



**Plan De Mejoramiento De Los Procesos Del Departamento De Mantenimiento De
La Empresa Construcciones Y Consultorías Martínez Sierra S.A.S En La Ciudad
de Barranquilla.**

Autor:

Elix Mayeth Florez Navarro

Trabajo de grado como requisito para la obtención de grado de

Ingeniería industrial

Director(a):

Leidy Milena Mora Higuera

Codirector:

Juan Pablo Acevedo

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Barranquilla

2025

**Plan De Mejoramiento De Los Procesos Del Departamento De Mantenimiento De
La Empresa Construcciones Y Consultorías Martínez Sierra S.A.S En La Ciudad
de Barranquilla.**

Director(a):

Leidy Milena Mora Higuera

Codirector:

Juan Pablo Acevedo

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Barranquilla

2025

INDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCION	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
OBJETIVO GENERALES	12
OBJETIVO ESPECIFICOS.....	12
JUSTIFICACION	13
MARCO REFERENCIAL	15
MARCO TEORICO.....	21
MARCO CONCEPTUAL	28
MARCO LEGAL	33
PROCEDIMIENTO METODOLOGICO	36
RESULTADOS	41
DISCUSION (ANALISIS D RESULTADO)	71
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	41

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 (INVENTARIO DE MAQUINA).....	42
TABLA 2 (ESTUDIO DIAGNOSTICO)	45
TABLA 3 (PRESUPUESTO).....	46
TABLA 4 (COMUNICACIÓN Y EFECTIVIDAD Y COORDINACIÓN DE TAREAS)	47
TABLA 5 (MAQUINA Y EQUIPO).....	47
TABLA 6 (DOCUMENTOS Y HERRAMIENTAS TECNOLOGICAS)	48
TABLA 7 (EVALUACION Y MEJORA CONTINUA).....	50
TABLA 8 (FICHA TECNICA RETROEXCAVADORA 416E)	53
TABLA 9 (FICHA TECNICA DE BULLDOZER)	54
TABLA 10(FICHA TECNICA DE VOLQUETA TzM738).....	55
TABLA 11 (FICHA TECNICA DE LA MAQUINA RETROEXCAVADORA 426F)	56
TABLA 12(FICHA TECNICA MAQUINA VIBROCASE)	57
TABLA 13 (FICHA TECNICA DE LA VOLQUETA STS044).....	58
TABLA 14 (FICHA TECNICA DE LA VOLQUETA SZK623).....	59
TABLA 15 (FICHA TECNICA DE LA MAQUINA MINICARGADOR).....	60
TABLA 16 (FICHA TECNICA DE LA CAMIONETA SLK370)	61
TABLA 17 (PLAN DE MEJORAMIENTO).....	62
TABLA 18(PLAN DE CAPACITACIONES).....	66
TABLA 19 (CRONOGRAMA DE MANETIMIENTOS POR HORMETROS).....	67
TABLA 20 (SPFTWARE CON COSTOS ESTIMADOR).....	70

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1 (DIVISION DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS)	25
FIGURA 2 (MANTENIMIENTO PREDICTIVO)	26
FIGURA 3 (TECNICAS PREDICTIVAS)	27
FIGURA 4 ESQUEMA METODOLOGICO)	37

LISTADO DE PLANTILLAS

PLANTILLA 1 (REPORTE DE FALLA Y EQUIPO).....	68
PLANTILLA 2 (INPECCION PREOPERACIONAL).....	69
PLANTILLA 3 (REPORTE Y SALIDA DEL TALLER	70

RESUMEN

Esta tesis tiene como finalidad desarrollar un plan de mejoramiento de optimización para los procesos del área de mantenimiento de la empresa Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S, ubicada en Barranquilla que se dedica a la ejecución y supervisión de proyectos de obras civiles. El estudio surge a raíz de la necesidad de mejorar los procesos del departamento de mantenimiento, el cual es importante para garantizar el adecuado uso y desempeño de los equipos, infraestructura y recursos operativos de la organización.

Por medio de un enfoque metodológico mixto que incluye observación directa, análisis documental, entrevistas, se llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual. Este análisis permitió identificar diversas limitaciones en el funcionamiento del área, tales como: falta de planificación y ejecución de las actividades, uso de métodos manuales para el control de actividades, inexistencia de indicadores de gestión, y poca sistematización en los procesos técnicos. Además, se evidenció una dependencia significativa del mantenimiento correctivo, lo que ha generado costos elevados, demoras operativas y disminución en la vida útil de los activos.

Por medio de esos resultados, se propone una implementación de plan de mejora estructurado, orientado a implementar herramientas tecnológicas para la gestión del mantenimiento, establecer procedimientos estandarizados, crear flujogramas donde estén bien estructuradas las actividades, desarrollar programas de mantenimiento preventivo y fortalecer las competencias del equipo técnico mediante capacitación continua.

Se busca lograr una mayor eficiencia operativa, reduciendo las interrupciones por fallas técnicas, mejorando la administración de los recursos con los que se cuenta y contribuyendo al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa. La implementación de este plan ayudara al mejoramiento un modelo de mantenimiento más planificado y profesionalizado, alineado con los estándares de calidad y sostenibilidad organizacional.

En síntesis, este documento ofrece una propuesta viable y de un alto impacto para el mejoramiento en el área de mantenimiento en un componente estratégico de ayuda para la productividad, competitividad y continuidad operativa de la empresa.

ABSTRACT

This research develops a strategy to enhance the maintenance processes at Construcciones y Consultorías Martínez Sierra by improving efficiency and ensuring better control of equipment upkeep. An initial evaluation revealed key issues such as the absence of a preventive maintenance routine, slow reporting of equipment failures, and insufficient staff training. To address these gaps, a structured plan was implemented including a preventive maintenance calendar, a cost-effective digital reporting tool, and technical training sessions. The application of these measures led to a noticeable decrease in machine downtime and improved tracking of maintenance activities and spare parts. The study confirms that combining planning, monitoring, and digital support can significantly improve maintenance performance in construction companies.

Keywords:

Maintenance planning, operational efficiency, technical training, failure reporting, construction management

INTRODUCCION

En la actualidad, las empresas dedicadas a la construcción e interventoría afrontan una creciente necesidad de fortalecer y mejorar sus procesos internos para así poder mantener altos estándares de calidad, asegurando una eficiencia con el buen uso de los recursos y poder mantenerse en competitividad. En otras palabras, el departamento de mantenimiento cumple un rol muy importante, ya que es el encargado de mantener el buen estado de los equipos, herramientas e infraestructura que son los que el buen desarrollo de las actividades operativas.

La empresa Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S, ubicada en la ciudad de Barranquilla, ha logrado un buen consolidado en el mercado gracias a su buena trayectoria y la capacidad que tiene. Se ha evidenciado que su área de mantenimiento requiere algunos ajustes importantes en la organización, planificación y control de sus procesos, así como en la incorporación de tecnologías que permitan una gestión más eficaz y sistemática.

Con base a esta situación, se plantea la necesidad de evaluar cómo se están llevando actualmente los procesos de funcionamiento actual del departamento, identificar cuáles son las principales causas de debilidades y implementar estrategia de mejoramiento integral que ayuden a modernizar su estructura e implementar buenas prácticas y optimizar los recursos técnicos y humanos que tenemos disponibles. Por medio de esto busca tener el menor porcentaje de fallas recurrentes, minimizando las interrupciones operativas y aportando a los objetivos generales de la organización.

La propuesta incluye acciones como la mejora de procedimientos estandarizados, la implementación de herramientas tecnológica, la planificación e implementación del mantenimiento preventivo, el establecimiento de indicadores de rendimiento y la formación y capacitación del personal encargado. Estas medidas están orientadas a

fortalecimiento y la eficiencia del área lograr que sea más proactiva y alinearla con los estándares técnicos del sector.

Para el mejoramiento, se empleó una metodología mixta, combinando técnicas cualitativas y cuantitativas, que incluyó entrevistas, observación directa y herramientas de análisis en los procesos. El resultado es una propuesta de mejora que van ajustada a las necesidades que tiene el área, con impacto directo en la operatividad, sostenibilidad y productividad de la empresa.

En resumen, por medio de esta tesis se busca una solución práctica y efectiva para fortalecimiento y mejoramiento del área de mantenimiento de Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S, permitiéndole avanzar hacia una gestión más organizada, técnica y orientada al mejor desempeño operativo.

Planteamiento del Problema

Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S. (CYCMAS) es una empresa familiar que fue fundada en el año 2013 en la ciudad de Barranquilla, Atlántico, con el propósito de ofrecer servicios y apoyo a empresas del sector de la construcción. La compañía cuenta con una flota de maquinaria pesada y un equipo altamente especializado, enfocado en brindar servicios de alta calidad y eficiencia. CYCMAS opera en diversas regiones del país, incluyendo el norte, noroccidente, centro y oriente.

En estos momentos, la logística operativa de mantenimiento de la empresa CYCMAS enfrenta ciertas necesidades puesto que hay procesos y documentos que no están estandarizados y organizados, lo que genera confusiones a la hora de ejecutarlos e incide en efectividad en los servicios brindados.

En la gestión de proyectos, la situación genera como consecuencia demoras en la programación de actividades preventivas y correctivas, por lo que, en miras de mejorar la productividad y eficiencia del departamento de mantenimiento, se propone el diseño de un plan de mejoramiento que aporte un conjunto de acciones, procedimientos y documentos debidamente planificados y organizados.

Para ello, es indispensable tener en cuenta algunos problemas identificados a corto, mediano plazo descritos a continuación:

-Falta de documentos de gestión y control como modelos de inspección, cronogramas de programación de actividades, lo que genera inconvenientes en el control interno, así como en la garantía de que los recursos sean gestionados eficientemente y las herramientas y equipos se encuentren en condiciones óptimas.

-La no existencia y desactualización de algunos instructivos de mantenimiento, generando preocupaciones en cargos como gerencia. En los procesos logísticos

operativos dificulta la adaptación de nuevos empleados en el área de mantenimiento, limitando la capacidad del personal para ejecutar sus tareas dentro del entorno laboral.

La falta de orientación en la gestión operativa ocasiona interrupciones frecuentes en las actividades de mantenimiento. Esto impacta la continuidad operativa afectando el servicio al cliente.

La falta de mantenimientos preventivos oportunos ha dejado la maquinaria en inadecuadas condiciones, afectando la eficiencia de los trabajos y generando costos adicionales. Los contratistas se han visto obligados a ajustar sus cronogramas y presupuestos, lo que ha provocado insatisfacción y gastos imprevistos.

Con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa de la empresa Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S, esta, se encuentra implementando medidas para mejorar la coordinación y organización del área de mantenimiento. Se prestará especial atención al desarrollo de instructivos, que incluyan la actualización de los procesos del área de mantenimiento y una mejor gestión de inventarios y repuestos.

El objetivo es lograr una empresa más eficiente, con procesos bien coordinados y alineados con las mejores prácticas del sector, garantizando así la satisfacción de los clientes, el cumplimiento de los plazos establecidos en la gestión de actividades de mantenimiento y una mayor calidad operativa en la empresa.

El planteamiento del problema realizado conlleva a la siguiente pregunta:

¿Cómo puede el diseño del presente plan de mejoramiento contribuir a la mejora de la gestión interna del departamento de mantenimiento de la empresa Construcciones y Consultorías Martínez sierra S.A.S?

Objetivo General

- Diseñar un plan de mejoramiento de los procesos y la logística para la optimización del departamento de mantenimiento en la empresa Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S, con el fin de mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de ejecución.

Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de los procesos de logística del departamento de mantenimiento, ubicando cuales son los puntos críticos y cuáles son las oportunidades de mejora de la empresa Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S.
- Evaluar los métodos y recursos de gestión adecuados para mejorar la optimización y ejecución de las actividades de mantenimientos
- Construir un plan de mejoramiento que incluya estrategias para optimizar la logística de operaciones y aumentar la eficiencia en la gestión del mantenimiento

Justificación

Un plan de mejoramiento debidamente organizado y estructurado se entregará mediante la ejecución del presente proyecto de grado funcionando como documento estratégico con información valiosa para la eficiente ejecución de las operaciones y procedimientos en el Departamento de Mantenimiento de Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S (CYCMAS). Esto, responde a la necesidad empresarial de incrementar la eficiencia operativa y la calidad del servicio prestado.

Una correcta gestión del mantenimiento es crucial para garantizar el adecuado funcionamiento de la maquinaria y los equipos en los proyectos del sector construcción, así como para reducir tiempos de inactividad, costos imprevistos por reparaciones no planificadas y disminuir los riesgos operacionales por ello se requieren estrategias que respalden la correcta ejecución de los procesos.

Este proyecto es una iniciativa que permitirá lograr a mediano plazo un alto impacto en el nivel operacional y estratégico de la empresa contando con recursos documentales que respalden el bien hacer de las tareas.

El proyecto de grado denominado: Diseño de instructivos de Mantenimiento para la Optimización de Operaciones y Procedimientos en el Departamento de Mantenimiento de la empresa Construcciones y Consultorías Martínez sierra S.A.S en la ciudad Barranquilla no solo entregará documentos que responderán a la necesidad de mejorar la eficiencia interna de la organización, sino que también respaldan la calidad del servicio, fortalecen el indicador de competitividad y en el cumplimiento de objetivos estratégicos apoya a promover un crecimiento sostenible.

Como principal beneficio de la propuesta se concibe la organización de la información, para eliminar márgenes de error humano, y que el empleado interno del área de mantenimiento logre actuar de forma más rápida y especializada, contribuyendo al indicador productivo, y una mejor gestión de los inventarios de repuestos y herramientas, así como un uso más eficiente de los equipos y la mano de obra.

Esto se traduce en una reducción a largo plazo de costos de no calidad, ya que el control adecuado evitará sobrecostos operativos, y específicamente en inventarios, se reducirá la posibilidad de faltantes críticos y tiempos de inactividad.

Otro beneficio crucial es la mejora en los tiempos de respuesta. El departamento de mantenimiento podrá atender con mayor rapidez las necesidades de los diferentes proyectos de la empresa, lo que permitirá agilizar los plazos establecidos con los clientes. Esto no solo garantiza una mayor satisfacción del cliente, sino que también mejora la reputación de la empresa en el sector, posicionándola como una organización que cumple sus compromisos de manera confiable.

Además, la implementación a futuro del presente plan de mejoramiento ofrecerá una mayor seguridad operativa, ya que un sistema de mantenimiento bien planificado asegura la calidad en los procesos, fortaleciéndolos y reduciendo el riesgo de fallos. Esto es importante en la industria de la construcción, donde la organización y estandarización de los procesos es vital para cumplir la normativa empresarial y promesa de servicio.

Finalmente, desde un punto de vista estratégico, se aportará en el crecimiento departamento de mantenimiento como área clave en la empresa Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S. con un equipo de trabajo mejor organizado, por ello, el departamento podrá contribuir de manera significativa al éxito general de la empresa, facilitando la ejecución de proyectos de mayor envergadura y complejidad, y mejorando su capacidad para enfrentar los retos del mercado.

MARCO REFERENCIAL

El diseño de estrategias definidas en un plan de mejoramiento es crucial dentro de las operaciones de empresas dedicadas a la construcción y consultorías. Estos manuales son documentos detallados que indican los procedimientos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de los equipos que estén en óptimas condiciones y así poder alargar la vida útil del equipo, lo que permite garantizar la continuidad de las operaciones y la optimización de los recursos. En el caso de la empresa **Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S.** ubicada en Barranquilla, un buen mantenimiento es muy fundamental para una buena eficiencia de los equipos y así poder brindar un trabajo garantizado en los proyectos realizados, así como para cumplir con las normativas de seguridad y calidad.

Las empresas dedicadas a los servicios de construcción y consultoría, aborda el papel estratégico en el área de mantenimiento en las empresas, enfocando su análisis en la compañía de construcciones. El mantenimiento debe concebirse como una parte fundamental de la gestión de activos, no solo como una respuesta ante fallos. Siguiendo la norma ISO 55001:2014, demuestra cómo una planificación adecuada puede optimizar la durabilidad de los activos, disminuir costos y riesgos, y fortalecer la sostenibilidad empresarial a largo plazo. **León Ganchozo, M. U., Valero Yarlequé, L. J., & Vera Macías, S. D. (2020).**

Procedimientos de las actividades de Mantenimiento

Un modelo de gestión de activos alineado con la norma ISO 55001:2014, enfocado en la optimización y el uso de los equipos y maquinaria pesada en obras de infraestructura vial. El trabajo tiene como objetivo una planificación bien estructurada del mantenimiento del mantenimiento no solo mejora la disponibilidad y el desempeño de los activos, sino que también disminuye la frecuencia de fallos y reduce los costos operativos, contribuyendo a una gestión más eficiente y rentable a largo plazo. **Miranda Ramos (2024).**

Optimización de los Procesos Operativos del Departamento de Mantenimiento.

La **eficiencia operativa** es un factor importante para asegurar la sostenibilidad y el crecimiento de cualquier empresa. Según **Barrera (2020)**, las fallas en los procesos operativos que se tiene vienen afectando directamente a los costos, ya que la mala optimización de los recursos disponibles aumenta considerablemente los gastos. Esta ineficiencia no solo afecta en la rentabilidad, sino que también limita la capacidad de la empresa para expandirse. En sectores altamente especializados, como el mantenimiento y reparación de máquinas de movimiento de tierra, la optimización de los procesos muy importante las empresas. Una gestión más eficiente de los recursos y la implementación de procesos bien estructurados no solo ayuda a la reducción de los costos operativos, sino que también favorecen la mejora de los márgenes de rentabilidad, lo que le permite a la empresa mantener una posición competitiva en un mercado demandante.

Por otro lado, **Gallegos y Castillo (2022)** afirman que la productividad de una organización depende directamente del correcto uso de los recursos. Los recursos productivos más relevantes como la mano de obra, el capital, las herramientas, los equipos y las maquinarias tiene que ser bien administrados de tal forma que sea eficiente y así poder asegurar el éxito de los procesos productivos. El no buen uso de estos recursos no solo afecta en las operaciones diarias, sino que también limita la capacidad de la empresa para cumplir sus objetivos a largo plazo. Una baja eficiencia en el manejo de recursos impacta de una manera negativa en el desempeño económico de la organización, afectando tanto los costos financieros como su competitividad en el mercado.

La mejora continua como principio organizacional: Enfoques y beneficios

Lo expuesto por **Montesinos et al. (2020)**, el proceso para la mejora continua en las empresas empieza con una evaluación detallada de como esta organizadas las operaciones. Este diagnóstico inicial es importante para detectar los elementos clave que necesitan ser intervenidos y, a partir de ellos, organizar una propuesta de mejora. En consecuencia, cualquier esfuerzo dirigido al mejoramiento de los procesos debe sustentarse en un conocimiento preciso y detallado de cómo se están llevando a cabo las actividades en el presente. Solo con esta base se pueden introducir modificaciones que realmente impulsen una mayor eficiencia y favorezcan el logro de los objetivos institucionales.

Mejora de procesos mediante el método de las 5S

El método de las 5S, es de origen Japón, es una técnica de gestión enfocada en mantener el área laboral ordenados, limpios, seguros y funcionales de forma continua, lo que ayuda la eficiencia operativa y el mejoramiento de los procesos (**Bustamante, 2020**). Su denominación deriva de cinco conceptos japoneses que todos comienzan con la letra “S”: **Seiri** (clasificar), **Seiton** (organizar), **Seiso** (limpiar), **Seiketsu** (estandarizar) y **Shitsuke** (disciplinar), en lo que se establecen una secuencia lógica que ayuda a la transformación y optimización del buen ambiente de trabajo.

De acuerdo con **Sócola et al. (2020)**, estas cinco etapas no solo guían el desarrollo de acciones de mejora, además refuerzan una cultura organizacional centrada en la productividad y el buen uso de los recursos, lo cual aporta positivamente en la calidad y optimización de costos. Por su parte, **Salazar et al. (2020)** resaltan que una implementación adecuada de esta metodología ayuda a elevar el rendimiento de las empresas, disminuyendo el desperdicio y aumentando la satisfacción del cliente.

En este sentido, **Guillén (2020)** dice que la metodología está dividida en dos grandes bloques: las tres primeras “S” deben integrarse en las rutinas diarias de la empresa, mientras que las dos últimas deben garantizar la sostenibilidad de lo alcanzado, por medio de los procesos de estandarización y disciplina. Este enfoque ayuda a la mejora lograda se mantengan en el tiempo sin generar cargas adicionales para la organización.

Por otro lado, **Patty y Mora (2021)** dicen que implementar las 5S permite corregir ineficiencias dentro de las operaciones, como actividades que se están repitiendo, errores de manera constante o tareas que no aportan valor. En sectores específicos como el mantenimiento y la reparación, esta herramienta resulta especialmente útil para optimizar el uso de materiales y equipos, haciendo mejor la distribución del trabajo y garantizar una ejecución más precisa, contribuyendo de manera positiva y directa al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa.

Impacto del método de las 5S: Oportunidades y desafíos en su implementación

Huamantínco y Rojas (2022) Dicen que una de las fortalezas más significativas del método de las 5S es la capacidad que tiene implementar una cultura organizacional comprometida en la mejora continua, basada en el seguimiento permanente de los procesos internos de la empresa. Estas herramientas ayudan a fortalecer la seguridad y

mejoramiento del entorno laboral, lo que ayuda a la minimización de los errores en la ejecución de las tareas y ayuda a una mayor eficiencia en el desempeño de las operaciones.

Mas, sin embargo, los autores también resaltan que el éxito de esta metodología está estrechamente vinculado a las personas responsables que lo implementa. No solo con conocer el enfoque metodológico, sino también que es importante para ejecutar correctamente cada una de las actividades que componen el proceso de la mejora continua. En consecuencia, a esto, si la organización carece de personal debidamente formado en la aplicación del método 5S, será difícil alcanzar resultados favorables. Asimismo, al analizar posibles deficiencias, se debe tener en cuenta las capacidades y actitudes del personal, ya a en algunos casos los fallos pueden originarse también en factores humanos, como la desmotivación o la falta de compromiso con las tareas asignadas. **Huamantínco y Rojas (2022)**

Además, los mismos autores destacan otra debilidad frecuente: como que muchas empresas tienden a aplicar esta metodología con un enfoque excesivamente orientado a la rentabilidad, no teniendo en cuenta activo de los trabajadores. Esta visión centrada únicamente en los beneficios económicos puede comprometer la efectividad del método, ya que desatiende aspectos clave como las necesidades, expectativas y motivaciones del recurso humano, lo que juegan un papel muy importante para asegurar la permanencia de las mejoras en el tiempo. **Huamantínco y Rojas (2022).**

Causas Clave de la Resistencia al Cambio en Entornos Organizacionales

El cambio organizacional es un proceso que en todas las organizaciones e instituciones cumplen un papel muy primordial para el desarrollo, adaptación al entorno y al tiempo. No obstante, implementar cambios en una organización es un desafío, ya que necesita que los colaboradores lo interpreten de manera positivo y razonable, ayudando así su aceptación y participación activa (**Rangel, Pérez, & Gómez, 2022**).

Es fundamental implementar estrategias eficaces de gestión del cambio para disminuir posibles resistencias. Esta última se considera una reacción previsible de los sistemas organizacionales que, al encontrarse en equilibrio, pueden experimentar sensación de amenaza, inestabilidad o incertidumbre frente a alteraciones propuestas (**Rangel et al.,**

2022). No debe entenderse como una conducta inusual, sino como una respuesta común que tiende a intensificarse cuando los trabajadores perciben que su estabilidad laboral se encuentra comprometida.

Según Hernández (2021), la resistencia al cambio se clasifica en dos formas: pasiva y activa. La resistencia pasiva se da cuando el empleado actúa de manera mecánica, que no tiene disposición para aprender o influenciar negativamente a otros. Por su parte, la resistencia activa se muestra con comportamientos como sabotaje deliberado, errores intencionales, absentismo laboral o una reducción progresiva del desempeño. Estos comportamientos pueden surgir de manera inmediata o desarrollarse con el tiempo, teniendo resultados negativos en la productividad como las relaciones internas.

Diversos factores inciden en la aparición de esta resistencia. Entre ellos cabe resaltar las percepciones individuales sobre el cambio. En algunos casos si alguno miembro del equipo lo interpretan como algo negativo, la efectividad de la transformación podría verse afectada. Además, que muchas personas prefieren mantenerse en su zona de confort y evitando así tener afrontar situaciones nuevas, especialmente si las consideran amenazantes (**Rangel et al., 2022**).

Para la disminución de estas manifestaciones, **Rangel et al. (2022)** dice que tener en cuenta la participación del personal en las decisiones organizativas, explicar de manera minuciosa las razones detrás del cambio e incluir beneficios que ayuden a incentivar su implicación. En organizaciones técnicas, como aquellas enfocadas en el mantenimiento, es importante que los colaboradores entiendan que los cambios no afectarán negativamente sus funciones, al contrario, va a mejorar su eficiencia y bienestar, lo cual facilita una mayor aceptación.

Hernández (2021) dice que las distintas estrategias para mitigar la resistencia, como el llegar un acuerdo con los colaboradores sobre cómo aplicar el cambio, la capacitación y comunicación efectiva, la inclusión activa en el proceso, el uso de incentivos, y en último recurso, la aplicación de medidas coercitivas. Esta última se debe emplear con cautela, ya que podría afectar negativamente el desempeño. La elección de la estrategia más adecuada dependerá de una evaluación precisa de las causas que originan dicha resistencia.

Revisión de estudios previos

La investigación de **González (2020)** sobre compañías del sector construcción en Colombia muestra que los planes de mejoramiento y correctivos bien estructurados puede reducir en gran medida los costos de imprevistos mantenimiento. Por su parte, los estudios de **Mendoza (2020)** en empresas de ingeniería observan que la optimización y estandarización ayuda al mejoramiento de los niveles de productividad y reduce los riesgos laborales.

MARCO TEORICO

Maquinaria pesada para movimiento de tierras

El movimiento de tierras en el ámbito de la construcción es una fase crucial que implica una serie de acciones sobre el terreno. Este proceso, que puede realizarse de forma manual o utilizando maquinaria, constituye el primer paso en cualquier proyecto de edificación.

Esta fase es de suma importancia, ya que establece la base sobre la cual se desarrollará la construcción, lo que implica que tiene un impacto directo en el éxito del proyecto. El terreno donde se levantará la infraestructura se modificará para adaptarse a los requerimientos del plan establecido. Es importante mencionar que en esta etapa inicial se definirán también los accesos necesarios para la maquinaria. Rodríguez, P. A. (2020)

Planificación Logística en Mantenimiento

La planificación analiza la relevancia que tiene el mantenimiento de una maquina en una planificación logística, es fundamental para tener una eficiencia operativa en el área de construcción, de minera y transporte, el objetivo principal es optimizar los recursos humanos y materiales para un buen funcionamiento del área de mantenimientos, resaltando la gestión de repuestos, se relaciona el área de logística con el de los mantenimientos preventivos con el de transporte y pieza. El uso de la tecnología y los programas especiales ayuda al mejoramiento a ser más efectivo al momento de la planificación Vázquez, L. P. (2020).

La gestión del mantenimiento se refiere al conjunto de procesos, políticas y estrategias diseñadas para asegurar que las operaciones de mantenimiento se realicen de manera efectiva y eficiente. Un sistema de gestión de mantenimiento eficaz puede incluir la planificación, programación, ejecución y seguimiento de las actividades de mantenimiento. (Stel Order, 2024)

El mantenimiento preventivo, o mantenimiento técnico planificado, consiste en trabajar en los equipos a intervalos regulares o según criterios predefinidos. Su objetivo principal es reducir el riesgo de averías en bienes, máquinas y equipos, pero también ayuda a conseguir objetivos más generales. Por esta razón, la mayoría de las fábricas y empresas buscan aumentar la proporción de mantenimiento preventivo implementado en

contraposición al mantenimiento correctivo. Por otro lado, el mantenimiento de oportunidad significa que se aprovecha un periodo en que no se está utilizando el equipo para realizar intervenciones de mantenimiento y así evitar cortes de producción. (Stel Order, 2024)

El mantenimiento preventivo basado en la condición, también conocido como mantenimiento condicional, se emplea para monitorear el rendimiento de las máquinas a través de parámetros específicos, como presión, nivel y flujo. Este enfoque integra acciones correctivas que surgen de los datos obtenidos durante estos controles.

Este tipo de mantenimiento se considera una mejora con respecto al mantenimiento sistemático, ya que permite un enfoque más adaptado a las necesidades reales del equipo. No requiere conocimientos adicionales complejos, sino que se basa en la comparación de los parámetros medidos con umbrales predefinidos que indican cuándo se deben tomar acciones. (Stel Order, 2024)

El mantenimiento basado en la condición puede ser de dos tipos:

1. **Continuo:** En este caso, se realiza un monitoreo constante y se registran de manera permanente los parámetros medidos. Esto permite una respuesta rápida ante cualquier desviación significativa en el funcionamiento del equipo.
2. **Discontinuo:** Este enfoque implica la realización de mediciones periódicas de los parámetros, lo que permite la identificación de posibles problemas en intervalos establecidos, en lugar de un monitoreo constante.

Este enfoque permite una gestión más eficiente del mantenimiento, al centrar los esfuerzos en los equipos que realmente lo necesitan, lo que a su vez puede reducir costos y mejorar la disponibilidad de las máquinas.

En resumen, aunque los tres tipos de mantenimiento preventivo (sistemático, condicional y predictivo) están diseñados para reducir la probabilidad de averías, es importante destacar que no garantizan la eliminación completa de fallas que puedan ocurrir entre las intervenciones programadas. El mantenimiento preventivo, en general, se considera una práctica técnica planificada que se lleva a cabo regularmente en intervalos de tiempo determinados o en función de criterios específicos observados en el equipamiento. Su

objetivo principal es minimizar la probabilidad de fallas en las máquinas, lo que contribuye a mejorar la eficiencia y la confiabilidad operativa. (Mobility Work, 2022)

- **Antecedentes del área de mantenimiento**

La historia del área de mantenimiento a lo largo de la historia se encuentra estructurada en cuatro generaciones: la primera es acciones de mantenimientos puramente para correctivos lo cual es aquella que solamente se hace la reparación cuando ya está dañado, la segunda va a mediados de los años 1980, lo que se le llamo mantenimiento preventivo este se da arreglo con anticipación ya programados, la tercera esta para los años 1980 a 2000 llamado como mantenimientos predictivos que va realizando un monitoreo de las condiciones de la máquina y como cuatro tenemos que a partir del siglo XXI es llamado mantenimiento de manera integral dando más confiabilidad porque va más al análisis de los riesgos, enfocadas a los en lo que queremos ofrecer al cliente y gestión de conocimiento (Pérez Rondón; 2020).

- **Mantenimiento correctivo o recreativos:**

En latino América y muchos países subdesarrollados según los estudios se ha determinado que el mantenimiento correctivo o recreativo es el mas utilizado, porque al momento de la maquina de presentar fallas o tiene daños se procede a a la revisión teniendo en cuenta que va tener afectación en la programación que se tenga programada en obra, por lo general se repara el daño que presenta la maquina en ese momento y se pone operativa nuevamente, tratando de que el tiempo de atraso en la obra sea el menos posible(Pérez Rondón, 2021)..

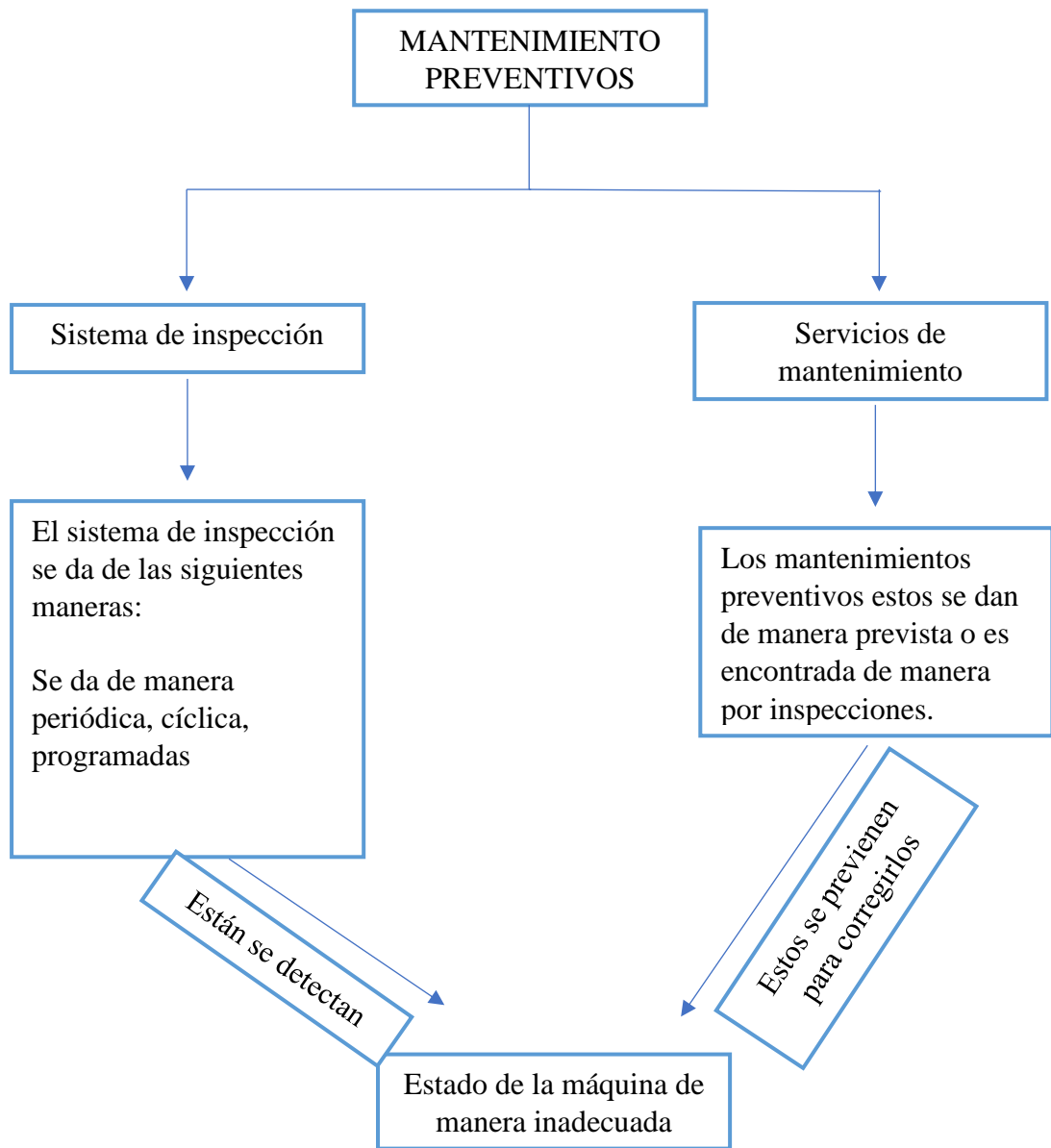
En los mantenimientos correctivos se encuentran dos tipos los cuales son los mantenimientos correctivos no programados que este se pone en marcha cuando la maquina por algún motivo presenta fallas, generando tener que frenar la operación que estaba realizando y que el mecánico proceda a la revisión en el menor tiempo posible para volver a retomar las operaciones. Por otro lado, tenemos el mantenimiento correctivo planificado o programado: el mantenimiento planificado se da en obra cuando la maquina esta presentando fallas, pero puede seguir trabajando procedemos

a programas que día de la semana se puede con anticipación hacerle los arreglos a la máquina (Pérez Rondón, 2021).

- **Niveles de mantenimientos preventivos.**

En los niveles de mantenimiento preventivos tenemos como el principal el cubrimiento de MP es mirar el porcentaje del estado en que se encuentra la maquina y si en el estado que esta se encuentra operativa en realizar sus funciones, en los niveles del mantenimiento preventivo tenemos el de ejecución el porcentaje de las actividades esta terminadas de acuerdo a lo programada y por ultimo tenemos que los trabajos generados por las ejecuciones las veces de mantenimientos con que continuidad se hace y cómo hacer para controlar eso (Pérez Rondón, 2021).

Mapa conceptual (FIGURA 1), Como se encuentran divididos los mantenimientos preventivos en sistema de inspección y servicios de mantenimientos preventivos en sistema de inspección y servicios de mantenimientos



Fuente: Elaboración propia

- **¿Como se aplica un mantenimiento preventivo?**

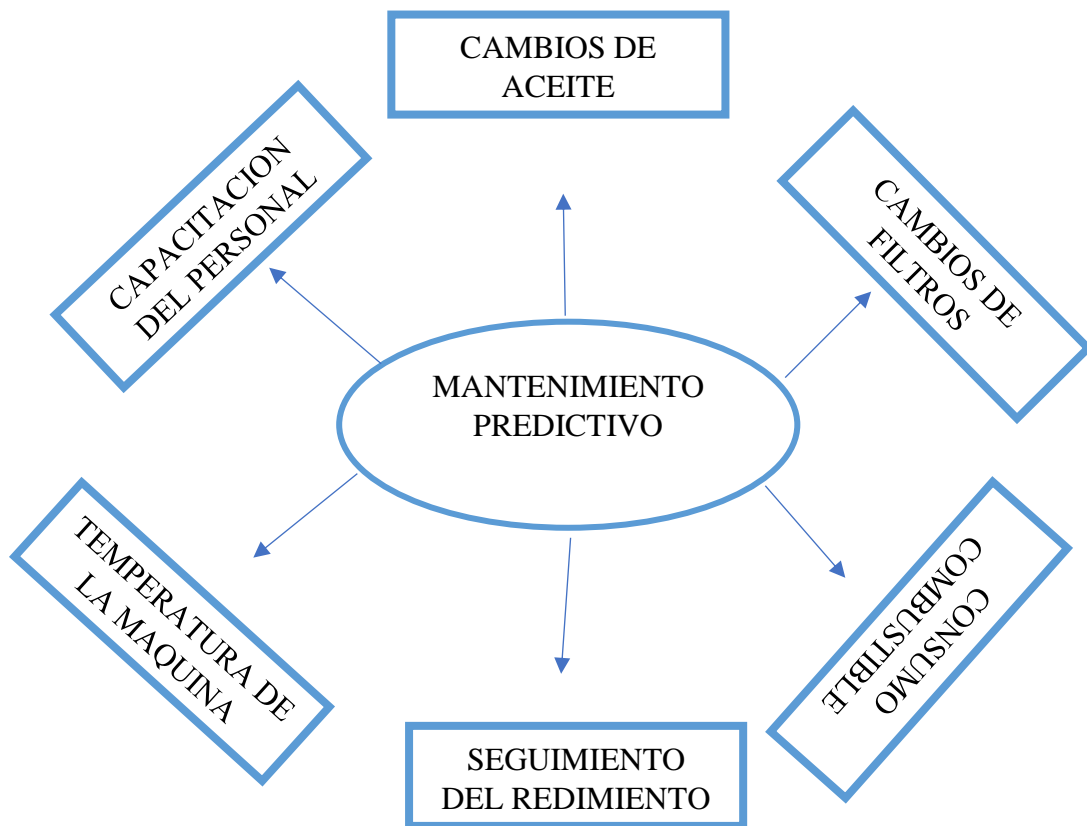
Un mantenimiento preventivo se tiene que hacer con planificación se dice que arreglo se le van a realizar a las maquinas con un personal especializado para los distintos mantenimientos a realizar llevando ellos sus herramientas y equipos a utilizar en el mantenimiento, se hace una programación se tiene que decir con anticipación el día,

la hora, el lugar donde se van hacer los mantenimiento y las actividades que ya se tiene planificadas, es donde se proceden a la ejecución hacer los arreglos y trabajos pertinentes y por último el control se procede a verificar que el trabajo realizado allá quedado efectivo. . Fuente (Pérez Rondón, 2021).

- **Mantenimiento predictivo:**

El mantenimiento predictivo se da una revisión o se analiza algo irregular se procede a la programación. El objetivo es tratar el daño con anticipación evitando así que el sospechoso dañe otras tuercas, piezas o incluso la maquina dando como ventaja que la compra del repuesto se hace cuando se requiera eliminado el stock de capital sin laborar, (Pérez Rondón, 2021).

Mapa conceptual (FIGURA 2), Se refiere a los mantenimientos predictivos y que se realiza en los mantenimientos predictivos.



Fuente: Elaboración propia

- **Mantenimiento productivo total.**

Esta metodología busca una mejora de optimización y buena eficiencia de los equipos buscando así mejor aumento de la disponibilidad de las maquinas buscando el mejoramiento de las máquinas y calidad; el mantenimiento TPM este sistema es un sistema industrial japonés surgió aproximadamente en los años 70”, con el fin de mejorar los servicios de las empresas, dando con sí que el operario la maquina y la empresa. El objetivo del mantenimiento productivo total busca que el trabajador se integre a fondo con la optimización de la empresa y así obtener mayor producción y menores pérdidas.

Esquema de las técnicas predictivas (Figura 3) es una técnica de prevención del manteamiento, realizar mantenimientos planificados.



Nota: la figura presenta el esquema de las técnicas predictivas para mantenimiento;

Fuente (BSG). Recuperado de:

<https://www.valborsoluciones.com/mantenimiento/tpm-8-pilares/>

MARCO CONCEPTUAL

- **Control de costo.**

En el control de costo se procede a la realización de un análisis para determinar qué área de la empresa necesitan ser inspeccionada y que mejoramiento se debe hacer en el área de manera inmediata.

La ecuación numero 1 ayuda a calcular los costos estándares, de promedios acumulados en un tiempo determinado se define como la siguiente ecuación:

Ecuación numero 1

$$CTM\ pron = \frac{CMP+CMC}{T}$$

la ecuación presentada, Recuperado de (**Pérez Rondón, 2021**)

CTM: promedio acumulado de los mantenimientos.

CMP: costo de mantenimiento preventivo.

CMC: costo mantenimiento correctivo.

T: el tiempo estipulado en el mantenimiento donde está integrado básicamente en (meses, trimestres, horas, materiales y servicios a terceros.

Ecuación número 2 para calcular el porcentaje de tiempo programado en un mantenimiento.

Ecuación 2.

$$\%MP = \frac{Hshombres - MP}{Hshombre - MP + Hshombre - MC}$$

la ecuación presentada, Recuperado de (**Pérez Rondón, 2021**)

- **Logística**

La logística juega un papel fundamental en las organizaciones que busca tener un buena organización y control al momento de prestar un servicio, la función del proceso logístico brindar un buen servicio, buena distribución, almacenamiento, realizando el trabajo de manera más ordena y bajo costos posibles. (Europea, 2022)

Las funciones de logística que se tiene dentro de una empresa son: dar un buen servicio al cliente, planificar rutas y procesos de transportes, tener un buen inventario, buena distribución de pedidos, gestión de datos (Europea, 2022).

- **Salud ocupacional**

Dentro de todas las organizaciones es importante su enfoque principal es la salud de los que conforman una empresa los trabajadores tanto su estado físico como mental social esto se ve reflejado en el desempeño del trabajador al momento de realizar sus actividades. La salud ocupacional está en todas las áreas de la empresa, pero principalmente en el personal de constantes movimientos físicos.

- **Empresa.**

Una empresa es definida como aquella que una unidad de productividad de servicios conformada por prácticos y legales es integrada por recursos en lo cual si se tiene una buena administración se logra cumplir con los objetivos. Las empresas son muy importantes ya que ellas promueven el crecimiento del desarrollo económico ya que por medios de ellas contribuyen al bienestar de los empleados.

Las empresas se encuentran clasificadas de acuerdo a su actividad está la comercial que su servicio es comprar y vender y básicamente cumplen la función de un intermediario ellas se clasifican en mayoristas y minoristas, la industrial se aquellas que producen bienes por medio de extracción de materia prima y transformación estas se clasifican en transformación o manufactura y por ultimo está la de los servicios estas tiene como finalidad brindar un servicio a la población y se clasifican publicas privadas o mixtas

Mejoramiento continuo

Es una filosofía de gestión que busca constantemente formas de mejorar las operaciones y los procesos. Esto significa establecer y hacer cumplir estándares de excelencia e involucrar plenamente a los responsables, ya que pueden determinar qué funciona y qué no.

(James Harrington). (1993). Para él, mejorar un proceso significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable.

(W.E. Deming). (1996). Según la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra, pero siempre se busca.

La importancia de esta radica en que su aplicación ayuda a contrarrestar las debilidades de una empresa y consolidar sus fortalezas.

El mejoramiento continuo puede incrementar la productividad y competitividad en el mercado al que pertenece la compañía. Por otro lado, las organizaciones necesitan analizar los procesos que utilizan para poder mejorarlos o corregirlos si surgen problemas, de esta forma se puede crecer en el mercado e incluso convertirse en líderes gracias a la aplicación de esta tecnología. (Morera Cruz José Orlando. 2012)

Indicadores de Proceso: Los indicadores de proceso son porcentajes que reflejan el estado de una actividad, ya sea positiva o negativa. Su propósito es medir y definir cualidades específicas y observables, lo que permite presentar cambios y aumentos en la eficiencia que se están logrando. Estos indicadores, también conocidos como indicadores clave, tienen como función principal cuantificar los resultados obtenidos a partir de la evaluación de los procesos empresariales. Esto se realiza con el objetivo de proporcionar información clara y precisa sobre el progreso de los productos o servicios en general. (Dalfó Baqué, A., Sisó Almirall, A., Coll, V., Núñez Vázquez, S., Botinas Martí, M., & Gibert Llorach, E.) (2000)

Gestión de Recursos

La gestión de recursos se refiere a la administración efectiva de todos los insumos necesarios para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento, incluyendo mano de obra, herramientas y repuestos. La eficiencia en la gestión de recursos impacta directamente en los costos y la efectividad del mantenimiento.

Cultura Organizacional

La cultura organizacional en el contexto del mantenimiento implica la actitud y los valores que predominan en el departamento de mantenimiento. Una cultura que promueva la seguridad, la mejora continua y la responsabilidad compartida puede impulsar la efectividad de los procesos de mantenimiento.

Para desarrollar un marco teórico y conceptual robusto para tu propuesta de plan de mejoramiento de los procesos y logística de operaciones del departamento de mantenimiento de la empresa Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S, es fundamental abordar varios aspectos clave que son relevantes para tu investigación. A continuación, se presenta un esbozo extenso que puedes utilizar como base:

Capacitación y Formación del Personal

La capacitación del personal es esencial para asegurar que el equipo de mantenimiento esté bien preparado para enfrentar las demandas cambiantes del entorno de trabajo. La falta de formación continua puede resultar en una ineficiencia operativa significativa y en la incapacidad de adaptarse a nuevas tecnologías.

- **Modelos de Capacitación:** Según Kirkpatrick (1994), un modelo de evaluación de capacitación en cuatro niveles puede ser útil para medir la efectividad de los programas de formación y su impacto en el desempeño laboral.

Indicadores de Desempeño en Mantenimiento

Los indicadores de desempeño (KPIs) son herramientas cruciales para evaluar la efectividad de los procesos de mantenimiento. Algunos KPIs relevantes incluyen:

- **Tiempos de Respuesta:** Tiempo promedio que tarda el departamento de mantenimiento en responder a una solicitud de servicio.
- **Frecuencia de Mantenimientos Correctivos:** Número de intervenciones correctivas realizadas en un periodo determinado.
- **Satisfacción del Cliente:** Medida de la satisfacción de los clientes internos y externos con los servicios de mantenimiento proporcionados.

Los KPIs permiten a la organización identificar áreas de mejora y realizar ajustes en los procesos operativos.

MARCO LEGAL

Ley 9 de 1979 – Código Sanitario Nacional (Colombia)

Conocida como el Código Sanitario Nacional, es una legislación colombiana de carácter general que habla de los lineamientos esenciales para la protección de la salud pública. Esta norma es fundamental para las acciones sanitarias que hay en el, regulando temas como el saneamiento ambiental, la seguridad e higiene en el trabajo, el control de alimentos y bebidas, las condiciones sanitarias de los establecimientos y la vigilancia de factores que representan riesgo para la salud.

El principal propósito es asegurar condiciones básicas de salubridad y seguridad como en las áreas laborales como también en los comunitarios e institucionales, ayudando a tener un entorno saludable y previniendo enfermedades. Su aplicación es especialmente pertinente en estudios vinculados con la gestión organizacional, la salud en el trabajo, el mantenimiento industrial y otras actividades que puedan implicar riesgos sanitarios para los trabajadores.

Esta ley confiere autoridad a distintas entidades del Estado, entre ellas el Ministerio de Salud y Protección Social, para reglamentar, vigilar y que se cumplan sus disposiciones en todos los sectores económicos. Su observancia es obligatoria y sirve como sustento legal para el diseño e implementación de políticas, planes y proyectos orientados al mejoramiento de las condiciones de salud y seguridad.

Resolución 2400 de 1979 – Reglamento General de Higiene y Seguridad Industrial

Fue publicada por el entonces Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Colombia, donde se estableció un grupo de normas que conforman el **Reglamento General de Higiene y Seguridad Industrial**, en el cual determina los requerimientos mínimos que se deben cumplir en todos los espacios laborales del país. Esta resolución es importante en la legislación en **salud ocupacional**, ya que su propósito principal es proteger la salud física, mental y social de los trabajadores por medio de la regulación de condiciones seguras e higiénicas en el entorno laboral.

Dentro de su contenido se incluyen disposiciones que regulan las condiciones físicas del lugar de trabajo como iluminación, ventilación, señalización, pisos y techos, el buen manejo de elementos de protección personal, y el control de diversos riesgos ocupacionales, ya sean de origen mecánico, eléctrico, químico o biológico. También se establecen lineamientos puntuales en las operaciones de áreas como mantenimiento, almacenamiento y manipulación de maquinaria, asignando responsabilidades claras como al empleador como a trabajadores respecto al cumplimiento de estas disposiciones.

Esta resolución es de carácter **obligatorio para todas las organizaciones**, tanto públicas y privadas, sin importar su tamaño o actividad económica. Su cumplimiento resulta especialmente significativo en estudios enfocados en la prevención de riesgos laborales, en la solución de sistemas de salud ocupacional, la gestión de procesos industriales y la mejora continua de las condiciones laborales en el país.

Ley 1562 de 2012 – Seguridad y Salud en el Trabajo

Se hizo oficial la ley por el Congreso de la República de Colombia, donde se estableció el marco normativo actualizado del **Sistema General de Riesgos Laborales**, remplazando las regulaciones previas sobre salud ocupacional. Esta legislación tiene un enfoque más integral y preventivo mediante la creación del **Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)**, donde su objetivo principal es lograr obtener ambientes laborales seguros y evitar situaciones que puedan poner en riesgo la integridad de los trabajadores.

Esta ley se amplía la protección a una población más extensa, abarcando tanto a empleados con vínculo laboral directo como a contratistas, trabajadores independientes, aprendices, cooperados, estudiantes en práctica y voluntarios. Su objetivo fundamental es ofrecer una cobertura eficaz frente a enfermedades laborales, accidentes de trabajo y demás factores que puedan afectar negativamente la salud de quienes participan en actividades económicas.

La normativa obliga a todas las organizaciones, sin importar de sector o tamaño, a implementar un **SG-SST** adaptado a sus condiciones específicas. Este sistema debe implementar procesos constantes de identificación, evaluación y control de riesgos,

con un enfoque de mejora continua y articulación con la estructura organizacional general.

Debido a su obligatoriedad y su influencia en la estructura administrativa, operativa y humana de las empresas, esta ley cobra especial relevancia en estudios enfocados en la prevención de riesgos laborales, gestión del mantenimiento, salud ocupacional, y mejora de las condiciones de trabajo.

Decreto 1072 de 2015 – Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo

El Decreto 1072 de 2015, conocido como el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, es una legislación promulgada por el Gobierno Nacional de Colombia que centraliza en un solo documento todas las normativas relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo, el Sistema General de Riesgos Laborales, y las condiciones laborales en general. Su propósito principal es simplificar la interpretación y aplicación de las normativas laborales en el país, al consolidar diversas regulaciones dispersas en una única norma.

Este decreto establece las pautas generales y específicas para la implementación de políticas de salud ocupacional y la creación de sistemas de gestión en seguridad y salud en el trabajo (SG-SST), es aplicado tanto al sector público como al privado. Además, regula la prevención de riesgos laborales, el control de accidentes de trabajo, las enfermedades profesionales y la mejora de las condiciones en los espacios laborales. En particular, refuerza la responsabilidad de las empresas de velar por la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores mediante la adopción de medidas preventivas y de control acordes a los riesgos propios de cada actividad laboral.

Asimismo, el decreto destaca la responsabilidad compartida entre empleadores y trabajadores para garantizar un entorno laboral seguro y saludable, y subraya la vigilancia de las autoridades competentes, como el Ministerio de Trabajo, para asegurar el cumplimiento de las disposiciones establecidas.

El cumplimiento del Decreto 1072 es obligatorio para todas las empresas en Colombia, sin importar su tamaño o sector económico, y tiene un impacto directo en la mejora de las condiciones laborales, la reducción de riesgos y la promoción de la

salud y el bienestar de los trabajadores. Esta ley es esencial para la regulación de la gestión de riesgos laborales, la seguridad ocupacional y la salud en el trabajo, resultando particularmente relevante en investigaciones relacionadas con la prevención de accidentes laborales, el mantenimiento industrial y la gestión de la seguridad en las organizaciones.

Procedimiento metodológico

La figura 4 muestra el esquema metodológico abordado en este proyecto

Figura 4 Esquema metodológico



Fuente: Elaboración propia.

Fase 1. Diagnóstico del estado actual:

Análisis documental de la empresa: revisión de los procedimientos actuales, informes previos de auditoría, registros, tiempos, inventarios, entre otros.

Observación directa: realizar un estudio in situ de las actividades de mantenimiento, inventarios y logística operativa.

Aplicación de la herramienta de recopilación de la información denominada estudio diagnóstico al responsable del departamento de mantenimiento y personal del área.

Identificación de herramientas tecnológicas y sistemas de gestión actualmente en uso.

Fase 2. Evaluación de métodos y recursos de gestión:

La presente fase tiene el objeto de revisar buenas prácticas e identificar oportunidad de mejora en las metodologías de trabajo aplicadas (mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo) de los procesos de mantenimiento y de gestión de recursos materiales como repuestos, maquinaria y tecnologías.

Se construirá así mismo un análisis minucioso de recursos humanos, responsabilidades, flujogramas, documentos y necesidades del proceso de mantenimiento en base a criterios normativos.

Fase 3. Diseño del plan de mejoramiento:

Se procede a la fase de Diseño del plan de mejoramiento, esta vez, formulando estrategias de mejora en base a los hallazgos encontrados dentro del estudio de campo y documental aplicados en la fase 1 y 2 del proyecto.

El plan de mejoramiento se diseña con instrucciones claras, precisas y coherentes para la ejecución de las tareas, enfocándose en buenas prácticas, seguridad y eficiencia operacional. En él, también se estructurarán documentos que respalden las acciones propuestas, para las fases de ejecución y seguimiento.

Diseño:

El diseño empleado en la presente investigación será de carácter descriptivo-analítico utilizando información verídica, precisa y organizada. Se empleará en primera medida la investigación de campo, evitando inferencias subjetivas del objeto de estudio. Luego, en la fase de recolección de datos será importante el estudio de características observables y verificables.

Teniendo en cuenta lo anterior, se seleccionan como métodos de trabajo para el proyecto denominado: Plan de mejoramiento de los procesos del Departamento de Mantenimiento de la Empresa Construcciones Y Consultorías Martínez Sierra S.A.S En La Ciudad de Barranquilla. la observación y la aplicación de un estudio diagnóstico. La observación compilará datos de tipo cualitativo, mientras que el estudio diagnóstico proporcionará datos mixtos.

En este tipo de investigación, las variables no son controladas, por lo que el investigador del proyecto no tendrá influencia directa sobre el fenómeno, sino que funciona como observador. Teniendo como tarea principal, la recolección de la información proporcionada por los instrumentos.

A diferencia de la investigación comparativa, no se busca comparar el fenómeno con otros. Sin embargo, se pueden establecer relaciones entre los datos para clasificarlos en categorías descriptivas. No obstante, estas relaciones no pueden interpretarse como causa y efecto, ya que no se trabaja con variables que permitan inferir tales conexiones.

La investigación descriptiva se realiza enfocada en tres métodos:

Método de observación directa: Es el más eficaz para la investigación descriptiva y argumentativa.

Observación cuantitativa: Se enfoca en la recolección objetiva de datos basados en números y valores.

Observación cualitativa: En este caso, se miden características no numéricas. El investigador observa a los sujetos a distancia en su entorno natural, lo que permite captar comportamientos auténticos y espontáneos.

En este tipo de investigación descriptiva, se adoptará el rol de observador participante analizando documentos preliminares que se verán reflejados en el diseño de instructivos luego de la fase analítica.

Materiales y Métodos de investigación:

Como se indicó anteriormente, el estudio será desarrollado combinando métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una visión integral del problema. Este enfoque permitirá analizar tanto los datos numéricos relacionados con el rendimiento operativo (tiempos, uso de recursos, etc.), como las percepciones y experiencias del personal involucrado en los procesos logísticos y de mantenimiento, lo anterior, es fundamental para el desarrollo del diseño de procedimientos dentro del instructivo.

La investigación utilizará herramientas como Excel, bases de datos documentales que permitan analizar documentación y procedimientos empresariales, específicamente en el departamento de mantenimiento.

Se llevarán a cabo, revisiones de fuentes de información secundaria como artículos científicos y tesis de grado que faciliten información sobre tendencias procedimentales eficientes aplicables en los procesos y logística del departamento de mantenimiento. La aplicación del estudio diagnóstico utilizará el desarrollo de preguntas con referencia al manejo de recursos y documentos del área de mantenimiento. Luego de ello se aplican las siguientes metodologías analíticas:

* **Análisis Cuantitativo:** Los datos obtenidos serán analizados y categorizados mediante estadísticas descriptivas para identificar tendencias, patrones en los procesos logísticos y de mantenimiento. Se utilizarán herramientas como gráficos de barras y análisis de frecuencias.

* **Análisis Cualitativo:** La información obtenida será codificada y categorizada, utilizando análisis temático para identificar las opiniones más recurrentes y relevantes operativamente. Además, se agruparán las observaciones en categorías descriptivas que permitan entender el comportamiento de los procesos del área de mantenimiento.

Resultados

Para el desarrollo de un Plan De Mejoramiento De Los Procesos Del Departamento De Mantenimiento De La Empresa Construcciones Y Consultorías Martínez Sierra S.A.S En La Ciudad de Barranquilla, se diseña el siguiente apartado de resultados, dirigido a cumplir las siguientes metas:

- Diagnosticar el estado actual de los procesos de logística del departamento de mantenimiento, ubicando cuales son los puntos críticos y cuáles son las oportunidades de mejora de la empresa Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S:

Para ello, se realizaron 2 visitas de campo a la empresa Construcciones y Consultorías Martínez Sierra S.A.S, específicamente en el departamento de operaciones y gestión de mantenimiento de la empresa. El jefe del área de mantenimiento actual es el Sr. Ivan de Jesús López Mercado quien se ha encargado de suministrar información valiosa de manera verbal sobre cómo operan los procesos organizacionales del área de mantenimiento, personal contratado para la operación de máquinas y gestión del mantenimiento y por supuesto facilitar información de gestión de inventarios. También facilitó documentos esenciales como hojas de vida de la maquinaria incluyendo especificaciones técnicas, capacidades y tiempos de operación.

Luego, se realiza una tercera visita llevándose como elemento de recopilación de datos: un estudio diagnóstico de elaboración propia del investigador, el cual recopiló de manera específica puntos críticos, necesidades de equipos o herramientas tecnológicas e informaciones importantes que permitirán visibilizar oportunidades de mejora del departamento de mantenimiento, las cuales serán base para el diseño del plan de mejoramiento. El estudio diagnóstico fue aplicado directamente al Sr. Ivan de Jesús López Mercado como jefe de área.

Se muestra la maquinaria que utiliza la empresa en los procesos misionales del negocio:

Procedimiento metodológico

La **tabla 1** del procedimiento metodológico muestra lo que es el inventario de máquinas que tiene la empresa y cuales al momento se encuentran operativas y las que están inactivas.

Tabla 1 inventario de maquinaria.

N ^o	MAQUINA Y/O EQUIPO	MARCA	MODELO	ACTIVIDAD	ACTIVO	INACTIVO	OBSERVACIONES
1	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	416E	Excavaterrenos, de piedras de escombros y tambien demolicion de trabajos	x		
2	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	426F	Excavaterrenos, de piedras de escombros y tambien demolicion de trabajos	X		
3	MINICARGADOR	BODCAT	S570	Levantamientos, cargue y mover materiales en espacios reducidos	x		
4	BULLDOZER	CATERPILLAR	D8T	Nivelación de los terrenos, prepara la superficie, desmante de vegetacion, transporte de materiales a corta distancia	x		
5	VIBROCOMPACTADOR	Case		Compacta el suelo, las carreteras base de pavimentos, ayuda a mejorar la estabilidad antes de colocar el asfalto		x	Tiene el motor dañado

6	VOLQUETA	Chevrolet	STS044	Tranporte de material ya sea base, subbase, zavorra, residuos, distribucion del material	X		
7	VOLQUETA	Inter	TZM738	Tranporte de material ya sea base, subbase, zavorra, residuos, distribucion del material	X		
8	VOLQUETA	Inter	SZK623	Tranporte de material ya sea base, subbase, zavorra, residuos, distribucion del material	X		
9	CAMIONETA	NISSAN	SLK370	Tranporte para ir a los disntitos frentes donde se encuentre cada maquina, compra de repuestos, transporte para ir hacer los mantenimientos	X		

Fuente: Elaboración propia

Mediante observación directa se tomaron las siguientes fotos como evidencia de las visitas realizadas en la empresa en el cual, podemos observar por medio de dos ilustraciones los equipos operativos con los que cuenta la empresa construcciones y consultorías Martínez Sierra S.A.S.

Ilustración 1. equipo operativo ejecutando tareas iniciales de inspección y adecuación del terreno en una zona rural

La imagen se puede identificar la máquina retroexcavadora junto a la camioneta slk370., es el cual se transporta el jefe de mantenimiento de máquinas para corroborar que las maquinas estén ejecutando sus actividades,



Fuente: propia

Ilustración 2. Área de almacenamiento de maquinaria y vehículos operativos.

Se observa que las maquinas se encuentran en la zona que ellos hacen llamar campamento en el cual es donde se guardan las maquinas cuando quedan sin operaciones y donde se le realizan los mantenimientos. Entre los equipos visibles se encuentran volquetas, una

evidencia una adecuada planificación y disponibilidad de recursos para la ejecución de trabajos en proyectos de infraestructura.



Fuente: Propia

A continuación, se aprecia el estudio diagnóstico desarrollado para el proyecto, que cuenta con seis categorías de revisión: Estructura organizacional, presupuesto, comunicación efectiva y coordinación de las tareas, maquinaria y equipos, 5. documentación y herramientas tecnológicas, evaluación y mejora Continua, cada una con igual importancia y relevancia de investigación en la fase de recopilación de información.

Tabla 1. Resultado del estudio diagnóstico aplicado en el departamento de mantenimiento de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en la categoría 1. Estructura Organizacional.

1. Estructura organizacional					
Aspectos a valorar	Cumple: 2	Cumple parcialmente: 1	No Cumple: 0	No aplica : N/A	Observaciones

¿Se cuenta con un organigrama funcional que incluya el área de mantenimiento y perfiles de cargo actualizados para el área?		1			Cuenta con un organigrama, pero se encuentra desactualizado.
¿El personal del departamento de mantenimiento posee las competencias técnicas necesarias?		1			Cumple con los mantenimientos, con técnicas no tan competentes.
¿El personal actual cubre todas las tareas del departamento de mantenimiento sin necesidades de contratación extra?			0		Cuenta con un departamento de mantenimientos pequeño, por tanto no cubre los compromisos del área de mantenimiento
¿Se realizan capacitaciones continuas?			0		No se está realizando capacitaciones al personal de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Resultado del estudio diagnóstico aplicado en el departamento de mantenimiento de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en la categoría 2. Presupuesto.

2. Presupuesto					
Aspectos a valorar	Cumple: 2	Cumple parcialmente: 1	No Cumple: 0	No aplica : N/A	Observaciones
¿Existe un presupuesto del departamento de mantenimiento?	2				Cuenta con presupuesto mensual.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Resultado del estudio diagnóstico aplicado en el departamento de mantenimiento de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en la categoría 3. Comunicación efectiva y coordinación de las tareas.

3. Comunicación efectiva y coordinación de las tareas					
Aspectos a valorar	Cumple: 2	Cumple parcialmente: 1	No Cumple: 0	No aplica : N/A	Observaciones
¿Se planifican las respectivas paradas de mantenimiento de equipos?	2				Se planifican los mantenimientos cuando es en el caso de cambios de filtros de la maquina y cambios de aceite.
¿Se realiza seguimiento a las solicitudes y requisitos de mantenimiento?		1			Los seguimientos que se realizan es por medio de la fecha que se compro el respuesto se busca en el sistema contable y ahí cuentan la vida util del respuesto y la fecha del mantenimiento

Tabla 4. Resultado del estudio diagnóstico aplicado en el departamento de mantenimiento de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en la categoría 4. Maquinaria y equipos.

4. Maquinaria y equipos					
Aspectos a valorar	Cumple: 2	Cumple parcialmente: 1	No Cumple: 0	No aplica : N/A	Observaciones

¿Se lleva un registro histórico del mantenimiento de cada equipo?	2				Cuentan con un registro manual en Excel en el cual se va anotando los mantenimientos a las máquinas
¿Se realiza seguimiento al rendimiento y eficiencia de los equipos?	2				Se realiza por medio del horómetro de la máquina el operador a diario llena un recibo con el horómetro inicial y el horómetro final y ahí se lleva a cabo calcular que tan eficiente está siendo la máquina
¿Se generan retrasos por falta de repuestos?		1			En algunos casos genera atraso cuando sus proveedores no tiene el repuesto para entrega inmediata se tiene que pedir por fuera demora días en llegar lo que genera stand by en la máquina retraso en sus obras.
¿Existe un inventario actualizado de repuestos y consumibles?	2				Cuenta con un inventario de filtros, aceite hidráulico, motor y un inventario de combustible.
¿Se realizan los tres tipos de mantenimiento (predictivo, preventivo y correctivo)?	2				Si se realizan los tres tipos de mantenimientos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Resultado del estudio diagnóstico aplicado en el departamento de mantenimiento de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en la categoría 5. Documentación y herramientas tecnológicas.

5. Documentación y herramientas tecnológicas					
Aspectos a valorar	Cumple: 2	Cumple parcialmente: 1	No Cumple: 0	No aplica : N/A	Observaciones

¿Son documentadas todas las intervenciones de mantenimiento?		1			No son documentadas, pero se lleva un registro en el Excel donde se hace la anotación de cada mantenimiento o repuesto que se le cambie a la máquina
¿Se documentan reportes periódicos de fallas y tiempos de inactividad?			0		No cuenta con reporte en el cual se lleva seguimiento del tiempo inactivo de la máquina.
¿La empresa tiene actualizados instructivos operativos de máquina retroexcavadoras 416E, de manejo de consumo de insumo y programación específica de sus mantenimientos?			0		Se requiere en la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en el departamento de mantenimiento con urgencia que se actualice el instructivo operativo de manejo y mantenimiento de la máquina
¿La empresa tiene actualizados instructivos operativos de máquinas bulldozers, de manejo de consumo de insumo y programación específica de sus mantenimientos?			0		Se requiere en la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en el departamento de mantenimiento con urgencia que se actualice el instructivo operativo de manejo y mantenimiento de la máquina
¿La empresa tiene actualizados instructivos operativos de las volquetas STS044, SZK623, TZM738 de manejo de consumo de insumo y programación específica de su mantenimientos?			0		Se requiere en la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en el departamento de mantenimiento con urgencia que se actualice el instructivo operativo de manejo y mantenimiento de la máquina
¿La empresa tiene actualizados instructivos operativos del minicargador, de manejo de consumo de insumo y programación específica de sus mantenimientos?			0		Se requiere en la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en el departamento de mantenimiento con urgencia que se actualice el instructivo operativo de manejo y mantenimiento de la máquina
¿La empresa tiene actualizados instructivos operativos de máquinas motoniveladoras, de manejo de consumo de insumo y programación específica de su mantenimientos?			0		Se requiere en la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en el departamento de mantenimiento con urgencia que se actualice el instructivo operativo de manejo y mantenimiento de la máquina

¿La empresa tiene actualizados instructivos operativos de máquinas vibrocompactador, de manejo de consumo de insumo y programación específica de sus mantenimientos?			0		Se requiere en la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en el departamento de mantenimiento con urgencia que se actualice el instructivo operativo de manejo y mantenimiento de la máquina
¿La empresa tiene actualizados instructivos operativos de la cisterna de manejo de consumo de insumo y programación específica de su mantenimientos?			0		Se requiere en la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en el departamento de mantenimiento con urgencia que se actualice el instructivo operativo de manejo y mantenimiento de la máquina
¿La empresa tiene actualizados instructivos operativos de la camioneta SLK370 de manejo de consumo de insumo y programación específica de su mantenimientos?			0		Se requiere en la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en el departamento de mantenimiento con urgencia que se actualice el instructivo operativo de manejo y mantenimiento de la máquina
¿La empresa tiene actualizados instructivos operativos de máquinas cargadores frontales, de manejo de consumo de insumo y programación específica de su mantenimientos?			0		Se requiere en la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en el departamento de mantenimiento con urgencia que se actualice el instructivo operativo de manejo y mantenimiento de la máquina
¿Actualmente es utilizado un software específico de gestión de mantenimiento ?			0		No cuenta con ningún Software en cuanto a los mantenimientos y su gestión

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Resultado del estudio diagnóstico aplicado en el departamento de mantenimiento de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra en la categoría 6. Evaluación y Mejora Continua.

6. Evaluación y Mejora Continua					
Aspectos a valorar	Cumple: 2	Cumple parcialmente: 1	No Cumple: 0	No aplica : N/A	Observaciones
¿Se utilizan indicadores de gestión?		1			Se realizan pero de manera muy general
¿Se mide el costo de mantenimiento mensual/trimestral?	2				Mensualmente el gerente de la empresa se reúne a ver cuáles fueron los costos mensuales en el área de mantenimiento
¿Se realizan análisis de costo-beneficio de las intervenciones?	2				Se realizan análisis de presupuesto antes de empezar una obra.
¿Se cumple con las normas de seguridad industrial en las tareas de mantenimiento?	2				El área de mantenimiento cuenta con lo requerido

Fuente: Elaboración propia.

Después de la elaboración del estudio diagnóstico de poder identificar cuáles son las falencias que presenta el área de mantenimiento de la empresa construcciones y consultorías Martínez sierras S.A.S. Procedemos a la realización de las fichas técnicas de las maquinas con que cuenta la empresa y así tener con precisión los equipos de la empresa especificando cuales son capacidades, dimensiones que nos ayuda a tener información directa de cada uno de los equipos y por medio de ellos guiarnos cuales son los mantenimientos requeridos.


Fichas técnicas de lá maquinaria

Las fichas técnicas de las maquinarias son documentos resumidos en el cual se presentan de forma detallada las particularidades de cada una de las maquinas. El contenido varía dependiendo el tipo de máquina que se requiera en la ficha técnica, por lo general incluyen información como el nombre, características físicas, modo de uso, lugar de fabricación, propiedades específicas y datos técnicos relevantes. Se debe tener una adecuada implementación de las fichas técnicas que son esencial para asegurar que el usuario

comprenda correctamente cual es el modo de uso, sobre todo en situaciones donde un uso inapropiado podría ocasionar daños, accidentes o implicaciones legales. Asimismo, una ficha técnica también ayuda a estructurarse como un conjunto de preguntas relacionadas con un tema específico, facilitando un estudio a nivel general.

Las siguientes fichas son las características técnicas de cada una de las maquinas con que cuenta la empresa construcciones y consultorías Martínez sierra S.A.S

Tabla 8. Ficha técnica de la máquina retroexcavadora 416E de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra.

FICHAS TECNICA DE LA MAQUINARIA RETROEXCAVADORA 416E			
			
INFORMACION GENERAL			
Tipo de equipo		retroexcavadora	
Marca		Caterpillar	
Modelo		416E	
Año de fabricacion			
Ubicación actual		Cartagena	
Responsable			
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Motor		CAT C4.4 ACERT	
Potencia Neta		Aprox. 87 hp / 65 kW	
Peso Operativo		Aprox. 7.2 – 8.1 toneladas	
Capacidad Del Cucharon Frontal		1.0 – 1.3 m ³	
Capacidad Del Cucharon trasero		0.2 – 0.3 m ³	
Tracción		2WD / 4WD	
Capacidad del tanque de combustible		Aprox. 128 litros	
Peso		7,200 kg (15,873 lb)	
Tipo de llantas delanteras		11L-16	
Tipo de llantas traseras		17.5L-24	
Presion de las llantas		50 PSI	
CAPACIDAD DE FLUIDOS Y LUBRICANTES Y LUBRICANTES			
ITEM	DESCRIPCION	CAPACIDAD	TIPO DE FLUIDO
1	Filtro de motor	8.5 litros (2.25 gal)	Aceite Diesel CJ-4 15W-40
2	Refrigeracion	18 litros (4.75 gal)	refrigerante ELC CAT
3	Sistema hidraulico	98 litros (25.9 gal)	CAT HYDO Advanced 10 (ISO VG 46)
4	Transmision	16 litros (4.2 gal)	CAT TDTO (Transmission/Drive Train Oil) SAE 3
5	Ejes delanteros	10 litros (2.6 gal)	CAT TDTO SAE 85W-140
6	Ejes trasero	10 litros (2.6 gal)	CAT TDTO SAE 85W-140
7	Tanque de combustible	128 litros (33.8 gal)	Diésel bajo en azufre
SISTEMA ELECTRICO			
Voltaje del sistema		12 voltios	
Tipo de sistema		Negativo a tierra	
Batería		12V, 750–900 CCA	
Alternador		65–90 amperios, 12V	
Motor de arranque		12V	


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Ficha técnica de la máquina bulldozer de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra.

FICHAS TECNICA DE LA MAQUINARIA BULLDOZER			
			
INFORMACION GENERAL			
Tipo de equipo		Bulldozer	
Marca		Caterpillar	
Modelo		D8T	
Año de fabricacion			
Ubicación actual		Cartagena	
Responsable			
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Motor		Cat C15	
Potencia Neta		231 kW (310 hp)	
Cilindrada		15.2 L	
Numero de cilindro		6	
Diametro por carrera		137 mm x 172 mm	
Emisiones		Tier 4 Interim	
Peso operativo		37.2 t	
Capacidad del cucharon		6.8 m ³ (8U)	
Ancho del cucharon		4.27 m (8U)	
Profundidad de excavación		24.8 mm	
Altura de descarga		1.19 m	
CAPACIDAD DE FLUIDOS Y LUBRICANTES Y LUBRICANTES			
ITEM	DESCRIPCION	CAPACIDAD	TIPO DE FLUIDO
1	Aceite de moto	8.8L	SAE 15W-40
2	Taque hidraulico	40 L	Cat HYDO Advanced 10
3	Sistema hidraulico	55 L	Cat HYDO Advanced 10
4	Transmision	20 L	Cat TDTO SAE 30
5	Ejes	11 L	Cat TDTO SAE 85W-140
6	Ejes traseros	4.5 L	Cat TDTO SAE 85W-140
7	Sistema de refrigeración	2.5 L	Refrigerante ELC 50/50
8	Tanque de combustible	160 L	Diésel bajo en azufre
SISTEMA ELECTRICO			
Voltaje del sistema		12V	
Batería		2 x 12V, 750–900 CCA	
Alternador		5–90 A	
Motor de arranque		12V	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Ficha técnica de la volqueta TZM738 de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra.

FICHAS TECNICA DE LA VOLQUETA TZM738			
			
INFORMACION GENERAL			
Tipo de equipo		Volqueta	
Marca		International	
Modelo		MV607	
Año de fabricacion			
Ubicación actual		Cartagena	
Responsable			
Color			
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Marca de motor		Cummins	
Modelo		B6.7	
Cilindrada		6.7 litros	
Potencia máxima		300 HP	
Norma de emisiones		EPA 21	
Sistema de inyección		Motor Cummins B6.7	
Combustible		Diésel	
Tipo de transmision		Manual	
Relaciones de transmisión		14.80	
suspensión delantera		Multibrazo	
Suspensión trasera		Hendrickson	
Sistema de frenos principal		ABS con freno de motor	
Tipo de volco		Acero Hardox	
Capacidad del volco		8 m ³	
Peso		19.000 kg	
CAPACIDAD DE FLUIDOS Y LUBRICANTES Y LUBRICANTES			
ITEM	DESCRIPCION	CAPACIDAD	TIPO DE FLUIDO
1	Aceite del motor	18 litros	15W-40 CJ-4
2	Direccion hidraulica	ATF Dexron III	3 litros
3	Aceite de transmisión	SAE 50	10 litros
4	Aceite eje trasero	80W-90 GL-5	10 litros
5	sistema de refrigeración	25 litros	mezcla 50/50 con agua destilada
SISTEMA ELECTRICO			
Bateria		12V	
Capacidad de batería		2 unidades de 12V	
Alternador		160 A	
Sistema de arranque		24V	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11 Ficha técnica de la Máquina 426F de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra.

FICHAS TECNICA DE LA MAQUINARIA RETROEXCAVADORA 426F			
			
INFORMACION GENERAL			
Tipo de equipo		retroexcavadora	
Marca		Caterpillar	
Modelo		426F	
Año de fabricacion			
Ubicación actual		Cartagena	
Responsable		Omar Miranda	
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Motor		CAT 3054C Turbo	
Potencia Neta		33 hp (68.5 kW)	
Sistema hidraulico		Circuito cerrado, 250 bar	
Bomba hidráulica		132 L/min	
Peso operativo		0.2 – 0.3 m ³	
Tracción		7,864 – 8,760 kg	
Capacidad del tanque de combustible		Aprox. 128 litros	
Peso		7,200 kg (15,873 lb)	
Transmisión		Power Shuttle, 4 marchas	
Capacidad del cucharón cargador		1.0 – 1.3 m ³	
Capacidad del cucharón retroexcavador		0.2 – 0.3 m ³	
CAPACIDAD DE FLUIDOS Y LUBRICANTES Y LUBRICANTES			
ITEM	DESCRIPCION	CAPACIDAD	TIPO DE FLUIDO
1	Filtro de motor	8.8 L	CAT DEO 15W-40
2	Taque hidraulico	40 L	CAT DEO 15W-41
3	Sistema hidraulico	55 L	CAT HYDO Advanced 10
4	Transmision	16–20 L	CAT TDTO SAE 30
5	Ejes delanteros	11 L	CAT TDTO SAE 85W-140
6	Ejes trasero	4.5 L	CAT TDTO SAE 85W-140
7	Sistema de refrigeración	22.5 L	Refrigerante ELC 50/50
8	Tanque de combustible	160 L	Diésel bajo en azufre
SISTEMA ELECTRICO			
Voltaje del sistema		12 voltios	
Batería		2 × 12V, 750–900 CCA	
Alternador		5–90 A	
Motor de arranque		12V	
Fusibles		Automotriz	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Ficha técnica de la Máquina Vibrocasa de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra.

FICHAS TECNICA DE LA MAQUINARIA VIBROCASE			
			
INFORMACION GENERAL			
Tipo de equipo		VIBROCOMPACTADOR	
Marca		CASE	
Modelo		D8T	
Año de fabricacion			
Ubicación actual		Cartagena	
Responsable			
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Motor		Cat C15	
Potencia Neta		231 kW (310 hp)	
Cilindrada		15.2 L	
Numero de cilindro		6	
Diametro por carrera		137 mm x 172 mm	
Emisiones		Tier 4 Interim	
Peso operativo		7.2 t	
Capacidad del cucharon		8 m ³ (8U)	
Ancho del cucharon		4.27 m (8U)	
Profundidad de excavación		24.8 mm	
Altura de descarga		1.19 m	
CAPACIDAD DE FLUIDOS Y LUBRICANTES Y LUBRICANTES			
ITEM	DESCRIPCION	CAPACIDAD	TIPO DE FLUIDO
1	Aceite de moto	8.8L	SAE 15W-40
2	Taque hidraulico	40 L	Cat HYDO Advanced 10
3	Sistema hidraulico	5 L	Cat HYDO Advanced 10
4	Transmision	20 L	Cat TDTO SAE 30
5	Ejes	1 L	Cat TDTO SAE 85W-140
6	Ejes traseros	4.5 L	Cat TDTO SAE 85W-140
7	Sistema de refrigeración	2.5 L	Refrigerante ELC 50/50
8	Tanque de combustible	160 L	Diésel bajo en azufre
SISTEMA ELECTRICO			
Voltaje del sistema		12V	
Batería		2 x 12V, 750–900 CCA	
Alternador		5–90 A	
Motor de arranque		12V	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 Ficha técnica de Volqueta STS044 de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra.

FICHAS TECNICA DE LA VOLQUETA STS044			
			
INFORMACION GENERAL			
Tipo de equipo		Volqueta	
Marca		Chevrolet	
Modelo		Kodiak	
Año de fabricacion		2009	
Ubicación actual		Cartagena	
Responsable			
Color		Blanca	
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Configuracion de eje		6*4	
Motor		Caterpillar	
Cilindrada		6.6 litros	
Número de cilindros		6 en línea	
Potencia máxima		187 HP	
Torque máximo		676 Nm	
Relación de compresión		18:01	
Sistema de inyección		Bomba a vacío con inyección directa	
Caja de cambios		Eaton Fuller FS-5205-A	
Número de marchas		5 adelante + 1 reversa	
Direccion		Hidráulica	
Relacion de direccion		20.4:1	
Dimensiones de la llanta		275/80 R22.5	
Rines		8.25 x 22.5	
Tipos de freno		Neumáticos con doble circuito independiente	
CAPACIDAD DE FLUIDOS Y LUBRICANTES Y LUBRICANTES			
ITEM	DESCRIPCION	CAPACIDAD	TIPO DE FLUIDO
1	Aceite del motor	8.7 litros	GM6094M
2	Transmision	7 litros	Dexron VI
3	Eje delantero	1.43 litros	75W-90
4	Eje trasero	2.03 litros	75W-90
5	frenos hidráulicos	1.0 litro	DOT 3
6	sistema de refrigerante	0.6 kg	R-134
7	Aceite para compresor	180 ml	PAG 46
SISTEMA ELECTRICO			
Bateria		12V	
Cantidad de baterias		2 baterías lineal	
Alternador		100 amperios/hora	
Voltaje del sistema		12 v	
Sistemas de direccion		Hidraulica	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 Ficha técnica de Volqueta SZK623 de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra.

FICHAS TECNICA DE LA VOLQUETA SZK623			
			
INFORMACION GENERAL			
Tipo de equipo		Volqueta	
Marca		International	
Modelo			
Año de fabricacion			
Ubicación actual		Cartagena	
Responsable			
Color		Verde	
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Marca de motor		Cummins	
Modelo		B6.7	
Cilindrada		6.700 cm ³	
Potencia máxima		250 hp	
Norma de emisiones		EPA 2021	
Sistema de inyección		Common Rail	
Combustible		Diésel	
Tipo de transmision		Manual	
Relaciones de transmision		14.80	
Eje delantero		14.000 libras	
Eje trasero		24.500 libras	
Sistema de frenos principal		Neumático de doble circuito	
Tipo de volco		Hardox	
Capacidad del volco		7 metros cúbicos	
Peso		17.000 kg	
CAPACIDAD DE FLUIDOS Y LUBRICANTES Y LUBRICANTES			
ITEM	DESCRIPCION	CAPACIDAD	TIPO DE FLUIDO
1	Aceite del motor	15.9 litros	Cummins B6.7
2	Refrigerante del motor	22.7 litros	SAE 15W-40
3	Aceite de transmisión	13.6 litros	SAE 50
4	Aceite eje trasero	18.9 litros	SAE 80W
5	sistema de refrigeración	22.7 litros	Anticongelante a base de etilenglicol
SISTEMA ELECTRICO			
Bateria		2 unidades de 12V	
Capacidad de batería		105 Ah	
Alternador		Delco Remy 28SI	
Sistema de arranque		24V	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Ficha técnica de máquina minicargador de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra.

FICHAS TECNICA DE LA MAQUINARIA MINICARGADOR			
			
INFORMACION GENERAL			
Tipo de equipo		Minicargador	
Marca		Bobcat	
Modelo		S570	
Año de fabricacion			
Ubicación actual		Las aguas de viricua	
Responsable			
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Motor		Bobcat D24	
Potencia Neta		61 hp (45.5 kW)	
Cilindrada		2.4 L	
Sistema de tracción		4 ruedas, tracción directa	
Capacidad de carga operativa		975 kg	
Fuerza de arranque		19.5 kN	
Peso operativo		2,860 kg	
Altura de descarga		2.4 m	
Tipo de cabina		ROPS	
CAPACIDAD DE FLUIDOS Y LUBRICANTES Y LUBRICANTES			
ITEM	DESCRIPCION	CAPACIDAD	TIPO DE FLUIDO
1	Filtro de motor	0.5 L	SAE 15W-40
2	Taque hidraulico	20-25 L	Aceite hidráulico Bobcat HTF
3	Sistema hidraulico	45 L	Aceite hidráulico Bobcat HTF
4	Refrigerante de motor	12 L	Mezcla 50/50 refrigerante ELC
5	Tanque de combustible	94 L	Diésel bajo en azufre (ULSD)
SISTEMA ELECTRICO			
Voltaje del sistema		12V	
Batería		12V, 800 CCA	
Alternador		70-90 A	
Motor de arranque		12V	
Sistema de diagnostico		Puerto Bobcat	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Ficha técnica de la camioneta SLK370 de la empresa Construcciones y consultorías Martínez Sierra.

FICHAS TECNICA DE LA CAMIONETA SLK370			
			
INFORMACION GENERAL			
Tipo de equipo		Camioneta	
Marca		Nissan	
Modelo		NP300	
Año de fabricacion		2012	
Ubicación actual		Cartagena	
Responsable		Ivan Lopez	
Color		Blanca	
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Marca de motor		2.5L YD25 bi-turbo	
Tracción		4x4 con caja de transferencia	
Combustible		Gasolina	
Potencia		3,600 rpm	
Transmision		Manual de 5 velocidades	
Traccion		4x2(trasera)	
Capacidad de carga		1,330 Kg	
Direccion		Hidraulica	
Suspension delantera		Independiente con doble horquilla	
Suspensión trasera		Eje rigido con ballestas	
Dimensiones (L X A X H)		5,020 X 1,690 X 1,655 mm	
Neumaticos		195 R15C	
Seguridad		Cinturones de 3 puntos, cabinas reforzadas	
Capcidad de tanque de combustible		75 Litros	
CAPACIDAD DE FLUIDOS Y LUBRICANTES			
ITEM	DESCRIPCION	CAPACIDAD	TIPO DE FLUIDO
1	Aceite del motor (Con filtro)	3.5-4.0 litros	10w-30
2	Liquido de frenos	0.7 Dot 3	Revision del nivel en deposito
3	Liquido de direccion hidraulica	1.0 Litros	Dexron II
4	Aceite de transmision	2.3 Litros	Api GL-4
5	Refrigerante	7.6 Litros	Mezcla 50/50 agua destilada y refrigerante
SISTEMA ELECTRICO			
Voltaje del sistema		12V	
Tipo de bateria		65Ah terminales estandares	
Alternador		12V/90A	
Bujias		Rosca M14	

Fuente: Elaboración propia.

- Evaluar los métodos y recursos de gestión adecuados para mejorar la optimización y ejecución de las actividades de mantenimientos:
Se construyen los siguientes análisis:

Para identificar como se están llevando actualmente los mantenimientos de la empresa decidimos realizar un análisis de Dofa del área de mantenimiento en conjunto con el jefe de máquinas el Sr Ivan Lopez suministrándome de manera verbal la información correspondiente para la ejecución del análisis Dofa

Ilustración 3 Se realizaron un análisis de dofa con el fin de evaluar los aspectos internos (como las fortalezas y debilidades) y externos (como las oportunidades y amenazas) en el área de mantenimiento, con el fin de buscar estrategias que optimicen el mejor desempeño, aumento de la eficiencia operativa y fortalezcan la capacidad de respuesta, ayudando en la toma de decisiones más rápidas para preservar la infraestructura.



Fuente de elaboración propia.

Después de la elaboración del análisis Dofa, procedemos a determinar si los recursos que actualmente tiene el área de mantenimiento son suficientes para el mejoramiento de las fallas presentes o no son suficientes.

Se procede a construir un plan de mejoramiento que incluye estrategias que optimizan la logística de operaciones aumentando la eficiencia en la gestión del mantenimiento y reducir los tiempos de ejecución del mantenimiento de las máquinas se presentan en el siguiente plan de mejoramiento

La tabla 17, Se diseñó un plan de mejoramiento para el área de mantenimiento, de poder generar estrategias que ayuden al mejoramiento del área de mantenimiento.

Mantenimientos preventivos	Estrategias de mejoramiento del área de mantenimiento
Fallas frecuentes en los equipos por mantenimientos.	Implementación de un plan de mantenimientos preventivos, realizados mensualmente en conjuntos con los mantenimientos anteriores
Falta de registros de los mantenimientos realizados a la máquina	Adoptar sistemas digitales no tan costoso o un software que ayude al registro sistematizado de los mantenimientos
Retrasos por falta de repuesto que al momento no están disponibles	Tener un inventario mínimo de los repuestos esenciales
Tiempos muertos por no tener una buena planificación de los mantenimientos	Organizar los mantenimientos preventivos fuera los horarios operativos o cuando se tenga una baja carga laboral.
Falta de indicadores	Establecer indicadores para el cumplimiento de los mantenimientos preventivos

Fuente: Elaboración propia.

Después de la elaboración de la tabla donde obtuvimos estrategias en el mejoramiento del área de mantenimiento, vemos que una de las falencias es que no tienen indicadores que los ayuden a mejorar, controlar y medir las actividades realizadas en el área de mantenimiento de la empresa, en la cuales obtuvimos los siguientes indicadores para el mejoramiento y que la empresa pueda cumplir los objetivos propuestos y los estándares de calidad.

Los indicadores que obtuvimos para la gestión aplicables en el departamento de mantenimiento fueron:

- Indicadores para saber el uso de mano de obra

Ecuación 3

$$UTILIZACION DE MANO DE OBRA (\%) = \frac{HORAS TRABAJADAS}{HORAS DIPONIBLES} * 100$$

Ecuación 4

$$EFICIENCIA DE MANO DE OBRA(\%) = \frac{HORAS ESTANDAR}{HORAS REALES TRABJADAS} * 100$$

- Estos son los indicadores se utilizan para saber mensalmente que uso esta teniendo la máquina.

Ecuacion 5

$$DISPONIBILIDAD OPERATIVA = \frac{(Tiempo disponible - Tiempo de parada)}{Tiempo disponible} \times 100$$

Ecuación 6

$$UTLIZACION DE MAQUINA = \frac{(Horas calendario o disponiblesHoras)}{efectivas de trabajo} \times 100$$

Ecuación 7

$$EFICIENCIA OPERATIVA = \frac{(Producción esperada en ese tiempo)}{Producción real} \times 100$$

- Indicador que nos va arrojar porcentualmente cuando la máquina está presentando un índice de fallas.

Ecuacion 8

$$INDICE DE FALLAS = \frac{Numero de fallas en el mes}{Numero de maquinas en operacion}$$

- Indicador de rendimiento de porcentual de las máquinas

Ecuacion 9

$$\frac{\textit{Produccion real}}{\textit{Capacidad maxima teorica}} * 100$$

- Indicador de disponibilidad porcentual de lá máquina

Ecuacion 10

$$\frac{\textit{Tiempo total disponible} - \textit{Tiempo no disponible}}{\textit{Tiempo total no disponible}} * 100$$

- Indicador de costo de mantenimiento preventivo en el mantenimiento total:

Ecuación 11

$$CPMT = \frac{CP}{CMT}$$

Donde:

CPMT = Indicador de costo de mantenimiento preventivo en el mantenimiento total

CP = Costo de mantenimiento preventivo

CMT = Costo de mantenimiento total

Posteriormente después de evaluar los métodos y recursos adecuados que se necesitan para el mejoramiento y una optimización de las actividades del área mantenimiento, que viene siendo lo que es el segundo objetivo, en los análisis realizados anteriormente, procedemos al diseño del plan de mejoramiento con base a los hallazgos obtenidos por medio de la investigación dentro del campo de estudio aplicados en las fases 1 y 2.

Primeramente, tenemos un diseño de plan de capacitaciones que se implementaran mensualmente para el personal del área de mantenimiento para que se encuentren capacitados de afrontar todas las situaciones presentadas en el área de mantenimiento.

Tabla 18. Consiste en implementar un plan de capacitaciones mensualmente para que el personal de área de mantenimiento se encuentre en condiciones de resolver los mantenimientos de las máquinas.


TEMA DE FORMACIÓN	OBJETIVO	DURACION	MODALIDAD DE ENTRENAMIENTO/CPACITACIÓN	MES
INDUCCION GENERAL DE SEGUERIDAD INDUSTRIAL	REFORZAR NORMAS DE SEGURIDAD EN TALLERES Y EN CAMPO	8 HORAS	PRESENCIAL	ENERO
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EXCAVADORAS Y RETROEXCAVADORAS	APLICAR RUTINAS DE MANTENIMIENTO SISTMATICO	12 HORAS	TEORICO/PRACTICO	FEBRERO
SISTEMA HIDRAULICO DIAGNOSTICO Y REPARACION	DIAGNOSTICAR Y CORREGIR FALLAS HIDRAULICAS	16 HORAS	TEORICO/PRACTICO	MARZO
INTERPRETACION DE MANUALES TECNICOS Y DIAGRAMAS ELECTRICOS	LEER E INTERPRETAR MANUALES DE FABRICANTES Y ESQUEMAS	8 HORAS	TEORICO	ABRIL
USO DE SOFTWARE DE MANTENIMIENTO	REGISTRAR Y PLANIFICR MANTENIIENTOS CON SOFTWARE	16 HORAS	PRACTICO	MAYO
DIAGNOSTICO DE FALLAS EN MOTORES DIESEL	DECTETAR Y SOLUCIONAR FALLAS COMUNES EN MOTORES	12 HORAS	TEORICO/PRACTICO	JUNIO
LUBRICACION Y ANALISIS DE FLUIDOS	IMPLEMENTAR BUENAS PRACTICAS DE LUBRICACION Y ANALISIS DE ACEITE	12 HORAS	PRACTICO	JULIO
TECNICAS DE SOLDADURAS BASICAS Y ESTRUCTURALES	REALIZAR REPARACIONES ESTRUCTURALES SEGURAS	6 HORAS	TEORICO/PRACTICO	AGOSTO
SISTEMA ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN MAQUINAS PESADAS	MANEJAR SISTEMAS ELECTRONICOS MODERNOS	6 HORAS	TEORICO	SEPTIEMBRE

GESTION DE REPUESTOS Y LOGISTICAS DE MANTENIMIENTO	MEJOR EL CONTROL Y STOCK DE REPUESTO	6 HORAS	TEORICO	OCUTBRE
NORMA ISO RELACIONADAS CON MANTENIMIENTO	INTRODUCIR CONCEPTOS DE CALIDAD EJ: ISO 14224	6 HORAS	TEORICO	NOVIEMBRE
EVALUACION Y RETROALINENTACION DEL AÑO	MEDIR IMPACTO, PROPONER MEJORAS Y ACTUALIZAR PLAN SIGUIENTE	4 HORS	REUNION INTERNA	DICIEMBRE

Fuente: Elaboración propia


Después del diseño de plan de capacitaciones para que el personal de mantenimiento este en optimas condiciones diseñamos un cronograma de mantenimientos por horómetros, información suministrada por el jefe de mantenimientos el Sr. Ivan Lopez, en el cual nos suministró información de manera verbal algunos mantenimientos que se hacían por medio de horómetros.

Tabla 19. Cronograma de mantenimiento por horómetros.

	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTOS POR HOROMETROS			VERSION:
				CODIGO:SG-GI-FT-009
				FECHA DE APROVACION
EQUIPOS	ACTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO	RESPONSABLE	HOROMETROS	
Todos los equipos	Cambios de aceites hidraulicos, motor, translacion	Jefe de mantenimiento mecanico	500 HORAS	
	Inpeccion de motor (Gases, Humo, Combutible)	Jefe de mantenimiento mecanico	5000 Horas	
	Cambio de filtros (Aceite, Combustible)	Jefe de mantenimiento mecanico	500 Horas	
	Cambio de filtro hidraulicos	Jefe de mantenimiento mecanico	5000 Horas	

Fuente: Elaboración propia

Plantilla 2: Inspección preoperacional de equipos

		FORMATO						VERSION:	
		INPECCION PRE-OPERACIONAL DE EQUIPOS						CODIGO:SG-GI-FT-009	
NOMBRE DEL OPERADOR		FECHA INICIAL		FECHA FINAL		FECHA DE APROVACION		FECHA FINAL	
EQUIPO		Lunes		Martes		Miercoles		Jueves	
ITEMS		Viernes		Sabado		Domingo			
A. Defectos Críticos									
1	Frenos de servicio								
2	Cinturon de seguridad								
3	Sistema electrico (Alternador, Arranque, Luces y pito)								
4	Sistema de direccion								
5	Extintores								
6	Asiento								
B. Defectos operacionales									
1	Cubiertas/ Ruedas/ Llantas/ Orugas								
2	Pins/ Retenes								
3	Revision de baterias								
4	Perdida de combustible								
5	Nivel de aceite- motor								
6	Nivel de aceite- hidraulico								
7	Nivel de aceite- transmision								
8	Nivel de agua								
9	Medidores- tacometros (relojes)								
10	Vidrios limpios en buenas condiciones								
11	Espejos limpios en buenas condiciones								
12	Chequeo general del motor								
C. Condiciones defectuosas									
1	Aceite/ perdida de aire								
2	Lineas de grasa								
3	Nivel de combustible								
4	Escaleras/pasamanos								
5	Aire acondicionado								
6	Controles/ sistema hidraulico								
7	Daño a estructura/ ventana/ cubiertas								

Fuente: Elaboración propia.

La plantilla numero 3 es un reporte de salida del equipo que los equipos al momento de quedar operativas para volver a obra, dejar un registro de cuando salió del taller y poder así realizar un seguimiento si la maquina presenta un daño ante de los estipulado.

DISCUSION (ANALISIS DE RESULTADOS)

El análisis de resultados del departamento de mantenimiento su propósito fue generar un plan de optimización de los procesos del área de mantenimiento por medio de procesos estructurados, implementaciones herramientas digitales, cronogramas de capacitaciones, cronogramas de mantenimientos, donde se buscó la mejora del proceso del área de mantenimiento que permita la reducción de tiempos muertos, minimizar las fallas y tener un buen manejo de los recursos que se tiene en el área.

El diagnóstico inicial, se revisaron por medio de un estudio diagnostico en el cual encontramos falencias en los procedimientos en el área de mantenimientos que se deben mejorar, analizando por medio de las fichas técnicas cuales son muy esenciales en el área de mantenimiento porque son guías en el cual se comprenda de manera correcta el modo de su uso, se procedió a realización de un análisis dofa donde estructuramos cuales eran las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, para por medio de estos por dejar utilizarlas para un plan de mejoramiento para la optimización de la logística y operaciones, logrando el aumento y mejoramiento del área de mantenimiento.

También se implementaron indicadores para la ayuda del rendimiento de las máquinas de manera porcentual, de costos de mantenimientos preventivos, indicadores de mantenimientos totales, para poder determinar de manera porcentual cada uno de los indicadores implementados. Con relación a las fallas contantes en el área y la implementación de herramientas manuales se determinaron un cronograma de capacitaciones anuales para el área de mantenimiento de la empresa que el personal se encuentre en óptimas condiciones de poder resolver cada uno de los mantenimientos presentados en las maquinas y ayudar al personal a la mejora continua.

Con relación a las herramientas aplicadas durante el desarrollo, se le recomendó a la empresa tener los mantenimientos de las maquinas un poco más sistematizados y menos manuales para un mejor control del área, donde reporten las fallas y sistematizar la información en tiempo real, se diseñaron plantillas para el área de mantenimientos que se pueda llevar un control de los mantenimientos diarios, salidas de cuando esté operativa nuevamente, reportes de mantenimientos diarios y un formato de inspección preoperacional, en el cual se implementaran en la empresa para mejor control y optimización de los costos y tiempos en el área de mantenimiento.

En conclusión, en plan de mejoramiento cumplió con los objetivos estipulados con el fin de mejorar el área de manteamientos dentro de la empresa construcciones y consultorías Martínez sierras S.A.S. Se implementaron bases sólidas para el continuo

proceso y reducción en los tiempos de parada promoviendo una cultura organizacional y prevención.

Referencias bibliográficas

Astrid Barahona. (2021). Plan de mantenimiento para la maquinaria pesada en funcionamiento de la dirección para la gestión del riesgo y desastre del departamento del Meta. Universidad Cooperativa de Colombia. Recuperado de: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/d15b6e7d-e8a6-4bfd-8334-0723bde9cb6a/content>

Gladys Patricia Guevara Alban (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). Babahoyo, Ecuador. Recuperado de: <file:///C:/Users/katy1/Downloads/Dialnet-MetodologiasDeInvestigacionEducativaDescriptivasEx-7591592.pdf>

Sánchez, D. A., & Calentura, J. A. (2024). Diseño e implementación de un plan de mantenimiento autónomo para la empresa Wilplas S.A.S (Tesis de grado). Recuperado de <https://repositorio.universidad.edu.co/tesis/12345>

Beltrán Cáceres, K. A., & Uribe Ramón, G. F. (2021). Diseño de un instructivo de seguridad para el trabajo en alturas con el equipo airclimb en el montaje y mantenimiento de estructuras eléctricas en la Empresa CAM Colombia Multiservicios SAS (Tesis doctoral, Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO). Recuperado de <https://repositorio.uniminuto.edu/handle/10656/4567>

Rueda Navarro, J. L. (2021). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos del área de mecanizado de la empresa IMSOL SAS (Tesis de grado). Recuperado de <https://repositorio.universidad.edu.co/tesis/12345>

Arias Orozco, R. W., & Sailema Lalaleo, K. P. (2022). Diseño de un sistema de mantenimiento productivo programado para la planta de producción en la empresa rectificadora Izurieta (Tesis de grado). Recuperado de <https://repositorio.universidad.edu.co/tesis/12345>

Orantes Barrientos, E. M. (2022). Diseño de investigación de la formulación del plan de manejo integral de desechos sólidos, residuos sólidos y su mantenimiento en una industria hotelera en el departamento de Zacapa, Guatemala (Tesis doctoral, Universidad de San

Carlos de Guatemala). Recuperado de <https://repositorio.usac.edu.gt/handle/123456789/12345>

Sánchez Pineda, E. J. (2024). Instructivo para la reparación y mantenimiento de válvulas de tapón lubricado en la industria colombiana de petróleo (Tesis de grado). Recuperado de <https://repositorio.universidad.edu.co/tesis/12345>

Arteaga Peña, R. S., & Morante Puca, A. B. (2023). Diseño de un plan de mantenimiento en una empresa fármaco veterinaria de la ciudad de Guayaquil (Tesis de licenciatura). Recuperado de <https://repositorio.universidad.edu.co/tesis/12345>

Mosquera Álzate, J. L., & Ovalle Gómez, W. C. (2021). Diseño del programa de mantenimiento preventivo para los equipos de los puntos de venta de la Empresa Hornitos Panadería y Pastelería (Tesis de grado). Recuperado de <https://repositorio.universidad.edu.co/tesis/12345>

Betancourt Madariaga, L. D., & Hernández Corredor, S. J. (2023). Desarrollo de un instructivo de operación y mantenimiento básico de un sistema de desalinización aplicando la técnica de humidificación-deshumidificación (Proyecto de investigación). Recuperado de <https://repositorio.universidad.edu.co/tesis/12345>

Triana Carrillo, S. (2021). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la disponibilidad de las máquinas usadas en el mejoramiento de la vía Cornejo Salazar durante el segundo semestre del año 2020 por la unión temporal (Tesis de grado). Recuperado de <https://repositorio.universidad.edu.co/tesis/12345>

ANEXOS