

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA
EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS (OEE) EN EL
ESTABLO LECHERO, SAN JOSÉ, 2022”**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Greisy Mabel Vilcherres Sanchez

Asesor:

Mg. Miguel Enrique Alcalá Adrianzén
<https://orcid.org/0000-0002-5478-5910>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera	45236444
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ing. Enrique Martin Avendaño Delgado	18087740
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Mario Alberto Alfaro Cabello	07752467
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Greisy Mabel Vilcherres Sánchez

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.upa.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	1%
Submitted to Universidad Cesar Vallejo		1

DEDICATORIA

Agradecer a mis padres por ser los primordiales promotores de mis sueños, gracias por todos los días confiar y creer en mí y en mis expectativas

Gracias a mi madre por estar preparada para acompañarme cada extendida y agotadora noche de estudio, agotadoras noches en las que ella con un café aliviaba mi cansancio y eso era para mí como agua en el desierto.

Gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por todas sus enseñanzas que me guiaron a lo largo de mi vida.

Gracias a Dios por la vida de mis padres, porque todos los días bendice mi vida al estar y gozar al lado de la gente que me ama, y a las que yo más amo.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la ejecución de esta tesis

AGRADECIMIENTO

Me gustaría dedicar esta Tesis a Dios y a toda mi familia que confió en mi desde un inicio hasta el final.

Para mis padres Manuel y Melva, por su comprensión y ayuda en momentos buenos y malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Para mis perros oso y shepnot, a ellos especialmente le dedico esta Tesis. Por su compañía, por su cariño, por su manera de recibirme cada vez que llegaba a casa, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es, ... porque los amo.

A todos ellos, muchas gracias de todo corazón

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
<i>1.1. Realidad problemática</i>	11
<i>1.2. Antecedentes</i>	14
<i>1.3. Bases Teóricas:</i>	19
<i>1.4. Definición de Términos:</i>	28
<i>1.5. Formulación del problema</i>	29
<i>1.6. Objetivos</i>	29
<i>1.7. Hipótesis</i>	29
<i>1.8. Justificación</i>	30
<i>1.9. Aspectos éticos:</i>	31
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	32
<i>2.1. Tipo de Investigación:</i>	32
<i>2.2. Población y Muestra:</i>	33
<i>2.3. Técnicas e Instrumentos:</i>	33
<i>2.4. Procedimientos:</i>	34
<i>2.5. Solución de la Propuesta</i>	47

<i>2.6. Evaluación Económico-Financiera</i>	<i>67</i>
CAPÍTULO III: RESULTADOS	70
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	73
REFERENCIAS	77
ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Características de los mantenimientos</i>	20
Tabla 2: <i>Clasificación de OEE</i>	23
Tabla 3: <i>Técnica de observación</i>	34
Tabla 4: <i>Análisis FODA</i>	38
Tabla 5: <i>Causas principales que ocasionan baja eficiencia</i>	44
Tabla 6: <i>Frecuencia de causas de baja eficiencia</i>	44
Tabla 7: <i>Matriz de indicadores</i>	46
Tabla 8: <i>Tiempo de inoperatividad en horas en el año 2022</i>	47
Tabla 9: <i>Diagnóstico correctivo</i>	48
Tabla 10: <i>Costo por pérdida de producción</i>	49
Tabla 11: <i>Detalle de pérdida por falta de orden y limpieza en el área de producción</i>	49
Tabla 12: <i>Cálculo del OEE antes de la aplicación del TPM</i>	49
Tabla 13: <i>Ficha de mantenimiento preventivo</i>	52
Tabla 14: <i>Cronograma de capacitaciones para el personal</i>	54
Tabla 15: <i>Cronograma de actividades de mantenimiento</i>	56
Tabla 16: <i>Cálculo del OEE después de la aplicación del TPM</i>	66
Tabla 17: <i>Inversión en capacitación al personal para la implementación del plan de mantenimiento</i> 67	
Tabla 18: <i>Inversión en materiales para la implementación del plan de mantenimiento preventivo</i>	67
Tabla 19: <i>Inversión total para la implementación del plan de mantenimiento</i>	68
Tabla 20: <i>Estados de resultados</i>	68
Tabla 21: <i>Flujo de caja</i>	69
Tabla 22: <i>Indicadores económicos</i>	69
Tabla 23: <i>Periodo de recuperación de la inversión</i>	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Acopio de leche fresca de vaca</i>	12
Figura 2: <i>Diseño del Diagrama Causa – Efecto</i>	27
Figura 3: <i>Cadena de valor</i>	37
Figura 4: <i>Mapa Genérico stakeholders</i>	39
Figura 5: <i>Matriz de Relaciones lácteos</i>	41
Figura 6: <i>Diagrama de Ishikawa</i>	43
Figura 7: <i>Diagrama de Pareto</i>	45
Figura 8: <i>Diagrama de flujo para implementación del Seiri</i>	58
Figura 9: <i>Guía de observación</i>	59
Figura 10: <i>Formato de tarjeta para clasificación de objetos</i>	60
Figura 11: <i>Criterio para aplicación de tarjetas rojas</i>	60
Figura 12: <i>Registro de verificación de la metodología 5S</i>	62
Figura 13: <i>Registro de seguimiento y control de la metodología 5S</i>	64
Figura 14: <i>Orden de trabajo</i>	65
Figura 15: <i>Registro por para fallas y/o reparaciones</i>	66
Figura 16: <i>% Mantenimientos preventivos realizados</i>	70
Figura 17: <i>% de personal especializado en mantenimiento</i>	70
Figura 18: <i>% de formatos de seguimiento y control</i>	71
Figura 19: <i>% de funciones definidas</i>	71
Figura 20: <i>% de cumplimiento del programa de capacitación</i>	72
Figura 21: <i>% de área limpia</i>	72

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) en el establo lechero, San José. El tipo de investigación fue descriptiva propositiva. Se determinó que el diseño de un plan de mantenimiento preventivo si lograría incrementar la eficiencia en un 11.32%. Asimismo, se determinó la eficiencia de los equipos antes de la propuesta, la puntuación del OEE es del 83,70 %, por debajo del 85 % de referencia para las empresas de clase mundial. Se diseñó el plan de mantenimiento preventivo, en base a la utilización de herramientas de ingeniería como: programa de capacitación, metodología 5s, check list y mantenimiento autónomo, también se estimó la operatividad de las máquinas después de aplicado el plan de mantenimiento preventivo en la empresa. En la investigación se lograría incrementar la eficiencia en un 11.32% llegando a un 95.02%. Finalmente, se determinó la viabilidad económica financiera del plan de mantenimiento preventivo, proyectándose un VAN de S/ 7,871.85, un TIR de 56%, un B/C de S/ 3,20 y un PRI de 1 año y 2 meses.

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento preventivo, OEE, 5's

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En México, los productores de leche del país produjeron 13,110 millones de litros en 2022, alrededor del 70 por ciento de las necesidades del país. La tasa de crecimiento anual promedio durante los últimos 30 años ha sido del 2,4%. García de la Liata informó que la leche ocupa el tercer lugar con un 17 por ciento de participación en la producción ganadera del país. Adicionalmente, existen más de 154.000 unidades productivas ganaderas (UPP) dedicadas a la producción de leche, de las cuales el 97% tiene menos de 100 animales, lo que sugiere una mayoría de pequeños y medianos productores (Uniradio Informa, 2023).

En Argentina, la sequía es el problema rural más importante y urgente, afectando todas las actividades de este sector. Este es el caso, por ejemplo, en la ganadería lechera. Debido a la falta de lluvia y al calor extremo, la cantidad de alimento que se le da al ganado se reduce considerablemente, lo que resulta en una reducción del 20 al 35 % en la producción de leche para el año. Considerando que en 2022 se produjeron un total de 10.5 billones de litros, se puede decir que hay una pérdida de producción de 2.1 billones a 3.675 billones de litros, esto corresponde básicamente a casi toda la oferta exportable del país (Infobae, 2023).

En Perú, la recolección de leche fresca en los primeros diez meses de 2022 alcanzó un total de 733.000 toneladas, un descenso del 15,25 % frente a las 854.000 toneladas recogidas en el mismo período de 2021. Así lo compartió también el Ministerio de Desarrollo Agrícola y Riego (MIDAGRI), que señaló que la producción de leche fresca en todo el país en 2018 fue de 2.067.144 toneladas. En 2019 fue de 2.121.366 toneladas (2,62%). En 2020 fue de 2.135.881 toneladas (0,68%). En 2021 fue de 2.184.935 toneladas (2,3%). Señala, además, que la producción de leche en nuestro país se desarrolla en todo el Perú, pero con fines de investigación

se enfoca en tres cuencas hidrográficas del norte (Cajamarca y La Libertad), Sur (Arequipa y Puno) y Central (Lima) (León, 2023).

Figura 1:

Acopio de leche fresca de vaca



Nota. De enero a octubre de 2022, el acopio de leche fresca de vaca alcanzó un acumulado de 733.000 toneladas, lo que representó una caída de 15.25% frente a las 854.000 toneladas acopiadas en igual periodo de 2021.

Sumada a esta problemática de declive, el establo San José también ha tenido disminución en su producción debido a las continuas fallas en sus equipos que se generan en el proceso productivo, debido a que, no poseían un mantenimiento preventivo, sino que se empleaba el mantenimiento correctivo, trayendo como consecuencia que, la máquina se pare y se detuviera la producción, provocando tiempos de paradas innecesarias, lo cual generaba a la empresa pérdidas económicas y ocasiona contratiempos en la entrega.

Asimismo, en dicha entidad no se realiza una adecuada manipulación de equipos lo que podría suponer el deterioro de los mismos; por ello, se recomienda que se disponga de un registro de mantenimiento para cada dispositivo que se tenga; de esta manera, se podrá detectar

rápidamente los dispositivos defectuosos y así prever con mayor exactitud la vida útil de tus equipos.

Del mismo modo, el personal no está lo suficientemente formado, es imprescindible que se cuide la formación del personal. De hecho, tanto si los empleados trabajan en su puesto desde hace años como si acaba de incorporarse al equipo, debe recibir formación regularmente, porque promover la seguridad y el bienestar en el trabajo redundan en el interés de todos y evita desastres: un empleado debidamente preparado trabaja más rápido que un agente sin formación y es más probable que respete las normas impuestas por su sector de actividad y por tu empresa.

Finalmente, también se visualiza que hay carencia de repuestos y obsolescencia de máquinas. Los equipos alcanzan el final de su vida útil, es decir, se vuelven obsoletos, por diversas razones: porque se encuentran en mal estado (obsolescencia por degradación), porque son inhábiles para la función que se pretende (obsolescencia por error de diseño o falta de adecuación a las condiciones de trabajo), porque no es posible abastecerse de repuestos (obsolescencia provocada por el fabricante, que ha discontinuado el modelo o porque directamente el fabricante ha desaparecido) o porque ha habido avances tecnológicos que han puesto en el mercado equipos con mejores prestaciones o simplemente con un mejor rendimiento (obsolescencia tecnológica).

1.2. Antecedentes

En el ámbito internacional, según Moreano y Pérez (2020) en su estudio realizado en Portoviejo, tuvieron como objetivo principal, la elaboración de una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar los equipos industriales. El estudio fue no experimental, cuantitativo y propositivo, asimismo, se aplicó una entrevista a los encargados del área de mantenimiento. Como resultado se obtuvo que el plan de mantenimiento preventivo brinda facilidad en las actividades de mantenimiento a los encargados y responsables de aquellas tareas, además de recuperar lo económico en mantenimiento del hospital. En conclusión, el plan de mantenimiento preventivo fue elaborado mediante la recopilación de información existente en las instalaciones del hospital que se necesitó para el desarrollo, facilitando las actividades de mantenimiento a los encargados de las áreas.

Gonzalez y Pabon (2018) en su investigación realizada en Bogotá, su objetivo fundamental fue, el diseño de un plan de mantenimiento para la máquina llenadora de bolsas Solpac que retornaba y mantenía las condiciones iniciales de funcionamiento para el aseguramiento de la calidad en el proceso de envasado y sellado. La investigación es histórica y documental, la información fue extraída del personal de mantenimiento, operadores de la máquina y supervisor de calidad. Como resultado, se adquirió las piezas de recambio en las cuales se alojaban las resistencias generadas por los sellos en la bolsa, permitirán un incremento de 60 mil bolsas por mes. En conclusión, la máquina llenadora de bolsas Solpac fue un equipo eficaz, debido a que cumplía con los requerimientos de producción, más no era eficiente, pues la cantidad de desperfectos y tiempos perdidos en las detenciones por fallas contienen un impacto tanto económico como ambiental de gran envergadura.

En el ámbito nacional, Paredes (2021) en su investigación realizada en Piura, tuvo como finalidad la elaboración de una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo que de contribución al logro de la eficiencia de los equipos que opera la empresa INESERG. El estudio es de tipo básica, diseño no experimental, enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y de alcance descriptivo-explicativo, su población estuvo constituida por 7 equipos de la empresa y la muestra fueron 3 equipos accesibles por el autor, asimismo, los instrumentos fueron: registros de mantenimiento preventivo, registro de limpieza, registro de anomalías, registro de capacitaciones, registros de paradas, guía de entrevista, diagrama de causa efecto. Como resultado se obtuvo que, se identificaron los equipos con mayor problema, para lo cual se empleó los registros de mantenimiento, anomalías y paradas de planta, identificándose al compresor de aire como el equipo con mayor problema. En conclusión, con el diagnóstico ejecutado, la máquina con mayor problema presentado en la empresa INESERG E.I.R.L, fue el Compresor de Aire marca CAMPBELL de 5 HP de potencia, 80 galones de capacidad y 220 voltios.

Vigo (2020) en su estudio realizado en Lima, tuvo como finalidad, la elaboración de una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en una empresa metalmecánica. El presente estudio fue, enfoque cuantitativo, diseño no experimental y transversal o transeccional, se empleó un cuestionario y un check list como instrumentos, asimismo, su población estuvo constituida por 6 máquinas, ya que, fueron importantes para la fabricación, la muestra fue por conveniencia, siendo lo mismo que la población. Como resultado, se obtuvo una mejora en la disponibilidad de un 9%, para ello, se cumplió los procedimientos que fueron establecidos en el plan, reflejándose en la mejora de los indicadores (tiempo medio entre fallas y tiempo medio para reparar), lográndose la disponibilidad de las máquinas en la empresa metalmecánica. En conclusión, se constató que, debido a que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo

para las máquinas, influye de forma negativa, ya que, los equipos fallan frecuentemente cada 16h en promedio, obteniendo una disponibilidad de 84%.

Yovera (2019) en su investigación realizada en Piura, su principal objetivo fue, proponer un plan de mantenimiento preventivo para el incremento de la disponibilidad del sistema de tratamiento hidrotérmico de la organización Agromar Industrial S.A. La investigación es, diseño experimental, longitudinal, explicativa, método deductivo, su población estuvo constituida por la totalidad de los sistemas de tratamiento hidrotérmico de la empresa, siendo 5 equipos y su muestra fue por conveniencia, siendo la misma que la población, asimismo, se empleó una guía de entrevista y una guía de observación como instrumento. Como resultado, se logró una mejora de la disponibilidad, de 92.29% a 97.2%, debido a ello, el personal de mantenimiento tiene una mejor disponibilidad sobre el proceso de control de calidad, manifestándose en la mejora de la disponibilidad. En conclusión, la

efectividad del plan de mantenimiento preventivo fue adecuada, tomando en consideración el % de mejora de la disponibilidad.

Peralta (2019) en su estudio realizado en Callao, su objetivo primordial fue, la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el aumento de la productividad, eficiencia y eficacia de la empresa metalmecánica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L. El estudio fue, de tipo aplicado y cuantitativo, su población y la muestra estuvo constituida por los datos cuantitativos que se tomaron de la producción de 47 equipos, en un periodo de 1 año, abarcando el pre test a partir de enero a diciembre 2017 y el pos test de enero a diciembre del 2018, asimismo, el instrumento empleado fue la ficha de recopilación de datos. Se logró como resultado que, la productividad aumentó en 23%, eficacia en 19% y la eficiencia en 12%, aceptándose la hipótesis general y las específicas, el plan de mantenimiento preventivo aumentó

la productividad, eficiencia y eficacia de la empresa metalmecánica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L. En conclusión, después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo a la empresa, se evidenció un incremento en la eficacia del 12%, antes de la aplicación del plan de mantenimiento los equipos y/o máquinas, poseían una eficiencia de 67% y después de la aplicación del plan, incrementó a 79%.

Rosales (2017) en su investigación realizada en Chimbote, su finalidad fue proponer un plan de mantenimiento preventivo para el incremento de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos del área Lavadero Salinas de la organización Delishell S.A.C. El presente estudio, fue descriptivo, no experimental, propositivo y transversal, la población estuvo constituida por la totalidad de equipos del área Lavadero Salinas de la empresa Delishell S.A.C, siendo 16 equipos, la muestra fue por conveniencia, siendo la misma que la población, asimismo, se emplearon encuestas, Matriz de análisis FODA, diagrama de Ishikawa, y una guía de observación como instrumentos. Como resultado, se midieron los indicadores, siendo no favorables, el indicador de disponibilidad el % promedio fue de 37.6%, indicando averías frecuentes en los equipos, el indicador de confiabilidad, el % promedio fue de 61.1%, señalando que el básico desempeño de los equipos es ejecutado en condiciones bajas. En conclusión, se diagnosticó la situación actual del plan de mantenimiento aplicado en el área Lavadero Salinas, siendo el mantenimiento correctivo, dada las paradas e imprevistos frecuentes en los equipos, debido al inadecuado manejo de operatividad por parte de la persona encargada y la antigüedad de los equipos.

Paredes (2022) en su investigación realizada en Trujillo, su principal objetivo fue, el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en ventiladores para optimizar el sistema de ventilación en minería subterránea. La metodología planteada se basó en un tipo de

investigación explicativa, enfoque transversal, no experimental, su muestra estuvo constituida por las unidades o sistemas de ventilación que se encontraban en una excavación subterránea de trabajo minero en el Perú, asimismo, como instrumento se empleó, una guía de análisis documental. Los resultados, fueron derivados de fuentes primarias. En conclusión, la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en ventiladores brindó un ideal elemento para la contribución de la optimización y un adecuado funcionamiento de los sistemas de ventilación en mineras subterráneas.

Rojas (2019) en su estudio realizado en Trujillo, tuvo como finalidad el desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la mejora de la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de la unidad minero 2019. La metodología empleada fue, diseño preexperimental, enfoque cuantitativo, su población estuvo constituida por el área de chancado, quien no posee un plan preventivo y su muestra fue el grupo de equipos de la unidad de chancado, se empleó como instrumento, un diagrama de consecuencias, cuestionario, hojas de cálculo y ficha de registro de datos. Como resultado, con el cumplimiento de las actividades que fueron programadas, se incrementó la disponibilidad de los equipos, en el año 2018 se obtuvo 84.27% de disponibilidad del proceso de chancado y en el mes de enero a octubre del año 2019, se obtuvo un promedio de 97.81% de disponibilidad. En conclusión, por medio de la evaluación de la criticidad de los equipos de la planta nueva de chancado, se determinó que existen 16 equipos críticos, por ello, fue requerido el mantenimiento preventivo a las cintas transportadoras, chancadoras y zarandas, 5 equipos semicríticos los que necesitaron mantenimiento preventivo/correctivo y 1 de baja criticidad, requiriendo mantenimiento correctivo o ningún otro mantenimiento.

1.3. Bases Teóricas:

La búsqueda de fundamentación teórica fue necesaria respecto a las variables de estudio como el mantenimiento preventivo y la eficiencia que brindaban la comprensión de estas mismas.

Mantenimiento

La realización de esfuerzos que son ejecutados en forma de operación, actividad o proceso realizado en la máquina o sus partes para la reparación, restauración o mejorar la eficiencia de una máquina antes o después de la avería, pueden ser denominados como mantenimiento. En una publicación de las Normas Europeas, el mantenimiento fue definido como aquella combinación de la totalidad de las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un elemento con la intención de retenerlo o restaurarlo a un estado en el que pueda realizarse la función requerida (Onawumi et al., 2021).

Tipos de mantenimientos

Según Ma et al. (2020), indican que existen 3 tipos de estrategias de mantenimiento, el mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento predictivo. En la siguiente tabla, se muestran las características de cada mantenimiento.

Tabla 1:

Características de los mantenimientos

Nombre	Apellido	Definición	Coste de aplicación	Riesgo
Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento reactivo, basado en fallos, mantenimiento no planificado, mantenimiento de averías.	No se otorgarán alimentos a un equipo hasta que tenga alguna avería.	Bajo (menos trabajo).	Alta (tiempo de inactividad inesperado y mantenimiento de averías daño secundario)
Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento en función del tiempo, mantenimiento en función del calendario, mantenimiento planificado, mantenimiento cíclico.	El mantenimiento es realizado de acuerdo con un determinado plan en intervalos.	Medio (más mano de obra y piezas de recambio).	Media, pero puede ser alta (las acciones innecesarias pueden ser mantenimiento intervalos realizado).
Mantenimiento Predictivo	Mantenimiento basado en las condiciones.	Mantenimiento ejecutado en respuesta a un deterioro significativo en un equipo.	Alta (menor mano de obra y piezas de repuesto, pero mayor inversión en herramientas de diagnóstico y formación en personal)	Bajo (menor tiempo de inactividad).

Fuente: Datos tomados de Ma et al. (2020).

Mantenimiento preventivo

Según Nasrfard et al. (2023), indican que el mantenimiento preventivo es donde las tareas se ejecutan en intervalos de tiempo predeterminados antes de que una falla suceda. La finalidad del mantenimiento preventivo es que se posponga la probabilidad de degradación o avería no planificada. Además, el tiempo y el coste de mantenimiento pueden incrementarse conforme avanza el deterioro. Por ello, es necesario la realización de inspecciones y mantenimiento preventivo para la reducción del costo operativo y mantener el sistema en la condición esperada.

A continuación, se menciona los principales indicadores de gestión de clase mundial:

- a) TPEF (Tiempo Promedio Entre Fallas): Relación entre el producto del número de ítems reparables por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas, en esos ítems en el periodo observado. Ese índice debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla (Caceres, 2018).

$$TPEF = \frac{N^{\circ} ITR.HROP}{N^{\circ} ITMC}$$

- b) TPPR (Tiempo Promedio Para Reparación): Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado. Ese índice debe ser usado para ítems para los cuales el tiempo de reparación o sustitución es significativo con relación al tiempo de operación (Caceres, 2018).

$$TPPR = \frac{N^{\circ} ITR.HRMC}{N^{\circ} ITMC}$$

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE, que significa Efectividad general del equipo, es una medida de la eficiencia de producción general a la que opera una máquina, un proceso o una instalación como porcentaje. La eficacia global del equipo (OEE) es la forma más eficaz de optimizar los procesos de producción y está directamente relacionada con los costes operativos. La medición de OEE brinda información sobre pérdidas y cuellos de botella en los procesos y la relaciona con la toma de decisiones financieras y el desempeño operativo, de modo que cada decisión relacionada con nuevas inversiones esté justificada (Burgos, 2021).

Las interrupciones, los cambios de formato y las fallas tienen un impacto directo en la disponibilidad del equipo, ya que las seis pérdidas principales afectan directamente los resultados de OEE. Pequeñas interrupciones o ralentizaciones en el proceso afectan el rendimiento y, en última instancia, la calidad a través de una producción y arranques deficientes (Burgos, 2021).

El OEE tiene en cuenta todos los parámetros fundamentales de la producción, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$OEE = \text{disponibilidad} \times \text{rendimiento} \times \text{calidad}$$

Donde:

D.: Disponibilidad

R.: Rendimiento

C.: Calidad

A continuación, se muestra en una tabla, los parámetros y la calificación que reciben los resultados al evaluar el OEE.

Tabla 2:

Clasificación de OEE

OEE	ESTADO
OEE<65%	Inaceptable
65%<OEE<75%	Inaceptable
75%<OEE<85%	Regular
85%<OEE<95%	Aceptable

La disponibilidad es la relación entre el tiempo de ejecución y el tiempo planificado de producción, se tiene en cuenta la pérdida de disponibilidad, que son todos los tiempos de inactividad que enfrenta el proceso. Durante ese tiempo, el equipo que debe estar en ejecución donde se observara las paradas no planificadas que puede ocurrir debido a fallas en el equipo o falta de materiales y las paradas planificadas que pueden ser causadas por el cambio y luego el tiempo restante de todo el tiempo de producción (tiempo muerto) deduciendo la pérdida de disponibilidad, se llama tiempo de ejecución (Prudencio & Torres, 2021).

El cálculo matemático de la disponibilidad se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{tiempo de ejecución}}{\text{tiempo de producción planificado}}$$

Si la disponibilidad es del 100%, significa que no hubo tiempos de parada durante todo el tiempo de producción.

El segundo factor de la OEE es el rendimiento, que es la relación entre el tiempo de ejecución neto y el tiempo de ejecución, este factor tiene en cuenta todo lo que pueda reducir

la velocidad de fabricación para que sea menor que la velocidad máxima, incluidas paradas menores y lentitud en los ciclos de trabajo (Prudencio & Torres, 2021).

Para calcular el rendimiento, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{tiempo de ciclo ideal} \times \text{recuento total}}{\text{tiempo de ejecución}}$$

Donde el recuento total es el número total de productos que se producen. Este factor concierne a las piezas que se fabrican durante el proceso de producción y tiene en cuenta la pérdida de calidad, que son los productos que no cumplieron con los estándares de calidad y tienen algunos defectos en ellos, y que pueden necesitar reprocesamiento. El factor de calidad toma en consideración todas las piezas que se fabrican, cumplan o no con los estándares de calidad (Prudencio & Torres, 2021).

La calidad a propósito se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Buen recuento}}{\text{Recuento total}}$$

Donde el buen recuento es el número de productos que se fabrican y cumplen con los estándares de calidad y el total es el número de todas las piezas fabricadas (Prudencio & Torres, 2021).

Metodología de las 5S

5S consta de 5 fases que se ejecutan durante el proceso de ejecución del proyecto, y cada fase se representa en japonés comenzando con S. También se ha señalado que el orden y la limpieza son las cosas más trascendentales que facilitan la aceptación de nuevas culturas dentro de una organización. La metodología 5S debe llevarse a cabo en comunicación compartida con todos los miembros de la organización. Esto permite que los miembros estén al tanto de las

actividades que se desarrollan dentro de la organización y posibilita la construcción de lugares de trabajo destinados a mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado. mantenerte cómodo y seguro. El crecimiento acelerado de 5S se debe a que su origen es japonés, la etimología de su término es este idioma, y su metodología se implementa en dos etapas. 3S es la primera etapa, luego el resto (Llontop, 2019).

Seiri (Seleccionar)

Es una acción que se puede realizar respondiendo a la pregunta "¿Es esto significativo?"; por lo tanto, debe determinar qué necesita, qué es redundante, obsoleto o roto, y decidir qué acción tomar. Consiste en retirar del lugar de trabajo aquellos elementos que no sean necesarios para el desarrollo de las actividades, no agreguen valor, sean innecesarios o se desmerezcan y definir procedimientos para ellos. Para ilustrar mejor el uso de este método, todo lo que no se usa se marca con una tarjeta roja (Borja & Jiménez, 2021).

Seiton (ordenar)

Señala que los artículos deben clasificarse según su uso para que puedan encontrarse, desecharse y devolverse fácilmente cuando sea necesario. También recomienda asociar cada artículo con una ubicación, descripción y cantidad, así como considerar el espacio para el transporte para que no sea imposible moverse rápidamente. Una vez seleccionados los elementos requeridos (principios de organización), se deben ubicar en espacios específicos de acuerdo a la frecuencia de uso, accesibilidad y devolución (Borja & Jiménez, 2021).

Seiso (Limpieza)

Es importante realizar inspecciones que puedan identificar problemas potenciales mientras se elimina la contaminación, lo que facilita la remediación de problemas y una

resolución rápida. Mantener limpias las instalaciones de producción ayuda a evitar y reducir los errores. Por lo tanto, para percibir la situación real, necesitamos hacer esto todos los días: "limpiar para inspeccionar, inspeccionar para percibir, percibir para corregir". Donde existen procesos persistentes que provocan ensuciamiento, la naturaleza de la actividad no permite una limpieza constante, por lo que se debe evaluar la frecuencia de limpieza; por lo tanto, necesitamos encontrar el tiempo óptimo de limpieza (Borja & Jiménez, 2021).

Seiketsu (Estandarizar)

Estandarizar significa integrar lo que se está aplicando (clasificar, ordenar, limpiar) y seguir la forma en que se hace. Para una actividad, función o procedimiento en particular, ya sea que el método sea gráfico, escrito, fotografiado, etc. El enemigo de la estandarización es la desconexión; del mismo modo, se deben establecer procedimientos, prácticas y actividades para garantizar que los lugares de trabajo se mantengan en buen orden y mantenimiento (Borja & Jiménez, 2021).

Shitsuke (Disciplina)

El Método 5 es un proceso continuo y sistemático; por tanto, mantener lo hecho debe convertirse en un hábito, y la acción realizada debe convertirse en una acción permanente, normalizada. El Principio de Shitsuke es desarrollar una cultura de autodisciplina para que lo que se está haciendo sea sostenible en el tiempo, desarrollar hábitos que creen una cultura de lo que se está haciendo, mantener el compromiso de los participantes y, a menudo, evaluar los medios para mantenerlo de acuerdo con los resultados (Borja & Jiménez, 2021).

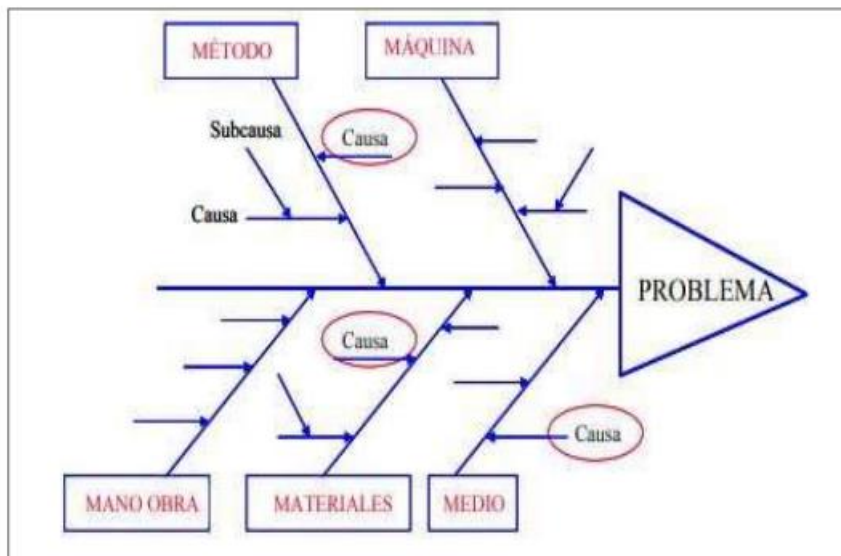
Diagrama Causa – Efecto

El gráfico de Ishikawa se puede expandir de dos maneras. El primero se trata de identificar y priorizar las causas raíz de los problemas identificados mediante la lluvia de ideas, el segundo se trata de identificar las ideas clave colocándolas directamente en los huesos clave, y luego es identificar las causas secundarias de los huesos pequeños (Yépez, 2019).

Como se presenta en la siguiente ilustración:

Figura 2:

Diseño del Diagrama Causa – Efecto.



Nota. Tomado de la Sociedad Latinoamericana para la Calidad (SLC) (2016).

A partir de lo anterior, un diagrama de causa y efecto identifica las posibles causas de un problema, agrupa varias causas en categorías o factores específicos e identifica la causa, especialmente la causa raíz, para la acción correctiva posterior; asimismo, proporciona un cierto nivel de comprensión y especificidad de causa y efecto (Yépez, 2019).

Diagrama de Pareto

Esta herramienta ayuda a determinar qué causas fundamentales deben abordarse primero para mejorar la eficacia de la resolución de problemas. Por lo tanto, una vez que se ha identificado la causa de una falla utilizando el diagrama de Ishikawa, se vuelve importante enfocarse en la causa más relevante, ya que pueden haber ocurrido muchas causas posibles. Un diagrama de Pareto muestra la importancia relativa de varias causas y lo ayuda a decidir qué hacer en respuesta al problema. Con el uso continuo de estos gráficos, puede monitorear y verificar la efectividad de sus soluciones de resolución de problemas (Acuña, 2021).

1.4. Definición de Términos:

Mantenimiento: Acción destinada a recuperar un objeto o devolverlo a un estado en el que pueda realizar una función deseada.

Mantenimiento preventivo: Realización de labores de mantenimiento programadas periódicamente con el fin de evitar futuras anomalías e imprevistos. Se trata, en resumen, de arreglar los dispositivos antes de que fallen.

OEE: Indicador infalible a la hora de medir la productividad y la eficiencia de todos los procesos de fabricación de cualquier empresa industrial.

Disponibilidad: La cantidad de tiempo que el dispositivo ha estado operando en comparación con el tiempo programado que debió operar. Este tiempo de inactividad puede ser planificado o no planificado.

Calidad: Índice utilizado para medir los productos y las piezas defectuosas que no pueden entregarse al cliente.

Rendimiento: El rendimiento compara la cantidad producida con la cantidad teórica que podría haberse producido mientras el equipo estaba produciendo, independientemente de la calidad de lo producido.

5'S: se refiere a las actividades de organizar, clasificar, limpiar, estandarizar y autodisciplina que se aplican en las empresas.

1.5. Formulación del problema

¿De qué manera la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo influye en la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) en el establo lechero, San José 2022?

1.6. Objetivos

Objetivo general

Determinar de qué manera la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo influye en la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) en el establo lechero, San José 2022.

Objetivos específicos

- Determinar la eficiencia de los equipos antes de la propuesta y las pérdidas económicas de sus causas raíz.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo.
- Determinar la eficiencia de los equipos después de la propuesta.
- Determinar la viabilidad económica de la propuesta.

1.7. Hipótesis

La propuesta de un plan de mantenimiento preventivo incrementa en un 11% la eficiencia de los equipos en establo lechero, San José, 2022.

1.8. Justificación

La presente investigación se justifica en las siguientes consideraciones:

Es importante que la empresa cuente con un mantenimiento preventivo para el equipo, debido a que, mejorará e incrementará la eficiencia del equipo, optimizando su funcionamiento y reduciendo gastos innecesarios. Según Shi et al. (2022), indica que el mantenimiento preventivo puede mejorar la confiabilidad de la estructura, al mismo tiempo que brinda equilibrio al costo, generando una preocupación generalizada durante las últimas décadas, asimismo, se ejecuta en un equipo operativo para evitar cualquier falla potencial o degradación severa que afecte la confiabilidad o disponibilidad del producto en un cercano futuro.

Se justifica académicamente puesto que el estudio contiene confiables bases teóricas, aportando información a futuras investigaciones centradas en el tema abordado de la presente investigación, siendo una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para el incremento de la eficiencia de los equipos. Asimismo, un plan de mantenimiento preventivo incrementaría la eficiencia del equipo, brindando disponibilidad del equipo cuando se requiera y sea fundamental para el funcionamiento adecuado del proceso que lleva la empresa.

Según Rojas et al. (2017) la eficiencia es aquella capacidad de disposición de alguien o de algo para lograr un determinado efecto, es una expresión que mide la cualidad o capacidad del actuar de un sujeto o sistema económico para el logro del cumplimiento de un determinado objetivo, minimizando el uso de recursos.

También guarda justificación de manera práctica debido a que, permite a la empresa mejorar el funcionamiento de su equipo, optimizando sus recursos con elevados

índices de utilidad y garantizando la calidad en el proceso de mantenimiento. El estudio, brindará valor a la empresa, ya que, disminuirá las fallas de los equipos determinando con anticipación las anomalías o averías que posee.

Asimismo, se justifica de manera social ya que proporcionará nuevas estrategias y un punto de partida para que otras empresas o diferentes áreas de las mismas puedan realizar el estudio y puedan darle el mismo enfoque sobre la gestión del mantenimiento y tener un marco referencial claro para proponer soluciones y mejoras efectivas.

1.9. Aspectos éticos:

La presente tesis es desarrollada respetando todos los principios jurídicos y éticos, teniendo en cuenta los siguientes criterios a detalle:

- Derechos de autor: Protección de los derechos de la información teórica recolectada.
- Confiabilidad de información: Realizar los cálculos adecuados para garantizar la consistencia de los resultados obtenidos.
- Información responsable: Uso adecuado de la información brindada por parte de la empresa, con el fin de realizar una investigación aplicada en beneficio de la organización.
- Confidencialidad: Garantizar la protección de la identidad de las personas que participan como informantes de la investigación.
- Observación participante: La incursión de la autora en el campo, exige responsabilidad, ética por las consecuencias que pueden derivarse de la interacción establecida con los participantes del estudio.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación:

Descriptiva, porque se describirá la situación actual que tiene la empresa con respecto a las fallas presentadas en el área de producción. La investigación es de tipo descriptivo, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010) tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población, para el caso en estudio se describe la situación actual que tiene la empresa objeto de estudio y que necesita para su mejora mediante la propuesta de un plan estratégico.

Propositiva, porque se elaboró una propuesta de plan de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia de los equipos de la empresa objeto de estudio. La investigación propositiva según Hernández, Fernández y Baptista (2010) ocupa de cómo debería ser las cosas para alcanzar unos fines y funcionar adecuadamente.

El diseño de investigación del cual se ha hecho uso es el diseño de carácter no experimental, ya que no se someterá a ningún sistema de prueba. Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. Se utilizó el siguiente diseño siendo su esquema el siguiente:



Dónde:

M= Muestra de estudio

O= Observación

P= Propuesta

2.2. Población y Muestra:

Población

Según Lerma (2009), la población es aquel grupo de la totalidad de elementos de la misma especie que suele presentar una determinada característica o que corresponden a una misma definición y a ciertos elementos se les estudiará sus características y relaciones. La población, estuvo constituida por la totalidad de equipos que componen el proceso.

Muestra

Según Ñaupás (2018) indica que, la muestra es una parte de la población que contienen las necesarias características para el estudio, siendo lo suficientemente claro para que no haya alguna confusión. La muestra es no probabilística por conveniencia, se tomó como muestra el molino motor del área de producción.

2.3. Técnicas e Instrumentos:

Las técnicas que se emplearon fueron las siguientes:

Observación: Hernández (2014) menciona que, la observación es aquel método de recopilación de datos en el registro sistemático, confiable y válido de comportamientos y situaciones observables, por medio de un grupo de categorías y subcategorías.

Instrumentos

Ficha de observación: Arias (2020) se emplea cuando el investigador desea realizar una medición, análisis o evaluación de un específico objetivo, es decir, la obtención de información de aquel objeto.

Tabla 3:

Técnica de observación

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
Observación	Obtención de la información de los tiempos del equipo.	Ficha de observación, cronómetro.	Área de producción

1. Primero, se solicitó permiso a la empresa para la recolección de información.
2. Aplicando la técnica de la observación, se iniciará recopilando la información por medio de una ficha de observación.
3. Obtención de datos de los tiempos que se necesiten para el análisis de datos e información necesaria para complementar ello.
4. Luego se analizará la información.
5. Finalmente, se organizará para poder realizar los cálculos aplicando las fórmulas establecidas.

2.4. Procedimientos:

Generalidades de la empresa

La empresa está especializada en cría de ganado bovino, organizada por un gerente general, administrador, veterinario, técnicos y colaboradores (racionadores, ordeñadores y almaceneros para la preparación de alimentos al ganado).

Principales rubros de producción, clientes o población beneficiada:

- Venta de leche a Gloria S.A.
- Venta de ganado en emergencia al sector de Virú

Reseña histórica

La empresa, fue creada y fundada el 28 de agosto del año 2006, registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. Un grupo de hermanos emprendieron un gran reto de constituir una entidad gremial que los representara y defendiera, para el mejoramiento de la actividad lechera nacional, dentro del marco de la libre empresa, como medio de desarrollo y fuente de empleo, la cual iniciaron con 4 vacas de raza Holstein, y ahora cuentan con 20 cabezas de ganado.

Misión

Producir la leche con los más altos estándares de calidad, sumamente competitivos con eficiencia y sostenibilidad, con los veterinarios y colaboradores capacitados en la ganadería de producción de leche para ello se cuenta con la sala de ordeño y con colaboradores altamente calificados, lo que nos permite que el producto sean los mejores en los mercados nacionales.

Esto les exige ser líderes del mercado con alta calidad, entrega oportuna del producto fresco, seguros y saludables para poder lograr la consolidación comercial con los clientes. Asimismo, genera bienestar en interacción con el medio ambiente a proveedores, colaboradores y comunidad.

Visión

La empresa tiene como visión convertirse en la ganadería líder en competitividad, sostenibilidad e innovación. Vendiendo directamente sus productos a los Mercados nacionales más exigentes.

Valores

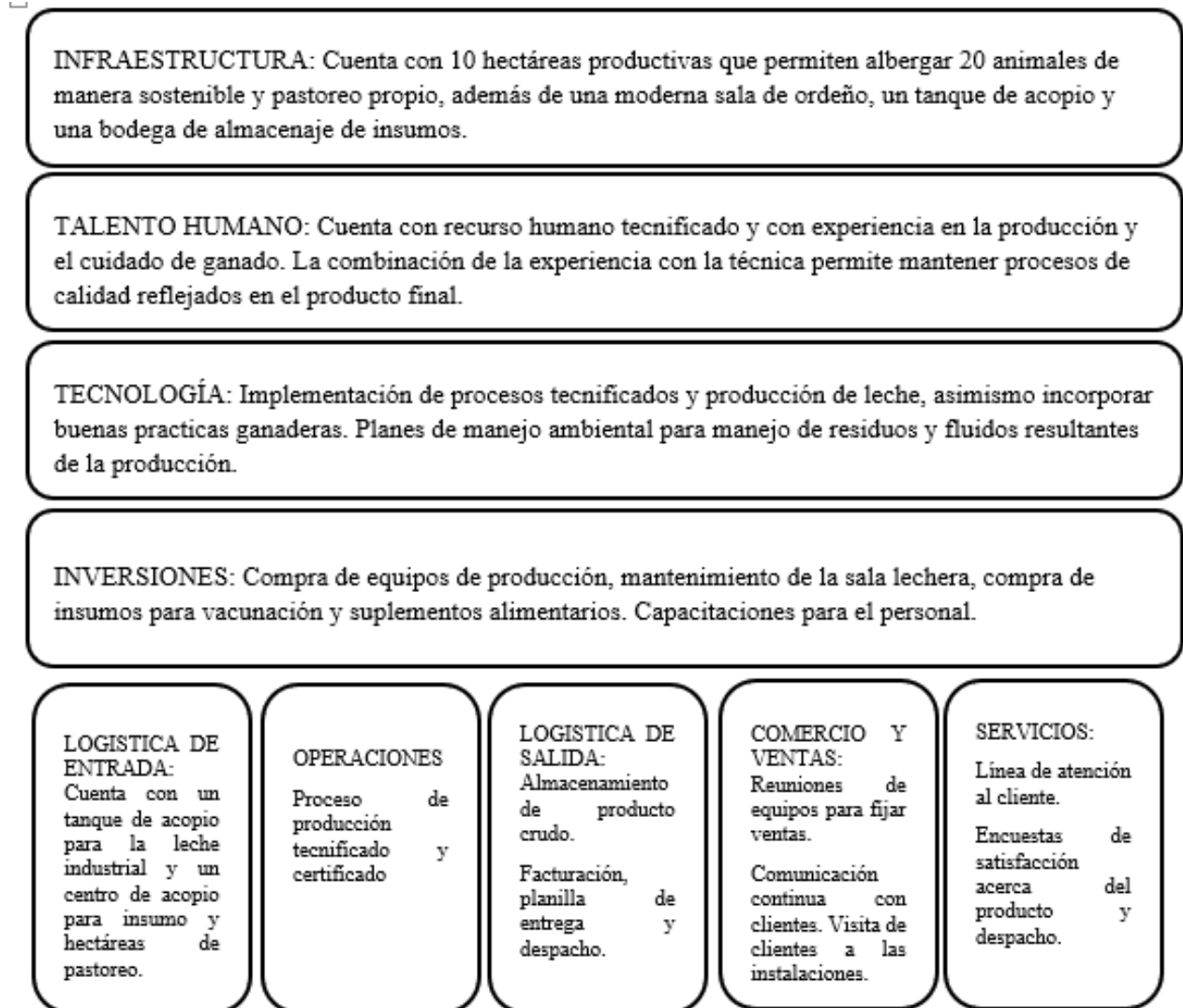
- Trabajo en equipo
- Compromiso laboral
- Identidad institucional
- Mejoramiento continuo
- Excelencia institucional
- Calidad
- Servicio
- Disciplina Laboral
- Liderazgo Corporativo
- Cultura emprendedora

La cadena de valor

La cadena de valor del negocio lácteo permite identificar las principales actividades de la empresa y conectarlas con actividades de apoyo que generen sinergias dentro de la organización y generen valor para los grupos de interés. La cadena de valor del establo lechero se describe a continuación.

Figura 3:

Cadena de valor



Nota. Elaboración propia

Análisis FODA

En la tabla se realizó el análisis FODA, para determinar las cualidades positivas y negativas de la comunidad productora, en cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4:

Análisis FODA

Fortalezas		Debilidades
1. Capacidad de economías de escala por alto poder adquisitivo. 2. Garantía de la adquisición del 100% de la producción de leche. 3. Producto principal es de gran acogida y crecimiento de aceptación por parte de consumidores. 4. Fuerte respaldo financiero soportado en terrenos y activos biológicos.		1. Falta de asesoramiento técnico 2. Venta del producto sin ganar eslabones a la cadena productiva.
Oportunidades	Estrategias FO	Estrategias DO
1. Aumento proyectado en la producción de leche al 2026. 2. Déficit de producción de leche, competencia de la industria por el acopio de leche. 3. Tecnologías disponibles para aumentar la eficiencia de la producción de leche. 4. El consumo de leche per cápita como brecha a cubrir.	E1: Mejorar la eficiencia de los procesos clave, apoyado por nueva tecnología de producción de leche (F2:O3). E2: Ampliar la gama de productos utilizando la capacidad de producción y el apoyo financieros (F1:O1)	E5: Formación técnica E6: Capacitación en comercialización para técnicas de distribución y ventas durante las épocas de alta producción.
Amenazas	Estrategias FA	Estrategias DA
1. Aumentar las importaciones de leche en polvo eliminando las barreras de entrada al mercado. 2. Gloria es una fuerza a tener en cuenta, con el 72% de la recaudación nacional.	E3: Fortalecer y profundizar las relaciones de mediano a largo plazo con los principales clientes (F1:A1) E4: Anunciar el valor nutricional de la leche cruda para educar a los consumidores sobre los beneficios de la leche cruda en comparación con la leche en polvo (F3:A1)	E7: Mejorar continuamente la calidad de las materias primas, es decir, la leche, para obtener un producto superior con un mayor valor proteico en comparación con alternativas como la leche en polvo (D1: A1). E8: Buscar el asesoramiento constante de Gloria para mejorar procedimientos a nivel de asociación (D2:A2)

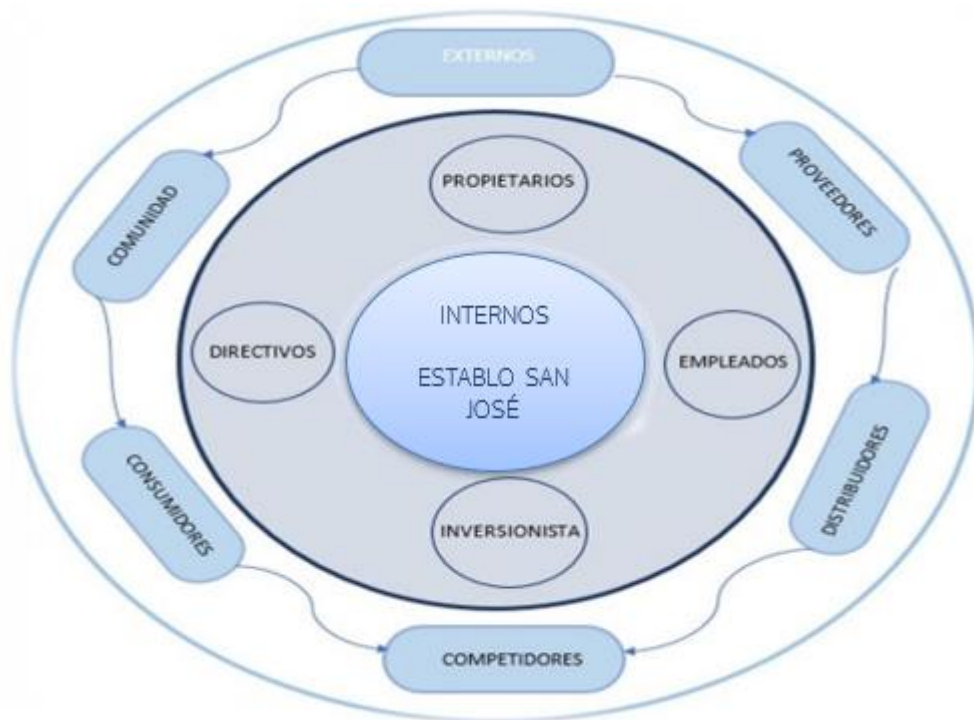
Nota. Elaboración propia

Análisis de los Stakeholders

A continuación, se expone el mapa genérico de los stakeholders considerando los recursos internos como parte fundamental con la interacción de los recursos externos.

Figura 4:

Mapa Genérico stakeholders



Nota. Elaboración propia

- Stakeholders Internos

Propietarios: Son las personas que deben estar comprometidos con la empresa, en su evolución financiera como en el desarrollo de la misma.

Empleados: Los empleados deben desarrollarse y capacitarse para desempeñar plenamente sus funciones mientras brindan un excelente servicio al cliente durante las consultas y compras de productos.

Directivos: Son una de las partes centrales de su empresa, ya que le permiten realizar un seguimiento de la organización y gestión de su empresa.

Inversionistas: Su propósito es proteger las inversiones, lograr proyecciones de plusvalías y apoyar la toma de decisiones para mejorar la rentabilidad y el posicionamiento del negocio.

- **Stakeholders Externos**

Proveedores: Es importante saber quiénes son sus proveedores, cuántos de ellos y quién abastece a la empresa. Porque, gracias a los proveedores, se puede mantener y mejorar los recursos de la empresa, y como resultado, podemos obtener la certificación de calidad excelente del proveedor. Un acuerdo de requisitos celebrado entre las partes para garantizar la prestación de los servicios contratados.

Clientes: Identificarlos demográficamente, saber dónde están y cuáles son sus características permite ofrecer los productos a un precio accesible.

Distribuidores: Se brinda un servicio rápido y puntual, brindando servicios de transporte eficientes y seguros para la distribución sin riesgos de diversos productos a los consumidores finales.

Consumidores: Los consumidores son las personas que están satisfechas con el consumo del producto y posibilitan el desarrollo de la empresa y el reconocimiento en el mercado.

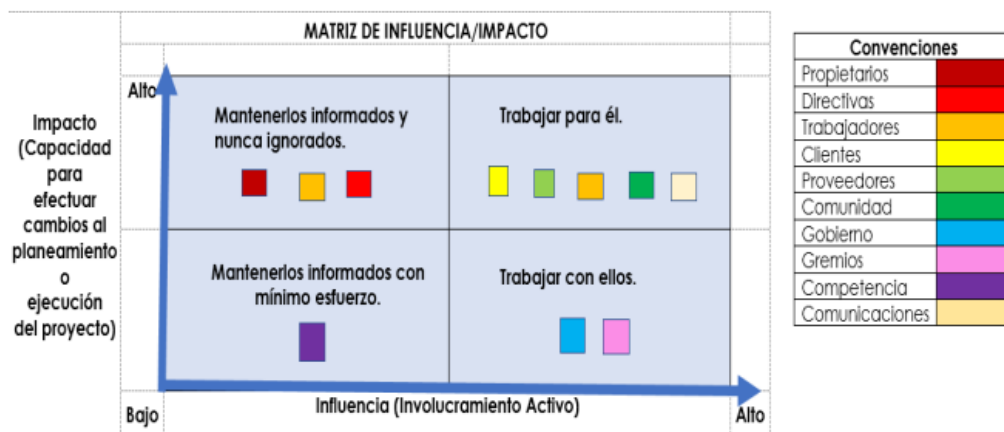
Competidores: debe cumplir con los plazos de entrega del producto, mantener y mejorar la calidad en todo momento y mantener la calidad en todo momento. Garantizar la calidad y respetar los precios personalizados por el cliente nos da una ventaja frente a nuestros competidores.

Descripción de la matriz de relaciones

Esta matriz permite la clasificación de las partes involucradas en la empresa láctea. Están interesados en motivar cambios en los planes operativos de la empresa (impacto) y en la capacidad de influir en los resultados de la empresa (influencia). El siguiente diagrama muestra los cuadrantes de relación de la empresa, justificados a continuación:

Figura 5:

Matriz de Relaciones lácteos



Nota. Elaboración propia

Cuadrante superior izquierdo, Mantenerlos informados y nunca ignorados

Este grupo incluye propietarios, personal gerencial y/o administrativo y trabajadores lecheros directos e indirectos que necesitan ser contactados directamente y satisfechos en las actividades de conversión de materia prima. Las sugerencias y comentarios de los trabajadores contribuyen a mejorar los procesos de producción y las condiciones de trabajo, porque los trabajadores son los impulsores directos del comportamiento, y brindarles oportunidades de participación los hace sentir involucrados y promueve el significado y el entorno laboral.

Cuadrante superior derecho, Trabajar para él

Los actores directamente involucrados son los clientes, proveedores, empleados, la comunidad y los medios de comunicación que acompañan el desarrollo de la actividad. Lograr una buena imagen requiere atención en la producción, servicio y trato. Evitar los impactos negativos en las empresas, los procesos y los empleados es un factor clave que puede afectar la imagen, la credibilidad y la sostenibilidad de una empresa y poner en peligro el negocio de una empresa.

Cuadrante inferior izquierdo, Mantenerlos informados con mínimo esfuerzo

La empresa solo observa y monitorea a los competidores para descubrir cambios de actitud, en el servicio y mejoras de procesos que pueden ayudar a remediar las anomalías comerciales para el mejoramiento de la empresa.

Cuadrante inferior derecho, Trabajar con ellos

En este grupo están inmersos las asociaciones, gremios lecheros y el gobierno nacional, los cuales tiene interés en la actividad que desarrolla la empresa de lácteos. Son un apoyo tiene particular interés en las actividades que desarrolla la empresa y contribuye a darle un respaldo empresarial.

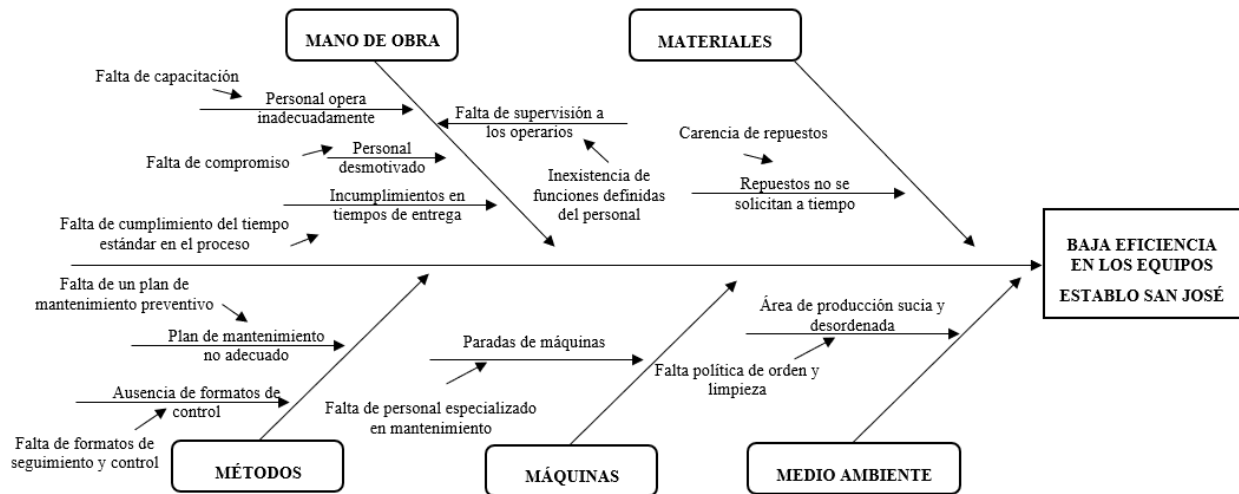
Diagnóstico del área problemática

La falta de planes de mantenimiento se identificó como un problema en la planta de producción. El personal no está formado para controlar adecuadamente la frecuencia y gravedad de los errores que se producen durante el funcionamiento de las máquinas. Otro problema es que las máquinas no se inspeccionan técnicamente antes de entrar en servicio. La supervisión de cada supervisor de proceso es insuficiente y el control del proceso de producción es inadecuado. Otro problema es la falta de programas de mantenimiento preventivo que afectan

a la producción. Estos problemas no son fáciles de resolver y cuando una instalación deja de funcionar, causa molestias a los clientes y conduce a la pérdida de clientes potenciales.

Figura 6:

Diagrama de Ishikawa



Nota. Elaboración propia

Para llevar a cabo este diagnóstico, se realizó una encuesta estructurada a los empleados para identificar los problemas que conducen a una disminución de la eficiencia desde su perspectiva. El estudio utilizó una escala de Likert para ponderar las causas de mayor a menor impacto. Este procedimiento fue implementado en diciembre del 2022 para el jefe y colaboradores del área de producción. Los valores van de 0 a 4, donde 0=nunca, 1=pocas veces, 2=a veces, 3=frecuentemente, 4= siempre. Un resumen de los resultados se muestra en la tabla de este estudio.

Tabla 5:

Causas principales que ocasionan baja eficiencia

#CR	CAUSAS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Total
CR1	Falta de capacitación	4	3	3	4	4	4	3	25
CR2	Falta de compromiso de los trabajadores	1	1	1	2	2	1	1	9
CR3	Falta de cumplimiento del tiempo estándar en el proceso	1	1	1	2	2	2	1	10
CR4	Inexistencia de funciones definidas del personal	1	1	3	4	4	1	2	16
CR5	Carencia de repuestos	1	1	2	1	1	2	1	9
CR6	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	4	4	4	4	3	3	4	26
CR7	Falta de formatos de seguimiento y control	2	2	3	3	3	2	4	19
CR8	Falta de personal especializado en mantenimiento	4	4	4	4	3	3	2	24
CR9	Falta de política de orden y limpieza	3	2	3	2	3	3	2	18

Nota. Elaboración propia

De la tabla se puede observar que hay 6 causas identificadas como las que tienen mayor incidencia en la baja eficiencia, con una frecuencia relativa acumulada del 80,00%. Por otro lado, también observamos en el diagrama de Pareto que existen otras causas que tienen un impacto menor en el problema central.

Tabla 6:

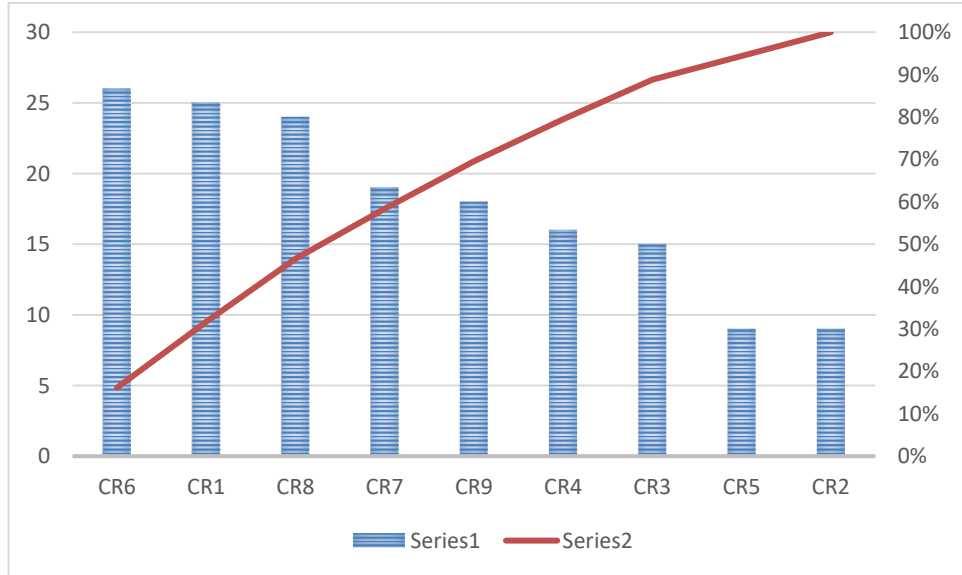
Frecuencia de causas de baja eficiencia

CAUSAS	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	% Frecuencia relativa	% Frecuencia absoluta
CR6 Falta de un plan de mantenimiento preventivo	26	26	16%	16%
CR1 Falta de capacitación	25	51	16%	32%
CR8 Falta de personal especializado en mantenimiento	24	75	15%	47%
CR7 Falta de formatos de seguimiento y control	19	94	12%	58%
CR9 Falta de política de orden y limpieza	18	112	11%	70%
CR4 Inexistencia de funciones definidas del personal	16	128	10%	80%
CR3 Falta de cumplimiento del tiempo estándar en el proceso	15	143	9%	89%
CR5 Carencia de repuestos	9	152	6%	94%
CR2 Falta de compromiso de los trabajadores	9	161	6%	100%
TOTAL	161		100%	

Nota. Elaboración propia

Figura 7:

Diagrama de Pareto



Nota. Elaboración propia

En la figura 7 se muestra que el problema que mayor impacto tiene en la eficiencia del proceso productivo está en el área de mantenimiento, principalmente la falta de un plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 7:

Matriz de indicadores

CAUSA RAÍZ	DETALLE	INDICADOR	VALOR ACTUAL (%)	PERDIDAS ACTUALES (S/)	VALOR META (%)	PERDIDAS DESPUÉS DE MEJORAS (S/)	BENEFICIO (S/)	HERRAMIENTAS	INVERSIÓN S/	
CR6	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	% Mantenimiento realizados= (N° Mntos preventivos realizados / N° Mntos preventivos requeridos) * 100%	0.00%		100%					
CR8	Falta de personal especializado en mantenimiento	% de personal especializado en mantenimiento= (Personal especializado en mantenimiento / Total de personal del área de mantenimiento) *100%	0%		100%					
CR7	Falta de formatos de seguimiento y control	% de formatos de seguimiento y control= (N° de formatos de seguimiento y control de Mnto/Total de formatos de seguimiento y control de Mnto)*100%	0%	S/ 4,735.00	100%	S/.	- S/.	4,735.00	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	S/ 5,570.00
CR4	Inexistencia de funciones definidas del personal	% de funciones definidas= (N° de funciones elaboradas/N° de funciones requeridas) *100%	0%		100%					
CR1	Falta de capacitación	% de cumplimiento del programa de capacitación= (N° actividades de capacitación ejecutadas) / (N° actividades de capacitación planificada) *100%	0%	S/ 6,106.19	90%	S/.	- S/.	6,106.19	PLAN DE CAPACITACIÓN	
CR9	Falta de política de orden y limpieza	% de área limpia= (Área ordenada y limpia / Área total) *100%	50%	S/ 588.28	100%	S/.	S/.	294.14	5'S	
							S/.	11,135.33		S/ 5,570.00
TOTAL										

Nota. Elaboración propia

2.5. Solución de la Propuesta

Los resultados de este estudio y el análisis del tiempo de inactividad del año 2022 muestran que el motor continúa experimentando tiempos de inactividad no planificados y la falta de un plan de mantenimiento preventivo está provocando cuellos de botella en el proceso de fabricación.

Analizamos el tiempo de inactividad de la planta en el año 2022 y concluimos que el motor tuvo el tiempo de inactividad más largo. Este análisis también proporciona información importante de que la mayoría de los dispositivos solo están sujetos a mantenimiento correctivo.

Tabla 8:

Tiempo de inoperatividad en horas en el año 2022

Máquinas	Tiempo	%	%Acumulado
Molino motor	61	33%	33%
Tanque de refrigerador	32	17%	17%
Generador	31	17%	34%
Paneles solares	24	13%	47%
Picadora de forraje	18	10%	56%
Sistema de ordeño	16	9%	65%
Mezcladora	2	1%	66%
Bomba de agua	2	1%	67%
TOTAL	186	100%	

Nota. Elaboración propia

Esta tabla proporciona un registro de las actividades realizadas por la falla y el tiempo necesario para esas actividades. Además, resultó que la causa del corte de funcionamiento fue una falla en el equipo. Por lo tanto, se realizó un mantenimiento correctivo para abordar la falla anterior.

Determinar la eficiencia de los equipos antes de la propuesta y las pérdidas económicas de sus causas raíz.

Tabla 9:

Diagnóstico correctivo

FECHA	HORAS PARADAS	COSTOS POR PARADAS	OBSERVACIÓN
16-Ene	2	S/ 300.00	Falla en la bomba de aceite
30-Ene	2	S/ 250.00	Cambio de filtros y lubricación
14-Feb	2	S/ 225.00	Fuga de aceite
1-Mar	2	S/ 150.00	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA
15-Mar	2	S/ 350.00	Actualización de Software
5-Abr	2	S/ 300.00	Aire en el sistema de combustible
16-Abr	4	S/ 500.00	Cambio de placas
27-Abr	2	S/ 150.00	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA
10-May	3	S/ 150.00	Filtro de aire obstruido o dañado
28-May	2	S/ 180.00	Limpieza de ejes, contrapunto y herramientas
7-Jun	2	S/ 150.00	Cambio de acrílico de seguridad
13-Jun	4	S/ 450.00	MEDICIÓN DE SISTEMA
23-Jun	3	S/ 220.00	Baja compresión
25-Jul	2	S/ 150.00	Presión de combustible incorrecta
25-Ago	3	S/ 150.00	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA
16-Set	2	S/ 200.00	Radiador obstruido
27-Ago	2	S/ 300.00	Falla en la bomba de aceite
8-Oct	2	S/ 150.00	Aire en el sistema de combustible
19-Oct	2	S/ 150.00	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA
30-Oct	3	S/ 260.00	Sobrecalentamiento del sistema
11-Nov	2	S/ 150.00	Mala lubricación
21-Nov	2	S/ 120.00	Limpieza de ejes
2-Dic	2	S/ 150.00	Aceite sucio
13-Dic	3	S/ 180.00	Sensor de oxígeno defectuoso o roto
14-Dic	4	S/ 450.00	MEDICIÓN DE SISTEMA
TOTAL		S/ 4,735.00	

Nota. Costo por mantenimiento correctivo realizado a la máquina.

Tabla 10:

Costo por pérdida de producción

Horas perdidas	Litros por hora	Costo Litro	Total
186	46.5	S/ 0.706	S/ 6,106.19

Nota. Durante las horas donde la máquina está inactiva por realización de mantenimiento correctivo se pierde alrededor S/ 6,106.19.

Tabla 11:

Detalle de pérdida por falta de orden y limpieza en el área de producción

Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo por año
Tiempo perdido por desorden	75.3	S/ 7.81	S/ 588.28

Nota. Costo por tiempo perdido por desorden debido a que evita que las herramientas o productos se encuentren rápidamente si es que no se utilizan con frecuencia, por lo que se incurre en tiempos muertos que es otra pérdida para la empresa.

Medición del OEE

El OEE es un indicador que mide la productividad del tiempo planeado de producción, el cual cuenta con parámetros fundamentales en la producción industrial, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 12:

Cálculo del OEE antes de la aplicación del TPM

Elementos		Índice
Horas productivas 2118	Horas disponibles 2304	Índice de disponibilidad 91.93%
Capacidad producida (Litros) 98487	Producción diseñada (Litros) 107136	Índice de Rendimiento 91.93%
Producción Buena (Litros) 97545	Capacidad producida (Litros) 98487	Índice de Calidad 99.04%
OEE		83.70%

Nota. Elaboración propia

Como se puede ver, la puntuación OEE es del 83.70 %, por debajo del 85 % de referencia para las empresas de clase mundial. Este resultado muestra que las empresas en realidad están en números rojos debido a fallas de máquinas y equipos, remanufactura y otras causas.

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo.

Fundamentación

Tiene como objetivo innovar la cultura organizacional dentro de la empresa que permita mejorar los diversos ambientes de trabajo, reflejando cambios a nivel de comportamiento, reflejados en mayor eficiencia y comodidad en todas las áreas de la empresa. Por otro lado, también tiene como objetivo aumentar la eficiencia de las máquinas y los recursos operativos evitando averías y no conformidades, que también se relacionan con los tiempos de limpieza, pedido y cambio.

Objetivo de la propuesta

El objetivo principal de la propuesta es mejorar la eficiencia global de la instalación a través de la gestión del mantenimiento y la implementación de la herramienta 5'S. Con la finalidad de proponer un ambiente confortable para los empleados donde se promueva la mejora continua de la organización.

Desarrollo de la Propuesta.

Se ha establecido que para resolver las fallas recurrentes debido a la falta de un mantenimiento adecuado una organización debe gestionar adecuadamente el mantenimiento que se desarrolla en 4 fases que son: planificación, organización, ejecución y control.

Planificación.

En esta etapa se elaboran el plan de mantenimiento que definen las actividades a realizar en cada equipo y maquinaria del área de producción de la empresa, así como los repuestos y materiales utilizados. Determinar la frecuencia con la que se deben realizar los trabajos de mantenimiento correspondientes y programar qué personal debe ser responsable de estos mismos.

- Mantenimiento autónomo.

Se programa de tal manera que los empleados son capacitados con conocimientos previos para realizar tareas sencillas de mantenimiento en las máquinas y así convertirse en conocedores del funcionamiento de las mismas. El personal está capacitado en sus respectivas áreas de trabajo para garantizar una óptima formación, tanto práctica como teórica. Se capacita a los operadores de máquinas en aspectos generales como funcionamiento, posibles fallas, ubicación de partes de la máquina, etc. para enseñarles a usar la máquina correctamente y dar recomendaciones en lo siguiente: Sistema de refrigeración, lubricación, combustible, admisión, escape y eléctrico.

- Mantenimiento planificado.

Este plan de mantenimiento ayuda a tener una mayor disponibilidad de los equipos, de tal manera nos permitirá reducir las pérdidas económicas que se generen por las paradas de producción.

Objetivos:

- Minimizar las paradas en la línea de producción.
- Mejore la disponibilidad de la máquina

- Mejorar la producción de acuerdo con las actividades planificadas.
- Reduce los costos incurridos al realizar el mantenimiento correctivo.
- Evite pérdidas financieras debido al tiempo de inactividad de la máquina en su línea de producción.

Tabla 13:

Ficha de mantenimiento preventivo

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MOTOR				
Lugar de trabajo:	Fecha:			
Responsable:	Encargado de Mantenimiento	PUNTUACIÓN		
	Actividades establecidas para el mantenimiento preventivo	SI	NO	ESTADO
Sistema de refrigeración	Revisar el nivel de refrigerante	X		Conforme
	Revisar el estado del radiador	X		Conforme
	Revisar las fajas y mangueras	X		Conforme
	Realizar el cambio de refrigerante	X		Conforme
	Verificar la Temperatura refrigerante	X		Conforme
Sistema de lubricación	Realizar cambio de aceite	X		Conforme
	Verificar la última fecha de cambio del aceite	X		Conforme
	Verificar presión de aceite	X		Conforme
	Realizar el cambio de filtro de aceite	X		Conforme
Sistema de combustible	Verificar cantidad de combustible	X		Conforme
	Realizar una inspección del filtro de petróleo	X		Conforme
	Revisar fecha de cambio de filtro de petróleo realizada	X		Conforme
Sistema de admisión y escape	Revisar estado de las mangueras	X		Conforme
	Verificar el estado del filtro y la fecha de cambio	X		Conforme
	Verificar las entradas y salidas de gases	X		Conforme
Sistema eléctrico	Verificar estado de baterías y su fecha de cambio	X		Conforme
	Verificar el voltaje de las baterías y el cargador	X		Conforme
	Limpieza de bornes y llenar agua destilada	X		Conforme
	Verificar voltajes entre fases	X		Conforme
	Verificar la buena circulación del aire	X		Conforme
	Verificación de ruidos no comunes	X		Conforme
	Realizar limpieza general	X		Conforme
Revisión de colocación de rejillas	X		Conforme	
	Ajustar voltaje (si es necesario)	X		Conforme

Nota. Elaboración propia

- Capacitaciones y entrenamiento.

Se realiza este procedimiento con el objetivo de mejorar el conocimiento de los empleados, contribuir a la formación de directivos y crear planes de formación técnica orientados a mejorar la comunicación entre los empleados para aumentar la confianza y alcanzar los objetivos marcados. Para ello, se considerará la implementación de los siguientes métodos de formación teóricos y prácticos.

➤ Capacitación teórica:

La inducción al TPM se inicia con un programa de actividades propuesto como parte de la metodología e incluye capacitaciones a los empleados en temas básicos de mantenimiento de máquinas. De manera similar, el mantenimiento autónomo tiene como objetivo mejorar los niveles de competencia de los empleados a través de planes de capacitación que se enfocan en las pérdidas clave.

➤ Capacitación Practico:

La introducción posterior para la preparación de los representantes se expuso junto con los especialistas de la empresa, guiados por los manuales de las propias máquinas, que pueden incorporar los temas posteriores: Estructura interna de la máquina, funcionamiento, inspección, posibles problemas a encontrar, limpieza y lubricación.

Para que el representante sea capaz de analizar posibles problemas con las máquinas y detectar cualquier falla, es fundamental que los trabajadores tengan información fundamental de mecánica y energía, por lo que se elaboró un plan para prepararlos a través de especialistas particulares. Estos se llevarán a cabo los sábados por la mañana, establecido en medio de los meses de enero y febrero del 2023.

Tabla 14:

Cronograma de capacitaciones para el personal

CAPACITACIONES	ENERO				FEBRERO			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Buenas prácticas en mantenimiento preventivo	X	X	X					
Mantenimiento industrial.				X	X			
Motores eléctricos en la industria					X			
Manejo y uso de motores						X	X	
Implementación de las cinco "S" para el taller de mantenimiento								X

Nota. Elaboración propia

Organización

En la actualidad, la empresa no dispone de un servicio de asistencia técnica que se ocupe de reparar averías o de resolver cualquier problema que surja durante la jornada laboral. Consecuentemente, se propone actualizar una región de soporte, que puede ser vigilada por ases preparados que al mismo tiempo progresarán en competencia y calidad. Un electricista y un mecánico se conectarán dentro de la zona de apoyo para llevar a cabo los trabajos que se requieren y de esta manera tener una reacción a cualquier avería que se producirá en el centro de la jornada de trabajo.

➤ Descripción del puesto

Nombre del puesto: Técnico electricista

Área: Mantenimiento

Profesión: Electrónico industrial

Reporta a: jefe de producción

Funciones principales:

- Si experimenta algún problema o fallo con su aparato, notifíquelo a su responsable de asistencia.
- Realice reparaciones eléctricas en el equipo aceptando las responsabilidades indicadas.
- Controle y realice tareas de configuración y asistencia en su dispositivo.
- Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo según las actividades que le correspondan.
- Realice la inspección física del hardware de acuerdo con las instrucciones de trabajo.
- Atender y solucionar problemas de mantenimiento reportados por los colaboradores del área de producción.

Nombre del puesto: Técnico mecánico.

Área: Mantenimiento

Profesión: Mecánico industrial

Reporta a: jefe de producción

Funciones principales:

- Bajo su responsabilidad, coordinar, implementar y monitorear la correcta ejecución del plan de mantenimiento.
- Coordina, asigna y supervisa las actividades de reparación y mantenimiento de la empresa.
- Se realizan inspecciones periódicas de los grupos electrógenos para garantizar el estado de todos los componentes de cada grupo electrógeno y para controlar adecuadamente los costos de mantenimiento.
- Asegúrese de seguir los procedimientos de mantenimiento y diagnóstico del motor.
- Preparar órdenes de compra de materiales, equipos, herramientas, repuestos y demás herramientas de trabajo para realizar adecuadamente las tareas relacionadas con los procesos de mantenimiento del motor.

- Para asegurar el cumplimiento de los objetivos, realizamos las inspecciones necesarias para los diversos trabajos de mantenimiento del motor a nuestro cargo.
- Elaborar y presentar informes sobre las actividades realizadas y el cumplimiento de las tareas administrativas como consecuencia de las actividades realizadas.

Ejecución

En esta etapa se llevará a cabo la aplicación de la gestión de mantenimiento.

➤ Cronograma de mantenimiento

Se trata de una herramienta que permite realizar las tareas de mantenimiento de forma sistemática y ordenada. Esto garantiza que las tareas especificadas se realicen a tiempo, minimizando los daños en las máquinas que afectan a la producción, y cualquier tipo de pérdida de productividad. Puede evitarse si se toman las precauciones necesarias.

Tabla 15:

Cronograma de actividades de mantenimiento

ACTIVIDAD	FRECUENCIA						Observación
	Diario	Cada 15 días	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	
Limpieza exterior		X					
Comprobar vibración y calentamientos anormales			X				
Comprobar estado de rodamientos					X		
Comprobar carga					X		
Comprobar roses de cadenas poleas y bandas					X		
Limpieza general (interior-exterior)						X	
Comprobar conexiones						X	
Observar si hay presencia de humedad, aceite o grasa						X	
Probar resistencia de aislamientos y puesta a tierra					X		

ACTIVIDAD	FRECUENCIA						Observación
	Diario	Cada 15 días	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	
Comprobar carga en vacío y en trabajo				X			
Comprobar lubricación y estado de rodamientos a detalle						X	
Comprobar estado de carcaza, amares, conexiones, tornillos y tuercas de sujeción, etc....						X	

Nota. Elaboración propia

➤ Aplicación de la herramienta 5' s

Planificar la estrategia de implementación de las 5's.

- Se selecciona a un responsable que instruya al resto de los colaboradores sobre dicha herramienta.
- Se elige un comité para elaborar los documentos y materiales necesarios.
- Se establece un calendario para iniciar y supervisar los avances previstos.

Capacitación a los colaboradores involucrados en el área de producción

- Se explica a todos los implicados por qué las herramientas 5's son esenciales para mejorar la eficiencia en la empresa.
- Se define los resultados esperados de la aplicación en la empresa.
- La implicación de los empleados garantiza el compromiso para hacerlo realidad.

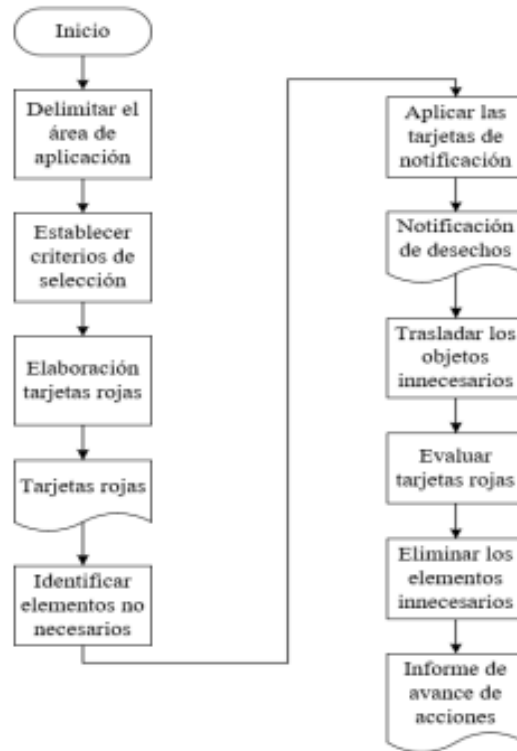
Implementación de las 5's en el área de producción:

- Seiri (Clasificar)

Se identifica las herramientas necesarias de las innecesarias.

Figura 8:

Diagrama de flujo para implementación del Seiri



Nota. Se muestra el proceso de implementación de Seiri.

Guía de observación

Este método de observación se utilizó para recoger información del área de producción, captando todas las situaciones en las que trabajaba la empresa para identificar los principales problemas relacionados con el área de producción que conducen a una baja eficiencia.

Figura 10:

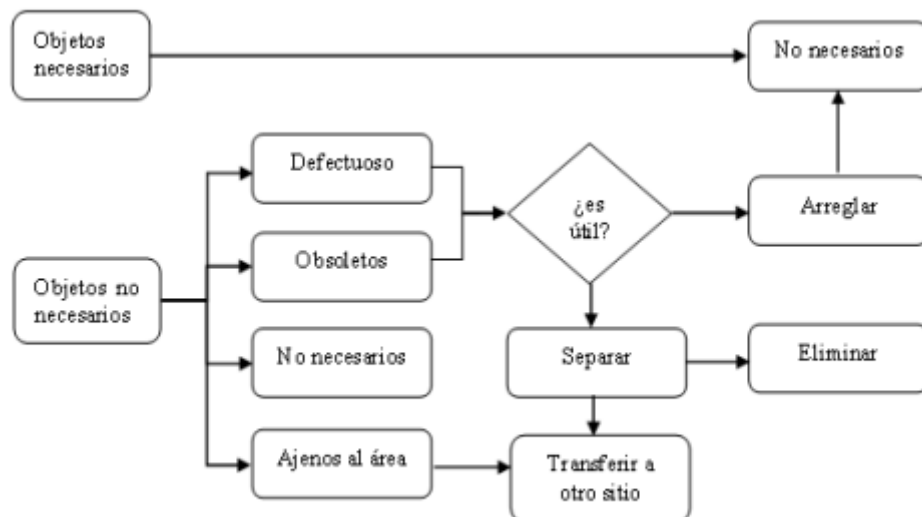
Formato de tarjeta para clasificación de objetos

TARJETA DE RECHAZO	TARJETA DE REPARACIÓN/CAMBIO
ELEMENTO:	ELEMENTO:
DESCRIPCIÓN:	DESCRIPCIÓN:
DEPARTAMENTO:	DEPARTAMENTO:
MOTIVO:	MOTIVO:
	TIPO: <input type="checkbox"/> REPARACIÓN <input type="checkbox"/> SUSTITUCIÓN

Nota. Tarjeta roja y amarilla para la clasificación de objetos

Figura 11:

Criterio para aplicación de tarjetas rojas



Nota. Se seguirá el criterio mostrado en la figura para la aplicación de tarjetas rojas

- Seiton (Ordenar)

Luego de que se haya despejado de la empresa los elementos innecesarios, el siguiente paso es organizar los elementos de trabajo que son utilizados. Su finalidad es mantener los elementos de trabajo necesarios en un lugar organizado, reconocible y de fácil acceso para que estén disponibles en el momento adecuado y no se pierda tiempo, donde se requiere el uso de métodos sencillos desarrollados por los trabajadores del área de producción.

Se organiza la zona en la que se colocan o sitúan los elementos necesarios. Esto incluye la reordenación de salas, equipos, estanterías, materiales, máquinas y cualquier otro elemento que ayude a llevar a cabo las operaciones cotidianas.

En este punto también es necesario definir la colocación de cada elemento en función de la frecuencia de uso, el volumen, el orden en el proceso, el riesgo, etc.

- Seiso (limpiar)

Se llevarán a cabo actividades de limpieza o jornadas de limpieza. Este día se limpian los equipos, los almacenes, los andamios, las mesas de trabajo, etc. Los responsables de área deben proporcionar contenedores para la eliminación de residuos.

Después de entregar las instrucciones, aplique la herramienta Seiton a los elementos de limpieza que son fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar capacitado para manipular estos elementos desde el punto de vista de seguridad y conservación.

Asimismo, se establece un registro de verificación con la finalidad de confirmar si la metodología 5S está siendo cumplida en todas sus fases. Es importante indicar que la meta propuesta es llegar al 80% de cumplimiento; es decir, excelente. Se creó el registro de verificación de la metodología 5S (Figura N°12).

Figura 12:

Registro de verificación de la metodología 5S

FORMATO DE VERIFICACIÓN DE 5S		Cód:				
		Fecha:				
Área	ÍTEMS	1	2	3	4	5
Auditado por:						
Fecha:						
N° de auditoria						
Tipo de auditoria						
Responsable del Registro:						
ETAPAS						
Seiri	Objeto o materiales ordenados Elementos necesarios en el área de trabajo Materias primas identificadas y clasificadas Elementos no dañados u obsoletos					
Seiton	Lista de herramientas Equipos y herramientas están en sus lugares asignados Se siguen las instrucciones de trabajo					
Seiso	Adecuado almacenamiento de materia prima, insumo y herramientas Lista de responsables y cronograma Máquinas, equipos, herramientas libres de polvo, basura, manchas, etc Piso libre de polvo, basura y manchas					
Seiketsu	Apariencia adecuada de los equipos y maquinaria de trabajo Evidencia visual de las 3 primeras S Formato de evaluación de las 5S					
Shitsuke	Cumplimiento de las normas de procedimiento Auditorías internas Compromiso y empeño					

Nota. El puntaje general se obtiene de la suma de cada puntaje.

- Seiketsu (Estandarización)

En esta fase se preserva lo conseguido al aplicar las tres primeras S. Esta cuarta S se refiere a la creación de hábitos para mantener el lugar de producción en buenas condiciones. La aplicación requiere los siguientes pasos:

Definir responsabilidades exactas (operarios) y asignar qué, cuándo, dónde y cómo. Mejorar y aplicar continuamente el manual de limpieza (supervisor). Publique un registro de progreso para cada S introducida. Incorpore tareas rutinarias de clasificación, organización y limpieza a sus operaciones.

- Shitsuke (disciplina)

La observancia diaria de las reglas y normas de trabajo establece y mantiene una nueva forma de vida en el lugar de trabajo.

Cada 15 días celebra reuniones de su equipo de mejora continua, formado por dos miembros del personal de mantenimiento y el jefe de producción.

Utilizamos listas de comprobación mensuales para realizar auditorías internas.

Figura 13:

Registro de seguimiento y control de la metodología 5S

REGISTRO											Código	
SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA METODOLOGIA 5S											Fecha	
Criterios	Ene ro	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
N° de auditorías												
Resultado promedio de las auditorías												
Nivel de cumplimiento												
Demuestra compromiso con la implementación												

 FIRMA
 Responsable de la auditoría

Nota. Elaboración propia

Por último, se celebra el éxito incremental del nuevo equipo de liderazgo y se continúa con su implantación; asimismo, se compara el rendimiento actual con los objetivos previstos. También se garantiza el cumplimiento de los procesos y procedimientos 5S establecidos, la formación 5S es esencial, ya que mejora la productividad de la empresa y crea una cultura de mantenimiento y cuidado de las máquinas entre los empleados. Sin embargo, es necesario formar continuamente a estos empleados a lo largo del tiempo mediante presentaciones externas en el área de trabajo y documentación interna.

Control

Los siguientes documentos y fichas se han elaborado y propuesto internamente para implantar mejores procesos y gestión del mantenimiento en los centros de producción de la empresa.

Figura 14:

Orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO- AREA DE MANTENIMIENTO DE MOLINO MOTOR

Realizado por:

Nombre del motor:

Fecha:

Tipo de mantenimiento:

Preventivo

N° de trabajo:

Observaciones de mantenimiento:

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO REALIZADAS

Trabajo aprobado por:

Nombre completo:

Cargo:

Firma:

Nota. Elaboración propia

Es importante obtener información completa sobre las órdenes de trabajo colocadas para el motor de cada empresa. Ayuda a realizar un seguimiento de todo el trabajo de mantenimiento realizado También es importante tener un historial de fallas del motor para revisar el momento de las fallas y las razones por las que ocurrieron.

El historial de fallas es una herramienta útil para el mantenimiento preventivo, ya que el conocimiento de las fallas anteriores que se han producido en los motores permite tomar acciones de mantenimiento que aborden directamente estas fallas.

Figura 15:

Registro para fallas y/o reparaciones

REGISTRO DE FALLAS Y/O REPARACIONES EN MOLINO MOTOR									
Nº	Nº Trabajo (Orden de Mantenimiento)	Falla detectada	Funcionamiento del motor	TTR	Causa detectada	Acciones tomadas frente a la falla	Cambio de repuesto requerido	Costo de reparación	Observaciones adicionales
1	001-2023								
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Trabajo aprobado por:									
Nombre completo:				Cargo:			Firma:		

Nota. Elaboración propia

Determinar la eficiencia de los equipos después de la propuesta.

Con la propuesta de la implementación del mantenimiento preventivo en el proceso de producción se estima disminuir la frecuencia de fallos, por consiguiente, se obtuvo un OEE de:

Tabla 16:

Cálculo del OEE después de la aplicación del TPM

Elementos		Índice
Horas productivas 2256	Horas disponibles 2304	Índice de disponibilidad 97.92%
Capacidad producida (Litros) 104904	Producción diseñada (Litros) 107136	Índice de Rendimiento 97.92%
Producción Buena (Litros) 103962	Capacidad producida (Litros) 104904	Índice de Calidad 99.10%
OEE		95.02%

Nota. Elaboración propia

En la tabla anterior podemos ver que el OEE aumentó alcanzando un promedio general de 95.02%, gracias a la aplicación de mantenimiento preventivo. Comparando el antes y el después, podemos ver que la aplicación del mantenimiento preventivo es efectiva y podemos ver mejoras.

2.6. Evaluación Económico-Financiera

Para implementar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa, se efectuó una inversión con un presupuesto considerando los activos tangibles e intangibles y el personal necesario para ello, a continuación, en las tablas se muestran estas inversiones.

Tabla 17:

Inversión en capacitación al personal para la implementación del plan de mantenimiento

CAPACITACIÓN DE PROPUESTA	HORAS	COSTO X HORA	COSTO TOTAL
Buenas prácticas en mantenimiento preventivo	8	S/ 120.00	S/ 960.00
Mantenimiento industrial.	6	S/ 80.00	S/ 480.00
Motores eléctricos en la industria	2	S/ 80.00	S/ 160.00
Manejo y uso de motores	4	S/ 100.00	S/ 400.00
Implementación de las nueve "S" para el taller de mantenimiento	4	S/ 100.00	S/ 400.00
TOTAL			S/ 2,400.00

Nota. Elaboración propia

Tabla 18:

Inversión en materiales para la implementación del plan de mantenimiento preventivo

Cantidad	Descripción	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
24	Etiquetas de señalización (unidad)	S/ 10.00	S/ 240.00
10	Aceite (Litros)	S/ 180.00	S/ 1,800.00
15	Grasa (Kilos)	S/ 30.00	S/ 450.00
4	Escobas (Unidad)	S/ 10.00	S/ 40.00
4	Recogedor (unid)	S/ 5.00	S/ 20.00
16	Guantes de cuero (unidad)	S/ 20.00	S/ 320.00
5	Tachos de basura señalizados (unidad)	S/ 60.00	S/ 300.00
	TOTAL		S/ 3,170.00

Nota. Elaboración propia

Tabla 19:

Inversión total para la implementación del plan de mantenimiento

Detalle	S/.
Capacitación al personal	S/ 2,400.00
Materiales	S/ 3,170.00
Total	S/ 5,570.00

Nota. Elaboración propia

Se observa en la tabla 15, la inversión total requerida para implementar el plan de mantenimiento preventivo sería de S/.5,570.00.

Flujo de caja proyectado

Con los datos obtenidos, se calculará el estado de resultados y flujo de caja para los próximos 5 años.

Tabla 20:

Estados de resultados

ESTADO DE RESULTADOS						
	0	1	2	3	4	5
INGRESOS	S/. 4,530.40	S/. 4,666.31	S/. 4,806.30	S/. 4,950.49	S/. 5,099.01	
COSTOS OPERATIVOS	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00	
DEPRECIACIÓN GAV	S/. 1,114.00	S/. 1,114.00	S/. 1,114.00	S/. 1,114.00	S/. 1,114.00	
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	S/. 3,196.40	S/. 3,332.31	S/. 3,472.30	S/. 3,616.49	S/. 3,765.01	
IMPUESTOS	S/. 942.94	S/. 983.03	S/. 1,024.33	S/. 1,066.87	S/. 1,110.68	
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	S/. 2,253.46	S/. 2,349.28	S/. 2,447.97	S/. 2,549.63	S/. 2,654.33	

Nota. Precio de leche S/. 0.706

Tabla 21:

Flujo de caja

FLUJO DE CAJA						
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS		S/ 2,253.46	S/ 2,349.28	S/ 2,447.97	S/ 2,549.63	S/ 2,654.33
DEPRECIACIÓN INVERSIÓN		S/ 1,114.00	S/ 1,114.00	S/ 1,114.00	S/ 1,114.00	S/ 1,114.00
	-S/ 5,570.00					
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-S/ 5,570.00	S/ 3,367.46	S/ 3,463.28	S/ 3,561.97	S/ 3,663.63	S/ 3,768.33

Nota. Elaboración propia

Tabla 22:

Indicadores económicos

Indicadores económicos	
VAN	S/ 7,871.85
TIR	56%
PRI	1 años y 2 meses.
B/C	S/ 3.20

Nota. Elaboración propia

Tabla 23:

Periodo de recuperación de la inversión

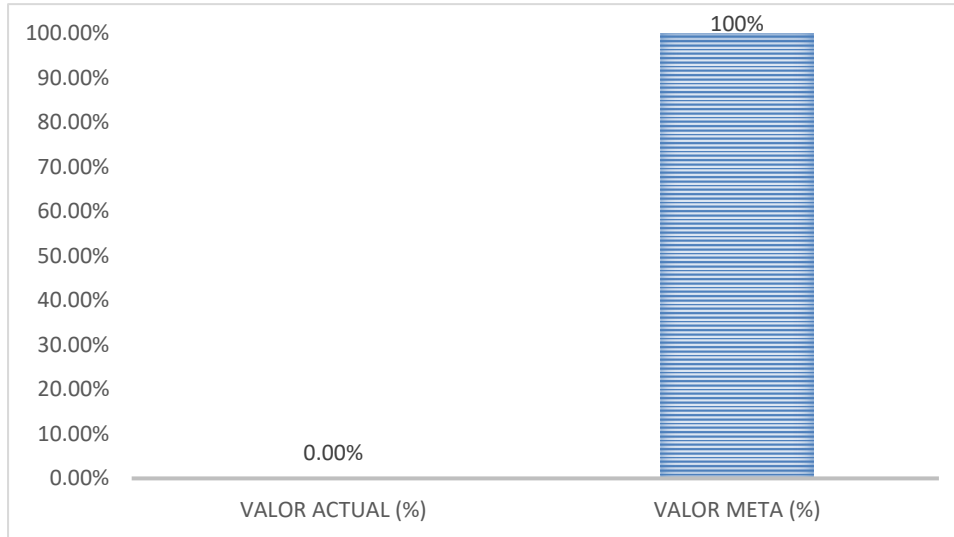
Periodo de Recuperación de la inversión (PRI)	1 años y 2 meses.					
Período	0	1	2	3	4	5
Flujo neto de efectivo	-5,570	3,367	3,463	3,562	3,664	3,768
Flujo de Caja Financiero Acumulado	-5,570	3,367	6,831	10,393	14,056	17,825
Cobertura		0.60	1.23	1.87	2.52	3.20
		FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO
Años	-	1	-	-	-	-
Meses	-	2	-	-	-	-

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Figura 16:

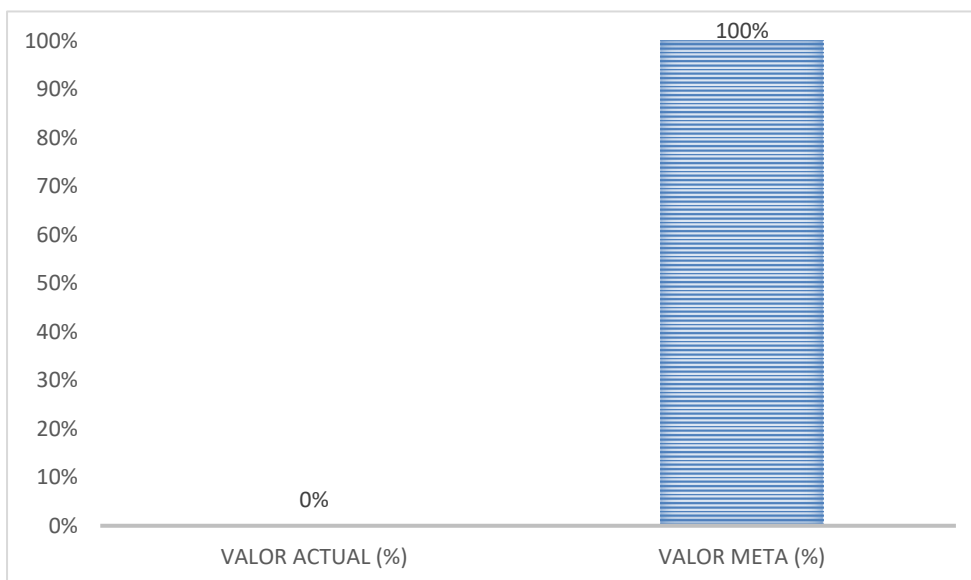
% Mantenimientos preventivos realizados



Nota. Elaboración propia

Figura 17:

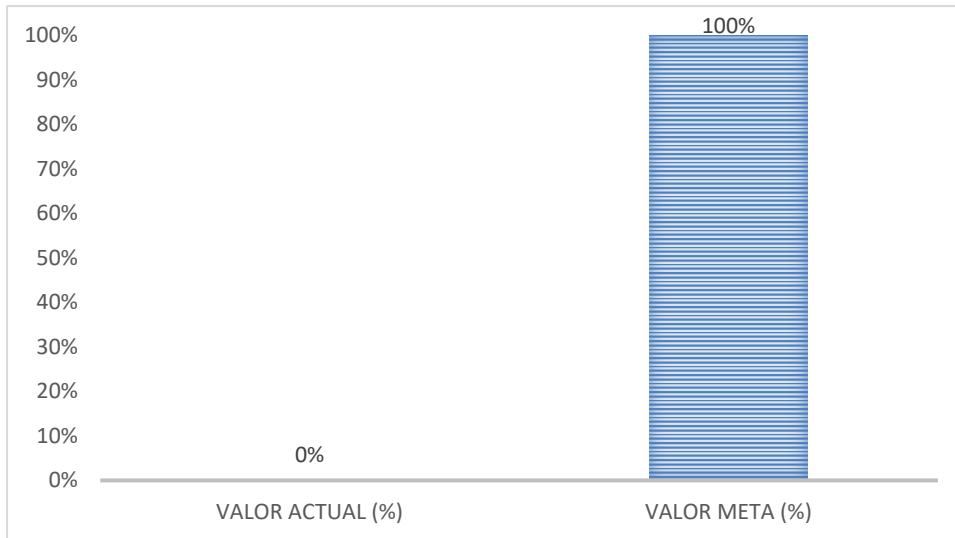
% de personal especializado en mantenimiento



Nota. Elaboración propia

Figura 18:

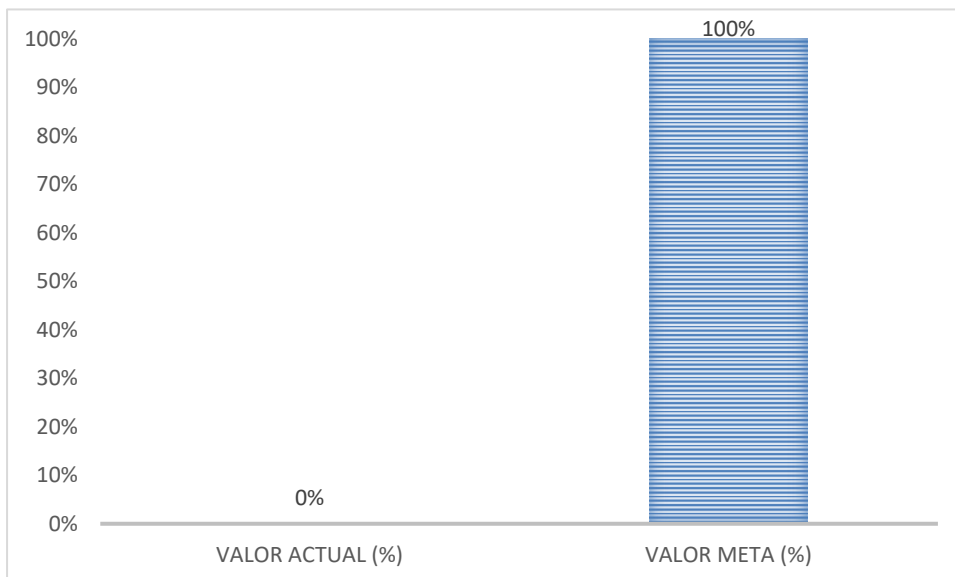
% de formatos de seguimiento y control



Nota. Elaboración propia

Figura 19:

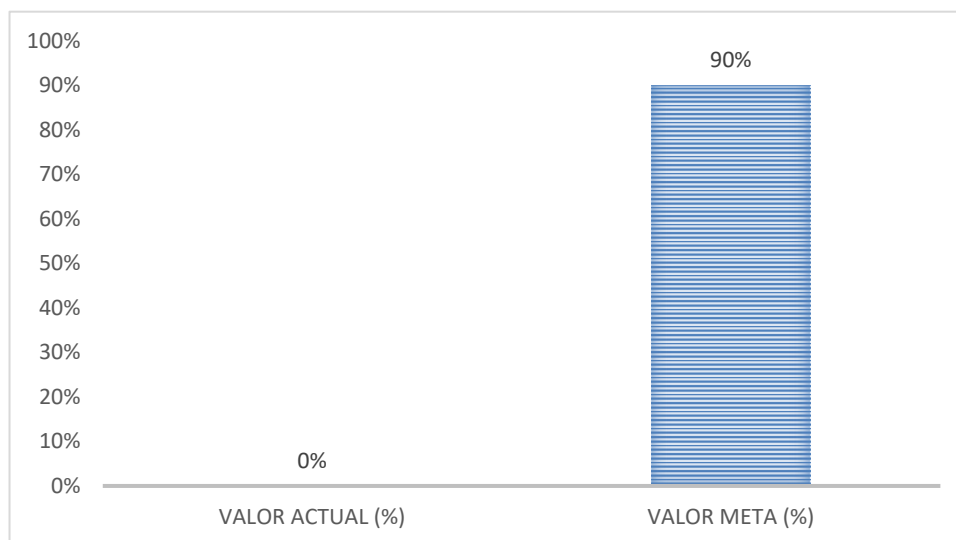
% de funciones definidas



Nota. Elaboración propia

Figura 20:

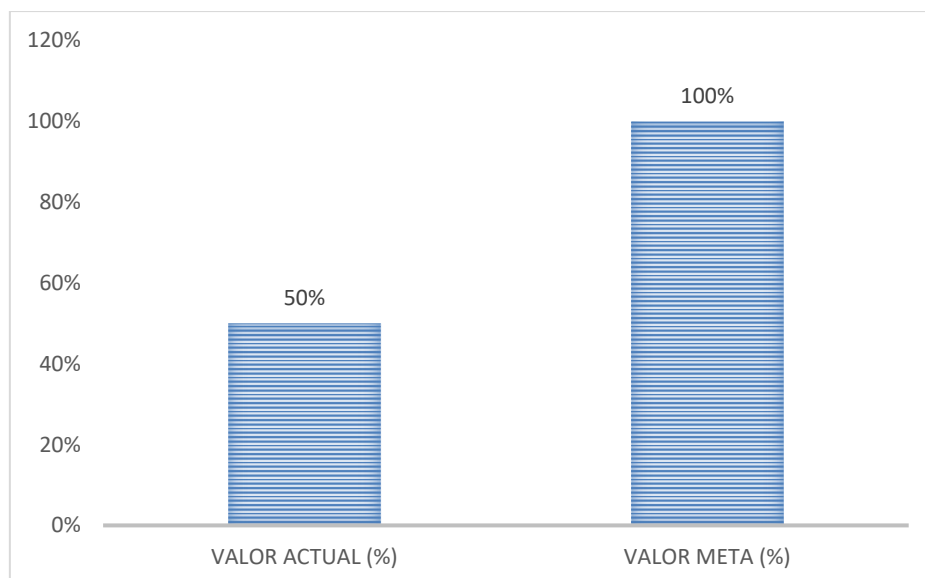
% de cumplimiento del programa de capacitación



Nota. Elaboración propia

Figura 21:

% de área limpia



Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

Con respecto al objetivo principal, determinar de qué manera la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo influye en la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) en el establo lechero, San José, 2022, en la investigación se determinó que el diseño de un plan de mantenimiento preventivo si lograría incrementar la eficiencia en un 11.32%. Estos resultados se comparan con los obtenidos por Vigo (2020) en su estudio realizado en Lima, tuvo como finalidad, la elaboración de una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en una empresa metalmecánica, como resultado, se obtuvo una mejora en la disponibilidad de un 9%, para ello, se cumplió los procedimientos que fueron establecidos en el plan, reflejándose en la mejora de los indicadores (tiempo medio entre fallas y tiempo medio para reparar), lográndose la disponibilidad de las máquinas en la empresa metalmecánica.

En relación al 1er objetivo específico se determinó la eficiencia de los equipos antes de la propuesta, la puntuación del OEE es del 83.70 %, por debajo del 85 % de referencia para las empresas de clase mundial, este resultado muestra que la empresa en realidad está en números rojos debido a fallas de máquinas y equipos, remanufactura y otras causas; asimismo, las pérdidas económicas por realizar mantenimiento correctivo ascienden a S/. 4,735.00. Los resultados obtenidos se comparan con los de Yovera (2019) en su investigación realizada en Piura, su principal objetivo fue, proponer un plan de mantenimiento preventivo para el incremento de la disponibilidad del sistema de tratamiento hidrotérmico de la organización Agromar Industrial S.A, como resultado logró una mejora de la disponibilidad, de 92.29% a 97.2%.

Como segundo objetivo específico se tuvo que diseñar el plan de mantenimiento preventivo, en base a la utilización de herramientas de ingeniería como: programa de capacitación, metodología 5s, check list y mantenimiento autónomo. Los resultados obtenidos se compararon con los obtenidos por Paredes (2021) en su investigación realizada en Piura, tuvo como finalidad la elaboración de una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo que de contribución al logro de la eficiencia de los equipos que opera la empresa INESERG, en el cual los instrumentos que utilizaron fueron registros de mantenimiento preventivo, de limpieza, registro de anomalías, registro de capacitaciones, registros de paradas, guía de entrevista, diagrama de causa efecto.

Como tercer objetivo específico se estimó la operatividad de las máquinas después de aplicado el plan de mantenimiento preventivo en la empresa. En la investigación se lograría incrementar la eficiencia en un 11.32% llegando a un 95.02%. Los resultados se compararon con los obtenidos por Peralta (2019) en su estudio realizado en Callao, su objetivo primordial fue, la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el aumento de la productividad, eficiencia y eficacia de la empresa metalmecánica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L; en conclusión, después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo a la empresa, se evidenció un incremento en la eficacia del 12%, antes de la aplicación del plan de mantenimiento los equipos y/o máquinas, poseían una eficiencia de 67% y después de la aplicación del plan, incrementó a 79%.

Como cuarto objetivo específico se determinó la viabilidad económica financiera del plan de mantenimiento preventivo. En la investigación se evaluó económica y financieramente el presente diseño del plan de mantenimiento productivo total, proyectándose un VAN de S/ 7,871.85, un TIR de 56%, un B/C de S/ 3,20 y un PRI de 1 año y 2 meses. Los resultados se comparan con los obtenidos por Rojas (2019) en el cual tuvo como finalidad el desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la mejora de la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de la unidad minero 2019, donde se consideró una tasa efectiva mensual (TEM) del 1.8% y el costo de oportunidad de capital anual de la empresa (COK) en 1.6%. Se observa que el valor actual neto (VAN) es mayor cero, por lo que se acepta el proyecto. Además, se tiene que la tasa interna de retorno (TIR) resulta ser mayor al costo de oportunidad de capital de la empresa (COK=20% anual). Por lo tanto, la evaluación económica-financiera demuestra que la propuesta de mejora si es viable.

CONCLUSIONES

Como primera conclusión, se determinó que el diseño de un plan de mantenimiento preventivo si lograría incrementar la eficiencia en un 11.32% en el establo lechero, San José.

Como segunda conclusión, se determinó la eficiencia de los equipos antes de la propuesta, la puntuación del OEE es del 83.70 %, por debajo del 85 % de referencia para las empresas de clase mundial.

Como tercer objetivo, se diseñó el plan de mantenimiento preventivo, en base a la utilización de herramientas de ingeniería como: programa de capacitación, metodología 5s, check list y mantenimiento autónomo.

Como cuarto objetivo, se estimó la operatividad de las máquinas después de aplicado el plan de mantenimiento preventivo en la empresa. En la investigación se lograría incrementar la eficiencia en un 11.32% llegando a un 95.02%.

Finalmente, se determinó la viabilidad económica financiera del plan de mantenimiento preventivo. En la investigación se evaluó económica y financieramente el presente diseño del plan de mantenimiento productivo total, proyectándose un VAN de S/ 7,871.85, un TIR de 56%, un B/C de S/ 3,20 y un PRI de 1 año y 2 meses.

REFERENCIAS

- Arias, J. (2020). Técnicas e instrumentos de investigación científica (Primera ed.). Arequipa: ENFOQUES CONSULTING EIRL. Obtenido de <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2238>
- Arroyo, S., & Obando, R. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *Journal of Engineering Science*, 4(10), 59-69. doi:<https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
- Boliang, L., Jianping, W., Ruixi, L., Jiayi, W., Hui, W., & Xuhui, Z. (2019). Optimization of high-level preventive maintenance scheduling for high-speed trains. *Reliability Engineering & System Safety*, 183, 261-275. doi:<https://doi.org/10.1016/j.res.2018.11.028>
- Burgos Ruiz, A. G. (2021). "Implementación de una propuesta de mejora en la eficiencia global de los equipos, aplicando la metodología TPM, para reducir los costos de mantenimiento en la línea de envasado de la empresa la Molina E.I.R.L. Trujillo, 2021." [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/31463/Burgos Ruiz%2C Anthony Gianfranco.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/31463/Burgos_Ruiz%2C_Anthony_Gianfranco.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cáceres, C. (2018). Propuesta de mejora de la eficiencia global de los equipos orientado en el TPM para una empresa envasadora de bebida gasificada no alcohólica. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623002/CACERES_ CC.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623002/CACERES_CC.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Fernández, M., & Shkiliova, L. (2012). Validación de un método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(4). Obtenido de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542012000400012&script=sci_arttext&tlng=pt

González, H., & Pabón, k. (2018). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para Gascol Centro. Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2859/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=3>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). México: Mc Graw Hill Education.

Infobae. (2023). Sequía: estiman que la producción de leche podría desplomarse entre un 20% y 35% este año. Infobae. <https://www.infobae.com/economia/campo/2023/03/15/sequia-estiman-que-la-produccion-de-leche-podria-desplomarse-entre-un-20-y-35-este-ano/>

Kwabena, D., & Opantu, J. (2020). Efficiency of household electricity consumption in Ghana. Energy Policy, 144. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111661>

León, J. (2023). Producción nacional de leche fresca de vaca alcanzó las 1.732.508 toneladas entre enero y octubre de 2022. Agraria.Pe. <https://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-leche-fresca-de-vaca-alcanzo-las-1-73-30539>

Lerma, H. (2009). Metodología de la investigación. ECOE ediciones. Obtenido de https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/metodologia_de_la_investigacion_propuesta_anteproyecto_y_proyecto.pdf

- Ma, Z., Ren, Y., Xiang, X., & Turk, Z. (2020). Data-driven decision-making for equipment maintenance. *Automation in Construction*, 112. doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103103>
- Méndez, J. D. M., & Rodriguez, R. S. (2017). Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an autoparts machining line. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(1-4), 1013-1026. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-017-0052>
- MIDAGRI. (1 de Junio de 2021). MIDAGRI: En el Perú existen más de 2 millones de productores de leche. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/498220-midagri-en-el-peru-existen-mas-de-2-millones-de-productores-de-leche>
- Moreano, F., & Pérez, E. (2020). Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático. *Ciencias Técnicas y Aplicadas*, 6(4), 307-323. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i4.1469>
- Nasrfard, F., Mohammadia, M., & Karimi, M. (2023). A Petri net model for optimization of inspection and preventive maintenance rates. *Electric Power Systems Research*, 216. doi:<https://doi.org/10.1016/j.epsr.2022.109003>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación: Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la tesis (Quinta ed.)*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Onawumi , A., Aremu, A., Ajiboso, O., Agboola, O., Olayanjua, T., & Osueke, C. (2021). Development of strategic maintenance prediction model for critical equipment

maintenance. Materialstoday: Proceedings, 44(1), 2820-2827.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.1163>

Paredes, J. (2022). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en ventiladores para la optimización del sistema de ventilación en minería subterránea. Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/18837>

Paredes, K. (2021). Propuesta de plan de mantenimiento preventivo, para mejorar la eficiencia de los equipos de la empresa INESERG E.I.R.L, Piura-2021. Piura. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/82255/Paredes_AKP-SD.pdf?sequence=1

Pecho, Y. (2017). Importancia del mantenimiento preventivo de puentes en el Perú. Pirhua. Obtenido de https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/3992/Importancia_mantenimiento_preventivo_puentes_Peru.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Peralta, G. (2019). Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa metalmecánica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L., San Juan de Lurigancho, 2019. Callao. Obtenido de http://209.45.55.171/bitstream/handle/20.500.12952/4583/PERALTA_FIME_MAESTRIA_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Prudencio, D., & Torres, R. (2021). Propuesta de mejora del proceso de servicio de mantenimientos para incrementar la eficiencia global de equipos (OEE) utilizando la metodología TPM. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/660646/Prudencio_GD.pdf?sequence=11&isAllowed=y

- Rojas, J. (2019). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de una unidad minera en La Libertad, 2019. Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23695/Rojas%20Gonzales%20Jaime%20Roman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas, M., Jaimes, L., & Valencia, M. (2017). Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. Revista Espacios. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/18390611.html>
- Rosales, R. (2017). Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del área Lavadero Salinas de la empresa DELISHELL S.A.C. Chimbote. Obtenido de http://200.48.38.121/bitstream/handle/USANPEDRO/8266/Tesis_56380.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Shi, Y., Lu, Z., Huang, H., Liu, Y., Li, Y., Zio, E., & Zou, Y. (2022). A new preventive maintenance strategy optimization model considering lifecycle safety. Reliability Engineering & System Safety, 221. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ress.2022.108325>
- Uniradio Informa. (2023). Crece la producción de leche en México 2.4% anual. Uniradio Informa. <https://www.uniradioinforma.com/negocios/crece-produccion-leche-mexico-24-anual-n670653>
- Vigo, J. (2020). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas de una empresa metalmecánica del sector Industrial. Lima. Obtenido de

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24777/Vigo%20Roque%2C%20Jehime.pdf?sequence=2&isAllowed=n>

Yovera, E. (2019). Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad del Sistema de Tratamiento Hidrotérmico de la Empresa Agromar Industrial S.A. Piura. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46603/Yovera_BEASD.pdf?sequence=1

ANEXOS

Anexo N°1: Capacitación a los trabajadores



Anexo N°2: Aplicación de las 5´s

