aumentar las probabilidades de mantenimiento del entorno limpio y ordenado, como requisitos previos de la eficiencia del sistema. Además, el TPM presenta las siguientes ventajas:

- Mejoramiento de la calidad: Los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- Mejoramiento de la productividad: Mediante el aumento del tiempo disponible.
- Flujos de producción continuos: El balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también reduce la incertidumbre de la planeación.
- Aprovechamiento del capital humano.
- Reducción de gastos de mantenimiento correctivo: Las averías son menores, así mismo se reduce el rubro de compras urgentes.
- Reducción de costos operativos. (Suzuki, 1996)

F. OEE Efectividad Global Del Equipo (Overall Equipment Effectiveness)

Es un indicador que muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo. Este indicador posiblemente es el más importante para conocer el grado de competitividad de una planta industrial. Está compuesto por los siguientes tres factores:

- **Disponibilidad:** mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paradas no programadas.
- **Eficiencia de 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.
- **Índice 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 re-procesar. Si todos los productos son perfectos no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo. (Suzuki, 1996)

La OEE es un índice importante en el proceso de introducción y durante el desarrollo del

TPM. Este indicador responde elásticamente a las acciones realizadas tanto de mantenimiento autónomo, como de otros pilares TPM. Una buena medida inicial de OEE ayuda a identificar las áreas críticas donde se podría iniciar una experiencia piloto TPM.

Sirve para justificar a la alta dirección sobre la necesidad de ofrecer el apoyo de recursos necesarios para el proyecto y para controlar el grado de contribución de las mejoras logradas en la planta. (Suzuki, 1996)

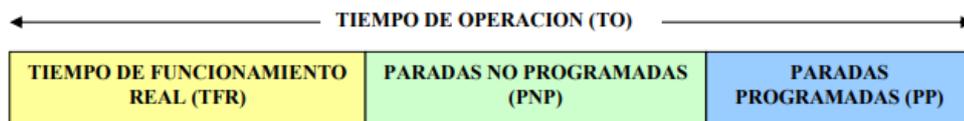
Las cifras que componen el OEE nos ayudan a orientar el tipo de acciones TPM y la clase de instrumentos que debemos utilizar para el estudio de los problemas y fenómenos.

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

OEE = Disponibilidad X Índice de Rendimiento X Tasa de Calidad

❖ Disponibilidad

La disponibilidad mide las pérdidas originadas por las paradas no programadas. Es el porcentaje del tiempo en que el equipo está operando realmente.



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

❖ Índice de Rendimiento

Este índice mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, y el funcionamiento a velocidades menores a las de diseño indicadas por el fabricante del equipo.

$$Índice de Rendimiento = \frac{Tiempo\ ideal\ de\ ciclo\ x\ Cantidad\ procesada}{Tiempo\ de\ funcionamiento\ real\ TFR}$$

❖ Tasa de Calidad

Las pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir 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. (Suzuki, 1996)

$$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{Rechazos}}{\text{Piezas producidas}}$$

G. Herramientas del TPM

❖ Capacitación

La necesidad de capacitación surge de los rápidos cambios ambientales, el mejorar la calidad de los productos y servicios e incrementar la productividad para que la organización siga siendo competitiva es uno de los objetivos a alcanzar por las empresas.

La capacitación mejora frecuentemente las cualidades de los trabajadores e incrementa su motivación, esto, a su vez, conduce a una mayor productividad y a un incremento en la rentabilidad. (Chiavenato, 2009)

Tabla 4: El Proceso de Capacitación

Necesidades por satisfacer	Diseño de la capacitación	Conducción de la capacitación	Evaluación de los resultados
Diagnóstico de la situación	Decisión en cuanto a la estrategia	Implantación o acción	Evaluación y control
Objetivos de la organización. Competencias necesarias. Problemas de producción. Problemas de personal. Resultados de la evaluación de desempeño.	Programación de las capacitaciones: A quién capacitar. Cómo capacitar. En qué capacitar. Dónde capacitar.	Conducción y aplicación del programa de capacitación por medio de: Gerente de línea Asesoría de recursos humanos Por ambos Por terceros	Monitoreo del proceso Evaluación y medición de los resultados Comparación de la situación actual con la anterior. Análisis de costos/beneficios.

Fuente: Chiavenato (2009)

Objetivos:

- Incrementar el conocimiento de los trabajadores para realizar trabajos específicos.

- Impartir sistemáticamente nuevas habilidades a los recursos humanos y que las puedan adquirir rápidamente.
- Provocar el cambio en las actitudes de los trabajadores hacia otros trabajadores, supervisores y hacia la organización.
- Mejorar el desempeño general de la organización.
- Que los trabajadores puedan manipular materiales, máquinas y equipamiento en forma eficiente.
- Reducir el número de accidentes proveyendo entrenamiento seguro.
- Preparar a la gente para empleos más demandantes o más complejos desarrollando habilidades avanzadas en ellos. (LRH, 2016)

❖ 5S

La metodología de las 5S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

La metodología de las 5S es de origen japonés, y se denomina de tal manera ya que la primera letra del nombre de cada una de sus etapas es la letra ese (s). (Ingeniería Industrial Online, 2018)

- **Seiri – desechar lo que no se necesita**

Seiri o clasificar consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas.

- **Seiton – un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar**

Seiton u orden significa más que apariencia. El orden empresarial dentro del concepto de las 5S se podría definir como: la organización de los elementos necesarios de modo que resulten de fácil uso y acceso, los cuales deberán estar, cada uno, etiquetados para que se encuentren, retiren y devuelvan a su posición, fácilmente por los empleados.

El orden se aplica posterior a la clasificación y organización, si se clasifica y no se ordena difícilmente se verán resultados. Se deben usar reglas sencillas como: lo que más se usa debe estar más cerca, lo más pesado abajo lo liviano arriba, etc.

- **Seiso – limpiar el sitio de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden**

Seiso o limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo. Sólo a través de la limpieza se pueden identificar algunas fallas, por ejemplo, si todo está limpio y sin olores extraños es más probable que se detecte tempranamente un principio de incendio por el olor a humo o un malfuncionamiento de un equipo por una fuga de fluidos, etc. Así mismo, la demarcación de áreas restringidas, de peligro, de evacuación y de acceso genera mayor seguridad y sensación de seguridad entre los empleados.

- **Seiketsu – preservar altos niveles de organización, orden y limpieza**

El Seiketsu o limpieza estandarizada pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras tres S, el seiketsu solo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos.

- **Shitsuke – crear hábitos basados en las 4's anteriores**

Shitsuke o disciplina significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. El shitsuke es el canal entre las 5S y el mejoramiento continuo. Shitsuke implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás y mejor calidad de vida laboral. (Gestiopolis, 2017)

CAPÍTULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1 Identificación

3.1.1. Razón social

AVÍCOLA EL ROCÍO S.A.

3.1.2. Ubicación geográfica

CAR.INDUSTRIAL A LAREDO NRO. 1.5 Z.I. EL PALMO

3.1.3. Actividad económica

La actividad económica a la que se dedica la empresa es la crianza de aves y la producción de alimento balanceado.

3.2 Breve reseña histórica

El Rocío S.A. fue fundada en enero de 1994. La compañía se dedica a la producción y comercialización avícola y productos a base de pollo. Cuenta actualmente con más de 15 sucursales productivas, una sede administrativa y más de 4 locales comerciales.

3.3. Visión

El Rocío S.A. es una planta que se encarga de producir y proveer alimentos para aves con la mejor calidad, logrando así la satisfacción de nuestros clientes internos, permitiendo la rentabilidad y reconocimiento en su entorno.

3.4 Misión

Ser una planta reconocida por la alta calidad de sus productos y servicios, contando con una tecnología avanzada a fin de garantizar el éxito de las operaciones de producción animal de nuestros clientes internos, proporcionando la mayor rentabilidad para sus accionistas, el mayor bienestar para nuestros empleados y la mejor contribución al entorno que le rodea.

3.5 Cobertura del mercado

A. Clientes

- Avícola del Norte S.A.
- Avícola Santa Fe S.A.
- Avícola el Rocío S.A.

B. Competidores

- Prometeo S.A.C.
- Cartontec S.A.C.
- San Fernando S.A.
- Redondos S.A.

- Chimú Agropecuaria S.A.
- Avinka S.A.
- La Calera S.A.C.
- Rico Pollo S.A.C.
- Ganadera Santa Elena S.A.
- Avícola Yugoslavia S.A.C.
- Molino la Perla S.A.C.

3.6 Organigrama

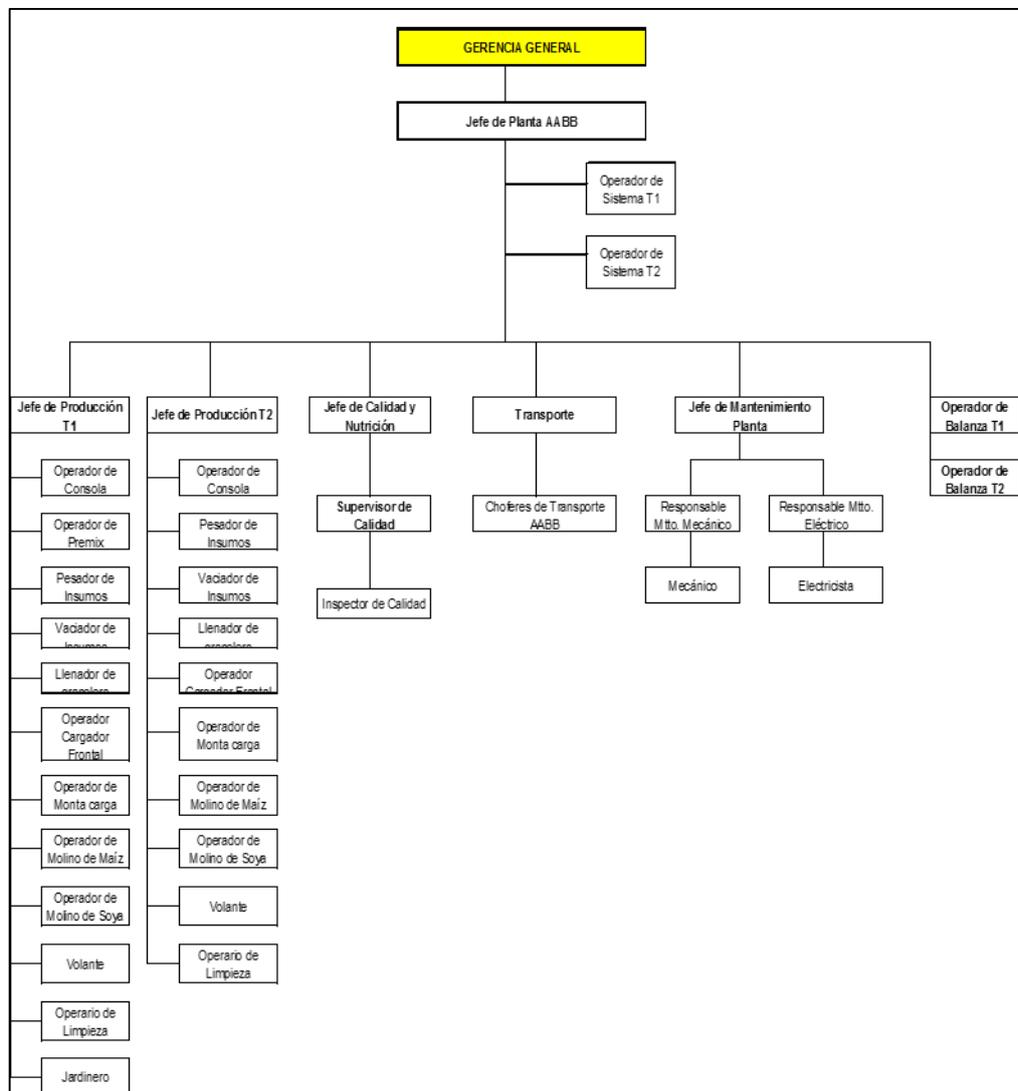


Figura 3: Organigrama de Avícola El Rocío.

Fuente: La empresa

3.7 Objetivos Estratégicos

La satisfacción total a nuestros clientes. Innovar y crecer constantemente, adaptándonos a los tiempos y gustos de nuestros clientes. Cumplir constantemente con nuestra promesa de calidad y excelencia en nuestros productos manufacturados. Y fomentar el desarrollo profesional de todos los integrantes de nuestra organización.

3.8 Interrelación con otras áreas

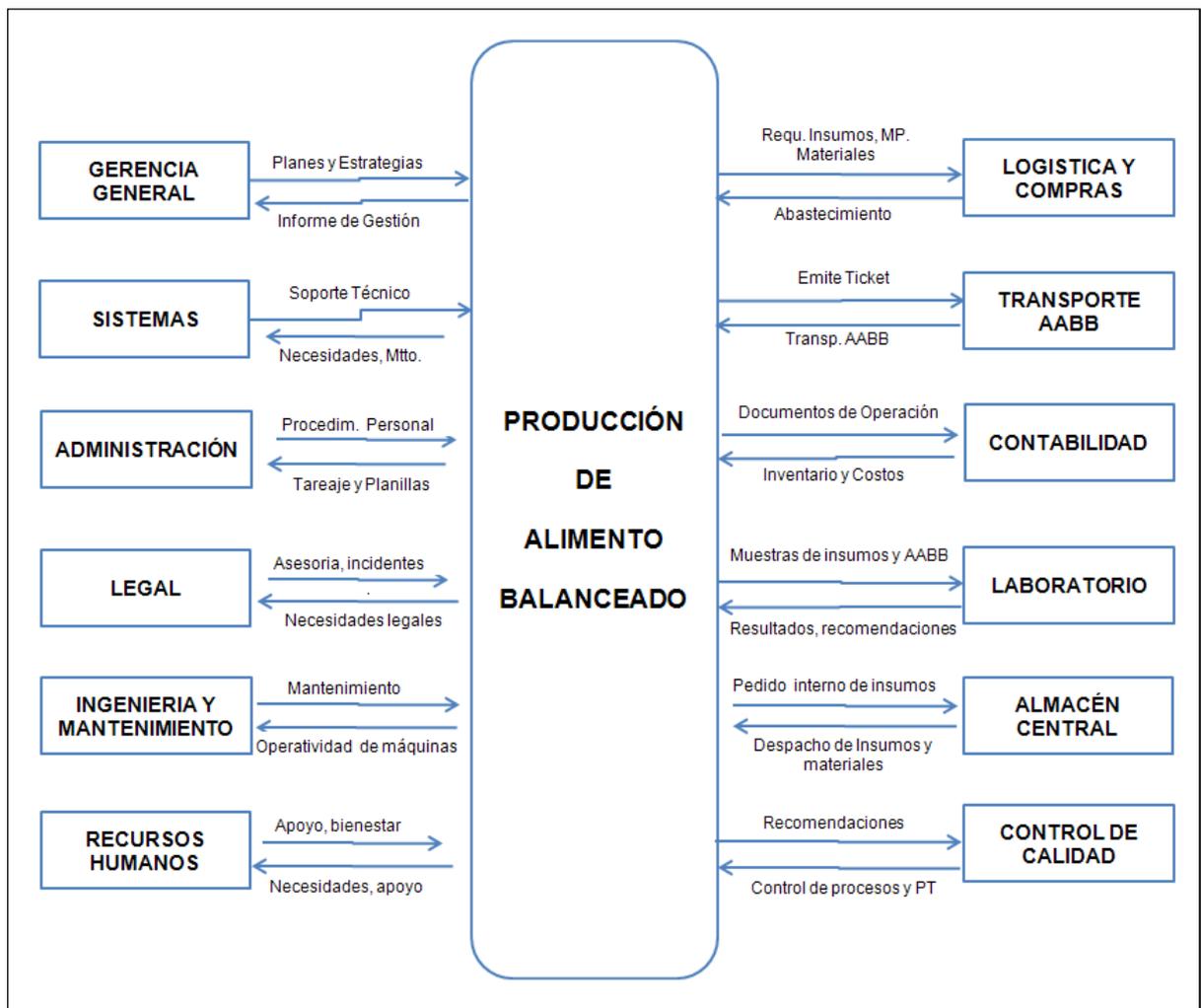


Figura 4: Interrelación entre área

Fuente: Elaboración propia

3.9 Proceso productivo:

A continuación se presenta el diagrama del proceso productivo de la empresa Avícola El Rocío.

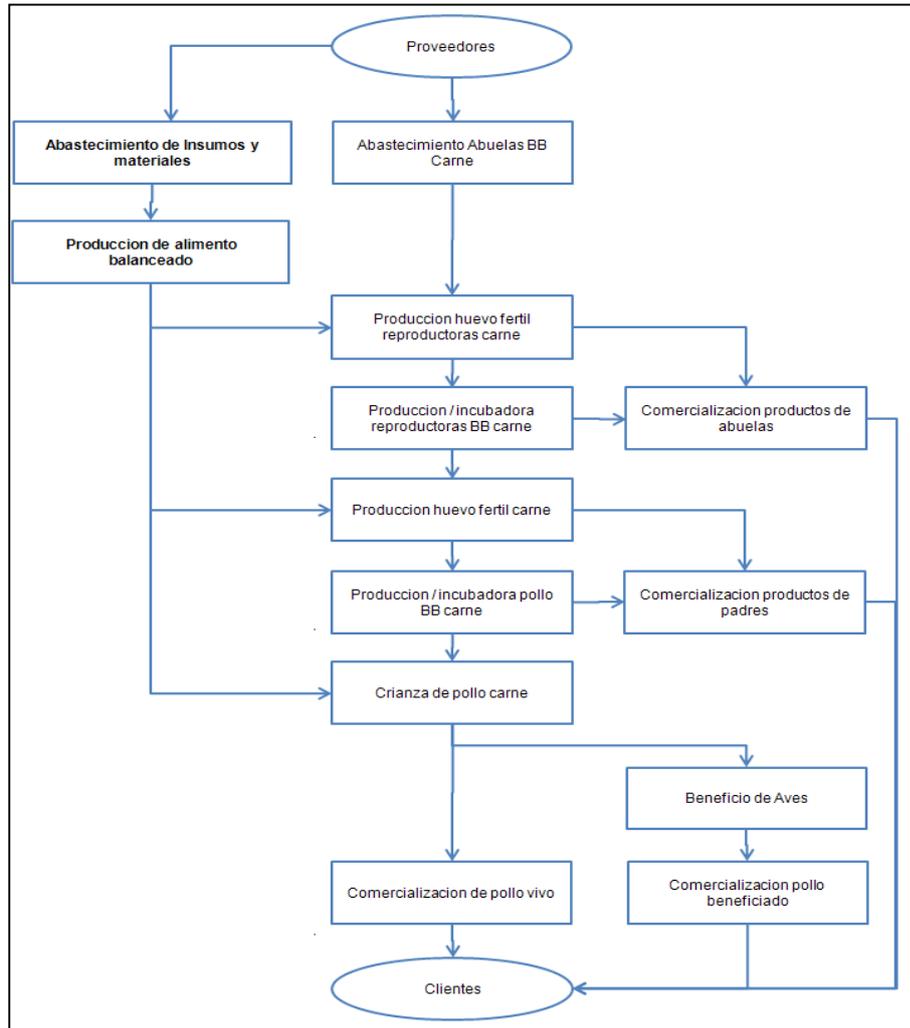


Figura 5: Proceso productivo

Fuente: Elaboración propia

3.10 Descripción del área donde se realizó el trabajo:

En la empresa El Rocío S.A., la organización de mantenimiento del área de Peletizado es realizado por la misma área de producción, teniendo como jefe al gerente de producción, quien es la persona que designa a los operarios o técnicos que se encargarán de la reparación de la falla.

En la gestión de mantenimiento, son los operarios quienes transmiten de manera verbal las fallas o problemas encontrados en el proceso de peletizado al jefe de producción. Si el daño del equipo no es grave, la producción no se detiene, puesto que los mismos operarios del área (técnicos) son los encargados de reparar dicha falla siempre y cuando cuenten con los repuestos necesarios para poder ejecutar la reparación, de lo contrario se solicita presupuesto para la compra de material para que pueda ser solucionada dicha falla. En el caso de que el daño es grave se recurre a solicitar un presupuesto para contratar servicio

externo para ser ejecutado, si es aprobado se ejecuta la reparación, si no, éste queda pendiente. Tal y como se puede observar en el siguiente diagrama:

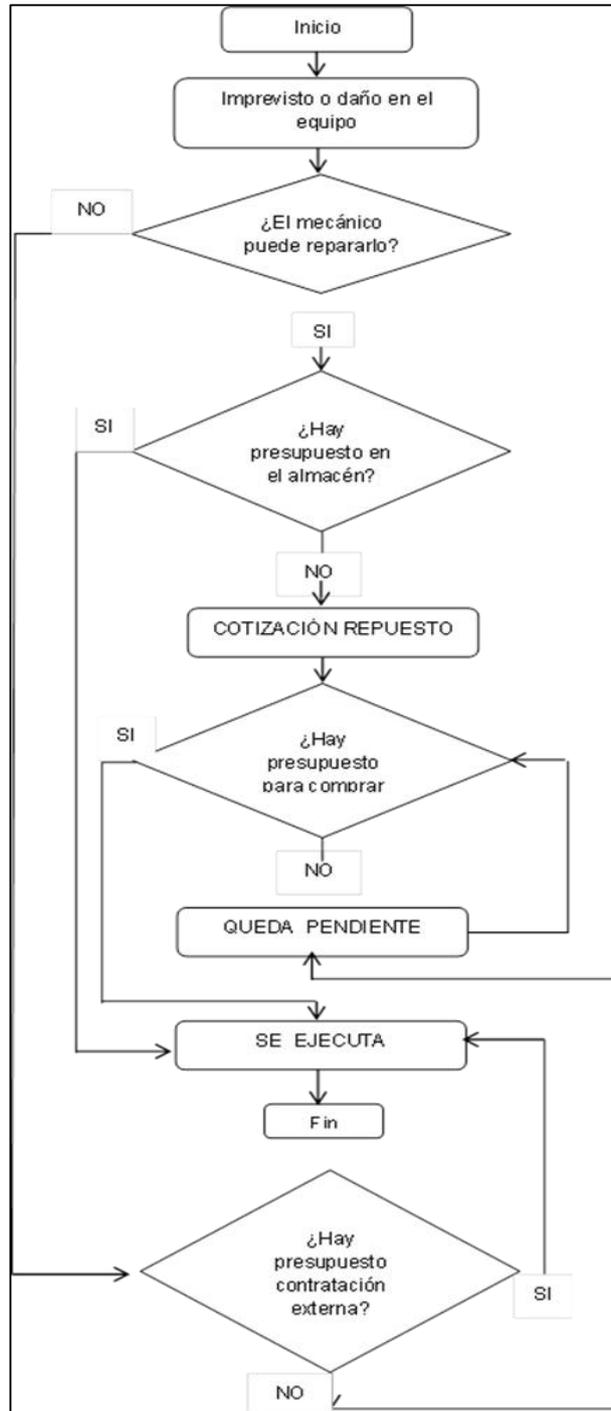


Figura 6: Flujograma del Proceso Actual de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello se muestra a continuación el diagrama de flujo del proceso de Peletizado.

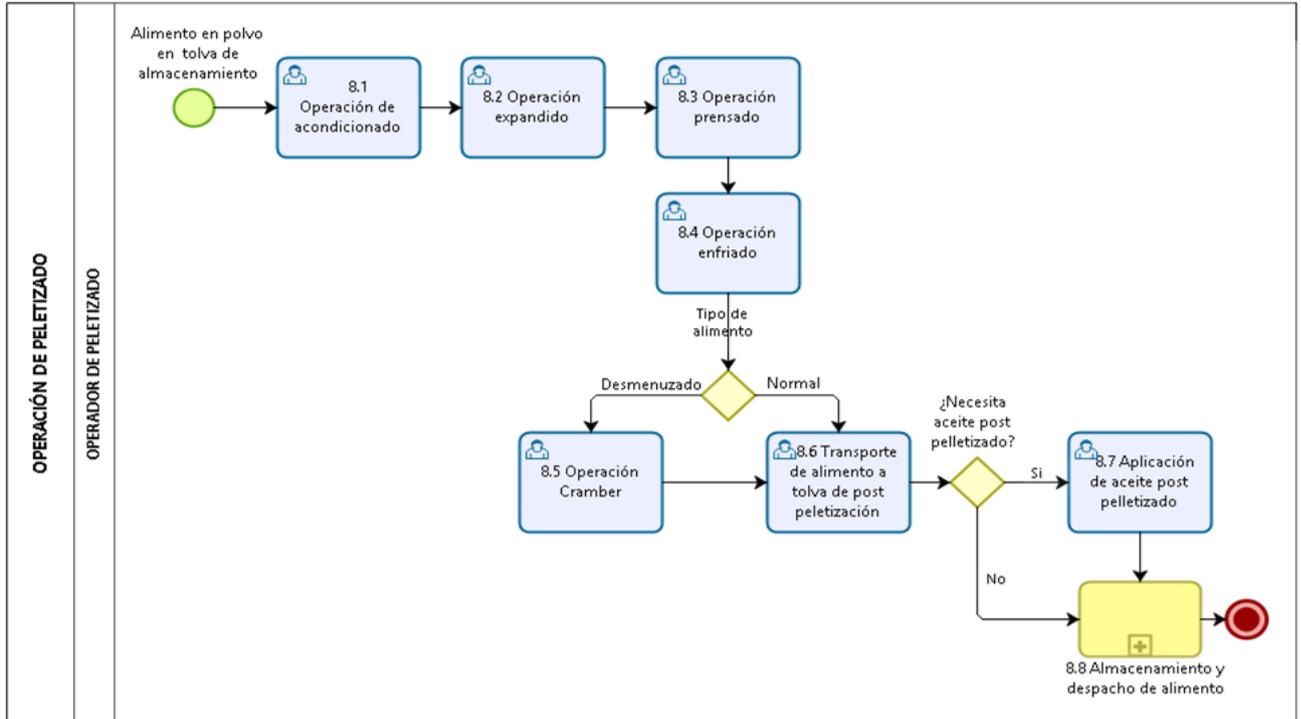


Figura 7: Flujograma del Proceso de Peletizado

Fuente: Elaboración propia

Las actividades del proceso de peletizado son:

1. OBJETIVO DEL PROCESO:

Producir alimento balanceado peletizado es para mejorar la digestibilidad, disminuir el desperdicio, reducir la selección de ingredientes, reducir los microorganismos, reducir el gasto de energía para su consumo, mejorar su presentación, etc.

2. ALCANCE:

- El presente procedimiento aplica para la producción de alimento balanceado mediante el proceso de peletización en la planta de alimentos Balanceados de la empresa El Rocío S.A.
- Abarca desde la operación de acondicionado hasta el almacenamiento y despacho de alimento.

Nro.	Actividad	Actor(es)
8.1.	Con el alimento en polvo en la tolva de almacenamiento, se procede a realizar el acondicionamiento del alimento en un rango de temperatura entre 80 - 85 °C en un tiempo de permanencia entre 30 a 60 segundos. Nota: Planta de alimentos cuenta con dos acondicionadores.	Operador de peletizado
8.2.	Realiza la operación de expandido, donde indica el rango de presión de vapor saturado que se usará. Los rangos de presión más utilizados son 138 Kpa (20 psi) y 552 Kpa (80 psi).	Operador de peletizado
8.3.	Realiza la operación de prensado, donde el alimento expandido trabaja a base de un dado y 2 rodillos. Esta operación permite dar el diámetro del alimento peletizado de 4" de espesor, obteniendo así un tamaño uniforme.	Operador de peletizado
8.4.	Realiza la operación de enfriado, donde al alimento ya prensado se le expone a aire en reflujo enfriándolo a una temperatura de 5 - 8°C por encima de la temperatura ambiente. Si se requiere producir alimento desmenuzado continua con la actividad N°8.5 y si es alimento peletizado normal continua con la actividad N°8.6.	Operador de peletizado
8.5.	Para producir alimento peletizado desmenuzado, se procede a usar un equipo llamado Cramber y en el proceso se necesita adicionar enzimas. Nota: el alimento desmenuzado se requiere para el pollo bebe.	Operador de peletizado
8.6.	Transporta el alimento peletizado a la tolva de post peletización para su almacenamiento y posterior uso mediante el manejo de la consola de peletización. Si el alimento necesita aceite post peletizado continua con la actividad N°8.7 de lo contrario con el proceso N°8.8 llamado "Almacenamiento y despacho de alimento".	Operador de peletizado
8.7.	Aplica aceite post peletizado al alimento con la ayuda de un tablero de control de aplicación de aceite que es monitoreado por la consola de peletizado.	Operador de peletizado
8.8.	Se lleva a cabo el proceso de "Almacenamiento y despacho de alimento", cuyo objetivo es almacenar y distribuir correctamente el alimento en polvo a los vehículos graneleros para su despacho.	Operador de peletizado

También se elaboró un diagrama de operaciones del proceso de Peletizado, el cual se muestra a continuación.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE PELETIZADO-ROCIO S.A.

RESUMEN	Actual	
	#	Tpo (min)
 Operaciones	6	130
 Transporte	1	15
 Controles	1	5
 Esperas		
 Almacenamiento	1	30
TOTAL		180

Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (min.)
1 Acondicionado						2
2 Verificación del acondicionado						5
3 Expandido						45
4 Prensado						25
5 Enfriado						20
6 Operacion Cramber						25
7 Transporte de alimento a tolva de post peletización						15
8 Aplicación de Aceite Post Peletizado						13
8 Almacenamiento y despacho de alimento balanceado						30
TOTAL						180

Figura 8: Diagrama de operaciones del Proceso de Peletizado

Fuente: Elaboración propia

3.11 Identificación del problema e indicadores actuales

A continuación se muestra el diagrama de Ishikawa con las causas raíces de los altos costos operativos.

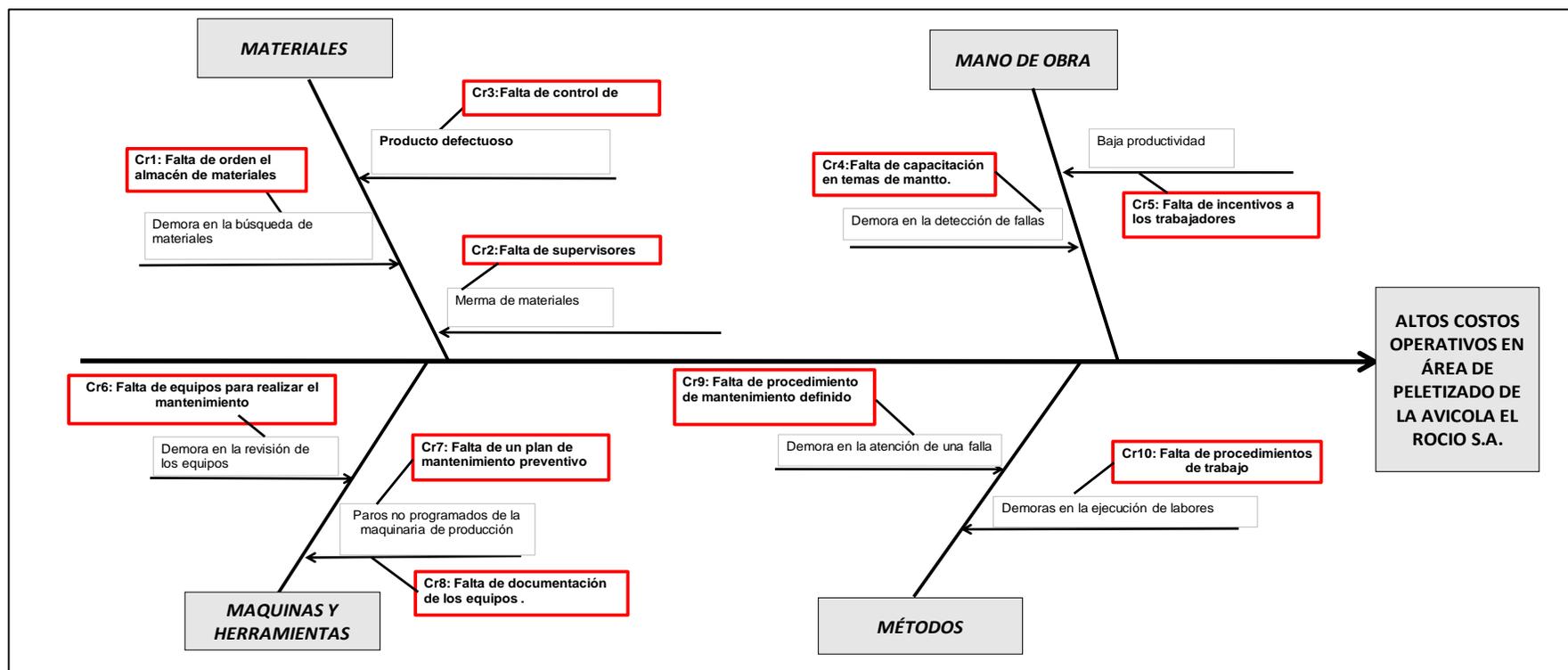


Figura 9: Diagrama de Ishikawa para el área de Mantenimiento de la empresa Avícola El Rocío.

Fuente: Elaboración propia

3.11.1 Matriz de Causas Raíces

Tabla 5: Matriz de Causas Raíces

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	Impato según encuesta
Cr7	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	30
Cr9	Falta de procedimiento de mantenimiento definido	30
Cr6	Falta de equipos para realizar el mantenimiento	29
Cr8	Falta de documentación de los equipos	28
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantto.	27
Cr3	Falta de control de calidad	13
Cr10	Falta de procedimientos de trabajo	11
Cr5	Falta de incentivos a los trabajadores	9
Cr2	Falta de supervisión	7
Cr1	Falta de orden el almacén de materiales	5
TOTAL		189

Fuente: Elaboración propia

3.11.2 Matriz de Priorización

Tabla 6: Matriz de Priorización

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	Frecuencia de Priorización	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA
Cr7	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	30	16%	30
Cr9	Falta de procedimiento de mantenimiento definido	30	32%	60
Cr6	Falta de equipos para realizar el mantenimiento	29	47%	89
Cr8	Falta de documentación de los equipos	28	62%	117
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantto.	27	76%	144
Cr3	Falta de control de calidad	13	83%	157
Cr10	Falta de procedimientos de trabajo	11	89%	168
Cr5	Falta de incentivos a los trabajadores	9	94%	177
Cr2	Falta de supervisión	7	97%	184
Cr1	Falta de orden el almacén de materiales	5	100%	189
TOTAL		189		

Fuente: Elaboración propia

3.11.3 Pareto

Se determinó cuáles eran las causas raíces importantes, a continuación se muestra la clasificación según el diagrama Pareto donde el 80% se considerará relevante.

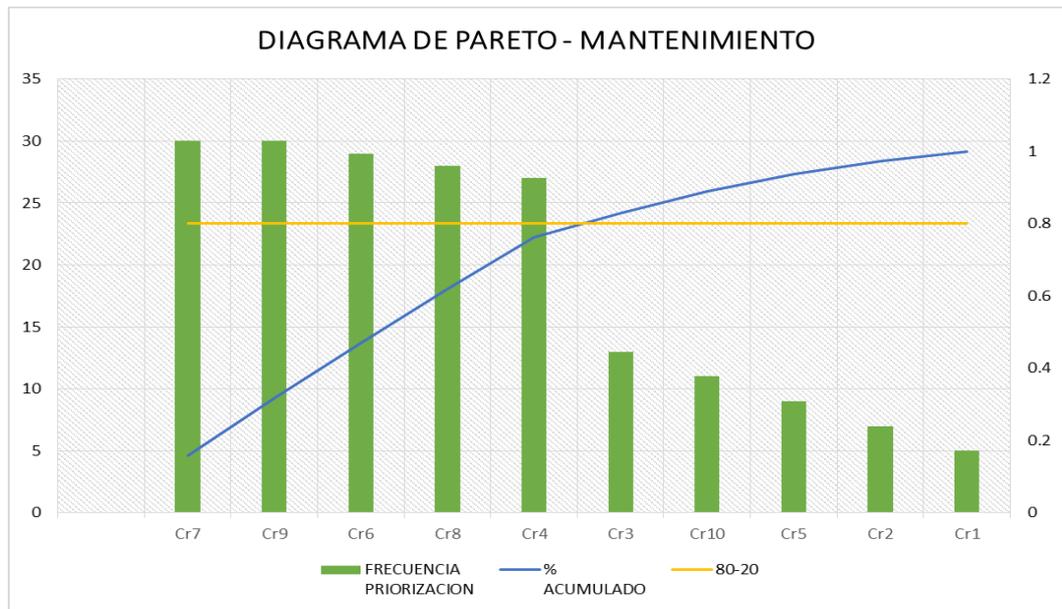


Figura 10: Diagrama de Pareto de las causas raíces

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Cuadro de Indicadores actuales y los esperados

Causa	Descripción	Nombre del Indicador	Fórmula	Und	Valor actual	Pérdida (soles)	Valor Meta	Pérdida esperada	Beneficio (soles)	Herramienta	Metodología utilizada
Cr7	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	% de mantenimiento preventivo	(Horas Mantenimiento preventivo/ Horas totales de mantenimiento)*100%	%	0%	S/. 4,819,127	17%	S/. 3,484,775	S/. 1,334,352	Plan de Mantenimiento preventivo	HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
		Disponibilidad de los equipos de producción	MTBF/(MTTR+MTBF)	%	93.5%		94.4%				
		Tiempo total de reparaciones (TTR)	N° de horas por fallas	horas	6462		6250				
Cr9	Falta de procedimiento de mantenimiento definido	% de procedimientos de mantenimiento	(N° procedimientos de mantenimiento/ N° de procedimientos totales) x 100%	%	0%	S/. 91,324	100%	S/. 44,165	S/. 47,160	Procedimiento de mantenimiento	HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
Cr6	Falta de equipos para realizar el mantenimiento	N° de equipos y herramientas para el mantto.	N° de equipos	%	0%	S/. 32,490	100%	S/. 29,241	S/. 3,249	Adquisición de equipos de monitoreo	
Cr8	Falta de documentación de los equipos .	% de equipos documentados	(N° equipos documentados/ Total de equipos) x100%	N°	0.00	S/. 45,662	4.00	S/. 22,082	S/. 23,580	Gestión de la documentación	
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantto.	% de trabajadores de capacitados en producción	N° Trabajadores capacitados en mantto./ N° total de trabajadores x 100%	%	0%	S/. 444,900	100%	S/. 355,920	S/. 88,980.00	Programa de capacitación.	
					Total	S/. 5,433,504		S/. 3,936,183	S/. 1,497,320		

Fuente: Elaboración propia

3.11.4 Análisis de las causas raíces

a) Falta de un plan de mantenimiento preventivo (Cr7)

En la empresa Avícola El Rocío, actualmente no tiene un plan o programa de mantenimiento preventivo para los 24 equipos con los que cuenta para el área de Peletizado. Adicional a ello, no existe un área de mantenimiento específico y tampoco existe personal encargado de estas labores. Por tal motivo que se consideró como % de horas de mantenimiento preventivo de 0%.

Adicional a ello se elaboró una auditoria para determinar el grado de cumplimiento actual de mantenimiento.

Auditoria Interna del Área de Mantenimiento

Este tipo de cuestionario se basó en 60 preguntas repartidas en 5 áreas del mantenimiento, las respuestas a cada pregunta se limitan a tres posibles opciones, las cuales son: 1, si está por debajo del promedio; 2 si está en el promedio; y 3, por arriba del promedio.

Las áreas de mantenimiento evaluadas fueron: Recursos Gerenciales, Gerencia de la Información, Equipos y Técnicas de Mantenimiento Preventivo, Planificación y Ejecución, Soporte, Calidad y Motivación.

Los resultados obtenidos estuvieron en función de los siguientes rangos:

Tabla 8: Rangos De Nivel de Mantenimiento

Rango	Nivel de Mantenimiento
180-160	Clase Mundial / nivel de mejores prácticas operacionales.
159-140	Muy bueno / nivel de operaciones efectivas
139-120	Por arriba del nivel de promedio
119-100	Promedio / oportunidades para mejorar
99-60	Por debajo del promedio / muchas oportunidades para mejorar.

Fuente: Vásquez (2014)

En el diagnóstico de mantenimiento en el área de Peletizado se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9: Resultados de puntuaciones por factores

Cuadro Resumen	1	2	3
Recursos Gerenciales / Organización	9	6	0
Gerencia de la Información	9	4	3
Equipos y Técnicas de Mantenimiento Preventivo/Predictivo	12	0	0
Planificación, Programación, Soporte y Ejecución de mantenimiento	6	12	0
Soporte, Calidad y Motivación	9	6	0
Puntuación Total	45	28	3
Recursos Gerenciales / Organización	20%	21%	0%
Gerencia de la Información	20%	14%	100%
Equipos y Técnicas de Mantenimiento Preventivo/Predictivo	27%	0%	0%
Planificación, Programación, Soporte y Ejecución de mantenimiento	13%	43%	0%
Soporte, Calidad y Motivación	20%	21%	0%
Puntuación Total	100%	100%	100%
Total de Preguntas	60		
Puntuación Máxima	180		
Suma	76		
Cumplimiento	42%		

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados, se obtuvo una puntuación de 76, por lo que se concluye en que el mantenimiento realizado en la nueva planta de Peletizado de la empresa El Rocío S.A. se encuentra debajo del promedio de un adecuado mantenimiento, por lo cual existen muchas oportunidades por mejorar.

Descripción de No conformidades por factor:

- Factor de Recursos Generales / Organización

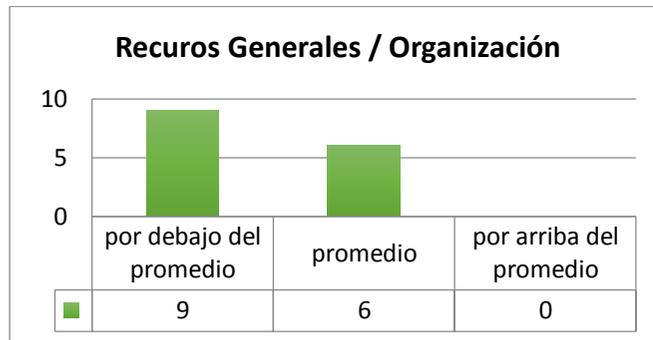


Figura 11: Recursos Generales y/o de la Organización

Fuente: Datos de la tabla 9

Este factor toma en cuenta todo lo relacionado al área de mantenimiento respecto a los intereses por parte de la alta dirección.

Como se puede observar en el cuadro anterior, se encuentra en un nivel promedio, esto debido a que a pesar que la gerencia agiliza los trámites de aceptación de presupuesto para la compra de materiales a la hora que se presenta una falla; carece de una adecuada organización en el área (abastecimiento, presupuesto, interrelación con otras áreas) y capacitación al personal.

- Factor de Gerencia de la Información

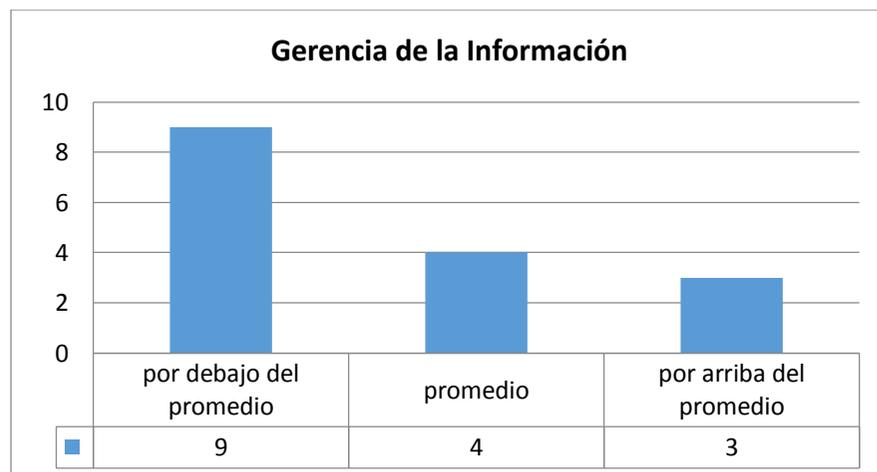


Figura 12: Gerencia de la Información

Fuente: Datos de la tabla 9

Este factor se refiere al sistema informático utilizado en el área de mantenimiento. Los resultados obtenidos arrojaron un nivel por debajo del

promedio, esto debido a que a pesar que cuenta con un sistema computarizado, debido a que la planta es nueva, no lo ejecutan por falta conocimiento.

La planta cuenta con los manuales de cada una de las máquinas, en donde se registran los repuestos que deben ser cambiados, y sus especificaciones, pero no se encuentran organizados, ni tienen las fichas técnicas de cada una de ellas.

- Factor de Equipos y técnicas de Mantenimiento Preventivo / Predictivo

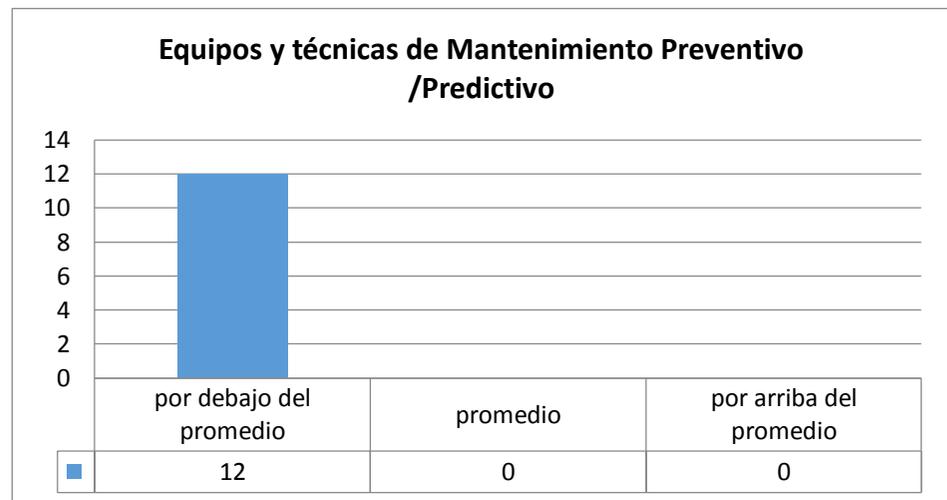


Figura 13: Equipos y técnicas de Mantenimiento Preventivo y/o predictivos

Fuente: Datos de la tabla 9

Este factor enfoca específicamente al área de mantenimiento de la planta. El resultado obtenido se encuentra por debajo del promedio. Esto debido a que no existe el área propiamente dicha, el mantenimiento lo realiza el área de producción, no tiene estrategias definidas, no existe un control periódico del mantenimiento, no hay registros, no existe un control de costos, ni formatos para el registro de control de mantenimiento.

- Factor de Planificación, Programación, Soporte y Ejecución de manteamiento:

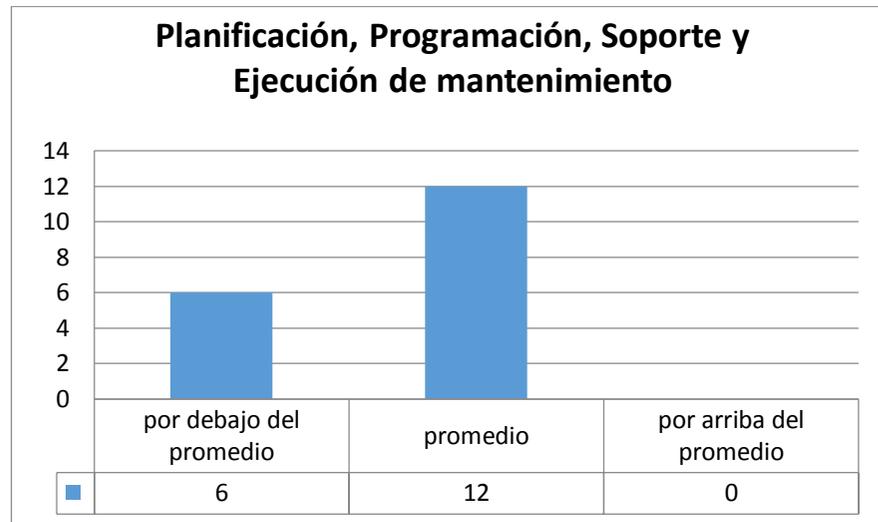


Figura 14: Planificación, Programación y Ejecución De Mantenimiento

Fuente: Datos de la tabla 9

Este factor enfoca específicamente al área de planificación de cómo es llevado el mantenimiento de la planta. El resultado obtenido se encuentra en promedio. Esto debido a que no existe un plan de mantenimiento preventivo, es decir que en la planta siempre se ejecuta de manera correctiva ante toda falla que se presente, así mismo la empresa no le hace seguimiento, en cuanto a registros para la planificación de los mismos.

- Factor de Soporte , Calidad y Motivación

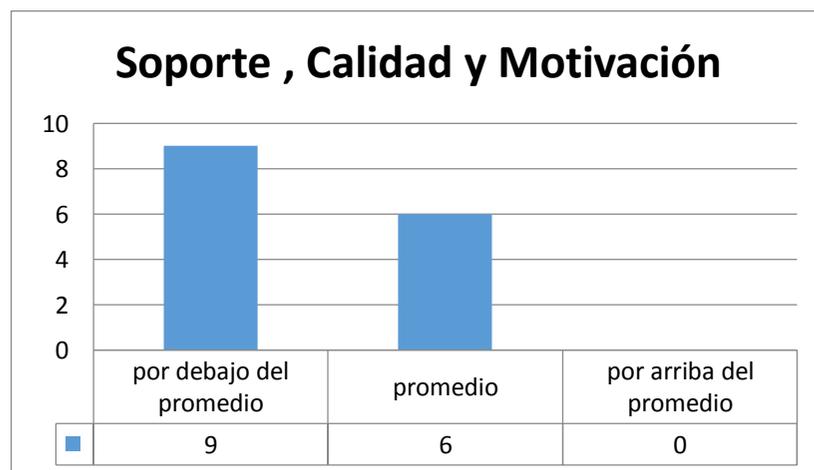


Figura 15: Soporte, Calidad y Motivación

Fuente: Datos de la tabla 9

Este factor enfoca específicamente al área de calidad del mantenimiento de la planta. El resultado obtenido se encuentra por debajo del promedio. Esto debido

a que no se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades del mantenimiento ejecutadas en la planta, así mismo no se lleva un control sobre la salida y entrada de repuestos del almacén, esto por cierta parte influye a que el personal no se encuentra motivado para realizar aportes de mejora continua.

Pérdida por la Cr7

En el año 2017, se tuvo un tiempo total de reparación (TTR) de 6462 horas y 725 paradas por fallas. El tiempo promedio de reparaciones (MTTR) fue de 10.8739 horas y el tiempo medio de funcionamiento (MTBF) fue de 156 horas.

Se determinó que la disponibilidad de los equipos fue de 93.5%, lo que ocasionó un costo lucro cesante (CLC) de S/.1, 039,165. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10: Indicadores actuales de mantenimiento

DESCRIPCIÓN	N°	N° PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	CLC MANTENIMIENTO CORRECTIVO
ACONDICIONADOR	1	72	410	5830	6240	5.69	81	93.4%	S/. 57,943
FEED EXPANDER	1	54	422	5818	6240	7.81	108	93.2%	S/. 59,639
PRENSA GRANULADORA	2	60	321	5925	6240	5.35	99	94.9%	S/. 45,365
DESMENUZADORA	2	34	450	5855	6240	13.24	172	92.8%	S/. 63,596
DOSIFICADOR	1	37	383	5857	6240	10.35	158	93.9%	S/. 54,128
ELEVADOR SOBRE SILOS, 11.5m	1	46	450	5918	6240	9.78	129	92.8%	S/. 63,596
ELEVADOR DE HARINA	1	37	444	5796	6240	12.00	157	92.9%	S/. 62,748
ELEVADOR DE PELLETS	2	43	432	5808	6240	10.05	135	93.1%	S/. 61,053
ELEVADOR DE POLVO	1	28	459	5867	6240	16.39	210	92.6%	S/. 64,868
RASTRA DOBLE PISO, 18.5m	1	36	339	5901	6240	9.42	164	94.6%	S/. 47,909
RASTRA DE HARINA	2	31	345	5980	6240	11.13	193	94.5%	S/. 48,757
RASTRA DE PELLETS	1	32	432	5947	6240	13.50	186	93.1%	S/. 61,053
RASTRA DE PRODUCTO TERMINADO	1	27	430	5936	6240	15.93	220	93.1%	S/. 60,770
RASTRA ALIMENT. A SEPAR. MAGN.	2	46	383	5857	6240	8.33	127	93.9%	S/. 54,128
RASTRA ALIMENT. A EQUIP. ROCIADO	1	35	353	5887	6240	10.09	168	94.3%	S/. 49,888
GUSANO INOXIDABLE	2	36	420	5820	6240	11.67	162	93.3%	S/. 59,357
GUSANO DEBAJO DE CICLON	1	38	430	5980	6240	11.32	157	93.1%	S/. 60,770
DISTRIBUIDOR ROTATIVO 4 SALIDAS	1	33	450	5876	6240	13.64	178	92.8%	S/. 63,596
Total	24	725	6462	5881	6240	10.87	156	93.5%	S/. 1,039,165

Fuente: Elaboración propia

El costo lucro cesante se calculó multiplicando las horas de parada por la utilidad neta que la empresa genera por hora. A continuación se muestra el cálculo de la utilidad neta por hora.

Tabla 11: Utilidad neta por hora

	Año 2017
Utilidad Neta	S/. 25,397,866
Días de año	312
Horas al día	24
Horas en el año	179712
Costo por hora	S/. 141.33

Fuente: Elaboración propia

Además la empresa debido a la baja disponibilidad redujo sus ventas en S/4,819,127.

Tabla 12: Reducción de las ventas

	Ventas (Soles) 2017	Ventas (esperadas) 2017	Pérdida
Monto	S/. 126,989,329	S/. 131,808,456	S/. 4,819,127

Fuente: Elaboración propia

b) Falta de procedimiento de mantenimiento definido (Cr9)

La empresa no cuenta con un proceso de mantenimiento definido, es por ello que cuando se genera una falla en los equipos de producción no se sabe cómo proceder para solicitar que se arreglen los equipos. Por tal motivo este indicador es de 0%.

Pérdida por la Cr9

La falta de un proceso de mantenimiento ocasiona que se tenga tiempos de parada debido que los operarios no saben lo que tiene que hacer para solicitar un mantenimiento para sus equipos.

Es por ello durante el año 2017 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico es el 10% del tiempo total de reparaciones TTR el cual es de 646 horas

Al valorizar el tiempo como costo lucro cesante asciende a un total de S/.91, 324.

Tabla 13: % de mantenimiento preventivo

	2017
Tiempo total de reparaciones (horas)	6462
Tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico (10%)	646
Costo por hora de la empresa	S/. 141
Costo Lucro Cesante	S/. 91,324

Fuente: Elaboración propia

c) Falta de equipos para realizar el mantenimiento (CR6)

La empresa Avícola El Rocío no tiene herramientas y equipos para que los usuarios puedan realizar un tipo de mantenimiento o limpieza de los mismos. Es por ello que solicitan mantenimiento externo ya que ellos vienen con equipos y herramientas adecuados para realizar la corrección de las fallas.

Por tal motivo, este indicador en el cuadro de indicadores se encuentra con un valor de 0%.

Pérdida por la Cr6

El costo de no tener estos equipos se estima que equivale a un 10% (S/.32, 490) del monto total facturado en mantenimiento externo el cual fue de S/.324, 900.

Tabla 14: Pérdida por falta de equipos

ITEM	2017
Pérdida por falta de equipos	S/. 32,490.00
Costo de mantenimiento externo	S/. 324,900.00

Fuente: Elaboración propia

d) Falta de documentación de los equipos (Cr8)

En la empresa Avícola El Rocío se encuentran algunos manuales e instructivos de los equipos, pero no están en uso ya que no se tiene un adecuado registro de ellos como fichas técnicas, historial de fallas, costos de mantenimiento, etc.

Es por ello que este indicador en el cuadro de indicadores se encuentra con un valor de 0%.

Pérdida por la Cr8

La falta de documentación al igual que a la causa CR2, generan tiempos de demora por el tiempo de respuesta para atender la falla y tiempo de demora para detectar la

falla por la falta de documentación que le sirva de base para realizar un diagnóstico adecuado.

Es por ello durante el año 2017 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico es el 5% del tiempo total de reparaciones TTR el cual es de 323 horas

Al valorizar el tiempo como costo lucro cesante asciende a un total de S/.45, 662.

Tabla 15: Pérdida por falta de documentación

	2017
Tiempo total de reparaciones (horas)	6462
Tiempo de espera por Pérdida por falta de documentación	323
Costo por hora de la empresa	S/. 141
Costo Lucro Cesante	S/. 45,662

Fuente: Elaboración propia

e) Falta de capacitación en temas de mantenimiento (CR4)

Como ya se mencionó no se tiene un área de mantenimiento ni personal encargado. A pesar de ello el personal de producción no tiene conocimientos de qué hacer cuando se produce una falla en sus equipos.

Además, el personal no realiza la limpieza necesaria a los equipos y no está capacitado en el correcto uso de los mismos.

Por tal motivo que cuando se presenta una falla se deja la maquina parada hasta que el técnico venga a darle el respectivo mantenimiento.

Cabe mencionar que la empresa durante el año 2017 no brindo ningún tipo de capacitación relacionado a temas de mantenimiento por ende el indicador de % de horas de capacitación es 0%.

Pérdida por la Cr4

En promedio se sabe que durante el año 2017 el monto por mantenimiento externo fue de S/.324, 900 y se tuvo un gasto total en repuestos por un monto total de S/.120,000.

CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE MEJORA

Luego de que en el capítulo anterior se halló las causas raíces, a continuación se planteó las alternativas de solución para cada causa enfocándonos en las herramientas del TPM.

Es así pues que continuación se muestra las propuestas de mejora a desarrollar para cada causa raíz.

Tabla 16: Propuestas de mejora

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAZ	HERRAMIENTA A UTILIZAR	PILAR DEL TPM
Cr7	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	Plan de mantenimiento preventivo	Mantenimiento planificado Mantenimiento Autónomo
Cr9	Falta de procedimiento de mantenimiento definido	Elaboración de un procedimiento para el desarrollo del mantenimiento	Prevención del mantenimiento
Cr6	Falta de equipos para realizar el mantenimiento	Compra de equipos y herramientas	
Cr8	Falta de documentación de los equipos	Elaboración de formatos para el área de mantenimiento	
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantto	Plan de capacitaciones	Formación y adiestramiento

Fuente: Elaboración propia

4.1 Desarrollo de la propuesta de mejora.

a) Falta de un plan de mantenimiento preventivo (Cr7)

En la empresa Avícola El Rocío., actualmente no tiene un plan o programa de mantenimiento preventivo para los 24 equipos con los que cuenta para el área de Peletizado. Adicional a ello, no existe un área de mantenimiento específico y tampoco existe personal encargado de estas labores.

Por tal motivo que se plantea desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para estos equipos y de esta forma abarcar 2 pilares del TPM los cuales son:

- Segundo Pilar – Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen

Es volver a integrar el trabajo del operador con el de operario de mantenimiento, para lograr disminuir desperdicios. El operador está listo para hacer cambios de formato o algunos mantenimientos básicos, pero básicamente es el que reporta las fallas adecuadamente, junto a realizar ajustes, lubricación y mantenimientos básicos.

- Tercer Pilar – Mantenimiento Planificado

Es tener un buen mantenimiento preventivo, esto quiere decir que se tenga una buena recolección de datos y excelente análisis; para luego poder planear los mantenimientos que

lograrán disminuir los costos e incrementar la disponibilidad. Para luego implementar el mantenimiento predictivo.

Propuesta del Plan de Mantenimiento Preventivo en El Rocío S.A.

Objetivo General:

Elaborar una guía de mantenimiento para planear, organizar, ejecutar, controlar y evaluar el procedimiento adecuado de las actividades de mantenimiento preventivo en el área de Peletizado de la empresa El Rocío, para el año 2018.

Objetivos Específicos:

- Reducir las paradas imprevistas del equipo, a través de un control planificado de mantenimiento.
- Conservar la capacidad de trabajo de las máquinas, así como su operatividad mediante una organización adecuada del área de mantenimiento con un coste mínimo.
- Contribuir al aumento de la productividad del trabajo.
- Lograr que las máquinas funcionen ininterrumpidamente, a la máxima eficiencia con desgaste mínimo prolongando al máximo su vida útil.
- Aumentar la disponibilidad técnica a un costo razonable.
- Conservar o restituir a los equipos, máquinas e instalaciones el estado técnico que le permita su función productiva de servicios.

Para realizar el programa de mantenimiento preventivo, se van a analizar los equipos que son de mayor relevancia en el proceso de producción. Estos son los equipos que según el estudio de criticidad dio Semi - críticos, viéndose reflejada la necesidad de involucrarlos de mayor manera en el estudio de mantenimiento, para lograr una mayor disponibilidad en los equipos y mejorar su eficiencia de producción (evitando paradas no programadas).

- a) Inventario de los equipos
- b) Codificación de los equipos
- c) Análisis de criticidad de los equipos
- d) Elaboración de un programa de Mantenimiento Preventivo
- e) Costo del programa de mantenimiento preventivo

A continuación se desarrollará los pasos antes mencionados:

a) Inventario de los equipos

Se procedió a realizar el inventario de los equipos con los que actualmente tienen en el área de producción.

Tabla 17: Inventario de equipos del área de producción

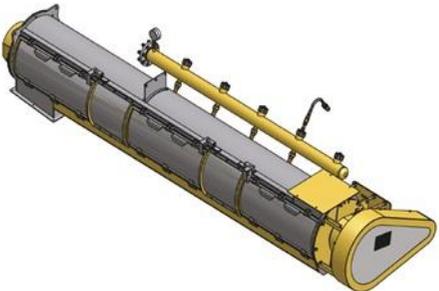
N°	NOMBRE DEL EQUIPO	# Equipos	MARCA
1	ACONDICIONADOR	1	DANFOS
2	FEED EXPANDER	1	ANDRITZ
3	PRENSA GRANULADORA	2	ANDRITZ
4	DESMENUZADORA	2	ANDRITZ
5	DOSIFICADOR	1	ANDRITZ
6	ELEVADOR SOBRE SILOS, 11.5m	1	SPIRAX SARCO
7	ELEVADOR DE HARINA	1	SPIRAX SARCO
8	ELEVADOR DE PELLETS	2	SPIRAX SARCO
9	ELEVADOR DE POLVO	1	SPIRAX SARCO
10	RASTRA DOBLE PISO, 18.5m	1	SPIRAX SARCO
11	RASTRA DE HARINA	2	SPIRAX SARCO
12	RASTRA DE PELLETS	1	SPIRAX SARCO
13	RASTRA DE PRODUCTO TERMINADO	1	DANOVA
14	RASTRA ALIMENT. A SEPAR. MAGN.	2	DANOVA
15	RASTRA ALIMENT. A EQUIP. ROCIADO	1	DANOVA
16	GUSANO INOXIDABLE	2	DANFOS
17	GUSANO DEBAJO DE CICLON	1	DANFOS
18	DISTRIBUIDOR ROTATIVO 4 SALIDAS	1	DANFOS
Total		24	

Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar el inventario se procedió a describir la maquinaria con la que cuenta la empresa:

1. Acondicionador

Tabla 18: Acondicionador

Maquina	Función
<p style="text-align: center;">Acondicionador</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • El acondicionador se utiliza para el procesamiento inicial de los compuestos alimenticios antes de la granulación o la extrusión. La máquina tiene por fin de aumentar la calidad de gránulo y mejor la utilización de la planta de granulación. • La máquina está desarrollado especialmente para la producción de alimentos para animales. Debido a la alta temperatura de producción, la máquina cumple con los requisitos rigurosos de higiene dentro de la producción de alimentos para animales. • El acondicionador aumenta la comprimibilidad y el poder ligante del compuesto. Gracias al gran volumen del acondicionador, el material de harina tiene un tiempo de estancia prolongado en el acondicionador. El grado de llenado de la tolva de mezcla es optimizado mediante las paletas de acondicionamiento ajustables. • El colector de vapor distribuye el vapor al material de harina de acuerdo con el poder de absorción del mezclador. • La melaza, la grasa, etc. son añadidas por válvulas de inyección incorporadas en el colector de vapor para asegurar una absorción absoluta del vapor y de los aditivos líquidos, optimizando así la temperatura y la homogeneidad del compuesto acondicionado. • El fuerte eje pasante del acondicionador está suspendido en cojinetes de apoyo con cierres tóricos. Las paletas de mezcla ajustables de acero inoxidable están forjadas por golpe en una sola pieza. La tolva de acero inoxidable está equipada con puertas de fácil acceso.

Fuente: Elaboración propia

2. Expansor de Alimentos

Tabla 19: Expansor de Alimentos

Maquina	Función
<p style="text-align: center;">Expansor de alimentos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • En principio, el expansor de alimentos es una máquina que añade energía al material mediante la potencia del motor principal durante un proceso de amasado y de tratamiento térmico simultáneo para proporcionar unas propiedades específicas al material antes de su entrada en la prensa granuladora. • El expansor consta de un sinfín de extrusión de alta capacidad con una boquilla de salida variable. • El calentamiento del material en el sinfín del expansor es obtenido mediante fricción (energía eléctrica) y vapor inyectado directamente en el sinfín. • Normalmente, el material llega de un mezclador en cascada al expansor de alimentos que es así una unidad intermedia en comparación a una instalación de molienda tradicional. • Se puede añadir vapor y líquidos al expansor de alimentos, p.ej. grasa animal o vegetal (calentada).

Fuente: Elaboración propia

3. Prensa

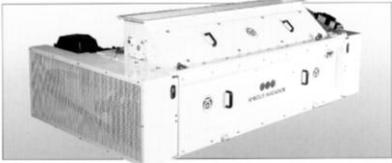
Tabla 20: Prensa

Maquina	Función
<p style="text-align: center;">Prensa</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • La prensa granuladora está prevista para granular los alimentos para animales domésticos compuestos de constituyentes orgánicos. Durante el proceso se añaden alimentos que son exprimidos en una matriz rotatoria mediante los rodillos. Los gránulos son formados en las perforaciones de la matriz mediante compresión. Los rodillos están ubicados en el interior de la matriz, y en la parte exterior los gránulos de alimento formados son quebrados y reexpedidos fuera de la cámara de gránulos. • Debido a la fuerza centrífuga el material proveniente del cilindro de alimentación J será retenido y puesto en rotación. Tres distribuidores de materiales estacionarios G, funcionando como rascadores, reexpiden el • material a la matriz M, donde es entregado delante de los rodillos de presión R. • Después de llegar a la cámara de prensa, el material es comprimido entre los rodillos libremente rotatorios y la superficie interior de la matriz propulsora, y desde aquí es extruido hacia afuera a través de los canales radiales y por dentro de la cámara de gránulos, donde los cuchillos ajustables

Fuente: Elaboración propia

4. Desmenuzadora

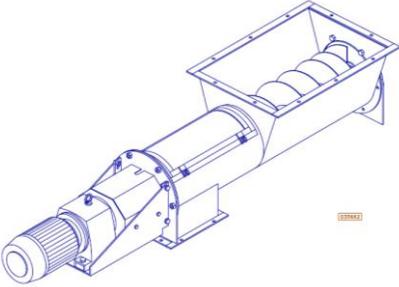
Tabla 21: Desmenuzadora

Maquina	Función
<p style="text-align: center;">Desmenuzadora</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • La desmenuzadora está construida con la finalidad de producir un material cuyo tamaño de grano es más pequeño que un material granulado, por ejemplo para la alimentación de los animales pequeños. • El material es transportado hacia abajo entre los dos rodillos con diferentes diseños de ranura, girando entre sí a diferentes velocidades. La distancia entre los rodillos es reglable, de manera que el tamaño de grano del producto acabado pueda ser variado. Antes de salir de la fábrica, los rodillos fueron ajustados a una distancia de 2 mm. según el fin, la desmenuzadora podrá ser entregada con diferentes ranuras en los rodillos. • El producto desmenuzado tiene la ventaja, como es el caso con gránulos alimenticios, que su peso específico es grande comparado con el mismo producto pulverizado, y una mezcla del producto durante el transporte, etc. no podrá tener lugar. • El material debe ser distribuido tan uniformemente como posible por encima del largo total de los rodillos. Esto puede realizarse mediante el rodillo de distribución de Andritz Feed & Biofuel que puede ser ajustado a los diferentes tipos de desmenuzadoras.

Fuente: Elaboración propia

5. Dosificador

Tabla 22: Dosificador

Maquina	Función
<p style="text-align: center;">Dosificador</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • La dosificadora de tornillo se utiliza para controlar la adición de materias primas mediante una regulación electrónica de la velocidad de las rotaciones del tornillo transportador. • Una declinación uniformemente (progresivamente) creciente del bobinado de tornillo, también debajo de la entrada, asegura una distribución del material sobre el largo entero e imposibilita un bloqueo del tubo de tornillo transportador.

Fuente: Elaboración propia

b) Codificación de los equipos de producción

Para iniciar con el programa de mantenimiento es muy importante contar con un código para cada máquina, esto permitirá llevar un mejor control, un orden y la identificación de toda la maquinaria de la empresa, la codificación de la maquinaria, facilitará el trabajo administrativo y lo hará más eficiente.

La estructura de los códigos que se sugiere y la interpretación de los mismos para la empresa se presentan a continuación:

- El primer carácter indica el área a la cual pertenecen los equipos, en el ejemplo se ve una P porque pertenecen a producción.
- En los caracteres 2,3 y 4 se coloca las iniciales del nombre del equipo, en el ejemplo se pone ACO, ya que describe a la máquina Acondicionadora.
- En el 5 carácter va un número correlativo.

A continuación en la tabla 23 y 24 se muestra un ejemplo de la codificación de la cortadora.

Tabla 23: Código de la máquina Acondicionadora

CODIGO	1 CARÁCTER	2 ,3Y 4 CARÁCTER	5 CARÁCTER
PACO-1	P (Producción)	ACO (Acondicionador)	1 (Número correlativo)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Codificación de los equipos de producción

CODIFICACIÓN	
Lista de equipos	Código
ACONDICIONADOR	PACO-1
FEED EXPANDER	PFEE-2
PRENSA GRANULADORA	PPRE-3
DESMENUZADORA	PDES-4
DOSIFICADOR	PDOS-5
ELEVADOR SOBRE SILOS, 11.5m	PELC- 6
ELEVADOR DE HARINA	PELH - 7
ELEVADOR DE PELLETS	PEPE- 8
ELEVADOR DE POLVO	PELP-9
RASTRA DOBLE PISO, 18.5m	PRAD-10
RASTRA DE HARINA	PRAH-11
RASTRA DE PELLETS	PRPE-12
RASTRA DE PRODUCTO TERMINADO	PRAP-13
RASTRA ALIMENT. A SEPAR. MAGN.	PRAA-14
RASTRA ALIMENT. A EQUIP. ROCIADO	PRAS-15
GUSANO INOXIDABLE	PGUI-16
GUSANO DEBAJO DE CICLON	PGUC-17
DISTRIBUIDOR ROTATIVO 4 SALIDAS	PDIS-18

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de criticidad de los equipos

Para determinar a cuales equipos es necesario realizar el mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno de los equipos del área de producción y para ello se analizara la criticidad con respecto de 4 factores:

A. Factor de velocidad de manifestación de la falla

Período P-F (Potencial failure – Functional failure): es el tiempo que puede transcurrir entre el momento en que se detecta una falla potencial y el momento en que esta se transforma en falla funcional. La escala de valoración es: muy corto, no da tiempo para parar el equipamiento; corto, es posible parar el equipamiento; suficiente, es posible programar la intervención.

B. Factor de seguridad del personal y del ambiente

El foco es evaluar las consecuencias que la falla podría ocasionar sobre las personas y su impacto sobre el ambiente.

C. Factor de costos de parada de producción

Permite establecer criterios para la categorización de los equipamientos conforme a las consecuencias sobre el proceso de producción y satisfacción de la demanda.

D. Factor de costos de reparación

Permite determinar criterios de clasificación de las fallas de acuerdo con los costos directos de reparación.

La escala usada es: clasificación A: equipamiento que pertenece al grupo responsable por el 80% del total de los costos directos de reparación; clasificación B: equipamiento que pertenece al grupo responsable por el 15% del total de los costos directos de reparación; clasificación C: equipamiento que pertenece al grupo correspondiente al 5% del total de los costos directos de reparación.

Cabe mencionar que estos factores tienen un determinado peso, el cual se muestra a continuación:

- De Velocidad de manifestación de falla: 30%
- De Seguridad del Personal y Ambiente: 10%
- De Costos de la parada de producción: 30%
- De Costos de Reparación: 30%

Luego de sumar todos los factores, se determinan 3 niveles de criticidad:

- Crítico: Si obtiene un puntaje mayor a 80.
- Semi crítico: Si obtiene un puntaje entre 50 y 80.
- No crítico: Si obtiene un puntaje menor a 50.

Tabla 25: Análisis de criticidad de equipos del área de producción

Análisis de Criticidad															
CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	VELOCIDAD			SEGURIDAD					COSTO DE PARADA			COSTO DE REPARACIÓN		
		Muy corto, no da tiempo para detener la máquina.	Corto, es posible detener la máquina.	Suficiente, es posible programar la intervención.	Sin consecuencias	Efecto temporal sobre personas, no afecta el ambiente	Efecto temporal sobre las personas y ambiente.	Efecto irreversible sobre las personas	Efecto irreversible sobre las personas y ambiente	No implica demora en la entrega	Implica demora de corto tiempo en la entrega	Implica demora y pérdida de clientes	Clasificación A: RELATIVAMENTE BAJO	Clasificación B: MEDIANO	Clasificación C: ELEVADO
PACO-1	ACONDICIONADOR		1			1						1		1	
PFEE-2	FEED EXPANDER	1				1						1		1	
PPRE-3	PRENSA GRANULADORA	1				1						1		1	
PDES-4	DESMENUZADORA		1			1						1	1		
PDOS-5	DOSIFICADOR	1				1						1		1	
PELC- 6	ELEVADOR SOBRE SILOS, 11.5m	1				1						1		1	
PELH - 7	ELEVADOR DE HARINA		1			1						1	1		
PEPE- 8	ELEVADOR DE PELLETS	1				1						1		1	
PELP-9	ELEVADOR DE POLVO	1				1						1		1	
PRAD-10	RASTRA DOBLE PISO, 18.5m		1			1						1	1		
PRAH-11	RASTRA DE HARINA	1				1						1		1	
PRPE-12	RASTRA DE PELLETS	1				1						1		1	
PRAP-13	RASTRA DE PRODUCTO TERMINADO		1			1						1	1		
PRAA-14	RASTRA ALIMENT. A SEPAR. MAGN.	1				1						1		1	
PRAS-15	RASTRA ALIMENT. A EQUIP. ROCIADO	1				1						1		1	
PGUI-16	GUSANO INOXIDABLE		1			1						1	1		
PGUC-17	GUSANO DEBAJO DE CICLON	1				1						1		1	
PDIS-18	DISTRIBUIDOR ROTATIVO 4 SALIDAS	1				1						1		1	
Factores		1	0.5	0.2	0.2	0.4	0.6	0.9	1	0.1	0.3	1	0	1	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Resultado del análisis de criticidad

Codigo	Resultado de Criticidad		
PACO-1	ACONDICIONADOR	64	Semi-crítico
PFEE-2	FEED EXPANDER	94	Crítico
PPRE-3	PRENSA GRANULADORA	94	Crítico
PDES-4	DESMENUZADORA	64	Semi-crítico
PDOS-5	DOSIFICADOR	94	Crítico
PELC- 6	ELEVADOR SOBRE SILOS, 11.5m	94	Crítico
PELH - 7	ELEVADOR DE HARINA	49	No crítico
PEPE- 8	ELEVADOR DE PELLETS	94	Crítico
PELP-9	ELEVADOR DE POLVO	94	Crítico
PRAD-10	RASTRA DOBLE PISO, 18.5m	49	No crítico
PRAH-11	RASTRA DE HARINA	94	Crítico
PRPE-12	RASTRA DE PELLETS	94	Crítico
PRAP-13	RASTRA DE PRODUCTO TERMINADO	49	No crítico
PRAA-14	RASTRA ALIMENT. A SEPAR. MAGN.	94	Crítico
PRAS-15	RASTRA ALIMENT. A EQUIP. ROCIADO	94	Crítico
PGUI-16	GUSANO INOXIDABLE	49	No crítico
PGUC-17	GUSANO DEBAJO DE CICLON	94	Crítico
PDIS-18	DISTRIBUIDOR ROTATIVO 4 SALIDAS	94	Crítico

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior, se muestra de todos los equipos 2 son semi críticos, 12 son críticos y 4 tienen un estado no crítico.

El plan de mantenimiento preventivo estará enfocado con mayor prioridad a los equipos en estado críticos.

Elaboración del programa de mantenimiento preventivo

Con base a las recomendaciones de los diferente manuales (fabricantes) y las fichas técnicas de las máquinas establecidas, se elaborarán las fichas de actividades básicas de mantenimiento preventivo, para los equipos enunciados anteriormente.

a) Fichas básicas de mantenimiento preventivo

En estas se muestran todas las actividades de conservación, recuperación y periodicidad de las actividades mecánicas, eléctricas, instrumentación, lubricación, limpieza, a realizar en cada una de las maquinas.

Las inspecciones periódicas programadas se ejecutarán en los equipos de la planta en forma planificada y programada anticipadamente, con el fin de descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas imprevistas de los quipos o daños mayores que afecten a los equipos. Estas inspecciones serán realizadas en cada

equipo en intervalos fijos independientemente del estado. Las frecuencias de las inspecciones se clasifican en diarias, semanales, quincenales, mensuales, bimensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

En la figura se describen las actividades de mantenimiento programado de acuerdo a la periodicidad calculada

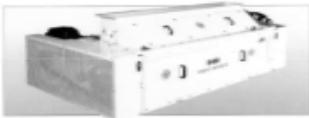
EL ROCIO S.A.			
FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
NOMBRE DEL EQUIPO: DESMENUZADORA		CÓDIGO DES01	
ACTIVIDADES	FRECUENCIA	FECHA	
1. Engrase de cojinetes de brida para los rodillos de distribución y los manguitos deslizantes para la solapa.	Semanal		
2. Desmontar y controlar las cubiertas para el eje de rodillo de distribución con respecto a cojinetes defectuosos y juegos de cojinete	Semanal		
3. Controlar el ajuste de los rodillos.	Semanal		
4. Engrasar los pernos de eje para las placas laterales y los manguitos oscilantes.	Semanal		
5. Controlar el nivel de aceite de la caja de engranajes	Semanal		
6. Revisar las correas trapezoidales.	Bimestral		
7. Limpieza del eje, la abrazadera, y el cono; de la transmisión por correa.	Bimestral		
8. Lubricar el cono y el tornillo con hueco hexagonal en la cabeza con aceite sin ácido.	Bimestral		
9. Alineación de las correas con una regla de nivelar, hasta que sean paralelos.	Bimestral		
10. Alineación de las poleas para correas trapezoidales, hasta que la parte exterior de las poleas estén a nivel según una regla de nivelar.	Bimestral		
11. Control de la tensión de las correas de nervios TB	Trimestral		
12. Cambiar el aceite de la caja de engranajes.	Trimestral		
OBSERVACIONES			
Hacer las actividades con el equipo no funcionando.			
Programar por semanas el mantenimiento de la desmenuzadora.			
Utilizar implementos de protección, guantes tapabocas, bocas, casco, delantal o protector y gafas.			
Usar sólo recambios originales y homologados.			
Constituir el equipo de trabajo, según el caso (experto, técnico y ayudante)			
Verificar la desactivación y bloqueo de todos los sistemas (combustible, energía)			
Antes de empezar a usar la desmenuzadora, asegurarse que esté firme y estable.			

Figura 16: Ficha Técnica de Mantenimiento Preventivo

Fuente: Elaboración Propia

b) Rutinas de mantenimiento preventivo

Esta planilla figura 17, contiene la descripción de los pasos desarrollados en “Mantenimiento Preventivo para los Equipos de la planta” con el fin de facilitar la intervención del personal técnico en las actividades a realizar.

Esta guía ayudara a desarrollar mejor las actividades de prevención. Ésta contiene el nombre de la rutina, el procedimiento a realizar y recomendaciones generales.

EL ROCÍO S.A.
RUTINA DE MANTENIMIENTO
CAMBIO DE LOS RODILLOS
PROCEDIMIENTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Asegure el motor principal contra un re arranque no intentado. 2. Desmante las compuertas y las protecciones de correas. 3. Desmante las correas trapezoidales y las correas de nervios. 4. Desmante las poleas para correas (pos. 200, pos. 201, y pos. 203). 5. Desmante las mangueras de grasa para la lubricación de los cojinetes junto a las cajas de engranajes. 6. Desmante la placa deslizante 2 (pos. 206) en ambos lados. 7. Monte las palancas de rodillo (pos. 210) en los agujeros para la salida de muestras. 8. Afloje las cajas de cojinetes para rodillos fijos de la caja y coloque el rodillo en la palanca de rodillo con los rodillos montados. 9. Quite el rodillo de la palanca de rodillo mediante un montecargas o una carretilla elevadora. 10. Desmante la placa de cubierta (pos. 208) en ambos lados (NB: Recuerde los resortes detrás de la placa) 11. Desmante la placa deslizante 1 (pos. 205) en ambos lados. 12. Afloje las cajas de cojinetes para rodillos móviles de la placa de cojinetes y coloque el rodillo en la palanca de rodillo con los cojinetes montados. 13. Repita punto 9. 14. Coloque el rodillo nuevo en la palanca, póngalo en posición, y fíjelo a la placa de cojinete (recuerde los discos de resorte). 15. Monte la placa deslizante 1 en ambos lados. 16. Monte las placas de cubierta en ambos lados. 17. Coloque el rodillo nuevo en la palanca, póngalo en posición, y fíjelo a la placa de cojinete (recuerde los discos de resorte). 18. Monte la placa deslizante 2 en ambos lados. 19. Monte las mangueras de grasa para la lubricación de los engranajes. 20. Monte las poleas para correas de la transmisión giratorio y apriete las correas según la descripción. 21. Monte la polea para correa de la transmisión por motor y apriete las correas según la descripción. 22. Ajuste la distancia de rodillo al valor deseado mediante una galga de espesores. 23. Verifique que los rodillos son libres de cuerpos extraños, tales como piedras, tornillos, herramientas, etc. y que estos pueden girar libremente. 24. Monte las compuertas y protecciones de correas.

Figura 17: Rutina de Cambio de Rodillos

Fuente: Elaboración Propia

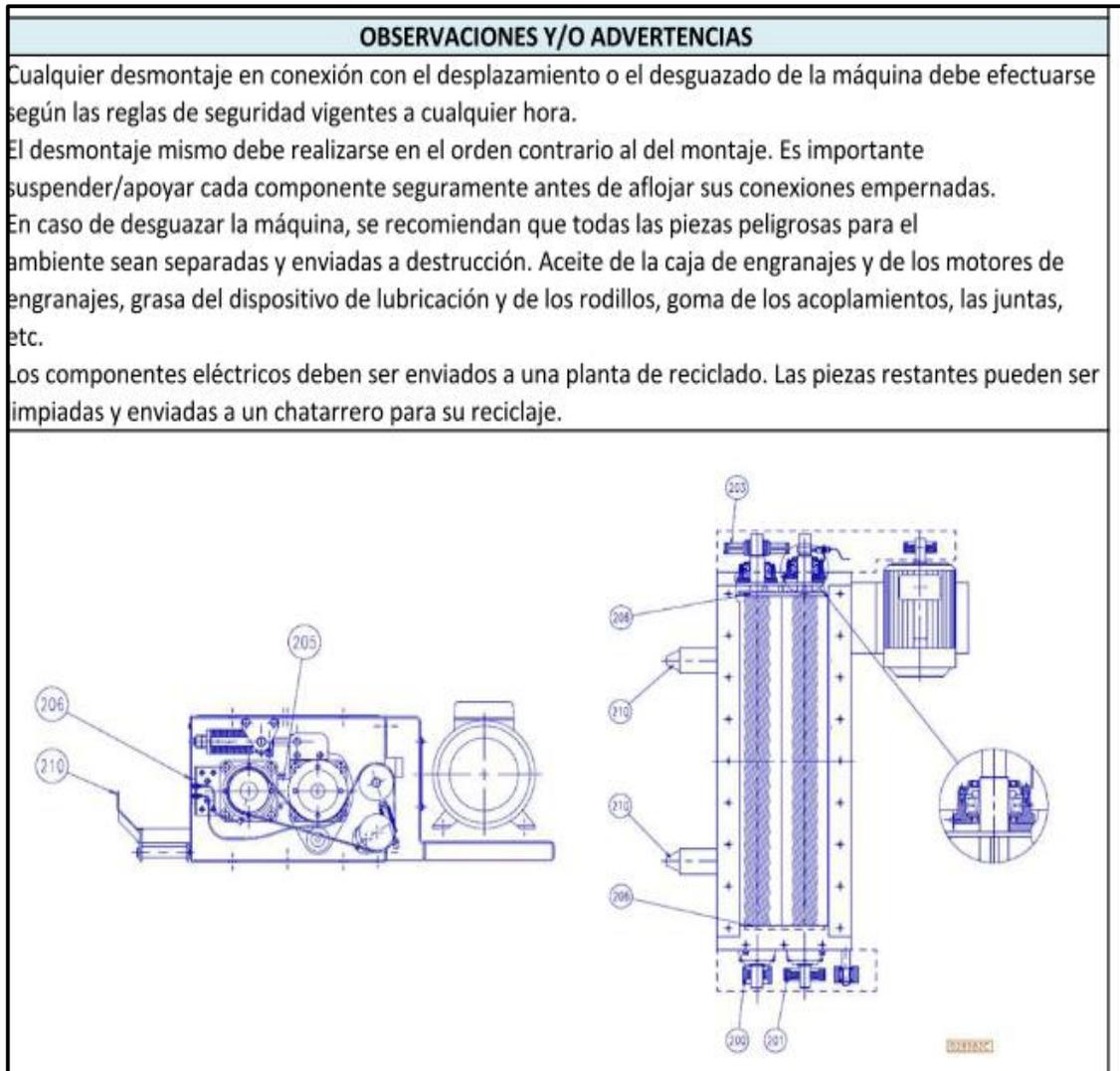


Figura 18: Rutina de Cambio de Rodillos

Fuente: Elaboración Propia

c) **Ficha de Lubricación**

La lubricación para todos los equipos de la planta se realizará, teniendo en cuenta: Rutas de lubricación por operarios, lubricación automática, programa para cambio de lubricantes.

Para la mayoría de los equipos se prepararán formularios en donde se registran las actividades de lubricación y se asignan a su respectivo equipo con elementos, la frecuencia y algunos detalles específicos como la cantidad y tipo de lubricante, como se muestra en la figura 19. Esto es en busca de prevenir y conservar daños en las máquinas generados por la fricción.

EL ROCÍO S.A.		 EL ROCIO		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO - FICHA DE LUBRICACIÓN				
NOMBRE DEL EQUIPO:		CÓDIGO PRPEPL01		
<p>(foto de las partes que van a hacer engrasadas)</p>				
ELEMENTO LUBRICADO	FRECUENCIA	LUBRICANTE	CANT.	UNIDAD
Cojinetes de la polea	Semanal	Grasa sintética Frixo (Parafina)	80	Pistolazo Neumático
Rodamiento del motor	Semanal	Grasa sintética Frixo (Parafina)	6	Gramos
Roles (2)	Tres días	Grasa sintética Frixo (Parafina)	60	Pistolazo Neumático
Chumaceras pedestal (2)	Quincenal	Grasa sintética Frixo (Parafina)	5	Pistolazo Neumático

Figura 19: Ficha de Lubricación

Fuente: Elaboración Propia

d) Cronograma anual de mantenimiento preventivo

Con la información de las frecuencias y actividades básicas de mantenimiento, se obtiene en un solo diagrama la organización del mantenimiento preventivo anual de la empresa El Rocío S.A., en el cual se ven las diferentes actividades clasificadas mediante colores como se puede observar en la tabla 27. Cada casillero corresponde a una actividad, como se muestra a continuación.

Como se puede visualizar en el cuadro anterior el número total de horas para llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo propuesto es de 1258 horas durante todo un año.

Costo para la implementación del programa de mantenimiento preventivo.

a) Mano de obra

Debido a que la empresa no cuenta con personal especializado para el mantenimiento de sus equipos de producción, se debe contratar a 2 personas que se dediquen a las actividades de mantenimiento de los equipos, de esta manera se reducirá el tiempo de atención y por ende se dará una solución más rápida de las fallas que se presenten en el transcurso del día.

Los costos de contratación del personal de mantenimiento será de S/.48, 000 por año, debido a que se contratará un mecánico y un electricista para que se encarguen del mantenimiento eléctrico y mecánico de los equipos.

b) Herramientas y equipos

Cabe mencionar que la empresa no cuenta con herramientas para el desarrollo de actividades de mantenimiento, es por ello que se debe adquirir herramientas básicas para la realización del mantenimiento.

Tabla 29: Inversión en herramientas

EQUIPO	COSTO	N° EQUIPOS A COMPRAR	TOTAL
Tornillo de Banco	S/. 650.00	2	S/. 1,300.00
Juego de llaves de 40 piezas	S/. 240.00	2	S/. 480.00
Set de herramientas mecanicas	S/. 510.00	2	S/. 1,020.00
Porta herramientas	S/. 505.00	4	S/. 2,020.00
Compresora de aire	S/. 2,700.00	1	S/. 2,700.00
Carrito transportador	S/. 560.00	3	S/. 1,680.00
Kit de herramientas	S/. 2,500.00	2	S/. 5,000.00
Mesa de Banco	S/. 1,900.00	2	S/. 3,800.00
Total			S/. 18,000.0

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en cuadro anterior el costo total de las herramientas es de S/.18, 000.

b) Falta de procedimiento de mantenimiento definido (Cr9)

La empresa no cuenta con un proceso de mantenimiento definido, es por ello que cuando se genera una falla en los equipos de producción no se sabe cómo proceder para solicitar que se arreglen los equipos.

Desarrollo de la propuesta de mejora: Procedimiento de mantenimiento

Como propuesta de mejora se plantea diseñar procedimientos de atención para el mantenimiento correctivo y preventivo.

Para ello se hará mención al Cuarto Pilar – Prevención del Mantenimiento, el cual consiste en planificar e investigar sobre las nuevas máquinas que pueden ser utilizadas en nuestra organización, para ello debemos diseñar o rediseñar procesos, verificar los nuevos proyectos, realizar y evaluar los test de operaciones y finalmente ver la instalación y el arranque.

Procedimiento: “Mantenimiento Preventivo”

OBJETIVO

Contar con un sistema de trabajo que permita administrar, controlar y monitorear el mantenimiento correctivo y preventivo de la maquinaria y equipo de la empresa de Avícola el Rocío con el propósito de disminuir los mantenimientos correctivos y los paros de los equipos de producción.

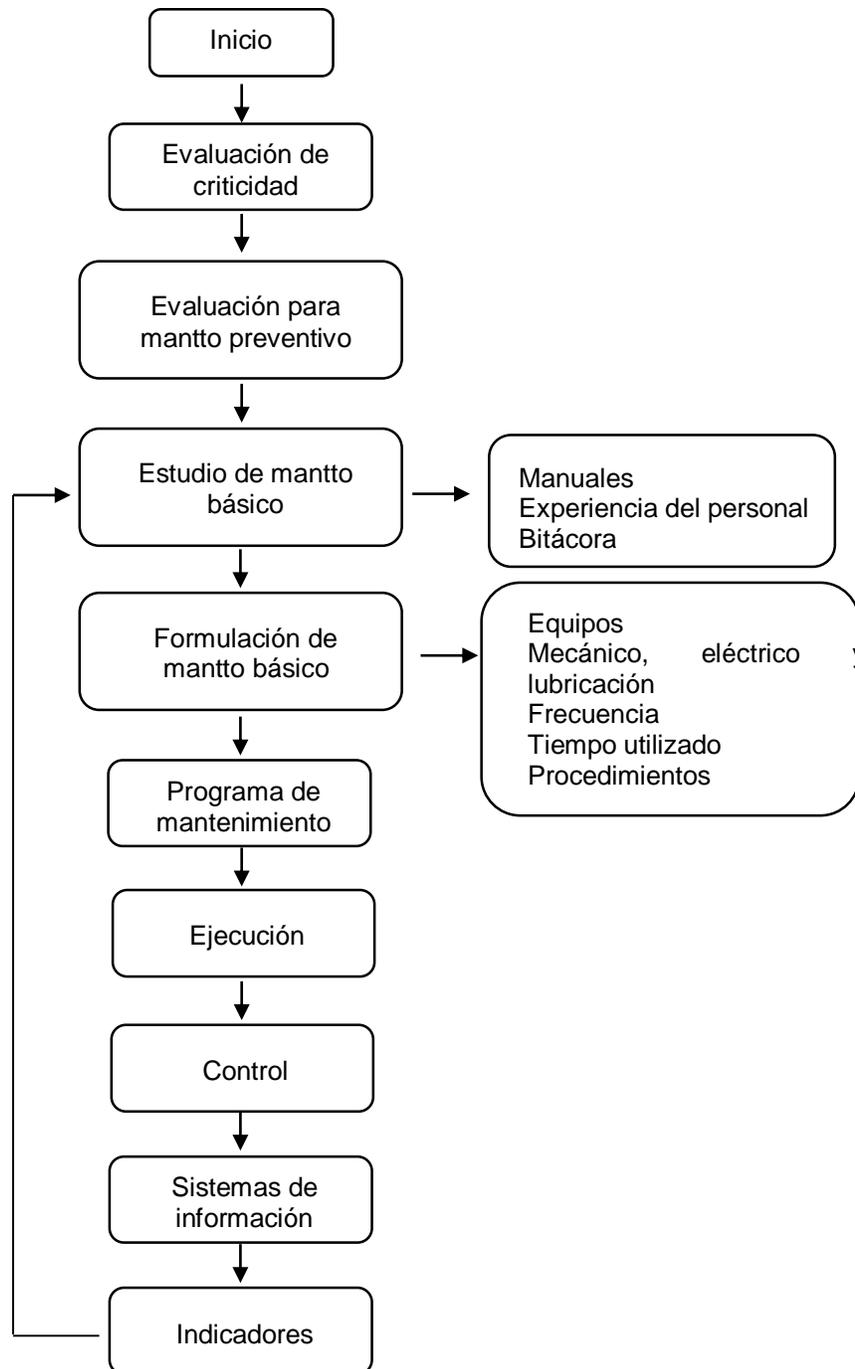


Figura 20: Actividades de Mantenimiento Programado y/o Preventivo

Fuente: Elaboración Propia

c) Falta de equipos para realizar el mantenimiento (CR6)

La empresa no tiene herramientas y equipos para que los usuarios puedan realizar un tipo de mantenimiento o limpieza de los mismos. Es por ello que solicitan mantenimiento externo ya que ellos vienen con equipos y herramientas adecuados para realizar la corrección de las fallas.

Para ello se hará mención al Cuarto Pilar – Prevención del Mantenimiento, el cual consiste en planificar e investigar sobre las nuevas máquinas que pueden ser utilizadas en nuestra organización, para ello debemos diseñar o rediseñar procesos, verificar los nuevos proyectos, realizar y evaluar los test de operaciones y finalmente ver la instalación y el arranque.

Propuesta de mejora: Adquisición de equipos para el monitoreo

En esta etapa se sugiere a la empresa adquiera equipos especiales que le permita analizar parámetros específicos que le permiten detectar una falla como (vibraciones, aceite en mal estado, etc.).

Los equipos que consideramos como básicos para complementar el mantenimiento preventivo con técnicas predictivas y que deben adquirir son:

- Termógrafo: Instrumento de registro electrónico que monitorea y reporta los diversos cambios en las condiciones del medio ambiente en el tiempo.
- Voltímetro: Un voltímetro es un instrumento electrónico usado para medir la diferencia de potencial o voltaje entre dos puntos en un circuito eléctrico o electrónico. La unidad de diferencia de potencial se mide en voltios (V).
- Amperímetro: El amperímetro se utiliza sobre todo en la comprobación de instalaciones eléctricas, pero también se emplea en la formación profesional, en escuelas, industria y otras aplicaciones. El sector profesional es su campo de uso por defecto, ya que convence por su alta precisión en la medición
- Viscosímetro: Los diferentes tipos de viscosímetro son aparatos que detectan la dureza, también llamada viscosidad, de diferentes fluidos. Un viscosímetro se utiliza sobre todo en laboratorios, pero también es necesario en procesos de control para ayudar en el control de dichos procesos. Existen diferentes tipos de viscosímetro para determinar la viscosidad. Se diferencian en los principios de funcionamiento.

Hoy en día se encuentran diferentes tipos de viscosímetro en muchas aplicaciones, que cumplen con diferentes propósitos de medición. Existen varios modelos de viscosímetro que se utilizan para mediciones sencillas de un punto. Se trata de medidores portátiles que no solo sirven para mediciones estacionarias, sino que también permiten mediciones en cualquier lugar. Los diferentes tipos de viscosímetro estacionarios mencionados anteriormente también constituyen un amplio segmento.

- **Vibrometro:** El vibrometro se utiliza para la medición de vibraciones y oscilaciones en muchas máquinas e instalaciones o para el desarrollo de productos (desde componentes a herramientas). La medición en sí misma aporta los siguientes parámetros: aceleración de vibración, velocidad de vibración y desviación de vibración.

Tabla 30: Costo de la adquisición de equipos de monitoreo

LISTA DE EQUIPOS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Termógrafo	S/. 732.60	2	S/. 1,465.20
Voltímetro	S/. 499.50	2	S/. 999.00
Amperímetro	S/. 1,110.89	2	S/. 2,221.78
Vibrometro	S/. 827.01	2	S/. 1,654.02
Viscosímetro	S/. 1,498.50	2	S/. 2,997.00
TOTAL			S/. 9,337.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el cuadro anterior, el monto total para la adquisición de los equipos es de S/.9,337.00

d) Falta de documentación de los equipos (Cr8)

Actualmente, la empresa no tiene documentado ningún equipo, es por ello que se elaboró como propuesta de mejora formatos para que de ahora en adelante puedan tener información registrada de mantenimiento de cada equipo.

Para ello se hará mención al Cuarto Pilar – Prevención del Mantenimiento, el cual consiste en planificar e investigar sobre las nuevas máquinas que pueden ser utilizadas en nuestra organización, para ello debemos diseñar o rediseñar procesos, verificar los nuevos

proyectos, realizar y evaluar los test de operaciones y finalmente ver la instalación y el arranque.

Los formatos propuestos son:

1. Orden de trabajo
2. Solicitud de Mantenimiento
3. Matriz de limpieza
4. Matriz de Inspección
5. Matriz de mantenimiento periódico
6. Reporte de Inspección de motores eléctricos
7. Hoja de Vida
8. Registro de Mantenimiento Preventivo
9. Informe de Mantenimiento

A continuación se muestra de manera más visible los formatos propuestos.

ORDEN DE TRABAJO					F-0	
Edificio Área Local				Folio		
				Fecha de inicio		
				Fecha de termino		
DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO						
No. Ecco.				Prioridad		
Recursos				Tipo de mantenimiento		
Nombre del técnico y/o contratista						
preguntar por:						
MATERIALES Y/O REFACCIONES						
Concepto		Unidad	Cantidad	P.U	Importe	
Costo total de materiales y/o refacciones						
REGISTRO DE TIEMPO						
Fecha	Hora inicio	Hora termino	T. utilizado	Costo HH	Importe	
Costo total de Mano de obra						
Costo total de Materiales y mano de obra						
INDICACIONES DE SEGURIDAD						
OBSERVACIONES						
EVALUACIÓN DEL SERVICIO						
Excelente	Muy bien	Bien	Regular	Malo	Muy Malo	Pésimo
RECIBO DE CONFORMIDAD						
Nombre y firma					Cargo	
CAUSA DE LA FALLA						
Mecánica	Neumática	Hidráulica	Eléctrica	Electrónica	Intrínseca	Extrínseca

Figura 21: Orden de trabajo

Fuente: Elaboración propia

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO		F-1	
Edificio		No. OT	
Area		Fecha	
Local		Hora	
DESCRIPCION DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO			
DATOS DEL EQUIPO			
Nombre		No. Ecco.	
ver a:			
Nombre y firma de quien reporta		Nombre y firma de quien recibe	

Figura 22: Solicitud de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ DE LIMPIEZA									
EQUIPO CRITICO	AREA DE EJECUCION	IMPACTO	FRECUENCIA	PERSONAL	EQUIPO E IMPLEMENTO	TIEMPO REAL (h)	# M.O	HORAS HOMBRE	H.H. POR AÑO
DESMENUZADORA	ESTRUCTURA METALICA	Acumulación de oxido	Semanal	Ayudante de refrigeración	Desoxidante, viledas	5	1	5	120
	SISTEMA ELECTRICO	Mal funcionamiento de equipos	Trimestral	Electricista	Desplazador de humedad, brocha, destornilladores	2	1	2	8

Figura 23: Matriz de limpieza

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ DE INSPECCION									
EQUIPO CRITICO	AREA DE EJECUCION	IMPACTO	FRECUENCIA	PERSONAL	EQUIPO E IMPLEMENTO	TIEMPO	# M.O	HORAS HOMBRE	H.H. POR
DESMENUZADORA	ESTRUCTURA METALICA	Partes metalicas pueden irse junto con el producto	MENSUAL	Mecánico	Llaves y Rache con dados	0.5	1	0.5	6
	SISTEMA DE TRANSMISION	Paralizacion de un tramo del sistema o el sistema completo	MENSUAL	Mecánico	Informe de reporte de novedades	1	1	1	24
	SISTEMA ELECTRICO	Paralizacion de un tramo del sistema o el sistema completo	MENSUAL	Electricista	Multimetro e informe de lecturas eléctricas	2	1	2	48
	ILUMINACION	Dificultad en los operadores para trabajar	MENSUAL	Electricista	--	0.25	1	0.25	3

Figura 24: Matriz de Inspección

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ DE MANTENIMIENTO GENERAL PERIÓDICO									
EQUIPO CRITICO	AREA DE EJECUCION	IMPACTO	FRECUENCIA	PERSONAL	EQUIPO E IMPLEMENTO	TIEMPO	# M.O	HORAS HOMB	H.H. POR
FEED EXPANDER	SISTEMA DE TRANSMISION	Deterioro general y pérdida de calibración	MENSUAL	Mecanico	Grasa, aceite y herramientas varias	24	3	72	72
	SISTEMA ELECTRICO	Deterioro general y posibles fallos	MENSUAL	Electricista	Desp. Humedad, multmetro y herramientas varias	5	2	10	10
	VALVS. Y ELEM.	Deterioro general y posibles atrasos de congelación	MENSUAL	Técnico de refrigeración y ayudante de refrigeración	Herramientas varias	6	2	12	12

Figura 25: Matriz de mantenimiento periódico

Fuente: Elaboración propia

REPORTE DE INSPECCION DE MOTORES ELECTRICOS

Fecha: _____ Tiempo Total de la Inspección: _____
Sección: _____

ITEM	NOMBRE MOTOR	MARCA	MODELO	POTENCIA		VOLT. (V)	In (A)	RPM	Ic			TEMP. (°C)	CALIBRAC. TERM.
				KW	HP				R	S	T		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Observaciones: _____

Realizado por: _____ Revisado por: _____

Figura 26: Reporte de Inspección de motores eléctricos

Fuente: Elaboración propia

FEED EXPANDER					
HOJA DE VIDA					
Equipo:		Nombre:		Código:	
Fecha	Código del Instrucción	Trabajo realizado	Costo	Tiempo	Operario

Figura 27: Hoja de Vida

Fuente: Elaboración propia

INFORME DE MANTENIMIENTO

NOMBRE DEL TRABAJADOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO					MANTENIMIENTO PREDICTIVO					TOTALES				
	COSTO H.H.	H.H. UTILIZADAS	IMPORTE	COSTO DE MATERIALES	COSTO TOTAL	COSTO H.H.	H.H. UTILIZADAS	IMPORTE	COSTO DE MATERIALES	COSTO TOTAL	COSTO H.H.	H.H. UTILIZADAS	IMPORTE	COSTO DE MATERIALES	COSTO TOTAL
1															
2															
3															
4															
5															
SUB TOTAL															
RECURSOS EXTERNOS															
1															
2															
3															
4															
5															
SUB TOTAL															
TOTAL															

Figura 29: Informe de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

e) Falta de capacitación en temas de mantenimiento (CR4)

Durante el año 2017 la empresa Avícola El Rocío no brindo ningún tipo de capacitación relacionado a temas de mantenimiento a sus operarios de producción.

Por tal motivo que cuando se presenta una falla se deja la maquina parada hasta que el técnico venga a darle el respectivo mantenimiento.

Para asegurar que el plan de mantenimiento preventivo pueda realizarse, es necesario brindar capacitaciones externas que aborden temas que tengan relación con la gestión de mantenimiento de los equipos que utilizan como parte del desarrollo de sus labores diarias.

Para el desarrollo de esta mejora se aplicara el pilar del TPM:

Sexto Pilar – Formación Y Adiestramiento

La formación debe ser polivalente, de acuerdo a lo que necesita la planta y la organización, muchos de los desperdicios se deben a que las personas no están bien adiestradas, por ello la planificación de la formación de las personas deben salir de las oportunidades encontradas en el desempeño de los empleados y operarios.

Este programa consta de 10 capacitaciones que se darán a lo largo del año 2017. El costo de estas capacitaciones asciende a S/.37,5000.00

A continuación en la tabla, se muestra el cronograma de capacitaciones propuesto:

N°	TEMA	CRONOGRAMA												Horas	COSTO		
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic				
1	Mantenimiento preventivo	X														6	S/. 3,500
2	Herramientas para la Gestión del Mantenimiento		X													6	S/. 3,500
3	Gestión del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad			X												6	S/. 3,500
4	Técnicas de Lubricación Industrial				X											6	S/. 3,500
5	Análisis de la calidad de aceite					X										6	S/. 3,500
6	Análisis vibracional - Manejo de equipos-predictivos						X									6	S/. 3,500
7	Técnicas predictivas								X							6	S/. 3,500
8	Herramientas de la calidad									X						6	S/. 3,500
9	KPI's de Mantenimiento										X					6	S/. 3,500
10	Costos de Mantenimiento Industrial											X				6	S/. 6,000
TOTAL												60	S/. 37,500.00				

Cronograma de capacitación propuesto

Fuente: Elaboración propia

Impacto en las causas raíces

A) Falta de un plan de mantenimiento preventivo

En el año 2017, se tuvo un tiempo total de reparación (TTR) de 6462 horas y 725 paradas por fallas. El tiempo promedio de reparaciones (MTTR) fue de 10.8739 horas y el tiempo medio de funcionamiento (MTBF) fue de 156 horas. Se determinó que la disponibilidad de los equipos fue de 93.5%, lo que ocasionó un costo lucro cesante

(CLC) de S/.1, 039,165. Además, la empresa debido a la baja disponibilidad redujo sus ventas en S/4,819,127.

Con la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo se incrementó la disponibilidad de 93.5% a 94.4%, y las ventas se incrementaron en S/1, 334,352. Además se incrementó el % de horas de mantenimiento preventivo a un 17% Así como se muestra en las tablas siguientes:

Tabla 32: % de mantenimiento preventivo

	2017	%	CON LA MEJORA	%
Mantenimiento correctivo(h)	6462	100%	6250	83%
Mantenimiento preventivo(h)	0	0%	1258	17%
Total	6462	100%	7508	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Incremento de las ventas

	2017	Con el mantenimiento preventivo	AUMENTO	Incremento
Ventas (soles)	S/. 126,989,329	S/. 128,323,681	1.05%	S/. 1,334,352

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Reducción del número de fallas

REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE FALLAS	10%
---------------------------------------	-----

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO									
DESCRIPCIÓN	N°	# DE PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	CLC MANTENIMIENTO CORRECTIVO
ACONDICIONADOR	1	65	349	5892	6240	5.38	91	94.4%	S/. 49,252
FEED EXPANDER	1	49	359	5881	6240	7.38	121	94.3%	S/. 50,693
PRENSA GRANULADORA	2	54	273	5967	6240	5.05	111	95.6%	S/. 38,561
DESMENUZADORA	2	31	383	5858	6240	12.50	191	93.9%	S/. 54,057
DOSIFICADOR	1	33	326	5914	6240	9.78	178	94.8%	S/. 46,008
ELEVADOR SOBRE SILOS, 11.5m	1	41	383	5858	6240	9.24	141	93.9%	S/. 54,057
ELEVADOR DE HARINA	1	33	377	5863	6240	11.33	176	94.0%	S/. 53,336
ELEVADOR DE PELLETS	2	39	367	5873	6240	9.49	152	94.1%	S/. 51,895
ELEVADOR DE POLVO	1	25	390	5850	6240	15.48	232	93.7%	S/. 55,138
RASTRA DOBLE PISO, 18.5m	1	32	288	5952	6240	8.89	184	95.4%	S/. 40,723
RASTRA DE HARINA	2	28	293	5947	6240	10.51	213	95.3%	S/. 41,444
RASTRA DE PELLETS	1	29	367	5873	6240	12.75	204	94.1%	S/. 51,895
RASTRA DE PRODUCTO TERMINADO	1	24	366	5875	6240	15.04	242	94.1%	S/. 51,654
RASTRA ALIMENT. A SEPAR. MAGN.	2	41	326	5914	6240	7.86	143	94.8%	S/. 46,008
RASTRA ALIMENT. A EQUIP. ROCIADO	1	32	300	5940	6240	9.53	189	95.2%	S/. 42,405
GUSANO INOXIDABLE	2	32	357	5883	6240	11.02	182	94.3%	S/. 50,453
GUSANO DEBAJO DE CICLON	1	34	366	5875	6240	10.69	172	94.1%	S/. 51,654
DISTRIBUIDOR ROTATIVO 4 SALIDAS	1	30	383	5858	6240	12.88	197	93.9%	S/. 54,057
Total	24	653	6250	5893	6240	10.27	173	94.4%	S/. 883,291

Fuente: Elaboración propia

B) Falta de procedimiento de mantenimiento definido (Cr9)

La empresa no cuenta con un proceso de mantenimiento definido, es por ello que cuando se genera una falla en los equipos de producción no se sabe cómo proceder para solicitar que se arreglen los equipos. Por tal motivo este indicador es de 0%. Es por ello durante el año 2017 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico es el 10% del tiempo total de reparaciones TTR el cual es de 646 horas originando un costo lucro cesante de S/.91,324.

Como propuesta de mejora se plantea diseñar procedimientos de atención para el mantenimiento correctivo y preventivo que se espera reducir el número de horas a 313, con lo cual el costo lucro cesante anual del tiempo perdido se reduce a S/.44,160.

Tabla 35: Reducción de la CR2 con la propuesta de mejora

	2017	Con la mejora	Reducción
Tiempo total de reparaciones (horas)	6462	6250	3.3%
Tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico (10%)	646	313	334
Costo por hora de la empresa	S/. 141	S/. 141	-52%
Costo Lucro Cesante	S/. 91,324	S/. 44,165	S/. 47,160

Fuente: Elaboración propia

C) Falta de equipos para realizar el mantenimiento (CR6)

La empresa Avícola El Rocío no tiene herramientas y equipos para que los usuarios puedan realizar un tipo de mantenimiento o limpieza de los mismos. Es por ello que solicitan mantenimiento externo ya que ellos vienen con equipos y herramientas adecuados para realizar la corrección de las fallas. El costo de no tener estos equipos se estima que equivale a un 10% (S/.32,490) del monto total facturado en mantenimiento externo el cual fue de S/.324,900.

En esta etapa se sugiere a la empresa tenga equipos especiales que le permita analizar parámetros específicos que le permiten detectar una falla como (sobrecalentamiento, aceite en mal estado, etc).

Con la propuesta de mejora se espera reducir el costo de mantenimiento externo en 10% y por ende reducir el costo de esta causa raíz a S/.29,241.

Tabla 36: Reducción de la CR2 con la propuesta de mejora

ITEM	2017	Con la propuesta de mejora	Reducción
Pérdida por falta de equipos	S/. 32,490.00	S/. 29,241.00	-10%

Fuente: Elaboración propia

D) Falta de documentación de los equipos (Cr8)

En la empresa Avícola El Rocío se encuentran algunos manuales e instructivos de los equipos, pero no están en uso ya que no se tiene un adecuado registro de ellos como fichas técnicas, historial de fallas, costos de mantenimiento, etc.

Es por ello que este indicador en el cuadro de indicadores se encuentra con un valor de 0%.

Es por ello durante el año 2017 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico es el 5% del tiempo total de reparaciones TTR el cual es de 323 horas. Al valorizar el tiempo como costo lucro cesante asciende a un total de S/.45, 662.

Con las propuestas de mejora se espera reducir la pérdida inicial de S/.45, 662 a S/.22, 082.

Tabla 37: Impacto en las causas raíz CR8

	2017	Con la mejora	Reducción
Tiempo total de reparaciones (horas)	6462	6250	3.3%
Tiempo de espera por Pérdida por falta de documentación	323	156	167
Costo por hora de la empresa	S/. 141	S/. 141	-52%
Costo Lucro Cesante	S/. 45,662	S/. 22,082	S/. 23,580

Fuente: Elaboración propia

E) Falta de capacitación en temas de mantenimiento (CR4)

Como ya se mencionó no se tiene un área de mantenimiento ni personal encargado. A pesar de ello el personal de producción no tiene conocimientos de qué hacer cuando se produce una falla en sus equipos.

Cabe mencionar que la empresa durante el año 2017 no brindo ningún tipo de capacitación relacionado a temas de mantenimiento por ende el indicador de % de horas de capacitación es 0%.

En promedio se sabe que durante el año 2017 el monto por mantenimiento externo fue de S/.324, 900 y se tuvo un gasto total en repuestos por un monto total de S/.120,000.

Para asegurar que el plan de mantenimiento preventivo como herramienta del TPM pueda realizarse, es necesario brindar capacitaciones externas que aborden temas que tengan relación con la gestión de mantenimiento de equipos industriales.

Con el programa de capacitación propuesto se espera reducir el costo del mantenimiento externo en un 20% y con la reducción del número de fallas se reducirá en un 20% el costo de repuestos ya que ya no habrá que hacer recambios de piezas antes de tiempo. Así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 38: Reducción del mantenimiento externo y costos de repuestos

	Reducción	20%	
	2017	Con la propuesta de mejora	% reducción
Costo de mantenimiento externo	S/. 324,900.00	S/. 259,920.00	-20%
Costo de repuestos	S/. 120,000.00	S/. 96,000.00	-20%
Total	S/. 444,900.00	S/. 355,920.00	-20%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONOMICA Y FINANCIERA

5.1 Inversión para la propuesta de mejora

Para el desarrollo de la propuesta de mejora mediante herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío S.A. es necesario realizar la inversión que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 39: Inversión de la propuesta de mejora

Descripción	Costo (soles)	Vida Útil	Drepreciación Mensual
Inversión en instrumentos predictivos	S/. 9,337	5	S/. 155.62
Inversión en capacitación	S/. 37,500		
Mano de obra	S/. 48,000		
Herramientas	S/. 18,000		
Total	S/. 112,837		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla anterior la inversión es de S/.112, 837 y una depreciación mensual de los equipos predictivos de S/.155.62.

5.2 Ahorro implementando la propuesta

1. El incremento de la disponibilidad de los equipos de 93.5 % a 94.4%, permitió incrementar en un 1.05% las ventas (S/.1, 334,352).
2. El tener un procedimiento de mantenimiento preventivo redujo en un 52% el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico reduciendo el costo lucro cesante de S/.91, 324 a S/.44, 165.
3. La adquisición de equipos y herramientas como parte del plan de mantenimiento preventivo y reducción en un 20% del mantenimiento externo redujo el monto facturado por no tener equipos en un 10% de S/.32, 490 a S/.29, 241.
4. El tener una mejor gestión de la documentación de los equipos redujo en un 52% el tiempo de espera hasta que el operario comunica la falla reduciendo el costo lucro cesante de S/.45, 662 a S/.22, 082.
5. Reducción del 10 % del número de fallas en los equipos del área de producción, esto permite reducir el costo de mantenimientos realizado por terceros en un 20% (S/.88, 980).

A continuación se detalla los ingresos obtenidos con las propuestas de mejora para cada causa raíz.

Tabla 40: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año

CR	INGRESOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Cr7	Incremento de las ventas	S/. 141,560	S/. 120,973	S/. 132,018	S/. 139,136	S/. 15,722	S/. 21,549	S/. 87,317	S/. 150,260	S/. 138,060	S/. 144,288	S/. 124,265	S/. 119,203	S/. 1,334,352
Cr9	Ahorro por la elaboración del proceso de mantenimiento	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 3,930	S/. 47,160
Cr6	Ahorro por la compra de equipos	S/. 271	S/. 271	S/. 271	S/. 271	S/. 271	S/. 271	S/. 271	S/. 271	S/. 271	S/. 271	S/. 271	S/. 271	S/. 3,249
Cr8	Ahorro por gestión de la documentación y compra de equipos	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 1,965	S/. 23,580
Cr4	Ahorro por los servicios de terceros	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 7,415	S/. 88,980
	INGRESO TOTAL	S/. 155,411	S/. 134,824	S/. 145,870	S/. 152,988	S/. 29,573	S/. 35,401	S/. 101,168	S/. 164,112	S/. 151,911	S/. 158,140	S/. 138,117	S/. 133,054	S/. 1,497,320

Fuente: Elaboración propia

5.3 Estado de resultados

Inversión total: S/. 112,837

Costo de oportunidad anual: 14% anual Tasa mensual: 1.10%

Tabla 41: Estado de resultados anual

Estado de resultados													
Mensual	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ingresos		S/. 155,411	S/. 134,824	S/. 145,870	S/. 152,988	S/. 29,573	S/. 35,401	S/. 101,168	S/. 164,112	S/. 151,911	S/. 158,140	S/. 138,117	S/. 133,054
costos operativos		S/. 101,017	S/. 87,636	S/. 94,815	S/. 99,442	S/. 19,222	S/. 23,011	S/. 65,759	S/. 106,673	S/. 98,742	S/. 102,791	S/. 89,776	S/. 86,485
depreciación		S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156
Utilidad bruta		S/. 54,238	S/. 47,033	S/. 50,899	S/. 53,390	S/. 10,195	S/. 12,235	S/. 35,253	S/. 57,283	S/. 53,013	S/. 55,193	S/. 48,185	S/. 46,413
Gav		S/. 3,254	S/. 2,822	S/. 3,054	S/. 3,203	S/. 612	S/. 734	S/. 2,115	S/. 3,437	S/. 3,181	S/. 3,312	S/. 2,891	S/. 2,785
Utilidad antes de impuestos		S/. 50,984	S/. 44,211	S/. 47,845	S/. 50,187	S/. 9,583	S/. 11,501	S/. 33,138	S/. 53,846	S/. 49,833	S/. 51,882	S/. 45,294	S/. 43,629
Impuestos		S/. 13,766	S/. 11,937	S/. 12,918	S/. 13,550	S/. 2,587	S/. 3,105	S/. 8,947	S/. 14,539	S/. 13,455	S/. 14,008	S/. 12,229	S/. 11,780
Utilidad después de impuestos		S/. 37,218	S/. 32,274	S/. 34,927	S/. 36,636	S/. 6,996	S/. 8,395	S/. 24,191	S/. 39,308	S/. 36,378	S/. 37,874	S/. 33,065	S/. 31,849

Fuente: Elaboración propia

5.4 Flujo de caja

Tabla 42: Flujo de caja anual

Flujo de Caja													
Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		S/. 37,218	S/. 32,274	S/. 34,927	S/. 36,636	S/. 6,996	S/. 8,395	S/. 24,191	S/. 39,308	S/. 36,378	S/. 37,874	S/. 33,065	S/. 31,849
mas depreciación		S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156	S/. 156
FNE	-S/. 112,837	S/. 37,374	S/. 32,430	S/. 35,082	S/. 36,792	S/. 7,151	S/. 8,551	S/. 24,346	S/. 39,464	S/. 36,533	S/. 38,029	S/. 33,220	S/. 32,005

Fuente: Elaboración propia

5.5 Calculo del TIR/VAN

Tabla 43: Indicadores económicos anuales

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo neto Efectivo	-S/. 112,837	S/. 37,374	S/. 32,430	S/. 35,082	S/. 36,792	S/. 7,151	S/. 8,551	S/. 24,346	S/. 39,464	S/. 36,533	S/. 38,029	S/. 33,220	S/. 32,005

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos totales		S/. 155,411	S/. 134,824	S/. 145,870	S/. 152,988	S/. 29,573	S/. 35,401	S/. 101,168	S/. 164,112	S/. 151,911	S/. 158,140	S/. 138,117	S/. 133,054
Egresos totales		S/. 118,037	S/. 102,395	S/. 110,787	S/. 116,196	S/. 22,422	S/. 26,850	S/. 76,822	S/. 124,648	S/. 115,378	S/. 120,110	S/. 104,897	S/. 101,050

VAN ingresos	S/. 1,397,193	SOLES
VAN egresos	S/. 1,061,083	SOLES
PRI	3.4	MESES

VAN	S/. 223,273.12			
TIR	25.3%	>	COK	14% anual
B/C	1.3			

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

En la presente investigación se ha recolectado información para solucionar los problemas que tiene la empresa Avícola El Rocío. Por lo cual fue comparada con el desempeño de las otras tesis que hayan aplicado la herramienta de Mantenimiento Productivo Total:

Tuarez (2013), en su tesis titulada “Diseño de un Sistema de Mejora Continua en una Embotelladora y Comercializadora de Bebidas Gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total)”, en el cual implementó un piloto de TPM en la línea de embotellamiento Nro.5 el cual se realizó en un periodo aproximado de 5 meses. El TPM logró incrementar el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo que en el mes de Enero estaba en un 57% llegó a aumentar al mes de Junio al 91%; así mismo, se redujo la cantidad de tareas de mantenimiento correctivo no planificado que empezó con 25 actividades en el mes de enero y al mes de junio se redujo a 13. Además, se disminuyó el tiempo de reparación de los equipos, antes del TPM el tiempo promedio de parada por daño era de 1.897 horas y luego el promedio de parada es de 1.308 horas.

En el caso de nuestra investigación el % de mantenimiento preventivo se incrementó a 17% y la disponibilidad de 93.5% a 94.4% debido a que se redujo el tiempo de reparación inicial de 6462 horas a 6250 horas y esto se logró gracias a las mejoras realizadas en el área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío

Sánchez (2013), en su tesis titulada “Estructuración del Mantenimiento Productivo Total (TPM) como herramienta de mejoramiento continuo en la línea de inyección de aluminio fábrica de motores y ventiladores SIEMENS S.A.”, en el cual se evidenció que el departamento de mantenimiento de la fábrica tenía un retraso significativo en lo que respecta a mantenimiento de sus máquinas y herramientas, como consecuencia de esto la fábrica asumía costos por tiempos perdidos en promedio de \$3.309.000 mensuales, los cuales afectaban mes a mes el resultado general de la fábrica. Por lo cual se busca aumentar la disponibilidad de los equipos y así disminuir los costos por tiempos perdidos y gastos de mantenimiento a través de un sistema de mejoramiento continuo como es el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Estas mejoras lograron una reducción en los gastos por compra de repuestos del 68% en la sección de inyección de aluminio.

En el caso de nuestra investigación se logró reducir el número de fallas en un 10% lo cual redujo el gasto en repuestos de S/. 126,000 a S/. 96,000 lo cual representa un 20% de reducción y esto se logró gracias a las mejoras realizadas en el área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío.

Salas (2012), en su tesis titulada “Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil”, el cual nos habla sobre el

desgaste de la maquinaria por el uso constante, lo que causa disminución de la eficiencia, además el nivel de producción disminuye e incrementa los costos operativos. Por tal motivo, se puede decir que la falta de mantenimiento disminuye la eficiencia de las máquinas y el nivel de producción. El proyecto aplicativo se basó en el mantenimiento preventivo mensual y quincenal debido a la carga laboral que excede en 85% frente a los demás tipos de mantenimiento. En conclusión, el mantenimiento preventivo busca reducir los problemas y aumentar la vida útil de las máquinas. El análisis económico de las propuestas de mejora permite concluir que el proyecto es viable debido a los resultados del VAN: S/. 2,156.90. Asimismo, el periodo de recuperación es en un año, teniendo ganancias de S/.2157 en el doceavo mes. Además, el indicador de beneficio y costo se obtiene 1.03; lo que implica que por cada Nuevo Sol invertido se lo recupera con ganancias de 0.03.

En el caso de nuestra investigación se logró reducir el número de falla en un 10% con lo cual se incrementó la disponibilidad de los equipos de 93.5% a 94.4%. Además se determinó los beneficios económicos y financieros de la aplicación de herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de Peletizado de la empresa la avícola El Rocío S.A. en un periodo de 1 año, dando como resultado un VAN de S/. 223,273, TIR de 25.3% y un B/C de 1.3 lo cual indica que el proyecto es RENTABLE.

Como se puede apreciar nuestra investigación al comparándola con otras investigaciones se corroboran la efectividad del TPM para reducir costos, reducir fallas incrementar la disponibilidad de los equipos.

CONCLUSIONES

- A.** Se determinó el impacto en los costos operativos del área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío a través de la propuesta de mejora de herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) ya que se redujo los costos en S/.1, 497,320. Esto se logró debido a que este plan incrementó la disponibilidad de los equipos de 93.5 % a 94.4%, incrementó en un 1.05% las ventas (S/.1, 334,352), redujo en un 52% el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llega y realiza el diagnóstico reduciendo el costo lucro cesante de S/.91, 324 a S/.44, 165. La adquisición de equipos y herramientas como parte del plan de mantenimiento preventivo redujo en un 20% el mantenimiento externo. El tener una mejor gestión de la documentación de los equipos redujo en un 52% el tiempo de espera hasta que el operario comunica la falla reduciendo el costo lucro cesante de S/.45, 662 a S/.22, 082. Y por último las mejoras redujeron en 10 % el número de fallas en los equipos del área de producción, reduciendo el costo de mantenimientos realizado por terceros en S/.88, 980.
- B.** Se realizó el diagnóstico de la situación actual del área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío S.A., encontrando que los principales problemas que reducen los costos operativos son: la falta de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción originó que se obtuviera una disponibilidad actual de los equipos de 93.5% por lo cual se tuvo una pérdida de S/.4, 819, 127. La falta de un proceso de mantenimiento ocasiona que se tenga tiempos de parada del 10% del tiempo total de reparaciones TTR el cual es de 646 horas generando un costo lucro cesante de S/.91, 324. La falta de equipos para realizar el mantenimiento genera un costo de 10% (S/.32, 490). La falta de documentación genera tiempos de demora por el tiempo de respuesta para atender la falla y tiempo de demora para detectar la falla por la falta de documentación el cual fue de 323 horas y generó un costo lucro cesante de S/.45, 662. La falta de capacitación en temas de mantenimiento generó que se tuviera mantenimiento externo el cual ascendió a S/.324, 900 y se tuvo un gasto total en repuestos por un monto total de S/.120, 000.
- C.** Se aplicó herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de Peletizado de la empresa Avícola El Rocío S.A. como el Plan de Mantenimiento preventivo, procedimiento de mantenimiento, adquisición de equipos de monitoreo, gestión de la documentación y el programa de capacitación. Cabe mencionar que estas mejoras lograron incrementar la disponibilidad de los equipos de 93.5 % a 94.4%, reduciendo los costos operativos por los ahorros generados en S/1, 497,320.
- D.** Se determinó los beneficios económicos y financieros de la aplicación de herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de Peletizado de la empresa la Avícola El Rocío S.A. en un periodo de 1 año, dando como resultado que el proyecto es RENTABLE, ya que se obtuvo un VAN de S/223,273, TIR de 25.3%, B/C de 1.3 y un PRI de 3.4 meses.

RECOMENDACIONES

- A.** Se recomienda a la empresa Avícola El Rocío, poner en práctica el plan de mantenimiento preventivo en los equipos de producción el área de Peletizado en un inicio y posteriormente en todos sus equipos ya que estos les permitirá incrementar la disponibilidad de sus equipos permitiéndoles incrementar sus ventas.
- B.** Se recomienda a la empresa destinar parte de su presupuesto anual para las capacitaciones de todos sus operarios en temas de mantenimiento ya que esto les permitirá tener un mayor conocimiento de uso de sus equipos y de las posibles fallas y como deben actuar ante cada una de ellas.
- C.** Se recomienda a la empresa Avícola El Rocío, contratar personal especializado, equipos y herramientas adecuados para el desarrollo efectivo de las actividades de mantenimiento de los equipos de producción.

Referencias

- AGROVOZ (2016), *Alimento balanceado: producción mundial superó los mil millones de toneladas*. Recuperado de: <http://agrovoz.lavoz.com.ar/actualidad/alimento-balanceado-produccion-mundial-supero-los-mil-millones-de-toneladas>
- Bazán, E. (2018). *Proyecto de mejora del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos de mantenimiento en la empresa Setrami SAC*. (Tesis doctoral). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Bessette, D. (2012). *The management processes: utilizing lean thinking and Six Sigma [6σ] technique education in sustainable methods.consulta*. Recuperado de: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=d9969fc0-db59-462a-99f1-4a254c2657b0%40sessionmgr106&vid=2&hid=107>
- BS Grupo (2017). *Los 8 Pilares del TPM*. Recuperado de: <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Los-8-Pilares-del-TPM-1134>
- Chiavenato, I. (2009). *Gestión del Talento Humano*. Tercera Edición. Pearson S.A.. México D.F.
- De los ríos, F. (2014). *Optimización de la cadena logística*. Recuperado de: <http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?docID=11200808>
- Dorota A. (2014). *The challenges of lean manufacturing implementation in SMEs*. Recuperado de: <http://search.proquest.com/docview/1658144743/fulltextPDF/6DB2316A0FFB4718PQ/1?accountid=43860>
- Garagatti, R. (2007). *TPM Reducción de Costos y Maximización de la Productividad en Procesos (Pampa Larga) de Minera Yanacocha*. (Tesis doctoral). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Gestiopolis (2017). *5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. Base de la mejora continua*. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-y-shitsuke-base-de-la-mejora-continua/>
- Guerrera, C. (2016). *Lean thinking expert*. Recuperado de: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=6c3dc8e6-8e54-40b4-bf05-fd43a7d7e4af%40sessionmgr103&vid=0&hid=107&bdata=Jmxhbmc9ZXM%3d#db=f6h&AN=112894252>
- Ingeniería Industrial Online (2018). *Metodología de las 5S*. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>

- Ingeniería Industrial Online (2018). *Metodología Lean Manufacturing: Qué es y cómo implementarla en tu empresa*. Recuperado de:<https://leanmanufacturing10.com/>
- Ingeniería Industrial Online (2018). *CAPITULO II: Mantenimiento Productivo Total*. Recuperado de:http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf
- Ingeniería Industrial Online (2018). *Mantenimiento Productivo Total (TPM)*. Recuperado de:<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>
- LRH (2016). *Objetivo básico de la capacitación*. Recuperado de:<http://www.losrecursoshumanos.com/objetivo-basico-de-la-capacitacion/>
- Palomin, M. (2012). *Aplicación De Herramientas De Lean Manufacturing En Las Líneas De Envasado De Una Planta Envasadora De Lubricantes*. (Tesis doctoral). Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Prabhuswamy, M. (2013) *Implementation of Kaizen Techniques in TPM*. Recuperado de:<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=c0675699b1e145839ee198ee7da9e192%40sessionmgr103&vid=0&hid=106&bdata=JmxhbmC9ZXM%3d#db=iih&AN=91675224>
- Vásquez, E. (2014) *Instrumento de Medición para Diagnosticar la Gestión del Mantenimiento*. Recuperado de:<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=c0675699b1e145839ee198ee7da9e192%40sessionmgr103&vid=0&hid=106&bdata=JmxhbmC9ZXM%3d#db=iih&AN=91675224>
- Rajadell, M. y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Recuperado de:http://books.google.com.pe/books?id=mZCh1a3L8M8C&printsec=frontcover&dq=lean+manufacturing&hl=es&sa=X&ei=ZzTFUZaJD6_d4APkjoCADw&ved=0CDwQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false
- Rey, F. (2009). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y desarrollo*. Recuperado de:<http://books.google.com.pe/books?id=t05vRBKtkQcC&printsec=frontcover&dq=TPM&hl=es&sa=X&ei=4VfGUZiBFMS90AGk0YGAAQ&ved=0CDEQ6AEwAA>
- Salas, M. (2012). *Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil*. (Tesis doctoral). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Sánchez, D. y Lozada, J. (2013). *Estructuración del Mantenimiento Productivo Total (TPM) como herramienta de mejoramiento continuo en la línea de inyección de aluminio fábrica de*

motores y ventiladores SIEMENS S.A. (Tesis doctoral). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá, Colombia.

Suzuki, T. (1996). *TPM en industrias de proceso*. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=tLU4DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=TPM&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj6uCOj-LaAhVwRN8KHVEXBDcQ6AEITDAG#v=onepage&q=TPM&f=false>

Tuarez, C. (2013). *Diseño de un Sistema de Mejora Continua en una Embotelladora y Comercializadora de Bebidas Gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total)*. (Tesis doctoral). Escuela Superior Politécnica de Matemáticas., Guayaquil, Ecuador.

Velasco, J. y Campins, J. (2013). *Gestión de la producción en la empresa: planificación, programación y control*. Recuperado de: <http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?docID=11059709>

Vélez, A y Villegas, G. (2014). *Implantación del Mantenimiento Productivo Total – TPM – en escenarios de fusión corporativa: Resultados de una investigación*. Recuperado de: <http://www.laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/RefereedPapers/RP149.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario para el estado de mantenimiento

ÁREAS				
Recursos Gerenciales / Organización		1	2	3
1	¿Usted siente que el mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?	x		
2	¿La estructura completa de mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mantenimiento?	x		
3	¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?	x		
4	¿La gerencia estimula a que el mantenimiento pueda alcanzar las metas de producción?		x	
5	¿La gerencia estimula al área de producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?		x	
6	¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?	x		
7	¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos...) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?	x		
8	¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?		x	
9	¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?	x		
10	¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?	x		
11	¿La gerencia revisa y hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?	x		
12	¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?	x		
Puntuación total por criterio		9	6	0

Gerencia de la Información		1	2	3
13	¿La organización utiliza un sistema computarizado de gestión del mantenimiento (SCGM)?		x	
14	¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?			x
15	¿La organización mantiene actualizado el SCGM?	x		
16	¿Ha sido el personal debidamente entrenado para el uso del SCGM?	x		
17	¿La organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?	x		
18	¿Están los inventarios de repuestos dentro del SCGM?		x	
19	¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por el SCGM?	x		
20	¿La organización estima y le hace seguimiento a los costos de mantenimiento?	x		
21	¿La organización evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio de sus equipos?	x		
22	¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño (benchmarking)?	x		
23	¿El tiempo de realización de actividades de mantenimiento es registrado y evaluado?	x		
24	¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costos de producción)?	x		
Puntuación total por criterio		9	4	3
Equipos y Técnicas de Mantenimiento Preventivo/Predictivo		1	2	3
25	¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?	x		

26	¿Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?	x		
27	¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?	x		
28	¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?	x		
29	¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.)?	x		
30	¿La organización le hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?	x		
31	¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?	x		
32	¿La organización tiene cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?	x		
33	¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?	x		
34	¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?	x		
35	¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?	x		
36	¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?	x		
Puntuación total por criterio		12	0	0
Planificación, Programación, Soporte y Ejecución de mantenimiento		1	2	3
37	¿Son prioridades las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?		x	
38	¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades correctivas?	x		

39	¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?		X	
40	¿La organización controla el sobretiempo (tiempo adicional al planificado)?		X	
41	¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctivo/preventivo)?	X		
42	¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?		X	
43	¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de comenzar a ejecutar el mantenimiento?	X		
44	¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores (shutdowns, overhauls)?	X		
45	¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento (outsourcing)?		X	
46	¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?		x	
47	¿Los planificadores de las actividades de mantenimiento tienen en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?	X		
48	¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?	X		
Puntuación total por criterio		6	12	0

Soporte, Calidad y Motivación		1	2	3
49	¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?		X	
50	¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?	X		
51	¿Se tiene un buen control sobre la salida y entrada de repuestos al almacén?		X	

52	¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?	X		
53	¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de repuestos?	X		
54	¿El criterio de rapidez en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de calidad?	X		
55	¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?	X		
56	¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?		X	
57	¿Tiene la organización un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?	X		
58	¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico-motivacional)?	X		
59	¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?	X		
60	¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?	X		
Puntuación total por criterio		9	6	0
Puntuación Total		45	28	3