



**FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Título de la Investigación

**Gestión de Mantenimiento para mejorar la Productividad
en una empresa constructora, Lambayeque 2025**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Autores

Chavez Rojas, Alessandro del Piero

<https://orcid.org/0000-0002-0395-5051>

Sanchez Suarez, Luz Claribel

<https://orcid.org/0000-0002-3204-4329>

Línea de Investigación

**Tecnología e innovación en desarrollo de la construcción y la
industria en un contexto de sostenibilidad**

Sub Líneas de Investigación

**Gestión y sostenibilidad en las dinámicas empresariales de industrias y
organizaciones**

Pimentel – Perú

2025

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA
EMPRESA CONSTRUCTORA, LAMBAYEQUE 2025**

Declaración jurada de Originalidad



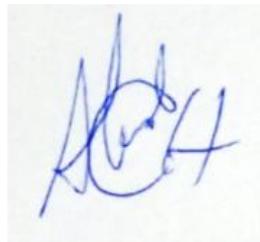
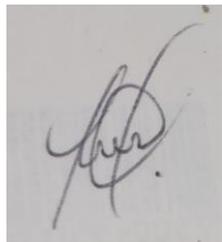
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos Chavez Rojas Alessandro del Piero, Sanchez Suarez Luz Claribel, del Programa de Estudios de **la escuela de Ingeniería industrial** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA, LAMBAYEQUE 2025

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Chavez Rojas Alessandro del Piero	71772483	
Sanchez Suarez Luz Claribel	73453077	

Pimentel, 28 de Enero del 2025.

CHAVEZ ROJAS ALESSANDRO DEL PI SANCHEZ SU...

TURNITIN_BACHILLER_CHAVEZ_ROJAS_SANCHEZ_SUARE...

- Trabajos de Investigación Bachiller 2025-0
- Trabajos de Investigación Bachiller 2025-0
- Universidad Señor de Sipan

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::26396:431003420

44 Páginas

Fecha de entrega

17 feb 2025, 1:25 a.m. GMT-5

11,919 Palabras

Fecha de descarga

17 feb 2025, 1:31 a.m. GMT-5

63,286 Caracteres

Derechos Reservados - Copyright
Dirección de Tecnologías de la Información
Desarrollo de Sistemas
eSeuss@uss.edu.pe

Nombre de archivo

TURNITIN_BACHILLER_CHAVEZ_ROJAS_SANCHEZ_SUAREZ.docx

Tamaño de archivo

1.9 MB



Página 2 of 50 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::26396:431003420

11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Derechos Reservados - Copyright
Dirección de Tecnologías de la Información
Desarrollo de Sistemas
eSeuss@uss.edu.pe

Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

DEDICATORIA 1

La presente tesina se la dedico a Dios, por la ayuda y fuerza a no rendirme para alcanzar mis metas, por su inmensa bondad y amor. A mis padres, mi eterno agradecimiento por ser el cimiento de todo lo que soy, por su invaluable educación, tanto académica como en la vida misma, y por su apoyo incondicional a lo largo de mi camino, y poder decirles a mis hermanos, ¡Lo logre porque este triunfo también es de ustedes!

Luz Claribel Sanchez Suarez

Dedicatoria 2

Dedico la presente tesina a mis padres, quienes siempre han sido mi mayor apoyo y fuente de inspiración. Su amor incondicional y su fe en mí me han impulsado a perseguir mis sueños con determinación. A mis amigos, por su compañía y aliento en los momentos de desafío. Y, especialmente, a todos aquellos que luchan por el conocimiento y la verdad, con la esperanza de que este trabajo contribuya, aunque sea un poco, a un mundo mejor

Alessandro Chávez Rojas

Agradecimientos

Gracias a Dios, por darnos la fuerza necesaria
A no rendirnos y a continuar con nuestra carrera,
gracias a él hemos sido capaz de llegar hasta
donde estamos el día de hoy.

Agradecer a nuestros padres por su apoyo
constante ya quien le estamos dedicando el
presente trabajo, agradecidos, por el apoyo
constante para culminar nuestra etapa
universitaria, la cual estamos profundamente
agradecidos.

Este logro ha sido posible gracias a la
colaboración de muchas personas a quienes
expreso mi más sincera gratitud. Agradezco
profundamente la dedicación, paciencia y guía
de mis profesores, el apoyo incondicional.

**Luz Claribel Sanchez Suarez y Alessandro
Del Piero Chavez Rojas.**

ÍNDICE

Declaración jurada de Originalidad	iii
DEDICATORIA 1.....	v
Agradecimientos	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MATERIAL Y MÉTODO	26
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
IV. Conclusiones	54
V. Recomendaciones	55
Referencias	55
ANEXOS:	59

Índice de tablas

Tabla 1:	Personal entrevistado de la empresa GMAA SAC	31
Tabla 2:	Escala de puntaje.	31
Tabla 3:	Entrevista realizada al personal según la escala de valorización.....	32
Tabla 4:	Diagrama de Pareto	33
Tabla 5:	Productividad de la empresa constructora	36
Tabla 6:	Productividad de la maquinaria	36
Tabla 7:	Aplicación de mantenimiento preventivo a los equipos de la empresa .	37
Tabla 8:	Resumen de calificación de evaluación de las 5´S	44
Tabla 9:	Número de fallas encontradas por las máquinas de construcción	45
Tabla 10:	Tiempo promedio de reparación (MTTR) en las máquinas y equipos...	46
Tabla 11:	Tiempo medio entre fallas (MTBF) de las máquinas de construcción...	47
Tabla 12:	Disponibilidad actual de las máquinas de la empresa constructora	47
Tabla 13:	Tiempo promedio de reparación MTTR (propuesta)	48
Tabla 14:	Cálculo del tiempo medio entre fallas.....	48
Tabla 15:	Disponibilidad de la maquinaria aplicando gestión de mantenimiento ..	49
Tabla 16:	Comparación de gestión de mantenimiento antes y después	49
Tabla 17:	Mejora en la productividad	49
Tabla 18:	Costos de la mejora.....	50
Tabla 19:	Detalle de los costos de implementación	50

Índice de figuras

Figura 1:	Operacionalización de la variable independiente	27
Figura 2:	Operacionalización de la variable dependiente	28
Figura 1:	Diagrama de Ishikawa	30
Figura 2:	Gráfica de Pareto	33
Figura 3:	Fallas de maquinaria para la producción del año 2022	35
Figura 4:	Fallas en la maquinaria pesada.....	35
Figura 5:	Situación actual de la empresa constructora.....	40
Figura 6:	Implementación de tarjetas amarilla y roja	41
Figura 7:	Implementación de normas específicas de pintura	41
Figura 1:	Buzón de sugerencias	42
Figura 8:	Formato de capacitación sobre la herramienta 5´S.....	42
Figura 9:	Formato de capacitación para la empresa constructora	43
Figura 10:	Propuesta de mejora en la aplicación de la filosofía 5´S	44
Figura 11:	Mejora de la aplicación 5´S.....	45

Resumen

El objetivo del estudio fue implementar un plan de mantenimiento denominado TPM, el cual contribuyó a incrementar la disponibilidad de las máquinas de construcción y aumentó la productividad en un 12.5% de la empresa constructora. Implementando la recopilación de datos y utilizando las herramientas de diagnóstico y los métodos de recolección de datos como la encuesta y la entrevista, se logró a través de un análisis identificar la falta de una gestión de mantenimiento. Por esta razón, los investigadores propusieron una estrategia que solucione y potencie la productividad de cada una de ellas con el objetivo de reducir sus costos y minimizar los residuos a través de sus herramientas que se lograron implementar. Por ello se planteó como problema principal: ¿Cómo la gestión de mantenimiento podrá mejorar la productividad en la empresa constructora? y para poder dar una respuesta a esta interrogante, se ha planteado un objetivo general en cual es: desarrollar e implementar un plan de gestión de mantenimiento que reduzca los tiempos de inactividad y los costos operativos, aumentando así la productividad de la empresa. Utilizando los diagramas de Ishikawa y Pareto para lograr identificar las causas probables. Se incrementaron significativamente la productividad en un 12.5% y aumentaron los costos en un S/32,571 soles y un beneficio de S/16,500 soles, teniendo como resultado un valor de S/1.9 soles, lo que nos da como respuesta que la propuesta es factible.

Palabras clave: Productividad, Mantenimiento, costos.

Abstract

The objective of the study was to implement a maintenance plan called TPM, which contributed to increasing the availability of construction machines and increased productivity by 12.5% in the construction company. By implementing data collection and using diagnostic tools and data collection methods such as surveys and interviews, it was possible to identify the lack of maintenance management through an analysis. For this reason, the researchers proposed a strategy to solve and enhance the productivity of each of them with the aim of reducing their costs and minimizing waste through the tools that were implemented. Therefore, the main problem was: How can maintenance management improve productivity in the construction company? And in order to answer this question, a general objective has been raised: to develop and implement a maintenance management plan that reduces downtime and operating costs, thus increasing the productivity of the company. Using Ishikawa and Pareto diagrams to identify the probable causes. Productivity increased significantly by 12.5% and costs increased by S/32,571 soles and a benefit of S/16,500 soles, resulting in a value of S/1.9 soles, which gives us the answer that the proposal is feasible.

Keywords: Productivity, Maintenance, costs.

I.INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

Actualmente, las compañías a nivel global persiguen la perfección en sus procesos a través de estrategias y metodologías desarrolladas en el presente. Por lo tanto, en Ecuador, la industria está evolucionando gradualmente con las nuevas tácticas y tendencias, con el objetivo de alcanzar la competitividad en el ámbito industrial. Por lo tanto, se llevan a cabo medidas de mantenimiento correctivas que causan pausas innecesarias en el equipo y en la producción. Se llevó a cabo un estudio de la situación presente de la compañía en relación con la administración de mantenimiento y se determinaron los activos esenciales para la empresa. De esta manera, se diseñó un sistema de mantenimiento autónomo y proactivo mediante la creación de planes de acción, distribución de recursos y gastos. Finalmente se concluye que se facilitó la puesta en marcha eficaz del sistema por parte de la compañía. Durante el periodo que se ha llevado a cabo la implementación del sistema de gestión, la disponibilidad de los equipos ha crecido en un 90% [1].

Se realizó una investigación acerca de la problemática que se ha encontrado en la empresa constructora por la falta de mantenimiento que ha causado bajas en el rendimiento y funcionamiento de la misma. La empresa por medio de la administración tomó la decisión de utilizar herramientas de la filosofía TPM, además de el mantenimiento correctivo y preventivo a las maquinas con el objetivo de incrementar su eficiencia de la empresa constructora. Logrando así mejorando el estado de los equipos y maquinas para un mejor funcionamiento y una mayor eficacia. Finalmente se concluyó que las decisiones tomadas bajo enfoques la empresa constructora consiguió un nivel de tipo que se pueda utilizar para valorar el desempeño mostrado en las operaciones [2].

En un artículo que se menciona sobre la maquinaria en la construcción, hace posible conocer la ejecución de tareas que realizan, además se ha visto que esto ha provocado averías y problemas internos dentro de las propias máquinas y los equipos de construcción, por ello el trabajador en base a su experiencia comenzó a realizar cambios sin pensar que ocasionaría un problema más grave, por ello la empresa tomó la decisión de buscar una planeación y una solución para reducir los problemas que tienen un costo muy alto en reparar y es por ello que la propia empresa constructora hizo acopio de todos sus datos para que ayuden a generar funcionamiento y cubrir la necesidad. Se concluye que es de suma importancia que la misma empresa pueda realizar verificaciones periódicas antes de que ocurra un grave problema que es muy difícil de poder solucionar durante la ejecución de los proyectos [3].

En el presente artículo algunas empresas realizaban análisis proponiendo soluciones a los problemas presentados como paradas en los equipos, máquinas que generaban pérdidas económicas en las empresas constructoras que son las encargadas de ejecutar planes de obras públicas, infraestructuras, saneamiento, etc. Por ello el incremento de los equipos y las máquinas se han encontrado en mal funcionamiento por falta de un plan de mantenimiento. En esta oportunidad se aborda temas relacionados con los procesos operativos de la industria de la construcción en el Perú donde por medio de un análisis se descubrió que las máquinas eran obsoletas y con un alto contenido de depreciación y por ello la directiva tomó la decisión de reparar la mayor parte de las máquinas y comprar las que mayormente se utilizaban en trabajos muy forzosos para evitar sobre costos y además la producción se mantenga en curso y capacitando a su personal para también evitar gastos por pérdidas humanas. En conclusión utilizando reparaciones, capacitaciones y tomando una buena decisión la empresa se mantenía en funcionamiento ahorrando altos costos [4].

En la presente investigación se presentaron problemas en la empresa Constructora Casme C&M S.R.L, en la ciudad de Cajamarca. Se evidencio que se han utilizado como base conceptos básicos de mantenimiento y logística para calcular la productividad. Los resultados que fueron obtenidos fueron las fallas en la maquinaria y en los equipos donde no existe un plan de mantenimiento y la falta de procesos definidos y la ausencia de un control que permitió brindar un seguimiento para cada actividad. Otro problema fue la baja disponibilidad y rendimiento que mostraron en el ultimo periodo. Se concluye que la empresa debe fortalecer utilizando herramientas de ingeniería para reducir los niveles de fallas y paradas aumentando así su productividad en el sector construcción [5].

En la presente investigación se encontraron problemas que afectaron a las maquinas mezcladoras de una empresa de construcción, esto causo paradas en la propia empresa al momento de realizar la actividad de llenado de concreto en la zona de trabajo donde fue contratado sin embargo esto causo una incomodidad tanto para la empresa, como también para los trabajadores y los mismos contratistas, por ello la empresa busca la solución realizando un análisis por el ciclo de vida que aun cuenta o quizá también una reparación optando por el mantenimiento preventivo y correctivo. Se concluye que la investigación permitió que otras empresas del mismo rubro pueda aplicarlas o tomarla como una advertencia de no cometer la misma equivocación [6].

En este articulo se identificaron un impacto en la productividad en la empresa de construcción, en este apartado se identificaron la falta de eficiencia en la produccion y una reparación constante a sus equipos y máquinas de construcción con el propósito de disminuir el impacto que causa al utilizar el mantenimiento productivo total (TPM). Fue conveniente utilizar y considerar una inversión en los recursos que se llevaran a cabo en la organización para que pueda recuperar el tiempo, el beneficio y la situación económica de dicha empresa. Por ello concluye que surge el efecto favorable al utilizar herramientas de mantenimiento bajo la filosofía TPM en la empresa de construcción dejando diversas fuentes de desarrollo en la industria y ser participe de muchas de ellas, especialmente en grandes corporaciones [7].

En la actualidad, las compañías aspiran a incrementar sus ganancias mediante el aumento de sus ventas o la reducción de sus gastos y costos. Por esta razón, la compañía constructora busca potenciar la capacidad de sus vehículos a través de un plan de mantenimiento, con el objetivo de reducir los gastos que impactan en la productividad. Por esta razón, se determinarán a los encargados de las tareas dentro del área, los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo a implementar, así como los indicadores laborales a administrar [8].

No obstante el autor Medina en su investigación indica la importancia del mantenimiento por la cantidad de problemática que ha tenido sus máquinas y equipos de transporte. Uno de sus propósitos es optimizar la compañía de transportes a través de algunas estrategias de administración de mantenimiento. además de disminuir los tiempos de reparación de los equipos y sus gastos asociados a estos. Se concluye que mediante la implementación de esta herramienta, también se disminuyó la implementación de la gestión de mantenimiento, que se esperaba mejorar en un 50% [9].

Los autores Leal y Espinosa en una investigación publicada por un artículo científico realizo una investigación sobre las fallas que han ocasionado en las maquinas del sector construcción que causaba impacto en la productividad en la ejecución de obras. El rendimiento de los equipos y las maquinas notaron que necesitaban realizar mantenimiento lo que fue posible solucionar para recuperar parte de la productividad y mejorar la situación de la misma empresa y también darles un mejor funcionamiento para reducir las paradas, lo que originó en un 45 [10].

Trabajos previos

En la investigación de la empresa Construcciones Reyes S.R.L que se encarga de brindar servicios de infraestructura y saneamiento, además esta en proceso de desarrollo de sus actividades de producción. Ha presentado problemas continuos como fallas, averías en los equipos que mayor uso tienen, un inadecuado sistema de reparación, lo que ha ocasionado pérdidas económicas en el tiempo que no se a implementado una solución y por

ello la productividad ha disminuido en las entregas de obras a sus clientes según el contrato. Por ello la directiva tomo una decisión de investigar y analizar los principales problemas clave y diagnosticar los puntos críticos que han originado dichas averías. Finalmente tomaron una decisión que se cambie repuesto a todas las maquinas, realicen un mantenimiento interno a cada maquina y luego capacitar a los trabajadores para que puedan desarrollar la habilidad de realizar mantenimiento autónomo, dando así una recuperación del costo que la empresa perdió y mejorando su calidad de servicio [11].

A nivel internacional las grandes compañías de construcción buscan aumentar su rentabilidad, por lo que invierten en optimizar el desempeño de los equipos y máquinas en los procesos industriales, con el fin de incrementar su eficiencia a través de un mantenimiento que se le efectúa y genere mayor eficiencia. Por lo que numerosas empresas u organizaciones no alcanzan sus objetivos propuestos, se hace imprescindible implementar una administración de mantenimiento a través de algunas herramientas y/o estrategias que contribuyan a incrementar la eficiencia de los equipos de construcción y, en consecuencia, mejoren la rentabilidad de la empresa [12].

Por otro lado, en el ámbito empresarial actual, es esencial disponer de un sistema de administración de mantenimiento que contribuya al crecimiento de estas empresas y su relevancia. Se podrá exponer el interés de elegir un aseguramiento continuo en el sector productivo y que no se pueda paralizar por razones internas como las averías en los equipos y maquinaria. Adaptándonos a este nuevo instrumento de mantenimiento, podríamos reducir de manera instantánea algunos de los gastos asociados al mantenimiento, lo que podría aumentar la disposición de equipos y además potenciar la durabilidad de cada máquina, preservando de esta manera la calidad del producto. Este hallazgo resultó en la cantidad de compañías que emplean este método como un plan estratégico alternativo que facilita la resolución y entendimiento de tareas que se programan y se llevan a cabo de forma constante por un operador cualificado. Se deduce que mediante el mantenimiento preventivo y autónomo, se podría reducir el tiempo de parada de los equipos, prolongar su durabilidad y

minimizar los gastos, contribuyendo así a incrementar su seguridad y optimizar la producción. Esto contribuye a mejorar su seguridad y optimizar la producción [13].

En Perú, la economía se ha globalizado a nivel nacional debido al aumento del sector de la construcción, lo que ha facilitado tanto que una máquina pueda ejecutar múltiples tareas por un individuo a cargo. Este podría ser otra señal de la relevancia de una adecuada administración de mantenimiento en las máquinas. Gradualmente, las máquinas y equipos han sustituido al ser humano en las labores multitareas, consiguiendo realizarlas con mayor eficacia y en un periodo de tiempo reducido. Este podría ser otra señal que permita identificar y reparar los equipos con escasos grados de baja productividad, poca eficiencia en las labores de edificación [14].

El principal problema en las empresas nacionales del sector de la construcción es la ausencia de mantenimiento a las máquinas. Por esta razón, se decide cómo incrementar la eficiencia y potenciar la productividad o rendimiento de los equipos y máquinas de la empresa. Esto conlleva un incremento en los ingresos mensuales. Además, la prestación de un servicio al cliente óptimo puede verse impactada, por lo que una gestión y planificación más adecuadas podrían contribuir a disminuir las fallas en los procesos. (IMG, 2023), criticó la ignorancia de ciertas compañías en relación con una gestión de mantenimiento, lo que podría ser uno de los principales problemas y la razón por la que la mayoría de las empresas presenten altos índices de eficiencia en los servicios que brindan unos sus clientes. Por esta razón, es crucial abordar este tema [15].

El objetivo principal de Alavedra et al en un artículo presentado en la Ciudad de Lima fue implementar la gestión de mantenimiento para aumentar la productividad mediante el mantenimiento correctivo y preventivo en términos de disponibilidad. A través de este estudio se identificaron fallos en los que se identificaron algunos aspectos críticos; mediante la implementación de este programa de mantenimiento correctivo y preventivo, se incrementó la disponibilidad y confiabilidad de la flota de camiones 730, y se disminuyeron sistemáticamente las averías de los equipos no previstos; se disminuyeron los gastos de

inventario y los costos de mantenimiento superfluos. Los escritores emplearon un instrumento para administrar el mantenimiento preventivo, empleando indicadores y disponibilidad de MTBF y MTTR. En consecuencia, al llevar a cabo el estudio, se halló un coeficiente de correlación del 79,1%, lo que señala que hay una relación constante entre las variables de disponibilidad MTBF y MTTR. En última instancia, la discrepancia del 37,4% entre las variables de administración de mantenimiento y disponibilidad se atribuye a elementos externos a las variables [16].

Además, en su estudio sobre la Ciudad de Huancayo, Chacón sostuvo que, para alcanzar los objetivos planteados, resulta beneficioso que los equipos y maquinaria tengan un mantenimiento y funcionamiento adecuados. Los fallos causan la interrupción del proceso de producción de chancado, lo que implica tiempo para reparar o sustituir repuestos. señaló que el correcto mantenimiento y uso de la maquinaria y los equipos son fundamentales para alcanzar los objetivos establecidos; los fallos obstaculizan el proceso de producción de Chancado, extendiendo así el tiempo de reparación o sustitución de repuestos mejorando la productividad y ser modelo para muchas otras empresas Dado que las interrupciones continuas ocasionan horas extra y pérdidas financieras para la entidad, se sugirió el plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de prolongar el intervalo entre los errores. Por lo tanto, es imprescindible la organización entre otras áreas vinculadas para evitar y disponer de repuestos y componentes de máquina que requieran ser sustituidos. Para concluir, es crucial programar pausas para futuras reparaciones para disminuir los gastos y potenciar la productividad [17].

En el Molino San Fernando, ubicado en la ciudad de Lambayeque, se pusieron en práctica algunas estrategias para incrementar la productividad de la compañía, lo que facilitará un incremento en las ventas y la rentabilidad a futuro. Los hallazgos comprenden la implementación de un taller de reparación para sus máquinas principales, la sustitución de componentes y la lubricación, la opción por un incremento en la productividad y rendimiento, la disminución de averías y la mejora de un control de producción más eficaz. Se examina

como el fundamento de la administración de una compañía de gran tamaño a través de la implementación de un mantenimiento preventivo y correctivo apropiado, lo que posibilita que sus metas comerciales en el sector de la construcción sean incrementar la eficacia de las máquinas, equipos y la propia compañía, que es el molino San Fernando. Una administración de mantenimiento más eficiente permitirá a la compañía disminuir las averías, mejorar los procesos de producción y potenciar la eficacia [18].

El principal propósito de la empresa Ávila Comercial fue desarrollar una propuesta de gestión de mantenimiento preventivo con el fin de aumentar la productividad en la empresa en Lima 2021. A través de una gestión de mantenimiento preventivo, se pudo reducir la cantidad de errores producidos por las máquinas en circunstancias críticas de la región, además de implementar un mantenimiento independiente. Se empleó la filosofía 5'S para promover una cultura y disciplina en el ámbito de la restauración y preservación de las máquinas. Se llevó a cabo un estudio del problema empleando instrumentos como el esquema de Ishikawa y el gráfico de Pareto, lo que permitió descubrir las causas clave que afectan la baja productividad en la organización. De esta manera, se consiguieron resultados positivos al aumentar la productividad. Se incrementó en un 40% la productividad de las máquinas y en un 11% la productividad de la mano de obra. Adicionalmente, en términos económicos, se alcanzó un beneficio/costo de la propuesta, adquiriendo S/ 1.58 [19].

No obstante, Medina, en su estudio denominado "Estrategias gestión de mantenimiento para mejorar los indicadores de Mantenimiento de equipos de transporte de Carga terrestre", establece como su meta principal optimizar la compañía de transportes a través de algunas estrategias de administración de mantenimiento. Para nuestro estudio, se emplearon herramientas cuantitativas de Naturaleza no experimental y se utilizaron como muestra los equipos que son objeto de mantenimiento. Se emplearon instrumentos para recolectar datos. Con su propuesta se experimentó un aumento del 9% en la disponibilidad y eficacia de los equipos de transporte de carga, además de disminuir los tiempos de reparación de los equipos y sus gastos asociados a estos. Se concluye que mediante la

implementación de esta herramienta, también se disminuyó la implementación de la gestión de mantenimiento, que se esperaba mejorar en un 50% [20].

Las dificultades que enfrenta la empresa constructora incluyen falta de repuestos, baja productividad en la construcción de módulos de vivienda, demoras en la entrega de trabajos completados, desgaste en las piezas de las máquinas y de los repuestos, personal no capacitado para la manipulación de maquinaria de excavación y en volquetes de carga pesada, además de los equipos de construcción como martillos hidráulicos, moledoras, taladros y otros equipos de construcción de forma general. que han reducido la baja productividad para la empresa y por lo tanto puede estar en serios problemas arbitrales según lo indicado del contrato. Todo ello ha preocupado a los jefes encargados que se necesita urgentemente implementar una gestión de mantenimiento para una restauración total a todos los equipos y la implementación de los pilares de la herramienta TPM para mejorar la disponibilidad de manera general y se recupere parte del tiempo perdido e incremente la productividad de construcción de módulos de viviendas.

Otro problema a sido el incremento de ciclos de producción, tiempos muertos, bajo interés por causa de las fallas de los equipos al utilizarlos y la falta de una respuesta inmediata de la empresa constructora, lo que ha originado paradas en la construcción y ha elevado los costes en gastos innecesarios que a provocado horas extras. Por ello se plantea como propuesta implementar una gestión de mantenimiento para mejorar la productividad en la empresa constructora ubicado en la región Lambayeque 2025.

En la empresa constructora el cual se ubica en el departamento de Lambayeque. Luego que se han identificado los problemas ocasionados en los procesos, se pasa a diagnosticar el área de reparación (taller de reparación) donde no han innovado la adquisición de repuestos de emergencia y poder prevenir demoras en las actividades que realiza dicha empresa, luego se encontraron tiempos inactivos en el personal donde realizaba sus tareas con herramientas primitivas como comba, cincel que servían como remplazo de las moledoras donde les provocaba un 15% mas de tiempo por realizarlas a mano, también se tuvo que

contratar personal extra para que pueda cubrir la producción de módulos de viviendas y la empresa pueda entregar según el contrato establecido.

El problema principal fue definido como: ¿Cómo la gestión de mantenimiento podrá mejorar la productividad en la empresa constructora en la ciudad de Lambayeque para el año 2025? y para poder dar una respuesta a esta interrogante, se ha planteado un objetivo general en cual es: desarrollar e implementar un plan de gestión de mantenimiento que reduzca los tiempos de inactividad y los costos operativos, aumentando así la productividad de construcción de viviendas. Utilizando los diagramas de Ishikawa y Pareto para lograr identificar las causas probables y los problemas presentados que afectan la eficiencia y productividad de la empresa constructora.

Para llegar a este objetivo fue necesario conocer detalladamente todas las máquinas que cuenta la empresa constructora y conocer a detalle sus defectos que involucran una baja eficiencia, baja productividad en la construcción de módulos de viviendas razón por la cual para estos casos se plantea como objetivos específicos, los mismos que detallan a continuación:

- Realizar un diagnóstico acerca del estado actual de las máquinas y los equipos de construcción por la baja productividad de empresa constructora.
- Identificar las causas principales causas que han ocasionado la inactividad de la maquinaria y los equipos.
- Proponer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que ayude a mejorar la disponibilidad de la maquinaria.
- Proponer una alternativa de solución orientada a la gestión de mantenimiento.

Esta justificación se proporciona a través de la relevancia de una correcta administración del mantenimiento. Una estrategia de mantenimiento adecuadamente organizada puede disminuir considerablemente los periodos de parada, potenciar la eficiencia, la productividad en las operaciones y, en consecuencia, incrementar la productividad y competitividad de la compañía.

En el sector construcción se utiliza una gestión de mantenimiento para poder analizar su situación en cómo se encuentra las máquinas y determinar su baja productividad de construcción de módulos de viviendas y las fallas, paradas en las máquinas. Por ello se está planteando una propuesta de mejora para nuestra investigación.

- Se argumenta que el uso de una gestión de mantenimiento adecuadamente organizada puede reducir el tiempo que las máquinas y equipos permanecen sin funcionamiento debido a fallos imprevistos.
- Esto es especialmente relevante en el sector de la construcción, donde cualquier demora puede impactar de manera sucesiva en los calendarios de los proyectos.
- Una correcta gestión de mantenimiento contribuye a un uso más eficaz de los recursos. Esto abarca tanto el personal como los materiales y dispositivos.
- Manteniendo los equipos en óptimas condiciones, se Extensión su duración, lo que disminuye la necesidad de comprar nuevos equipos de manera regular.

Gestión de mantenimiento

La gestión de mantenimiento es el proceso de organizar, planificar, ejecutar y controlar las actividades de mantenimiento necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de equipos, instalaciones y sistemas. Su objetivo principal es maximizar la disponibilidad y eficiencia de los activos, minimizando tiempos, costos y el tiempo de inactividad [21].

Objetivos

La gestión de mantenimiento relaciona a varias de sus herramientas que solucionan la mayoría de los errores presentados en las máquinas, por ello brinda toda solución a las averías y fallas eliminando todos los problemas, ayudando a mejorar su calidad de servicio, capacidad de producir y mejorar su eficiencia. Por ello se busca:

- Un mejor servicio de soporte
- Reducción de fallas y problemas presentados
- Mejora la calidad y capacidad de producción
- Aumenta su eficiencia en el servicio

- Mejora su rentabilidad.

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Según Pérez sostiene que el mantenimiento es un conjunto de técnicas que son orientadas en la reducción de averías y problemas presentados por los trabajadores. Esta idea es mejorar y conservar todos los activos de producción dentro de la empresa, ayudando a los operadores a poder solucionar todos los inconvenientes [22]. Se propone algunos de sus objetivos

- Maximizar la eficacia de los equipos
- Mejorar su vida útil de las maquinas
- Otorgar una planificación a los operadores

Disponibilidad de los equipos

Esta disponibilidad realizada en los equipos se emplea por medio de las capacidades a utilizar, por ello se corresponde a una razón para su mantenimiento. Con ello se corresponde precisar la forma de ejecutar o realizar los cálculos sobre la disponibilidad, así que permitirá rendir llevando todo esto a cabo [23].

Se encuentra en relación con su promedio de reparación y el tiempo que se toman, además la disponibilidad que corresponde, siendo requerido en activar este servicio y frecuencia para los fallos. A continuación, se menciona una fórmula de disponibilidad que es:

$$D = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right)$$

Siendo que:

- **MTBF:** Tiempo promedio entre fallos
- **MTTR:** Tiempo promedio para la reparación

Beneficios del TPM

Según Rey pretende buscar un beneficio acerca de la aplicación de esta herramienta denominada TPM, por ello se pretende mejorar el estado de las máquinas, equipos, personal y la propia empresa. Por ello se detalla a continuación algunas características [24].

- Buscar mejorar las zonas de trabajo
- Aumentar la eficiencia de las máquinas y equipos
- Se elimina las fallas, paradas y defectos encontrados en las máquinas
- Se incrementa una disponibilidad sobre los recursos.
- Se disminuye los costos por mejorar a través de una gestión de mantenimiento

Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Preventivo: Este mantenimiento se refiere en la prevención de fallos en las máquinas y en los equipos de manera específica, con ello se planifica una clasificación correcta donde se intervienen algunas actividades de producción. Esta finalidad del mantenimiento correctivo ayuda a garantizar la buena utilización de los recursos en relación con el aseguramiento de la calidad, atendiendo todos los problemas potenciales. El propósito de este tipo de mantenimiento es adelantarse al origen de las fallas de las máquinas que posee la empresa. Por ello es de útil mencionar los mecanismos que sean necesarios para su pronta revisión, inspección y cambio de partes [25].

Mantenimiento Correctivo: Según el autor menciona que es un conjunto de técnicas que son asignadas para corregir los fallos encontrados en los equipos. Por ello se ve en la necesidad de cambiar, reemplazar y corregir los errores que no puedan afectar a la producción en un plazo determinado. Se presentan en la utilización de las máquinas y así el trabajador puede reparar eficientemente sin descuidar las funciones de su trabajo [26]

Mantenimiento Autónomo: En la ejecución de este pilar de mantenimiento que está dentro al programa TPM se debe brindar rápidamente los conocimientos que son extraídos por personas con mayor experiencia al realizar reparaciones y funciones a las máquinas de la empresa, se debe de brindar los conocimientos que se necesite para así analizar, inspeccionar y verificar bien los errores que fueron presentados. La relación que existe entre los trabajadores y las maquinas se hace por el trabajo y la aplicación de los conocimientos por medio de esta herramienta. Así se pueda combatir todos los peligros y problemas y a la

vez aprender de ellos para que más adelante los mismos operarios puedan solucionar cualquier inconveniente [23]

Productividad

La productividad se refiere a la cantidad de output (productos o servicios) que se genera en relación con los recursos utilizados (tiempo, dinero, esfuerzo). En términos más simples, es una medida de eficiencia.

La productividad Mano de Obra:

La productividad de la mano de obra es una medida de la cantidad de output que se produce por cada unidad de input de trabajo. Se suele medir en términos de output por hora trabajada u output por trabajador. Por lo que es importante que las empresas, organizaciones ofrezcan una motivación para que el ritmo del trabajador no disminuya [27].

$$\text{Mano de Obra: } \frac{\text{Unidades Producidas}}{(\text{Horas} - \text{Hombre})}$$

Eficiencia

Es un concepto que se refiere a la capacidad de lograr un objetivo o resultado utilizando la menor cantidad posible de recursos, tiempo o esfuerzo. En términos más específicos, se puede entender como la relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos [27].

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Productividad Real}}{\text{Productividad Esperada}}$$

II. MATERIAL Y MÉTODO

La investigación fue realizada mediante un enfoque cuantitativo que permitió desarrollar una investigación basado en una investigación de carácter numérico [28]. Por otra parte, otro autor comenta que la investigación es cuantitativa donde se pudo realizar y verificar la hipótesis desde un punto de vista numérico, utilizando los instrumentos de medición pretendiendo continuar más allá de la descripción [29]. Todos los estudios explican acerca de la existencia de dicho fenómeno y sus condiciones por el que se relaciona las variables de estudio [30].

Esta investigación se realizó con un estudio de diseño preexperimental, porque llevando a cabo la manipulación de una de las variables de estudio se obtendrá resultados antes y después de la aplicación de las herramientas [31]. También fue transversal porque se realizó unas estrategias de mejora y la obtención de la información que tardó en poco tiempo [32].

Así mismo se refiere a una agrupación de elementos o unidades que guardan relación con una información específica que sirve posteriormente para generar puntos conclusivos” [33]. También el autor [34] mencionó que su definición es “la suma de todas las personas u objetos, por medio de ello se requiere para definir y comprender este tema en especial, se considera parte de nuestra investigación. La población que conforma la empresa constructora son alrededor de 90 trabajadores que están distribuidas en diferentes áreas mediante el servicio de construcción. Se debe considerar la población de la empresa constructora, por tal motivo de que sería un gran recurso y formaría parte de nuestra investigación.

La muestra es parte de la población muestreada que efectivamente se obtiene para el desarrollo de la investigación y las variables que se estudian, se observan y se miden [35]. Esta investigación tomó como muestra a 15 trabajadores que intermediaron de forma directa en el área de mantenimiento de la empresa constructora. De esta forma se relaciona con las máquinas que se consideraron en total.

Por otro lado, referente a las variables de investigación, se consideró como **variable independiente** Gestión de mantenimiento, en la cual se consideraron las siguientes dimensiones: **1** Planificación, teniendo en cuenta como indicadores: El tiempo medio de reparación MTTR, tiempo medio entre fallas MTBF y la disponibilidad. **2** ejecución, tomando como indicadores: ejecución de un programa de mantenimiento, capacitación al personal y acondicionamiento al taller. **3** control: tomando como indicadores: acciones de control en los procesos de construcción.

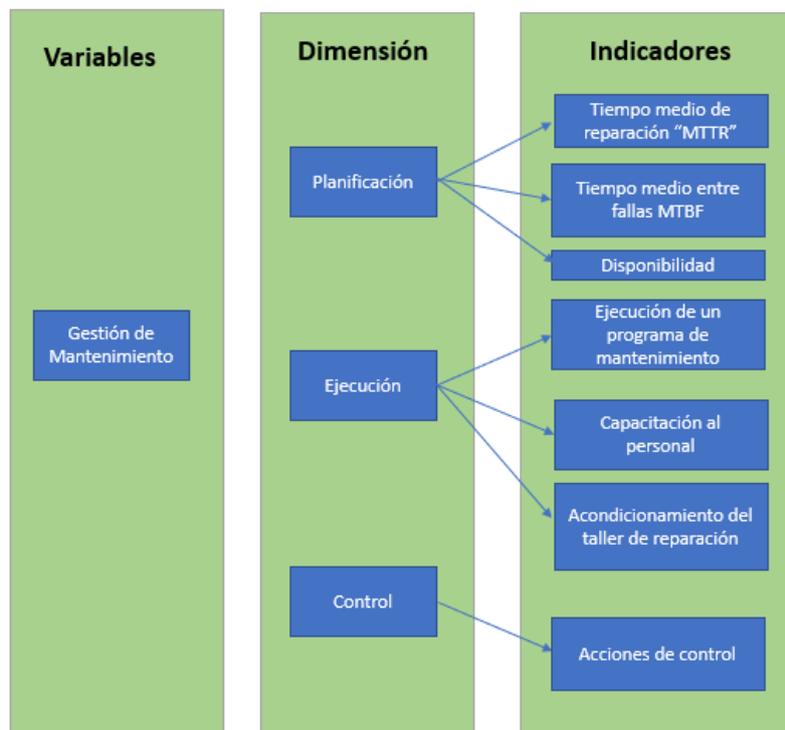


Figura 1: Operacionalización de la variable independiente

Fuente: Elaboración propia

En congruencia a lo anterior, se contempló como **variable dependiente** Productividad contemplando las siguientes dimensiones: **1** dimensión: Mano de obra tomando como indicadores los trabajos realizados entre las horas hombre utilizadas, la producción total sobre la mano de obra utilizada. **2** dimensión: Maquinaria tomando como indicadores producción utilizadas, sobre las horas de la maquinaria utilizada, **3** dimensión Seguridad en el trabajo: tomando como indicadores: Reducción de incidentes y accidentes laborales, Medidas de Seguridad implementadas y su efectividad.

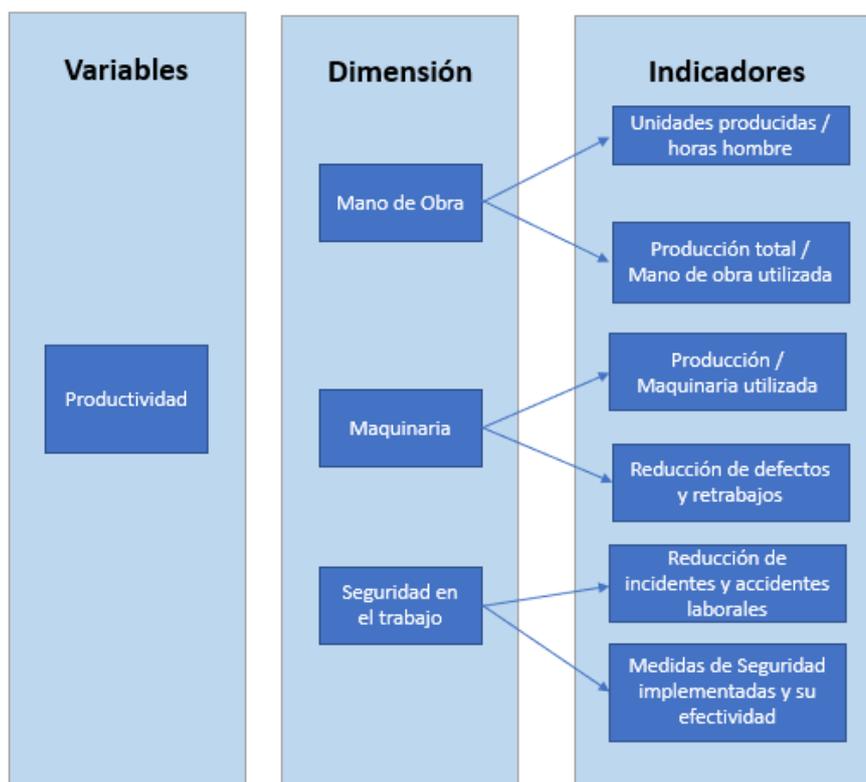


Figura 2: Operacionalización de la variable dependiente

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las **técnicas e instrumentos** de investigación utilizados, se optó por la observación (autores), el cuestionario y la entrevista para la variable independiente como la variable dependiente. Para ello, se utilizaron dos instrumentos: la guía de observación que permitió a los autores recopilar datos sobre las variables Gestión de mantenimiento y Productividad. Estas variables se utilizaron para aplicar y determinar la eficiencia, el rendimiento, la capacidad y la eficacia en la utilización de los recursos. De esta manera, para asegurar la consistencia de dichos instrumentos, se contemplaron los criterios de **validez y confiabilidad**. En cuanto a la validez, se sometieron bajo un juicio de expertos para su análisis y aprobación basados en su experiencia y conocimientos, concluyeron que los instrumentos eran válidos para su aplicación. En relación con la confiabilidad, dado que no se utilizaron cuestionarios u otros instrumentos que requieran medidas estadísticas, no fue necesario justificar la aplicación de esta medida, ya que, mediante la validez por 3 expertos,

se asegura que los instrumentos recopilan información de las variables y dimensiones de manera confiable.

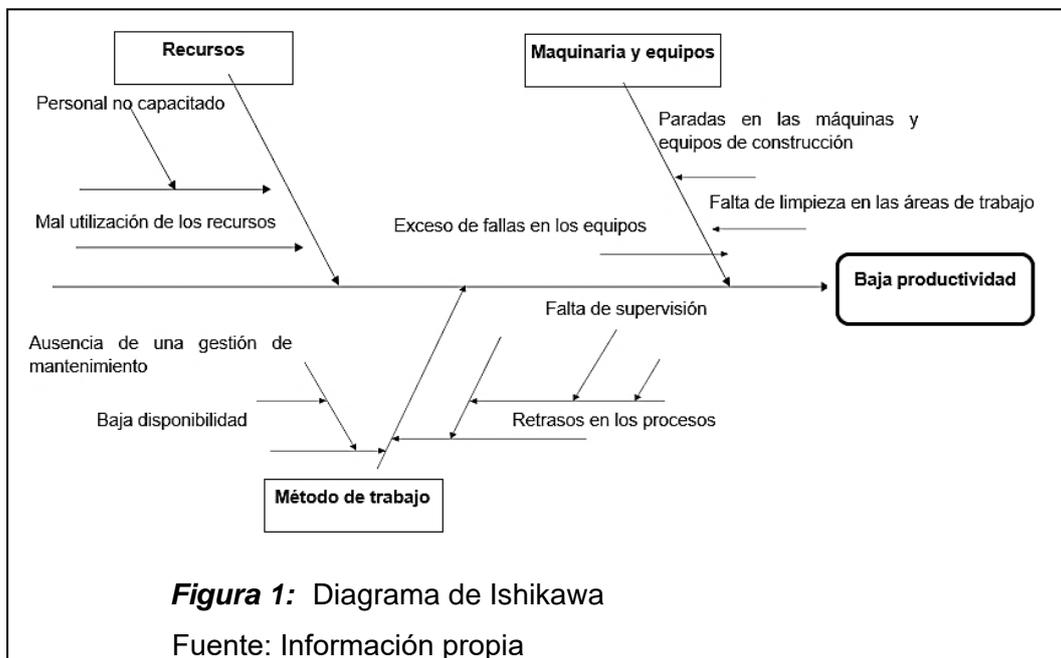
El presente artículo que se ha realizado siguiendo los siguientes **principios éticos**: Obtención del permiso de la empresa constructora, para aplicar los instrumentos de investigación, informando adecuadamente sobre el propósito y el alcance del estudio; validar y verificar los instrumentos de investigación, para garantizar la coherencia de los datos obtenidos; someter el estudio al sistema Turnitin, para comprobar la originalidad del contenido y evitar el plagio, citando correctamente las fuentes según el formato IEEE; y respetar la privacidad de los participantes en el estudio, tratando sus datos con confidencialidad y no revelándolos sin su autorización.

En otras palabras, referente los procedimientos para el logro de los objetivos, se ha contemplado: Realizar una evaluación utilizando la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) para mejorar la productividad en el proceso de construcción de módulos de viviendas.

Para analizar las causas raíz del problema, elaboró el Ishikawa, el cual fue elaborado en coordinación de la empresa constructora, el jefe de área. Así mismo, para el diagnóstico del proceso de disminución de fallas en las maquinas, la disminución de disponibilidad y eficiencia en la maquinaria pesada. Para ello se utilizaron los recursos principales como son la mano de obra que se encargarán de mitigar dichos problemas y la utilización de materiales para llevar a cabo la implementación de una gestión de mantenimiento. Para el apoyo se utilizarán algunas herramientas como TPM; que algunas de sus herramientas son el mantenimiento preventivo y correctivo, adicionalmente el mantenimiento autónomo, el cual permite servir como recurso indispensable en la reparación optima de las maquinas por medio de los mismos trabajadores. Por otro lado, para el diagnóstico de las dimensiones de dicha variable, se recopiló información al tiempo que se perdió y se pretende recuperar con dicha implementación de las herramientas para hacer el buen uso de todos los recursos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para poder abordar la problemática de la empresa constructora fue necesario aplicar algunos de los instrumentos de recolección de información como la observación, encuesta y entrevista y los cuales se podrá obtener información relacionado a los problemas presentados. Como primera técnica fue la observación directa de parte del personal de la empresa, el cual evaluó algunas maquinas con problemas de paradas en las actividades y lo más recomendado sea revisar y brindarle un mantenimiento adecuado. Los investigadores tomaron algunos datos por medio de un análisis que fue realizado a través del expediente técnico de una obra de construcción, así como otros apuntes y observaciones durante la ejecución de obra. Como entrevista se realizó un cuestionario de preguntas a cargo del residente de obra lo cual ha logrado que tengamos el enfoque adecuado para la investigación, finalmente la ejecución de las herramientas de mantenimiento TPM que van a llevarse a cabo en el desarrollo de la investigación y poder proponer una mejora en la productividad en la empresa constructora.



Análisis general del diagrama de Ishikawa

Se aprecia en la figura 1 las causas que fueron previstas utilizando nuestros instrumentos y también nuestro criterio de evaluación determinando todos los problemas que

causan una baja productividad en la empresa constructora en el departamento de Lambayeque.

Se puede notar que actualmente la compañía ha experimentado un descenso en sus maquinarias y equipos, debido a fallos internos en el entorno laboral de los empleados. Además, se detectó una inadecuada administración de Mantenimiento en los departamentos de la empresa y en el taller de reparación. Además, se detectó un uso inapropiado de Los recursos, que a menudo se desperdician debido a una falta de coordinación entre los trabajadores del departamento de mantenimiento.

Otro aspecto que se observó fueron las demoras en las tareas laborales de los empleados y se detectó una ausencia de supervisión en la misma área. Por lo tanto, los mismos empleados llevan un cabo sus labores de forma individual, lo que provoca confusión y, consecuentemente, se desperdicia tiempo. Además, la productividad en la edificación de módulos de viviendas se redujo de manera más pausada.

Para comenzar la implementación de la entrevista, los investigadores recolectaron ciertos datos que los investigadores determinaron, donde formularon algunas preguntas breves al director de la compañía constructora, así como a sus jefes de producción, calidad y logística, con el fin de realizar un análisis efectivo. Se realizó dentro de una escala de evaluación de criticidad, tal como se ilustra en el cuadro siguiente:

Tabla 1: Personal entrevistado de la empresa GMAA SAC

items	Miembros entrevistados
A	Gerente general
B	Jefe de Producción
C	Jefe de Calidad
D	Jefe de Logística

Fuente: Empresa GMAA SAC

Tabla 2: Escala de puntaje.

Escala de calificación de los problemas	Puntaje
Malo	5
Regular	3
Bueno	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Entrevista realizada al personal según la escala de valorización.

ÍTEM	PROBLEMAS	A	B	C	D	PUNTAJE
1	¿Cómo define el concepto de mantenimiento productivo en las máquinas?	3	5	5	3	16
2	¿Qué medidas toma la empresa para garantizar el control de los equipos?	5	3	5	3	16
3	¿Cree que los procesos de mantenimiento sirven para evitar paradas y tiempos ociosos? ¿son efectivos? ¿por que?	3	3	5	3	14
4	¿Qué tipo de capacitación reciben los trabajadores para garantizar la eficiencia en la ejecución de actividades?	3	3	3	5	14
5	¿Ha notado una relación entre el operario y la maquina en relación a la disminución de fallos en los procesos?	3	3	3	3	12
6	¿Existen indicadores de mantenimiento que midan la eficiencia y disponibilidad en la empresa?	3	3	3	3	12
7	¿Qué problemas ocurren diariamente que afectan a la productividad de cada maquina o equipo?	3	3	5	1	12
8	¿Qué estrategias considera necesarias para optimizar y mejorar la capacidad de la maquina y mejorar su productividad y disponibilidad?	3	3	1	1	8
9	¿Existe algún tipo de mantenimiento que pueda prevenir fallas y paradas en el proceso?	1	3	3	1	8
TOTAL						112

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se utilizará el diagrama de Pareto 80 – 20 para verificar las incidencias que causaron gran impacto en la empresa Constructora.

Tabla 4: Diagrama de Pareto

N°	Causas	Frecuencia (problemas)	%	Frecuencia acumulada	% Acumulado	80- 20
1	Baja disponibilidad	16	15%	33	15%	80%
2	Paradas en las máquinas y equipos de construcción	16	14%	65	29%	80%
3	Exceso de fallas en los equipos	14	13%	95	42%	80%
4	Retrasos en los procesos	14	12%	123	54%	80%
5	Falta de supervisión	12	11%	148	65%	80%
6	Ausencia de una gestión de mantenimiento	12	11%	173	77%	80%
7	Mal utilización de los recursos	12	9%	193	85%	80%
8	Personal no capacitado	8	8%	211	93%	80%
9	Falta de limpieza en las áreas de trabajo	8	7%	226	100%	80%
Total		226	100%			

Fuente: Elaboración propia

Se explica que las frecuencias encontradas son el resultado de la entrevista realizada al gerente y a los jefes encargados por ello se obtuvo esta frecuencia de problemas

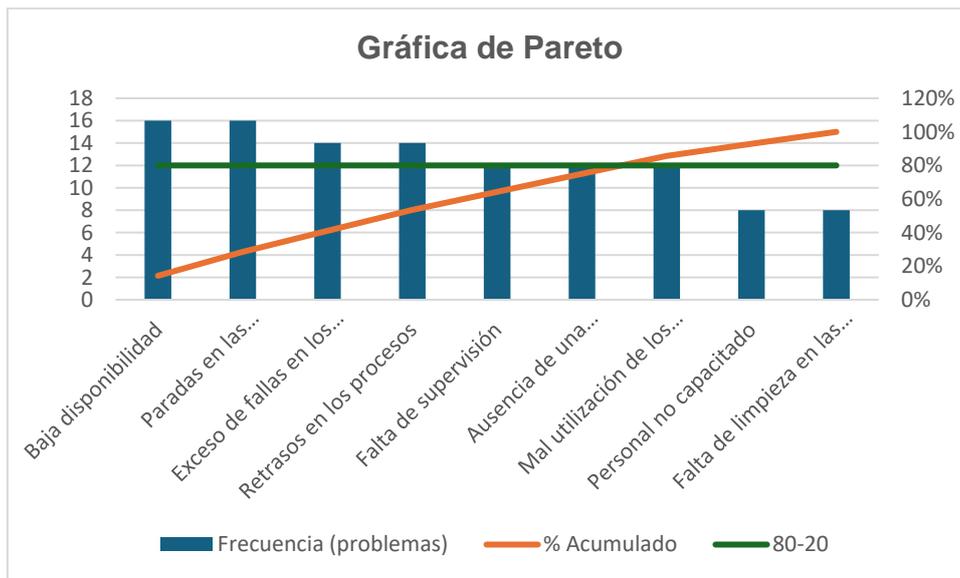


Figura 2: Gráfica de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Para examinar las causas fundamentales del problema, creó el Ishikawa, que se desarrolló en colaboración con la compañía de construcción y el líder de área. De igual manera, para el análisis del proceso de reducción de averías en los equipos, la reducción de disponibilidad y eficacia en la maquinaria de gran peso. Para lograrlo, se emplearon los

recursos esenciales como la mano de obra que se ocupará de atenuar estos problemas y el uso de materiales para poner en marcha la implementación de una gestión de mantenimiento.

Se emplearán herramientas como el TPM para el apoyo, algunas de las cuales incluyen el mantenimiento preventivo y correctivo, además del mantenimiento autónomo, que se puede considerar como un recurso esencial en la reparación óptima de las máquinas a través de los mismos empleados. En contraposición, para el análisis de las dimensiones de esta variable, se recolectó información del tiempo que se perdió, la cual se busca recuperar mediante la implementación de las herramientas para optimizar el uso de todos los recursos.

Para tratar el problema de la compañía constructora, se requirió el uso de ciertos métodos de recopilación de datos como la observación, la encuesta y la entrevista, los cuales permitirán obtener datos vinculados a los problemas expuestos. El primer método fue la observación directa del personal de la compañía, quienes evaluaron algunas máquinas que presentaban dificultades para parar en las operaciones. Lo más aconsejable es revisarlas y proporcionarles un mantenimiento apropiado.

Los investigadores recolectaron ciertos datos a través de un estudio llevado a cabo en el expediente técnico de una edificación, junto con otros apuntes y observaciones durante la realización de la obra. Se llevó a cabo una entrevista mediante un cuestionario de preguntas a cargo del residente de obra, lo que ha permitido que tengamos el enfoque correcto para la investigación. Finalmente, se implementaron las herramientas de mantenimiento TPM que se implementarán durante el desarrollo de la investigación, con el objetivo de sugerir un incremento en la productividad de la empresa constructora.

Resultados:

	Excavadora			Retro niveladora			Motoniveladora			Cargador Frontal		
MES	Nro. de fallas	Tiempo por parada (hrs)	Tiempo total de paradas (Hrs)	Nro. de fallas	Tiempo por parada (hrs)	Tiempo total de paradas (Hrs)	Nro. de fallas	Tiempo por parada	Tiempo total de paradas (Hrs)	Nro. de fallas	Tiempo por parada	Tiempo total de paradas (Hrs)
Enero	15	2	30	13	3,5	46	14	1,5	21	17,5	4	70
Febrero	15	1,5	22,5	14	3	42	14	1	14	17,5	1	17,5
Marzo	16	1,5	24	15	3	45	15	1,5	22,5	20	3	60
abril	20	1,5	30	18	3	54	19	1,5	28,5	24	2	48
Mayo	21	2	42	19	3,5	67	20	1,5	30	23	3	69
Junio	25	2	50	23	3,5	81	24	1,5	36	25	1,5	37,5
Julio	12	2	24	10	3,5	35	11	1,5	16,5	20	4	80
Agosto	14	1,5	21	13	3	39	13	1	13	17	1	17
Septiembre	17	1	17	15	2,5	38	16	2	32	18	2	36
Octubre	18	1,5	27	16	3	48	17	1	17	20	3	60
Noviembre	16	2	32	14	3,5	49	15	1,5	22,5	21	3	63
Diciembre	23	2	46	20	3,5	70	22	1,5	33	22	1	22
TOTAL	212	20,5	365,5	190	38,5	612	200	17	286	245	28,5	580
Promedio		1,7			3,2			1,4			2,4	

Figura 3: Fallas de maquinaria para la producción del año 2022

Fuente: Elaboración propia

	Rodillo			Volquete			Compactadora			Compresora		
MES	Nro. de fallas	Tiempo por parada (hrs)	Tiempo total de paradas (Hrs)	Nro. de fallas	Tiempo por parada	Tiempo total de paradas (Hrs)	Nro. de fallas	Tiempo por parada (hrs)	Tiempo total de paradas (Hrs)	Nro. de fallas	Tiempo por parada	Tiempo total de paradas (Hrs)
Enero	11	3	33	15,5	4	62	11	2,5	27,5	11	2	22
Febrero	13	2,5	32,5	15,5	1	15,5	11	2	22	12	2,5	30
Marzo	12	3	36	18	3	54	12	3	36	13	2	26
abril	17	3	51	22	2	44	16	2,5	40	16	2	32
Mayo	17	2,5	42,5	21	3	63	17	3	51	17	2,5	42,5
Junio	20	2	40	23	1,5	34,5	21	2,5	52,5	21	1,5	31,5
Julio	15	1	15	18	4	72	8	2	16	8	1,5	12
Agosto	12	3	36	15	1	15	10	3	30	11	2	22
Septiembre	13	2	26	16	2	32	13	2	26	13	3,5	45,5
Octubre	14	3	42	18	3	54	14	2,5	35	14	2,5	35
Noviembre	15	2,5	37,5	19	3	57	12	3	36	12	2	24
Diciembre	18	4	72	20	1	20	18	4	72	18	4	72
TOTAL	177	31,5	463,5	221	28,5	523	163	32	444	166	28	394,5
Promedio		2,6			2,4			2,7			2,3	

Figura 4: Fallas en la maquinaria pesada

Fuente: Empresa constructora

Tabla 5: Productividad de la empresa constructora

Unidad	Unidades	Material o recurso	Productividad unitaria
Motoniveladora	1600 m2/ hora	8 horas	200 m2/ hora
Retro niveladora	128 m3/ hora	8 horas	16 m3/ hora
Rodillo	4 km / Día	8 horas	500 m2/ hora
Compactadora	1600 m2/ hora	8 horas	200 m2/ hora
Compresora	1200 m2 / hora	8 horas	150 m2/ hora
Excavadora	10 m3/ Día	8 horas	1,25/ hora
Volquete	360m3/ Día	8 horas	45 m3/ hora
Cargador Frontal	160 m3/ hora	8 horas	20 m3/ hora

Fuente: Empresa constructora

Se muestra una información suministrada por la empresa constructora donde se seleccionaron las 8 máquinas principales que llevan a cabo diversas funciones durante las 8 horas de trabajo diario. Esto nos proporcionó algunos cálculos de capacidad por hora.

Tabla 6: Productividad de la maquinaria

Unidad	Productividad normal	Material o recurso	Productividad unitaria	Mant. (hrs)	Productividad real	Costo/ Día
Motoniveladora	1600 m2/ hora	8 horas	200 m2/ hora	0,35	1530 m2/ hora	S/ 7.950
Retro niveladora	128 m3/ hora	8 horas	16 m3/ hora	0,80	115,2 m3/ hora	S/ 1.498
Rodillo	4 km / Día	8 horas	500 m2/ hora	0,65	3675 km / Día	S/ 18.375
Compactadora	1600 m2/ hora	8 horas	200 m2/ hora	0,68	1465 km / Día	S/ 17.580
Compresora	1200 m2 / hora	8 horas	150 m2/ hora	0,58	1113,7 m2 / hora	S/ 11.137
Excavadora	10 m3/ Día	8 horas	1,25/ hora	0,43	9,5 m3/ Día	S/ 143
Volquete	360m3/ Día	8 horas	45 m3/ hora	0,60	333 m3/ Día	S/ 3.996
Cargador Frontal	160 m3/ hora	8 horas	20 m3/ hora	0,60	148 m3/ hora	S/ 2.220
TOTAL						S/ 62.898

Fuente: Elaboración propia

Se determinó la productividad de las 8 máquinas, considerando una productividad efectiva diaria, esta información fue suministrada por la compañía de construcción y los investigadores llevaron a cabo sus análisis correspondientes.

Tabla 7: Aplicación de mantenimiento preventivo a los equipos de la empresa

MÁQUINAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA			
Tipo	Causas	Problema	Solución
Excavadora	Pérdida de fluido hidráulico debido a conexiones sueltas, sellos desgastados o mangueras rotas.	Pérdida de potencia, fallos en los componentes hidráulicos	Inspeccionar y reemplazar sellos, mangueras y conexiones defectuosas
Volquete cp	Falta de mantenimiento regular o incorrecto.	Desgaste acelerado de piezas, fallos mecánicos, menor eficiencia operativa.	Implementar un programa riguroso de mantenimiento preventivo, incluyendo inspecciones regulares y reemplazo de componentes según el cronograma.
Cargador Frontal	Cargar el cargador por encima de su capacidad.	Desgaste prematuro de componentes, problemas de estabilidad, fallos estructurales.	Adherirse a las especificaciones de carga máxima del fabricante y capacitar a los operadores sobre la importancia de evitar la sobrecarga.
Motoniveladora	Desgaste de las pastillas de freno, problemas en los cilindros de freno o fugas en las líneas de freno.	Reducción de la capacidad de frenado, aumento de la distancia de frenado, posibles accidentes.	Revisar y mantener el sistema de frenos regularmente, reemplazar pastillas de freno desgastadas y reparar cualquier fuga en el sistema.
Retro niveladora	Uso intensivo de las cuchillas y otros componentes de corte y nivelación.	Reducción de la eficiencia en el corte y nivelación, mayor consumo de combustible.	Inspeccionar y reemplazar regularmente las cuchillas y otros componentes de desgaste.
Rodillo	Pérdida de fluido hidráulico debido a mangueras rotas, conexiones sueltas o sellos desgastados.	Pérdida de potencia, fallos en los componentes hidráulicos.	Inspeccionar y reemplazar sellos, mangueras y conexiones defectuosas regularmente.
Compactadora	Falta de mantenimiento regular, como cambios de aceite, revisión de filtros y lubricación.	Desgaste prematuro de piezas, fallos mecánicos, reducción de la eficiencia operativa.	Implementar y seguir un programa riguroso de mantenimiento preventivo, realizar revisiones periódicas y llevar un registro detallado del mantenimiento.
Compresora	Pérdida de aire comprimido debido a conexiones sueltas, mangueras dañadas o sellos desgastados.	Pérdida de presión, reducción en la eficiencia del sistema, mayor consumo de energía.	Inspeccionar y reparar conexiones, mangueras y sellos defectuosos regularmente.

Fuente: Elaboración propia

Se llevó a cabo un estudio sobre las 8 máquinas de la compañía constructora, llevando a cabo una revisión correspondiente para cada una y sugiriendo una opción de solución.

2.1. Resultados

Desarrollo de la propuesta

A través de nuestra propuesta de optimización de la investigación, se consideró el promedio de averías provocadas por los equipos hallados en la empresa de construcción. De acuerdo con la información recogida por el diagrama de Ishikawa y Pareto, se buscará adoptar un nuevo enfoque y optimizar la eficacia de las máquinas y empleados que proporcionan el servicio esperado en el área.

Elaboración de la propuesta TPM

A través de nuestra propuesta de mejora y la implementación del TPM, contribuiremos a disminuir los inconvenientes generados en las diversas tareas laborales que siempre están vinculadas entre la máquina y el trabajador encargado. En el proceso de elaboración se tomaron en cuenta algunas particularidades:

- Se potenciará y se conseguirá un control más efectivo en las operaciones.
- Se potencia la habilidad de las máquinas para reducir los riesgos.
- Se disminuyen las averías en sus procesos, optimizando la calidad de vida del equipo.

Herramienta de las 5´S

Definición

La metodología de las 5S es un enfoque de administración japonés que se enfoca en estructurar y preservar el entorno laboral para incrementar la eficiencia, la seguridad y el ánimo de los trabajadores. A continuación, se especifica la forma en que las 5S pueden ser implementadas en maquinaria pesada como excavadoras, volquetes, cargadores frontales, motoniveladoras, retroexcavadoras, rodillos, compactadoras y compresoras.

1) Seiri (Clasificación)

- Detectar y suprimir utensilios, componentes y dispositivos superfluos en las cabinas y zonas de almacenaje.
- Conservar únicamente los componentes indispensables y usualmente empleados en el lugar de trabajo.
- Descartar o reubicar artículos defectuosos o en desuso.

2) Seiton (Orden)

- Organizar instrumentos y dispositivos de forma que estén asequibles y visibles.
- Identificar y identificar zonas de almacenaje concretas para cada instrumento y componente del equipo.

- Hacer uso de soportes y estantes para mantener los objetos ordenados y en su posición correcta.

3) Seiso (Limpieza)

- Establecer una rutina diaria de limpieza para las máquinas y el área de trabajo.
- Inspeccionar regularmente las máquinas para detectar y corregir fugas de fluidos, acumulación de suciedad y otros problemas de mantenimiento.
- Asegurarse de que todas las superficies, controles y áreas de trabajo estén libres de polvo y residuos.

4) Seiketsu (Estandarización)

- Desarrollar procedimientos estándar para el uso y mantenimiento de cada máquina.
- Crear listas de verificación y guías visuales para la limpieza y el almacenamiento.
- Capacitar al personal sobre las mejores prácticas y los estándares establecidos.

5) Shitsuke (Disciplina)

- Fomentar una cultura de disciplina y responsabilidad entre los operadores y el personal de mantenimiento.
- Realizar auditorías regulares para asegurar el cumplimiento de las 5S.
- Reconocer y recompensar a los empleados que demuestren un alto nivel de compromiso con las 5S.

5 0	N°	ARTICULO CHEQUEADO	DESCRIPCIÓN	P
CLASIFICACIÓN	1	Piezas y repuestos	¿Se eliminaron las piezas dañadas en las máquinas y se reemplazó por repuestos?	2
	2	Maquinaria y equipo	¿Se corrigieron las fallas en las maquinas?	2
	3	Materiales	¿Se disminuyó el almacenamiento de materiales innecesarios en las áreas de trabajo?	2
	4	Inventario	¿Se clasificaron las herramientas según su actividad?	2
	5	Tiempo	¿Se disminuyeron los tiempos buscando piezas y repuestos?	1
			SUB TOTAL	9
ORDEN	6	Ubicación de herramientas	¿Se reubicaron las herramientas para un mayor uso?	1
	7	Señalización	¿Se mejora mediante la señalización en el recorrido?	1
	8	Eficiencia	¿Se encontró mejor eficiencia en las tareas diarias?	1
	9	Asignación y designación	¿Se asignaron tareas y se designaron para cada equipo?	2
	10	Personal	¿El personal de la empresa trabaja ordenadamente?	1
			SUB TOTAL	6
LIMPIEZA	11	Responsabilidad	¿Se realiza limpieza en las áreas específica?	2
	12	Inspecciones	¿Se inspeccionó y se aseguró el cumplimiento de los estándares de limpieza?	2
	13	Ambiente	¿Se cuenta con un buen ambiente laboral?	2
	14	Habito de limpieza	¿Existe mejoras en el hábito en la limpieza?	2
	15	Reducción de fallas mecánicas	¿Se disminuyeron las fallas mecánicas relacionadas con la falta de limpieza?	2
			SUB TOTAL	1
ESTANDARIZACIÓN	16	Mantenimiento	¿Se desarrollaron procedimientos de limpieza y mantenimiento en las maquinas?	2
	17	Capacitaciones	¿Se llevó a cabo las capacitaciones en procedimientos estandarizados?	2
	18	Cumplimiento de estándares	¿Se han realizado auditorias en cumplimiento de estándares?	1
	19	Mejora continua en la eficiencia operativa	¿La empresa cuenta con un plan alternativo para la eficiencia en la empresa?	2
	20	Las primeras 3 S	¿Están las primeras 3 S mantenidas?	1
			SUB TOTAL	8
DISCIPLINA	21	Cultura y mejora continua	¿Se implementó una disciplina en mejora continua para la empresa constructora?	2
	22	Personal disciplinado	¿El personal cuenta con una participación en disciplina en su área de trabajo?	2
	23	Supervisión	¿Se han supervisado los trabajos realizados diariamente?	1
	24	Incentivos y reconocimientos	¿Se reconoció al personal por su labor incentivando con bonos económicos?	2
	25	Revisión de las actividades	¿Están siendo revisadas continuamente cada proceso?	2
			SUB TOTAL	9
			TOTAL	4
0= MUY MAL 1= MAL 2= PROMEDIO 3= BUENO 4= MUY BUENO				

Figura 5: Situación actual de la empresa constructora

Fuente: Elaboración propia

Implementación de estrategias de mejora (5'S)

TARJETA DE RECHAZO	TARJETA REPARACIÓN O CAMBIO
Identificó Nombre:	Identificó Nombre:
Departamento	Departamento
Descripción	Descripción
Motivo	Tipo <input type="checkbox"/> Reparación <input type="checkbox"/> Cambio
	Motivo

1

Figura 6: Implementación de tarjetas amarilla y roja
Fuente: Elaboración propia

Se sugiere el uso de las tarjetas roja y amarilla para mejorar la organización laboral y que los trabajadores mismos puedan tener una mejor organización y reducir su tiempo en la búsqueda de sus herramientas, componentes o equipos.

Color	Modelo de línea	Área
Amarillo		Pasillos, carriles de tránsito y celdas de trabajo.
Blanco		Aparatos, elementos, material (carros, estantes, estaciones de trabajo) que no estén en otro código de color.
Rojo		Desechos, reproceso, defectos y áreas de cosas o elementos con tarjetas rojas.
Anaranjado		Productos detenidos o materiales para control.
Negro y amarillo		Área con posibilidad de riesgos que pueden ser físicos o que afecten salud del personal

Figura 7: Implementación de normas específicas de pintura
Fuente: Elaboración propia

Esta figura tiene como objetivo establecer la señalética a través de los colores amarillo, blanco, rojo, naranja y negro, con el fin de prevenir ciertos incidentes.



Capacitación a la empresa GRINSA SAC – Herramientas 5'S		
Contenido	Duración	Horario
Introducción de las 5'S	15 minutos	8:30 – 8:45 am
La importancia de las 5'S	10 minutos	8:45 – 8:55 am
Seiri (Clasificar)	15 minutos	8:55 – 9:10 am
Seiton (Organizar)	15 minutos	9:10 – 9:25 am
Seiso (Limpieza)	20 minutos	9:25 – 9:45 am
Seiketsu (Estandarización)	15 minutos	9:45 – 10 am
Shitsuke (Disciplina)	20 minutos	10:00 – 10:20 am
Beneficios que atrae las 5'S	15 minutos	10:20 – 10:35 am

Figura 8: Formato de capacitación sobre la herramienta 5'S
Fuente: Elaboración propia

Al poner en práctica esta herramienta en la compañía de construcción, se conseguirán resultados más satisfactorios. Se analiza qué opción de solución podría adoptarse, la cual podría generar un gran efecto y optimizar cada acción para una eficiencia superior en la distribución, distribución y distribución de sus productos.

Se muestra un formato propuesto para la empresa constructora que, a través de las formaciones proporcionadas al personal de mantenimiento, eficiencia y ventas, se busca resolver el problema de eficiencia, optimizando la disponibilidad de los equipos y máquinas en el local.

FORMATO DE CAPACITACIÓN PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA			
MARCA (X)			
CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO	INDUCCIÓN	
TITULO DEL TEMA			
NOMBRE DEL CAPACITADOR			
NUMERO DE HORAS			
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	OBSERVACIONES
RESPONSBLE DE REALIZAR EL REGISTRO			
FECHA:			
APELLIDO Y NOMBRE:			
FIRMA:			

Figura 9: Formato de capacitación para la empresa constructora

Fuente: Elaboración propia

Se sugiere un formato innovador para la compañía de construcción en el que el investigador llevó a cabo un registro para los empleados con el fin de potenciar su Formación en cuanto a eficiencia.

Resultado de la evaluación de las 5´S

Esta evaluación consiste en calificar cada “S” por separado, en donde cada una tendrá 5 preguntas y una calificación de 0 – 4 puntos por cada pregunta, en ello el valor 0 = Muy mal, 1= Mal, 2= Promedio, 3= Bueno y 4= Muy bueno. Esta sumatoria dependerá de dar como máximo una puntuación de 20 puntos, al concluir se sumará los puntos que fueron obtenidos de las 5´S y con su resultado final se determinará en que porcentaje se encuentra.

Mediante la implementación de mejora con la filosofía 5´S puede que haya la posibilidad de mejorar y fomentar la cultura de limpieza, disciplina y mejorar su eficiencia de cada máquina y trabajador.

5'S	N°	ARTICULO CHEQUEADO	DESCRIPCIÓN	P
CLASIFICACIÓN	1	Piezas y repuestos	¿Se eliminaron las piezas dañadas en las máquinas y se reemplazó por repuestos?	3
	2	Maquinaria y equipo	¿Se corrigieron las fallas en las máquinas?	3
	3	Materiales	¿Se disminuyó el almacenamiento de materiales innecesarios en las áreas de trabajo?	2
	4	Inventario	¿Se clasificaron las herramientas según su actividad?	3
	5	Tiempo	¿Se disminuyeron los tiempos buscando piezas y repuestos?	2
			SUB TOTAL	13
ORDEN	6	Ubicación de herramientas	¿Se reubicaron las herramientas para un mayor uso?	2
	7	Señalización	¿Se mejora mediante la señalización en el recorrido?	2
	8	Eficiencia	¿Se encontró mejor eficiencia en las tareas diarias?	2
	9	Asignación y designación	¿Se asignaron tareas y se designaron para cada equipo?	3
	10	Personal	¿El personal de la empresa trabaja ordenadamente?	2
			SUB TOTAL	11
LIMPIEZA	11	Responsabilidad	¿Se realiza limpieza en las áreas específicas?	3
	12	Inspecciones	¿Se inspeccionó y se aseguró el cumplimiento de los estándares de limpieza?	3
	13	Ambiente	¿Se cuenta con un buen ambiente laboral?	3
	14	Hábito de limpieza	¿Existe mejoras en el hábito en la limpieza?	4
	15	Reducción de fallas mecánicas	¿Se disminuyeron las fallas mecánicas relacionadas con la falta de limpieza?	3
			SUB TOTAL	1
ESTANDARIZACIÓN	16	Mantenimiento	¿Se desarrollaron procedimientos de limpieza y mantenimiento en las máquinas?	3
	17	Capacitaciones	¿Se llevó a cabo las capacitaciones en procedimientos estandarizados?	3
	18	Cumplimiento de estándares	¿Se han realizado auditorías en cumplimiento de estándares?	2
	19	Mejora continua en la eficiencia operativa	¿La empresa cuenta con un plan alterno para la eficiencia en la empresa?	3
	20	Las primeras 3 S	¿Están las primeras 3 S mantenidas?	3
			SUB TOTAL	14
DISCIPLINA	21	Cultura y mejora continua	¿Se implementó una disciplina en mejora continua para la empresa constructora?	3
	22	Personal disciplinado	¿El personal cuenta con una participación en disciplina en su área de trabajo?	3
	23	Supervisión	¿Se han supervisado los trabajos realizados diariamente?	2
	24	Incentivos y reconocimientos	¿Se reconoció al personal por su labor incentivando con bonos económicos?	3
	25	Revisión de las actividades	¿Están siendo revisadas continuamente cada proceso?	3
			SUB TOTAL	14
			TOTAL	6
0= MUY MAL 1= MAL 2= PROMEDIO 3= BUENO 4= MUY BUENO				

Figura 10: Propuesta de mejora en la aplicación de la filosofía 5'S

Fuente: Elaboración propia

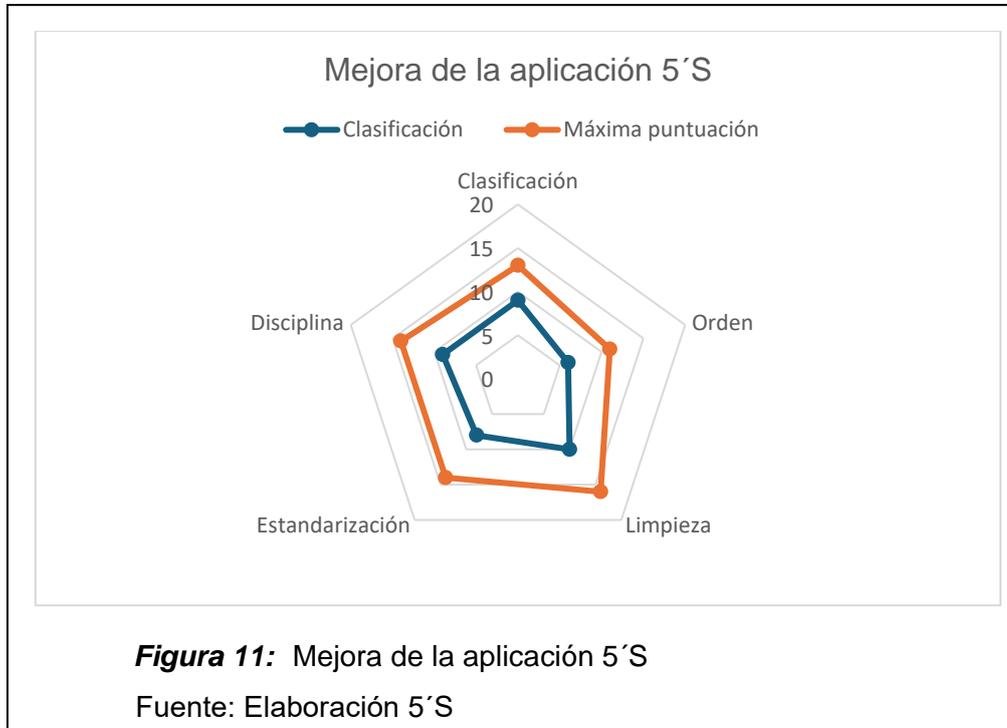
Propuesta de mejora con la implementación 5'S

Tabla 8: Resumen de calificación de evaluación de las 5'S

Pilar	Clasificación	Máxima puntuación
Clasificación	9	13
Orden	6	11
Limpieza	10	16
Estandarización	8	14
Disciplina	9	14
TOTAL	42	68
%		61.7%

Fuente: Elaboración propia

Se muestra un mejoramiento de los 5 niveles de cada "S", analizando cada indicador y su mejora, logrando un resultado de 68 puntos, en comparación con los 42 actuales. Por esta razón se está administrando adecuadamente. A continuación, se muestra en una gráfica:



La implementación de la filosofía 5'S permitió incrementar la eficiencia de la compañía de construcción. El investigador elaboró una propuesta que optimice las tareas de limpieza, mantenimiento y normalización de las máquinas, así como la formación de los empleados para que desempeñen de manera más eficiente. Esto resultó en un aumento del 67%.

Implementación de TPM

Tabla 9: Número de fallas encontradas por las máquinas de construcción

N°	Máquinas	N° de fallas	% de fallas por maquina	Reparación (Hrs)
1	Excavadora	207	13,5%	1,7
2	Retro niveladora	185	12,1%	3,2
3	Motoniveladora	195	12,7%	1,4
4	Cargador Frontal	240	15,6%	2,4
5	Rodillo	172	11,2%	2,6
6	Volquete	216	14%	2,4
7	Compactadora	158	10,4%	2,7
8	Compresora	161	10,5%	2,3
	Total	1534	100%	18,71
	Promedio	191,75	12,5%	2,3

Fuente: Elaboración propia

Se llevó a cabo un estudio para determinar las cantidades de averías provocadas por cada equipo de la compañía constructora, la mayoría de ellos se encontraban en funcionamiento, y empezaron a fallar. Los trabajadores intentaron reparar, pero les faltaba más conocimiento para llevar a cabo sus labores.

Indicadores antes de la propuesta

A. Tiempo promedio de reparación (MTTR) actual

$$MTTR = \frac{\text{Horas de reparación}}{\text{Número de fallas}}$$

Tabla 10: Tiempo promedio de reparación (MTTR) en las máquinas y equipos

Meses	N° de Fallas	N° Horas Operación	Hrs de Reparación	Tiempo disp. Operación	MTTR (Horas)
Enero	192	2880	449	2431	2,3
Febrero	189	2880	442	2438	2,3
Marzo	191	2880	446	2434	2,3
Abril	190	2880	444	2436	2,3
Mayo	192	2880	449	2431	2,3
Junio	190	2880	444	2436	2,3
Julio	195	2880	456	2424	2,3
Agosto	192	2880	449	2431	2,3
Septiembre	190	2880	444	2436	2,3
Octubre	188	2880	439	2441	2,3
Noviembre	192	2880	449	2431	2,3
Diciembre	195	2880	456	2424	2,3
Total	2296		5367	29193	28
Promedio	191,3	2880	447	2433	2,3

Fuente: Elaboración propia

Se registró un promedio de 191 averías ocurridas durante el último año del año 2023. Además, se detectó una reducción en las horas de reparación de 447 horas al mes, lo que alarmó al líder de la empresa por debido a un incremento en las horas de reparación en sus equipos alquilados. Por consiguiente, se registraron de 2880 a 2433 horas disponibles en funcionamiento.

B. Tiempo medio entre fallas actual

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo disponible de operación}}{\text{Fallas}}$$

Se llevó a cabo el cálculo mensual de las averías producidas en el último trimestre del año 2023. En este contexto, el investigador examinó la Situación y empleó el tiempo medio entre las averías, lo que permitirá identificar las horas medio.

Tabla 11: Tiempo medio entre fallas (MTBF) de las máquinas de construcción

Meses	N° de Fallas	N° Horas Operación	Hrs de Reparación	Tiempo disp. Operación	MTTR (Horas)	MTBF (Horas)
Enero	192	2880	449	2431	2,3	12,7
Febrero	189	2880	442	2438	2,3	12,9
Marzo	191	2880	446	2434	2,3	12,7
Abril	190	2880	444	2436	2,3	12,8
Mayo	192	2880	449	2431	2,3	12,7
Junio	190	2880	444	2436	2,3	12,8
Julio	195	2880	456	2424	2,3	12,4
Agosto	192	2880	449	2431	2,3	12,7
Septiembre	190	2880	444	2436	2,3	12,8
Octubre	188	2880	439	2441	2,3	13,0
Noviembre	192	2880	449	2431	2,3	12,7
Diciembre	195	2880	456	2424	2,3	12,4
Total	2296		5367	29193	28	153
Promedio	191,3	2880	447	2433	2,3	12,7

Fuente: Elaboración propia

Se calcula que se lleva a cabo un estudio del tiempo medio entre fallas, registrando en total 28 horas medias por cada falla. De esta manera, se llegó a una conclusión que señala el tiempo medio requerido para reparar un sistema o componente y restaurarlo a su funcionamiento habitual tras una avería. La duración de las reparaciones está afectando la eficacia de las máquinas y también en los periodos de servicio.

Disponibilidad actual

$$D = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Tabla 12: Disponibilidad actual de las máquinas de la empresa constructora

Meses	N° de Fallas	N° Horas Operación	Hrs de Reparación	Tiempo disp. Operación	MTTR (Horas)	MTBF (Horas)	Dispon.
Enero	192	2880	449	2431	2,3	12,7	84,4%
Febrero	189	2880	442	2438	2,3	12,9	84,7%
Marzo	191	2880	446	2434	2,3	12,7	84,5%
Abril	190	2880	444	2436	2,3	12,8	84,6%
Mayo	192	2880	449	2431	2,3	12,7	84,4%
Junio	190	2880	444	2436	2,3	12,8	84,6%
Julio	195	2880	456	2424	2,3	12,4	84,2%
Agosto	192	2880	449	2431	2,3	12,7	84,4%
Septiembre	190	2880	444	2436	2,3	12,8	84,6%
Octubre	188	2880	439	2441	2,3	13,0	84,7%
Noviembre	192	2880	449	2431	2,3	12,7	84,4%
Diciembre	195	2880	456	2424	2,3	12,4	84,2%
Total	2296		5367	29193	28	153	
Promedio	191,3	2880	447	2433	2,3	12,7	85%

Fuente: Elaboración propia

Se muestra la disponibilidad actual de los equipos y máquinas de la compañía de construcción, logrando una disponibilidad media del 85%. Se recomienda mejorar mediante una propuesta de Mejora a través de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, gracias a los conocimientos obtenidos de las formaciones a los empleados.

Propuesta de mejora

Tabla 13: Tiempo promedio de reparación MTTR (propuesta)

Meses	N° de Fallas	N° Horas Operación	Hrs de Reparación	Tiempo disp. Operación	MTTR (Horas)
Enero	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8
Febrero	148,4	2880	271,4	2608,6	1,8
Marzo	149,9	2880	274,2	2605,8	1,8
Abril	149,2	2880	272,8	2607,2	1,8
Mayo	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8
Junio	149,2	2880	272,8	2607,2	1,8
Julio	153,1	2880	280,0	2600,0	1,8
Agosto	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8
Septiembre	149,2	2880	272,8	2607,2	1,8
Octubre	147,6	2880	269,9	2610,1	1,8
Noviembre	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8
Diciembre	153,1	2880	280,0	2600,0	1,8
Promedio	150,2	2880,0	274,7	2605,3	1,8

Fuente: Elaboración propia

Se observa un incremento en los tiempos medios entre las averías de las máquinas, por lo que se redujeron las averías y paradas en las máquinas a través de la fórmula MTTR para potenciar su disponibilidad.

Tabla 14: Cálculo del tiempo medio entre fallas

Meses	N° de Fallas	N° Horas Operación	Hrs de Reparación	Tiempo disp. Operación	MTTR (Horas)	MTBF (Horas)
Enero	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8	17,3
Febrero	148,4	2880	271,4	2608,6	1,8	17,3
Marzo	149,9	2880	274,2	2605,8	1,8	17,3
Abril	149,2	2880	272,8	2607,2	1,8	17,3
Mayo	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8	17,3
Junio	149,2	2880	272,8	2607,2	1,8	17,3
Julio	153,1	2880	280,0	2600,0	1,8	17,3
Agosto	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8	17,3
Septiembre	149,2	2880	272,8	2607,2	1,8	17,3
Octubre	147,6	2880	269,9	2610,1	1,8	17,3
Noviembre	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8	17,3
Diciembre	153,1	2880	280,0	2600,0	1,8	17,3
Promedio	150,2	2880,0	274,7	2605,3	1,8	17,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Disponibilidad de la maquinaria aplicando la gestión de mantenimiento

Meses	N° de Fallas	N° Horas Operación	Hrs de Reparación	Tiempo disp. Operación	MTTR (Horas)	MTBF (Horas)	Disponibilidad
Enero	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8	17,3	90%
Febrero	148,4	2880	271,4	2608,6	1,8	17,3	90%
Marzo	149,9	2880	274,2	2605,8	1,8	17,3	90%
Abril	149,2	2880	272,8	2607,2	1,8	17,3	90%
Mayo	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8	17,3	90%
Junio	149,2	2880	272,8	2607,2	1,8	17,3	90%
Julio	153,1	2880	280,0	2600,0	1,8	17,3	90%
Agosto	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8	17,3	90%
Septiembre	149,2	2880	272,8	2607,2	1,8	17,3	90%
Octubre	147,6	2880	269,9	2610,1	1,8	17,3	90%
Noviembre	150,7	2880	275,7	2604,3	1,8	17,3	90%
Diciembre	153,1	2880	280,0	2600,0	1,8	17,3	90%
Promedio	150,2	2880,0	274,7	2605,3	1,8	17,3	90,4%

Fuente: Elaboración propia

Se efectúa un cálculo de la disponibilidad de las 8 máquinas para el próximo año para la compañía de construcción, se indica que las máquinas tendrán una mayor disponibilidad en sus labores de edificación.

Tabla 16: Comparación de gestión de mantenimiento antes y después

Situación Actual				Propuesta					
Meses	Tiempo disp. Operación	MTBF	Disponibilidad %	Meses	Tiempo disp. Operación	MTBF	Rendimiento (Hrs) Horas recuperadas	Disponibilidad %	Incremento de mejora
Ene.	2431	12,7	84,4%	Ene.	2604,3	17,3	4,6	90,4%	6,0%
Febr.	2438	12,9	84,7%	Febr.	2608,6	17,3	4,4	90,4%	5,8%
Mar.	2434	12,7	84,5%	Mar.	2605,8	17,3	4,5	90,4%	5,9%
Abr.	2436	12,8	84,6%	Abr.	2607,2	17,3	4,5	90,4%	5,9%
May.	2431	12,7	84,4%	May.	2604,3	17,3	4,6	90,4%	6,0%
Jun.	2436	12,8	84,6%	Jun.	2607,2	17,3	4,5	90,4%	5,9%
Jul.	2424	12,4	84,2%	Jul.	2600,0	17,3	4,8	90,4%	6,2%
Ago.	2431	12,7	84,4%	Ago.	2604,3	17,3	4,6	90,4%	6,0%
Sept.	2436	12,8	84,6%	Sept.	2607,2	17,3	4,5	90,4%	5,9%
Oct.	2441	13,0	84,7%	Oct.	2610,1	17,3	4,3	90,4%	5,7%
Nov.	2431	12,7	84,4%	Nov.	2604,3	17,3	4,6	90,4%	6,0%
Dic.	2424	12,4	84,2%	Dic.	2600,0	17,3	4,8	90,4%	6,2%
Prom	2432,8	12,7	84,5%		2605,3	17,3	4,6	90,4%	6,0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Mejora en la productividad

Unidad	Productividad real	Material o recurso	Productividad unitaria / hora	Incremento (hrs) 6%	Productividad con la propuesta	Mejora
Excavadora	9,5 m3/ Día	8 horas	1,25/ hora	1,32/ hora	10,6 m3/ Día	1,1 m3/ Día
Volquete	333 m3/ Día	8 horas	45 m3/ hora	47,7/ hora	381,6 m3/ Día	48,6 m3/ Día
Cargador Frontal	148 m3/ hora	8 horas	20 m3/ hora	21,2/ hora	169,6 m3/ Día	21,6 m3/ hora
Motoniveladora	1530 m2/ hora	8 horas	200 m2/ hora	212/ hora	1696 m2/ hora	166 m2/ hora
Retro niveladora	115,2 m3/ hora	8 horas	16 m3/ hora	16,96/ hora	135,68 m3/ Día	20,48 m3/ hora
Rodillo	3675 m2 / Día	8 horas	500 m2/ hora	530/ hora	4240 m2 / Día	565 m2 / Día
Compactadora	1465 m2 / Día	8 horas	200 m2/ hora	212/ hora	1696 m2 / Día	231 m2 / Día
Compresora	1113,7 m2 / hora	8 horas	150 m2/ hora	159/ hora	1272 m2 / hora	158,3 m2 / hora

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento del 6% en la productividad de las 8 máquinas, lo que conduce a un aumento en la utilización de nuestra gestión de mantenimiento, reduciendo las averías y paradas e incrementando su rendimiento.

Costos de implementación

Tabla 18: Costos de la mejora

Unidad	Productividad con la propuesta	Mejora	Costos/ Día	Costos trimestrales	Incremento %
Excavadora	10,6 m3/ Día	1,1 m3/ Día	S/ 17	S/ 50	
Volquete	381,6 m3/ Día	48,6 m3/ Día	S/ 583	S/ 1.750	
Cargador Frontal	169,6 m3/ Día	21,6 m3/ hora	S/ 324	S/ 972	
Motoniveladora	1696 m2/ hora	166 m2/ hora	S/ 2.490	S/ 7.470	
Retro niveladora	135,68 m3/ Día	20,48 m3/ hora	S/ 266	S/ 799	12.5%
Rodillo	4240 m2 / Día	565 m2 / Día	S/ 2.825	S/ 8.475	
Compactadora	1696 m2 / Día	231 m2 / Día	S/ 2.772	S/ 8.316	
Compresora	1272 m2 / hora	158,3 m2 / hora	S/ 1.580	S/ 4.740	
TOTAL			S/ 10.857	S/ 32.571	

Fuente: Elaboración propia

Se pusieron en marcha ciertos gastos con la propuesta de mejora trimestralmente, con un aumento en cada maquinaria con un costo de ganancia de S/ 32.571 soles.

Beneficio – costo

Se presenta información que se tomó en cuenta y ejecutó respecto a los costos de implementación, los cuales contribuyeron a incrementar la productividad de las 8 máquinas. Todo esto se realizó para que la empresa constructora pudiera finalizar algunas obras y seguir con nuevos contratos de construcción. Por esta razón, estos gastos se describen a continuación:

Tabla 19: Detalle de los costos de implementación

Detalle	Costo Total
Costos de capacitación al personal	S/ 2,500
Materiales para el control, inspección de las maquinas	S/ 2,500
Materiales de limpieza	S/ 1,500
juegos de herramientas para el mantenimiento preventivo	S/ 2,500
Costo de equipos para el mantenimiento correctivo	S/ 7,500
Costo de lubricantes y aceites	
TOTAL	S/ 16,500

Fuente: Elaboración propia

Se detallaron los gastos de ejecución de S/16,500 soles para la propuesta de optimización. Estos constituyeron el fundamento para un adecuado mantenimiento de los equipos y las máquinas de construcción, lo que redujo las pausas y los fallos. Además, se

tomó en cuenta un gasto de formación para el personal durante 3 meses con un monto de S/2,500.

Cálculo del beneficio costo para la propuesta

Se llevó a cabo una evaluación de los gastos de implementación y la ganancia obtenida para la compañía constructora, lo que resultó en la definición de un resultado que sería el beneficio de nuestra propuesta. Por lo tanto, se requiere que:

$$\begin{aligned} \textit{Beneficio costo de la propuesta} &= \frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} \\ \textit{Beneficio costo de la propuesta} &= \frac{\textit{S/32,571}}{\textit{S/16,500}} \\ \textit{Beneficio costo de la propuesta} &= \textit{S/1.9} \end{aligned}$$

De acuerdo con el resultado obtenido para nuestra propuesta, obtuvimos un costo beneficio de S/1.9 Suelas. Esto se interpretó como una respuesta que por cada sol nuevo que la empresa invierte, recupera S/0.90 soles de beneficio.

2.2. Discusión

La implementación de una gestión de mantenimiento se llevó a cabo para la empresa constructora con el objetivo de incrementar su productividad. Mediante el uso de los tipos de mantenimiento correctivo y preventivo, se consiguió reducir las interrupciones en los procesos de las ocho máquinas, reducir las averías ocurridas y, por consiguiente, Mejorar su disponibilidad a través de las formaciones impartidas a los empleados de la empresa.

Mediante el uso de la filosofía 5'S, se logró aumentar en un 61.7% mediante los 5 pilares, promoviendo la cultura y la disciplina para que se mantengan más organizados y, al estar formados, se pudo reducir los tiempos de búsqueda. Además, mediante el uso de esta evaluación se descubrió que mediante la implementación de estos tipos de mantenimiento se logró incrementar la disponibilidad del 84.5% al 90.4%, con un aumento del 6% gracias al mantenimiento correctivo y preventivo. De esta manera, se logró un aumento del 12.5% en las 8 máquinas para que sean más productivas y reduzcan sus fallos y paradas.

En términos de costos, se registró un aumento de S/32,571 soles gracias a nuestra administración de mantenimiento a las máquinas, que se han vuelto más eficientes, productivas y han mejorado su habilidad para llevar a cabo actividades, generando una ganancia trimestral. Esto nos llevó a disminuir el costo de implementación en S/ 16,500, resultando en un beneficio de S/1.9 soles.

En el ámbito internacional, este estudio se contrastó con un artículo de revista del autor Olarte sobre la relevancia del mantenimiento. En este, la compañía constructora hizo una comparación de sus resultados y, utilizando el método de Pareto e Ishikawa, logró identificar las dificultades detectadas en el área de mantenimiento. Para ello, se empleó el TPM junto con sus herramientas de mantenimiento correctivo y preventivo, lo que resultó en un aumento del 14.1% en la disponibilidad para el Por esta razón, podría incrementar la rentabilidad de la compañía y, al final, generar un significativo efecto en la sociedad.

En el ámbito internacional, este estudio se contrastó con un artículo de revista del autor Olarte sobre la relevancia del mantenimiento. En este, la empresa constructora realizó una comparación de sus resultados y, utilizando el método de Pareto e Ishikawa, logró identificar las dificultades detectadas en el área de mantenimiento. Para ello, se empleó el TPM junto con sus herramientas de mantenimiento correctivo y preventivo, lo que resultó en un aumento del 14.1% en la disponibilidad para el Por esta razón, podría incrementar la rentabilidad de la compañía y, al final, generar un significativo efecto en la sociedad.

La investigación se compara con revistaimg donde su principal problema fue la ausencia de mantenimiento a las máquinas. Por esta razón se decidió mejorar la disponibilidad de las maquinas, mejorando la eficiencia, eficacia y la productividad en un 12.5%. Por ello el rendimiento de los equipos subieron y conllevó a que se obtenga ingresos adicionales mensuales. Por ello se logra planificar y adecuarse a las mejoras en los procesos [15].

También se comparó la investigación con Alavedra donde utilizando la gestión de mantenimiento fue posible aumentar la productividad, en el caso de la empresa constructora aumento en un 12.5%, dando lugar a una mejora significativamente de averías en los equipos, disminuyeron los gastos de inventario y los costos de mantenimiento superfluos. [16].

Finalmente coincidió con la investigación de Chacón sosteniendo que el plan de mantenimiento a los equipos de construcción fue posible gracias a un plan de mantenimiento conocido como TPM (Mantenimiento Productivo Total) el cual es muy útil en empresas de construcción por la cantidad de fallas encontradas en equipos y maquinas. Por lo tanto se logra mejorar la productividad en 12.5% y también la disminución en los gastos operativos en reparaciones en terceros [17].

IV. Conclusiones

- Se llevó a cabo un estudio sobre el estado actual de la compañía constructora propuso una gestión de mantenimiento que contribuyó a incrementar la disponibilidad de 84.5 a 90.4, resultando en un aumento del 6% en las ocho máquinas mediante el mantenimiento correctivo y preventivo, consiguiendo de esta manera que las máquinas sean más eficientes y reduzcan sus averías y paradas.
- Se reconocieron las causas y fallos, principales de las máquinas, por lo que se aplicó una metodología que aumentó su productividad en un 12,5%.
- Se sugirió un plan de administración de mantenimiento que contribuyó a aumentar la productividad en un 12.5%, consiguiendo de esta manera, reducir las interrupciones en un 6% mensual, lo que resultó en un incremento de costos de S/ 32.571 soles.
- Se registró un costo de ganancia de S/1.9 soles, lo que nos indicó que nuestra propuesta es viable y podemos seguir contra las actividades que lleva a cabo la empresa constructora

V. Recomendaciones

- a) Se aconseja poner en práctica un modelo de Administración de calidad fundamentado en las normas 9001: 2015 y 15001 en los procesos y procedimientos relacionados con la gestión de mantenimiento y mejora de los equipos y máquinas, con el fin de lograr mayores beneficios a largo plazo.
- b) Adaptarse a nuevos cambios por el avance de las nuevas tecnologías y no cerrarse en un pensamiento obsoleto. Capacitarse constantemente para buscar la mejora continua.

Referencias

- [1] Quinde Ronald, «Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa constructora que se dedica a la elaboración de vías lastradas en la provincia del Guayas,» *Revista Researchgate*, vol. 3, n° 1, pp. 1-12, 2021.
- [2] C. Arcudia, J. Pech y S. Álvarez, «La empresa constructora y sus operaciones bajo un enfoque de sistemas,» *Redalyc*, vol. 9, n° 1, pp. 25-26, 2020.
- [3] «Gestión de las maquinarias de Construcción,» *Redalyc*, vol. 23, n° 3, pp. 1-14, 2019.
- [4] W. Echegaray, «Propuesta de mejora de los procesos del área de mantenimiento de equipos de una empresa dedicada al rubro de la construcción,» Repositorio UPC, Lima - Perú, 2025.
- [5] R. Castañeda, «Plan de mantenimiento para incrementar la productividad de los equipos de la empresa Constructora Casme C&M S.R.L., Cajamarca 2019,» Repositorio UCV, Cajamarca, 2020.
- [6] V. Ramos y D. Delgado, «Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la efectividad global de las mezcladoras de una empresa constructora,» Repositorio URP, Lima - Perú, 2021.
- [7] J. Guillén y A. Depaz, «Mantenimiento productivo total en la eficiencia productiva de las empresas industriales: una breve revisión de literatura,» *Revista Usantotomas*, pp. 1-15, 2023.
- [8] M. Herrera, «Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la flota de transportes de constructora ferretera San Antonio S.R.L.,» Repositorio UNPRG, Chiclayo, 2023.
- [9] R. Medina, «Estrategias de Gestión de Mantenimiento para mejorar los indicadores de Mantenimiento de equipos de transporte de Carga terrestre,» Tesis de Maestría, Lima, 2022.
- [10] B. Leal y J. Espinoza , «Modelo para detección y simulación de fallas bajo la gestión de mantenimiento y proyectos,» *Sena*, vol. 12, pp. 1-12, 06 Junio 2018.
- [11] N. Alban, «Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la Empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad,» Repositorio USAT, Chiclayo, 2019.
- [12] J. Verena, «Modelo de Gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de los equipos de energia electrica,» *Scielo*, vol. 1, n° 1, pp. 1-15, 2017.
- [13] L. Castro, H. Solís, V. Garofalo y F. Jimenez, «Sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir índices de fallas en el proceso Productivo empresarial,» *SCOPUS*, vol. 8, n° 3, pp. 1-6, 2024.
- [14] J. Contrera, «Introducción a la Gestión de Mantenimiento,» *Scielo*, vol. 12, n° 2, pp. 3-15, 8 Marzo

2021.

- [15] revistaing, «Ingeniería del Mantenimiento como mejora de la Construcción,» *SCOPUS*, vol. 15, nº 3, pp. 3-15, 28 Enero 2022.
- [16] C. Alavedra, Y. Gastelu, G. Méndez, C. Minaya, B. Pineda, K. Prieto, K. Rios y C. Moreno, «Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2016,» *WoS*, vol. 2, nº 34, pp. 1-13, 2017.
- [17] H. Chacón, «Plan de Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de los equipos de chancaro en una empresa minera,» *SCOPUS*, vol. 1, nº 1, pp. 5-12, 2020.
- [18] L. Zamora, «Plan de Mejora en la Gestión de Mantenimiento para aumentar la Productividad en el Molino San Fernando de Lambayerque,» *Redalyc*, vol. 1, nº 5, pp. 1-5, 2019.
- [19] C. Colonia y J. Vargas, «Gestión de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Productividad en la empresa Ávila Comercial SRL, Lima-2021,» *Epistemia*, vol. 1, nº 1, pp. 5-20, 2021.
- [20] R. Medina, «Estrategias de Gestión de Mantenimiento para mejorar los indicadores de Mantenimiento de equipos de transporte de Carga terrestre,» *Redalyc*, vol. 1, nº 1, pp. 5-18, 2022.
- [21] A. Mora Gutierrez, *Mantenimiento Planeacion, Ejecución y Control*, vol. 2, G. E. S. Alfaomega, Ed., Mexico: McGraw Hill, 2009.
- [22] F. A. Perez, *Ingeniería del Mantenimiento*, U. Ediciones, Ed., Mexico: Mc Graw Hill, 2021.
- [23] G. Baca, *Introducción a la Ingeniería Industrial*, vol. 2, Mexico: Grupo Editorial Patria S.A, 2014.
- [24] F. Rey, *Mantenimiento Total de la Producción*, España: Fundación Confemetal, 2004.
- [25] S. Garcia, «Mantenimiento Preventivo,» *Renovetec*, vol. 1, nº 1, pp. 1-38, 2010.
- [26] F. A. Perez, *Ingeniería del Mantenimiento*, U. Ediciones, Ed., Mexico: Mc Graw Hill, 2021.
- [27] H. Gutiérrez Pulido, *Calidad Total y Productividad*, vol. 3, Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010.
- [28] R. Siampieri, C. Fernández y M. Baptista, *Metodología de la Investigación*, vol. 1, Mexico: Mc Graw Hill, 2014.
- [29] J. Cegarra, *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*, vol. 1, Barcelona: Ediciones Diaz de Santos, 2004.
- [30] R. Jiménez, *Metodología de la Investigación*, vol. 2, Cuba: McGraw Hill, 1998.
- [31] G. Baena, *Metodología de la Investigación*, Mexico: Grupo editorial Patria, 2014.
- [32] R. Siampieri, C. Fernandez y M. Baptista, *Metodología de la investigación*, vol. 5, España: McGraw, 2014.
- [33] S. Palella y F. Martins, *Metodología de investigación cuantitativa*, vol. 1, Venezuela: FEDUPEL,

2012.

- [34] J. Arias Gómez, . M. Á. Villasís Keever y . M. G. Miranda Novales, El protocolo de investigación III: la población de estudio, vol. 1, México: Revista Alergia México, 2017, pp. 202-203.
- [35] R. Siampieri, C. Fernández y M. Baptista, Metodología de la Investigación, vol. 1, Mexico: Mc Graw Hill, 2014.
- [36] B. Leal y J. Espinoza , «Modelo para detección y simulación de fallas bajo la gestión de mantenimiento y proyectos,» *Sena*, vol. 12, pp. 1-12, 06 Junio 2019.

ANEXOS:

Anexo 1: Validación de los instrumentos – Guía de observación

 Universidad Señor de Sipán	UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN		
	FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y URBANISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
Autores de la investigación	Chavez Rojas, Alessandro del Piero Sanchez Suarez Luz Claribel		
Finalidad	Establecer un diagnóstico por medio de una guía de observación de parte de los investigadores		
Aspectos observados	Si	No	Observaciones
La empresa constructora realiza mantenimiento a sus equipos		X	A veces realiza mantenimiento
Cuantos años tiene de estado de depreciación cada maquina	X		
El personal encargado realiza reparaciones en caso de una parada en el proceso		X	No realiza por falta de conocimiento
Se ha registrado paradas en el proceso de producción	X		
Existe un control de fallas registradas por mes		X	No existe un control
Se han realizado inspección al terminar la jornada laboral		X	No
Se ejecuta un plan de gestión de mantenimiento a las maquinas de la empresa		X	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Aplicación del cuestionario

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA, LAMBAYEQUE 2025 ENCUESTA PARA LOS COLABORADORES

El presente instrumento de recolección de datos está diseñado con el fin de recolectar información esencial para la realización de un trabajo de investigación, sus respuestas son confidenciales y de uso exclusivo para la investigación, por lo que les pedimos responder con sinceridad a las siguientes interrogantes:

Sexo: F M

Edad: _____

Grado de Educación: Primaria Secundaria Superior

A. ¿Cree que la empresa cuenta con un sistema de mantenimiento?

1. Si
2. No
3. No estoy seguro

B. ¿Se realizan capacitaciones sobre mantenimiento?

1. Frecuentemente
2. Ocasionalmente
3. Nunca

C. ¿El personal está comprometido con realizar reparaciones en caso de fallos?

1. Totalmente de acuerdo
2. En desacuerdo
3. Totalmente en desacuerdo

D. ¿Cree que la empresa cumple con los contratos según se ejecutan?

1. Si
2. No
3. No estoy seguro

E. ¿Considera que mejorar la empresa está en realizar mantenimiento correctivo y preventivo a los equipos y máquinas?

1. Si
2. No

F. ¿Cuáles son los problemas más comunes que afectan a la productividad?

1. Falta de un control
2. Paradas no programadas

3. Falta de experiencia y conocimiento

G. ¿Cuáles cree que son los principales problemas que afectan al rendimiento de la maquina? (puede marcar una opción)

1. Falta de capacitación
2. Falta de supervisión
3. Depreciación de la máquina
4. Falta de compromiso

H. ¿Consideraría que la implementación de un plan de mantenimiento podría recuperar su estado económico?

1. Si
2. No
3. No lo se

I. ¿La empresa GMAA SAC realiza con frecuencia las capacitaciones a sus trabajadores?

1. Si
2. No

J. ¿Cada que tiempo la empresa constructora realiza capacitaciones a sus personal con el objetivo de conseguir mejoras?

1. Mensual
2. Bimestral
3. Trimestral
4. Semestral



JESUS SEBASTIAN VILALOBOS HOYOS
INGENIERO INDUSTRIAL
REG. CIP 336464

FIRMA

Anexo 3: Aplicación de la entrevista

GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA CALZADO GMAA SAC, TRUJILLO 2024.

ENTREVISTA AL GERENTE GENERAL

1. **¿Cómo define el concepto de mantenimiento productivo en las máquinas?**
.....
.....
2. **¿Qué medidas toma la empresa para garantizar el control de los equipos?**
.....
.....
3. **¿Cree que los procesos de mantenimiento sirven para evitar paradas y tiempos ociosos? ¿son efectivos? ¿porque?**
.....
.....
4. **¿Qué tipo de capacitación reciben los trabajadores para garantizar la eficiencia en la ejecución de actividades?**
.....
.....
5. **¿Ha notado una relación entre el operario y la maquina en relación a la disminución de fallos en los procesos?**
.....
.....
6. **¿Existen indicadores de mantenimiento que midan la eficiencia y disponibilidad en la empresa?**
.....
.....
7. **¿Qué problemas ocurren diariamente que afectan a la productividad de cada maquina o equipo?**

.....
.....

8. ¿Qué estrategias considera necesarias para optimizar y mejorar la capacidad de la maquina y mejorar su productividad y disponibilidad?

.....
.....

9. ¿Existe algún tipo de mantenimiento que pueda prevenir fallas y paradas en el proceso?

.....
.....

10. ¿Qué cambios o innovaciones podría usted recomendar para el beneficio de la empresa constructora y mejorar la productividad?

.....
.....