

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA
PESADA DE LA EMPRESA MULTISERVICIOS LEO’S, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Juan Leonardi Minchan Huaccha

Nicolas Vasquez Bardales

Asesor:

Mg.Ing.

Elmer Aguilar Briones

DEDICATORIA

Con toda nuestra admiración y respeto, este trabajo dedicamos a nuestros padres, por darnos la vida y guiarnos por el camino del bien.

A nuestros hermanos, por el soporte incondicional que día a día nos ofrecen en cada paso que damos, y a todos y cada uno de nuestros familiares, por sus infinitas muestras de apoyo que nos brindan constantemente.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirnos con sabiduría y salud a lo largo de nuestras vidas, a nuestra alma mater UPN por cobijarnos durante 5 años académicos, porque fue en esta casa en donde nos formaron como profesionales de éxito.

A nuestros maestros por impartirnos conocimientos trascendentales en nuestra formación profesional.

A la empresa Multiservicios Leo’s, por el apoyo brindado en el desarrollo de la presente investigación.

Y a nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional que nos brindan día a día.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN	10
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad Problemática.....	11
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
CAPITULO II. MÉTODOS	17
2.1. Tipo de investigación.....	17
2.1.1. Tipo de investigación	17
2.2. Población y muestra	17
2.2.1. Población.....	17
2.2.2. Muestra	17
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	18
2.3.1 Entrevista.....	18
2.3.2 Observación directa	19
2.3.3 Revisión de documentos.....	19
2.4. Procedimiento	19
2.4.1. Procedimiento metodológico	19
2.5. Aspectos éticos de la investigación	22
2.6. Matriz de operacionalización	23
2.6.1 Matriz de consistencia	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS	26
3.1. Descripción general de la Empresa.....	26
3.1.1. Datos Generales de la Empresa.....	26
3.1.2. Reseña de la Empresa	26
3.1.3. Maquinaria y Equipos	27
3.1.3. 1. Especificaciones técnicas de las maquinarias y equipos	29

3.1.4 Proveedores.....	33
3.1.5. Clientes	33
3.1.6. Mapa de procesos	34
3.2. Resultado del diagnóstico del área de estudio	35
3.2.1. Diagrama de Ishikawa	36
3.2.2. La problemática presentada en los diferentes equipos	38
3.3 Resultados del Diagnóstico de la Variable Independiente.....	42
3.3.1 Resultados de la dimensión: Tareas Preventivas	42
3.3.1.1 Indicador: Porcentaje de tareas preventivas	42
3.3.2. Resultados de la dimensión: Cumplimiento de tareas preventivas	47
3.3.2.1. Indicador: Porcentaje de cumplimiento de tareas preventivas	47
3.3.3. Resultados de la dimensión: Cumplimiento de inspecciones	50
3.3.3.1. Indicador: Porcentaje de cumplimiento de inspecciones	50
3.4 Resultados del diagnóstico de la Variable dependiente	52
3.4.1 Resultados de la dimensión: Tiempo promedio entre fallas.....	52
3.4.1.1 Indicador: Cantidad de tiempo (Horas).....	52
3.4.2 Resultados de la dimensión: Tiempo promedio en reparaciones.....	56
3.4.2.1 Indicador: MTTR.....	56
3.4.3 Resultados de la dimensión: Disponibilidad	61
3.4.3.1 Indicador: % de disponibilidad	61
3.5. Diseño del plan de Mantenimiento Preventivo	66
3.5.1 Modelo del mantenimiento preventivo.....	66
3.5.2. Control de Ocurrencias en los procedimientos.....	68
3.5.3. Organización del departamento de mantenimiento.....	70
3.5.4. Capacitación para el departamento de mantenimiento.....	71
3.5.5. Plan de tareas de mantenimiento preventivo.....	72
3.6. Resultados del Diseño del plan de Mantenimiento preventivo: variable independiente.....	74
3.6.1 Resultados de la Dimensión: Tareas Preventivas.....	74
3.6.1.1 Indicador: Porcentaje de tareas preventivas	74
3.6.2 Resultados de la Dimensión: Cumplimiento de tareas preventivas.....	75
3.6.2.1 Indicador: Nivel de cumplimiento de tareas preventivas	75
3.6.3 Resultados de la Dimensión: Cumplimiento de inspecciones	76
3.6.3.1 Indicador: Porcentaje de cumplimiento de inspecciones	76
3.7.1 Resultados de la dimensión: Tiempo promedio entre fallas.....	77
3.7.1.1 Indicador: Cantidad de tiempo (Horas).....	77
3.7.2 Resultados de la dimensión: Tiempo promedio en reparaciones.....	78
3.7.2.1 Indicador: MTTR.....	78
3.7.3 Resultados de la dimensión: Disponibilidad	79
3.7.3.1 Indicador: % de disponibilidad	79

3.8. Evaluación de la viabilidad económica de la propuesta económica.....	81
3.8.1. Costos de la propuesta	81
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	86
4.1. Discusión	86
4.2. Conclusiones	88
REFERENCIAS	89
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
Tabla 2 Diseño Metodológico del Sistema de Mantenimiento Predictivo	21
Tabla 3 Matriz de operacionalización de variables	23
Tabla 4 Matriz de consistencia	25
Tabla 5 Relación de proveedores	33
Tabla 6 Relación de clientes	33
Tabla 7 Análisis Pareto 80 20 para la maquinaria 1	38
Tabla 8 Análisis Pareto 80 20 para la maquinaria 2	39
Tabla 9 Análisis Pareto 80 20 para la maquinaria 3	40
Tabla 10 Análisis Pareto 80 20 para la maquinaria 4.....	41
Tabla 11 Relación de concurrencias en la retroexcavadora	43
Tabla 12 Relación de concurrencias en la Excavadora Hidráulica	44
Tabla 13 Relación de concurrencias en la Tractor Oruga.....	45
Tabla 14 Relación de concurrencias en el Cargador frontal	46
Tabla 15 Cumplimiento de tareas preventivas de las concurrencias encontradas: Retroexcavadora	48
Tabla 16 Cumplimiento de tareas preventivas de las concurrencias encontradas: Excavadora Hidráulica ...	48
Tabla 17 Cumplimiento de tareas preventivas de las concurrencias encontradas: Tractor Uruga	49
Tabla 18 Cumplimiento de tareas preventivas de las concurrencias encontradas: Cargador Frontal.....	49
Tabla 19 Registro de datos de la retroexcavadora de la empresa Multiservicios Leo’s.	52
Tabla 20 Registro de datos de la Excavadora Hidráulica de la empresa Multiservicios Leo’s.	53
Tabla 21 Registro de datos del Tractor Uruga de la empresa Multiservicios Leo’s	54
Tabla 22 Registro de datos del Cargador frontal de la empresa Multiservicios Leo’s	55
Tabla 23 Registro de datos de la retroexcavadora de la empresa Multiservicios Leo’s	57
Tabla 24 Registro de datos de la retroexcavadora hidráulica de la empresa Multiservicios Leo’s	58
Tabla 25 Registro de datos del tractor uruga de la empresa Multiservicios Leo’s	59
Tabla 26 Registro de datos del cargador frontal de la empresa Multiservicios Leo’s.....	60
Tabla 27 Registro de datos de la retroexcavadora de la empresa Multiservicios Leo’s	62
Tabla 28 Registro de datos de la retroexcavadora hidráulica de la empresa Multiservicios Leo’s	62
Tabla 29 Registro de datos del Tractor uruga de la empresa Multiservicios Leo’s	64
Tabla 30 Registro de datos del cargador frontal a de la empresa Multiservicios Leo’s	65
Tabla 31 Registro de ocurrencias en la empresa	69
Tabla 32 Cronograma de capacitaciones.....	72
Tabla 33 Costos por procedimientos	81
Tabla 34 Gastos de capacitación	81
Tabla 35 Implementos de capacitaciones	82
Tabla 36 Costo en material de registro	82
Tabla 37 Costo en cuidado de salud	82
Tabla 38 Costos en higiene	82
Tabla 39 Costos por incurrir en la propuesta de mejora.....	83
Tabla 40 Análisis de indicadores	84
Tabla 41 Flujo de caja neto proyectado	84
Tabla 42 Indicadores de evaluación	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Retroexcavadora	27
Figura 2 Excavadora Hidráulica	27
Figura 3 Tractor Uruga	28
Figura 4 Cargador Frontal.....	28
Figura 5 Expediente técnico de la Retroexcavadora.....	29
Figura 6 Expediente técnico de Excavadora Hidráulica.....	30
Figura 7 Expediente técnico de Tractor Uruga	31
Figura 8 Expediente técnico de Cargador Frontal	32
Figura 9 Mapa de procesos.....	34
Figura 2 Mapa de procesos	34
Figura 11 Diagrama de causa y efecto.....	36
Figura 12 Diagrama de Pareto 80 20 para la maquinaria 1	38
Figura 13 Diagrama de Pareto 80 20 para la maquinaria 2	39
Figura 14 Diagrama de Pareto 80 20 para la maquinaria 3	40
Figura 15 Diagrama de Pareto 80 20 para la maquinaria 4	41
Figura 16 Tareas de mantenimiento preventivo.....	42
Figura 17 Retroexcavadora	43
Figura 18 Excavadora Hidráulica.....	44
Figura 19 Tractor Oruga	45
Figura 20 Cargador frontal.....	45
Figura 21 Nivel de cumplimiento Tareas de mantenimiento preventivo	47
Figura 22 Nivel de cumplimiento de las inspecciones.....	50
Figura 23 Inspecciones paras las maquinarias	51
Figura 24 Plan de mantenimiento	66
Figura 25 Organigrama del área de mantenimiento	70
Figura 26 Plan de Tareas de mantenimiento	73
Figura 27 Tareas de mantenimiento preventivo después del diseño.....	74
Figura 28 Nivel de cumplimiento Tareas de mantenimiento preventivo después del diseño	75
Figura 29 Nivel de cumplimiento Tareas de mantenimiento preventivo después del diseño	76
Figura 30 Tiempo promedio entre fallas después del diseño de plan de mantenimiento preventivo	77
Figura 30 Tiempo promedio en reparaciones después del diseño de plan de mantenimiento preventivo	78
Figura 32 Disponibilidad después del diseño de plan de mantenimiento preventivo	79
Figura 33 Calculo del COK	84

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Tiempo promedio entre fallas.....	52
Ecuación 2 <i>Tiempo medio de reparación</i>	56
Ecuación 3 <i>Disponibilidad</i>	61

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación es diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa multiservicios Leo’s. El tipo de investigación de la tesis es tesis es aplicada, explicativa, cuantitativa y pre experimental, para realizar el proyecto se utilizó como técnica la entrevista y la guía de análisis documental. Como resultado encontramos según el diseño del sistema de mantenimiento en la empresa “Multiservicios Leo’s”, se estima el aumento de la disponibilidad de la maquinaria pesada, incrementó de un 93% a 99%, para la retroexcavadora, de la retroexcavadora hidráulica de 91% al 99%, del tractor uruga de 88% a 99% y del cargador frontal del 92% al 99%. Concluimos que el proyecto es óptimo y debe realizarse ya que mejorara la disponibilidad de las maquinas principales de la empresa.

Palabras clave: Mantenimiento, mantenimiento preventivo, disponibilidad, tiempo promedio entre fallas y tiempo promedio entre reparaciones.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En el contexto global actual del año 2020, las empresas dentro de un crecimiento industrializado forman parte de ininterrumpido y acelerado crecimiento, demostrándose aún más en países desarrollados, quienes satisfacen las necesidades más exigentes del consumidor con máquinas y herramientas que les permitan realizar los trabajos pesados de manera rápida y efectiva. Muñoz (2018). Ello ha sido precisamente comprobado por la Asociación Europea del Alquiler (ERA) en el año 2017, quien situó al sector arrendatario de maquinaria pesada en Madrid, España, con el 5.4% de crecimiento y en términos concernientes a la Unión Europea se pronosticará un incremento de 4.5% para el periodo 2018- 2019.

Por ello es que en un ambiente tan competitivo como el del sector empresarial, el mantenimiento industrial ha adquirido una alta relevancia dentro de la gestión de las operaciones en las organizaciones. Esto debido, a la necesidad de conservar o prolongar el tiempo de vida útil de los activos físicos, garantizando su óptimo rendimiento, funcionalidad y operatividad dentro de sus procesos, constituyendo una alternativa de aporte significativo en mejora de la eficiencia y productividad de las instalaciones (Rodríguez, 2014).

Por lo cual, se indica que la gestión del mantenimiento está orientado a maximizar la vida útil de los equipos y maquinarias, después de haber sido sometidas a periodos de operación, en el que Según Espinoza (2018) el mantenimiento es un conjunto de actividades que conlleva a que las instalaciones y máquinas tengan una mayor vida útil, lo que permite una mayor ganancia del activo conforme a su tiempo de operatividad.

El enfoque moderno del mantenimiento industrial no solo está destinado a evitar las fallas y averías, sino que también significa un aporte dentro de las empresas para el desarrollo de programas de eliminación de paradas, reducción del consumo de recursos, aumento de la fiabilidad de los equipos, y en general, el mejoramiento de la productividad de la planta (García, 2009). Esta etapa del mantenimiento industrial se define como mantenimiento preventivo, el cual tiene por misión preservar un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones en el momento más oportuno y ejecutándolas para anticiparse a la ocurrencia de la falla y/ o avería. Este permite establecer un modelo efectivo, flexible y real que garantiza la inclusión de todo lo necesario para evitar en lo posible la necesidad del mantenimiento correctivo (Rodríguez, 2014).

En Latinoamérica, el mantenimiento preventivo es una de las orientaciones más frecuentes de la gestión del mantenimiento dentro de las empresas, aun considerando que existen filosofías más avanzadas como el “Mantenimiento Productivo Total” (TPM, por sus siglas en inglés), y el “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” (MCC), ya que básicamente, éstas últimas tendencias requieren previamente de fundamentos del mantenimiento preventivo para poder aplicarse (Pérez, 2009). Por su parte, en Venezuela, el desarrollo del mantenimiento, y sus diferentes concepciones, se ha venido presentando de manera gradual, ya que, aunque existen organizaciones gestionando el mantenimiento con las más avanzadas tendencias y tecnología, aún hay empresas donde impera la filosofía del mantenimiento correctivo, siendo apenas desplazado por el preventivo (Castillo, 2010).

Tavares (2014) afirma que, el mantenimiento pasó a ser un elemento importante de desempeño de los equipos, por lo que la planificación y control de mantenimiento influye altamente en las operaciones de la empresa. Esto exige a los responsables de su gestión una formación multidisciplinaria en temas técnicos, económicos, estadísticos, de calidad entre otros, a fin de alcanzar los valores óptimos de fiabilidad, disponibilidad y seguridad, dentro de una determinada organización. Espinoza (2018).

Escobar, H (2011) en su investigación sobre “Mantenimiento para maquinaria pesada y su incidencia en la en la producción en la empresa Alvarado Ortiz Constructores Cia Ltda en el Cantón Ambato”. Aseguro la máxima disponibilidad de las unidades de trabajo, cumpliéndose la planificación programada o pronosticada del mantenimiento correcto. La planificación del mantenimiento permitirá disminuir las paradas no programadas (PNP), prolongando su vida útil y mejorando o aumentando la calidad del trabajo. La investigación permitirá controlar las actividades encomendadas al personal de mantenimiento. Se concluye que es necesario utilizar el Software Vehicontrol para controlar y mejorar el mantenimiento preventivo de las máquinas de la empresa.

Así mismo Valdivieso, J. (2010) en su investigación sobre el “Diseño de un plan de mantenimiento para la empresa EXTRUPLAS S.A. El estudio tuvo como objetivo General elaborar un plan de mantenimiento para la empresa EXTRUPLAS S.A”, indico que la empresa no realiza el mantenimiento preventivo, el 90% del mantenimiento es de tipo correctivo, las fichas de control de mantenimiento de los equipos no están bien estructuradas, no presenta la descripción elemental de la 16 maquinaria, carece de un departamento de mantenimiento y de personal idóneo para dicha labor. Finalmente, el estudio presenta un Plan de mantenimiento preventivo para una sección específica de la empresa.

Padilla V. & Leónidas, C. (2012). “Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural del Cañar” (Tesis de Pregrado). El objetivo de la investigación fue diseñar un plan de mantenimiento para la flota, el estudio es de tipo descriptivo, la muestra de estudio la conformó 19 maquinarias entre livianas y pesadas. Las principales conclusiones indican: No existe un taller de mantenimiento, la flota vehicular se encuentra en una condición electrónica satisfactoria. Los equipos y herramientas escasos no cubren la demanda de utilización. El personal de la institución demuestra falencia de conocimientos técnicos, la administración aparte de la lubricación, indirectamente ha adoptado una política de mantenimiento correctivo, situación que en la actualidad no resulta eficiente.

Buelvas y Martínez (2014) en su tesis “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la maquinaria pesada de la empresa I & I” sostuvo que mejorando las condiciones determinadas por el fabricante en el caso de nuevas acciones sugeridas y durante el periodo de tiempo estudiado, las cuales se han basado en los costos, con lo que se muestra un ahorro promedio de catorce millones mensuales para el caso de limpieza de los sistemas hidráulicos.

Por último, Maldonado y Siüenza (2017) en su propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la Empresa Minera Dynasty mining del cantón Portovelo, reorganizar el área de mantenimiento de tal forma que el mantenimiento a los vehículos se realicen en menor tiempo y en un ambiente laboral ergonómico para garantizar la vida útil de los equipos disminuir los tiempos de mantenimiento correctivo así como los costos que implican los mismos además de proveer con un stock de repuestos el cual nos permita resolver los problemas en menor tiempo así como insumos para las actividades de mantenimiento preventivo.

La empresa Multiservicios Leo’s se dedica a suministrar el alquiler de maquinaria pesada, razón por la cual posee una flota de vehículos modernos, a quienes se les viene realizando un mantenimiento programado, que en la práctica termina siendo más de tipo correctivo que preventivo, pues en promedio mensual se dedica más a reparar fallas inesperadas, acciones que vienen ocasionando un incremento de costos adicionales como pago de horas extras a operarios y mecánicos, altos inventarios de insumos e inventarios, hechos que se generan principalmente por la falta de planificación de mantenimiento preventivo, falta de control de gestión de equipos, entre otros.

Es importante para la empresa Multiservicios Leo’s contar con maquinaria disponible, por su alto requerimiento de estos equipos en las operaciones, porque en la actualidad la disponibilidad de maquinaria es baja, debido a que no cuenta con una programación y ordenes de trabajo establecida donde se cumpla las tareas o en conjunto de tareas preventivas es por ello que los mantenimientos que se realizan son más de corrección que de prevención y eso dificulta a la empresa tener equipos operativos que cumplan su función requerida.

Es de vital importancia y como objetivo principal reconocer que el mantenimiento preventivo de este tipo de vehículos permite detectar posibles falencias antes de que ocurran o aumente su grado de dificultad al momento de ser reparados ciertos componentes de los mismos, reducir la periodicidad de mantenimientos de carácter correctivo, aumentar la vida útil de los equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles a reparar a través de inspecciones de los diferentes sistemas de los equipos como son: Sistema de Frenos, Sistema de Suspensión, Sistema Eléctrico, Rodaje, Motor, Sistema de Suministro de Combustible, Sistema de Enfriamiento, etc.

Por otra parte Duffvaa, Raouf Y Dixon (2010), se conoce como mantenimiento a las actividades progresivas realizadas a un equipo para la conservación de sus capacidades y garantizar su disponibilidad en el momento requerido según el plan de producción o un aumento en el ritmo de la mismas sin riesgos a dañar el equipo pues esto influye en la calidad de los producto y su correcta aplicación incrementa la competitividad respecto rubro pues la correcta conservación de los equipos permita alcanzar las metas sin demasiados obstáculos en el camino.

Para Muñoz (2018) el mantenimiento preventivo, es un ejercicio periódico que se ejecuta sobre un determinado vehículo, además, asume que es la práctica que se realiza con antelación al inconveniente generando así que cada parte del vehículo siga operando correctamente. Además, Tabares (2015) afirma que el objetivo primordial del mantenimiento preventivo es examinar el correcto funcionamiento de los vehículos, de esta manera se puedan sustituir las piezas que han sufrido algún desgaste y/o deterioro. Este tipo de mantenimiento se debe de ejecutar cada cierto recorrido de kilometraje, el cual depende la marca y el modelo del vehículo. Muñoz (2018)

Patton, (2015) el mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos. Con el fin de detectar condiciones o estados inadecuados de esos elementos, que pueden ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas,

equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo.

Monchy (2017) afirma: “Mantenimiento Preventivo es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo” (p.48)

Conforme con la anterior Pipa (2013) menciona con respecto al mantenimiento, este conjunto de acciones que involucran a mantenimiento está completamente relacionados “con actividades que deben ser realizados periódicamente estas actividades son Prevenir y Corregir averías los cuales no se deben esperar que falles los activos fijos o maquinarias, Cuantificar y Evaluar el estado de las instalaciones y Aspecto económico referente a los costes y el presupuesto” (p.71).

Donaire (2014) indica que, el mantenimiento preventivo busca incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos. Por ello, es necesario hacer un análisis utilizando estos dos indicadores para conocer el estado actual de los ítems y así desarrollar una programación adecuada para cada uno de ellos e incrementar su tiempo medio de fallas. Asimismo, el Mantenimiento ayuda a mejorar el clima de las relaciones humanas pues al reducir el número de problemas en los ítems se disminuye los niveles de tensión que éstos pueden generar (p.21).

Por último, para Muñoz (2018) la disponibilidad se relaciona con la capacidad operativa de algo para llevar a buen término una determinada actividad, independientemente de que algo o alguien se encuentren materialmente presente. Además, sólo se puede hablar de disponibilidad de vehículos si se tiene una presencia a nivel funcional, una posibilidad de servirse de aquello para lo que esa persona o cosa suele servir o generar valor. Tabares (2015). En consecuencia, se asume que la disponibilidad de vehículo, es la capacidad que tiene el mismo para encontrarse en perfecto estado de funcionamiento, el cual a su vez podrá desarrollar una función requerida bajo unas condiciones determinadas en un tiempo dado. Muñoz (2018)

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad de maquinaria pesada en la empresa de multiservicios Leo’s, 2021?

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa multiservicios Leo's

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del nivel de mantenimiento y la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa Multiservicios Leo's.
- Diseñar un plan y programa de mantenimiento preventivo en la empresa Multiservicios Leo's.
- Medir el nivel de disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa Multiservicios Leo's.
- Realizar la evaluación económica financiera del diseño de un plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada la empresa Multiservicios Leo's.

CAPITULO II. MÉTODOS

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Según el propósito: La investigación realizada es del tipo aplicada debido a que los conocimientos adquiridos buscan solucionar un problema práctico y explicativo ya que los datos se recogerán tal y cual ocurren por observación directa. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2018), se conocen como investigaciones aplicadas, aquellos estudios que pretenden brindar respuesta específica a un determinado problema.

Según el enfoque: Es una investigación cuantitativa, pues se busca hallar las razones de los diversos aspectos de los comportamientos, descubriendo así cualidades que nos aporten a la investigación. Se va a analizar datos que resultarán de los puntos de vista de todos los involucrados en la empresa y de sus perspectivas. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2018)

Diseño de investigación: Es una investigación pre experimental, porque trabaja con una muestra muy reducida o una unidad de análisis específica en dos observaciones, una antes y otra después de la aplicación de un estímulo para luego contrastar.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población está representada por la totalidad de la maquinaria pesada con la que cuenta la empresa Multiservicios Leo’s.

2.2.2. Muestra

La muestra está representada por la totalidad de la maquinaria pesada con la que cuenta la empresa Multiservicios Leo’s.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla 1 *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado a
Entrevista (Anexo 01)	Obtener la información histórica del mantenimiento preventivo de la empresa Multiservicios Leo’s.	Formato de Entrevista	Al personal de la empresa
Observación directa (Anexo 02)	Reconocer la disponibilidad de vehículos de la empresa Multiservicios Leo’s	Formato de Observación directa.	Área de mantenimiento
Análisis documental (Anexo 03)	Permitirá obtener información de la actual gestión de mantenimiento	Manual de fabricante, manual de sistema operativo, manual de mantenimiento.	Documentación sustentaroria del área de mantenimiento

Nota: Elaboración propia

El análisis de datos recolectados, serán registrados en hojas de cálculo para seguidamente proceder a la elaboración de cuadros y gráficos, mediante los cuales se realizará el análisis de datos. Se seguirá el siguiente procedimiento:

- Unificar y registrar los datos de las entrevistas.
- Evidenciar y registrar los datos de las observaciones directas.
- Evidenciar y registrar los datos de las revisiones de documentos.
- Realizar en análisis de datos mediante hojas de cálculo en Excel.

2.3.1 Entrevista

- Se realizará preguntas puntuales al personal de mantenimiento.

- El desarrollo de la entrevista tendrá una duración máxima de 10 minutos.
- La entrevista será registrada en un formato impreso.

2.3.2 Observación directa

- Solicitar autorización a gerencia.
- Coordinar fecha y hora que se llevará a cabo.
- Registrar evidencias fotográficas.
- Registrar

2.3.3 Revisión de documentos

- Solicitar autorización a gerencia.
- Realizar revisión de historial de mantenimiento a maquinaria.
- Revisar el Manual de fabricante,
- Revisar el Manual de sistema operativo
- Revisar el Manual de mantenimiento

2.4. Procedimiento

2.4.1. Procedimiento metodológico

Los procedimientos metodológicos, empiezan para obtener la información histórica del mantenimiento preventivo de la empresa Multiservicios Leo’s, se hizo mediante el método de la entrevista, el cual permitió identificar los requerimientos necesarios para desarrollar un plan de mantenimiento, como referencia Catanluya (2016) para un efectivo programa de mantenimiento preventivo. La entrevista fue aplicado al personal área de mantenimiento de la empresa para ayudar con la recolección de datos e identificar los problemas que presentaban las máquinas.

Para la organización de los datos recolectados de la empresa, se usó el diagrama Ishikawa como plantea la sociedad latinoamericana para la calidad (2010) en la cual

menciona que el diagrama causa efecto sirve para la identificación de los posibles problemas y Doménech (2015) nos propone los pasos para una buena realización del diagrama, esto ayudo a visualizar las causas que originan el mayor tiempo de paradas que tienen las maquinas en la empresa durante el proceso de producción.

Para la propuesta del diseño de mantenimiento preventivo, se da a conocer a los colaboradores de la empresa del diseño del plan de mantenimiento preventivo, el cual ayudara a mejorar la disponibilidad de las máquinas y a disminuir el tiempo de paras por fallas.

Para la organización del departamento de mantenimiento realizamos un organigrama como nos indica García (2012) en su manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento y así tener una estructura jerárquica definida.

Para mejorar el sistema de mantenimiento se plantea realizar fichas de control y tiempos programados para un mantenimiento adecuado como nos hace entender García (2016) haciendo que los tiempos de para por fallo disminuyan y tener así un mejor control con el mantenimiento de las máquinas y de esta manera no haya problemas con la producción y con el cumplimiento con los clientes.

Para el análisis financiero del diseño del plan de investigación, calcularemos el costo - beneficio de la implementación del diseño de mantenimiento preventivo y correctivo de la empresa, así mismo utilizaremos los indicadores de evaluación para ver si el proyecto es viable.

Diseño metodológico

Tabla 2 *Diseño Metodológico del Sistema de Mantenimiento Predictivo*

Secuencia	Acción	Instrumento	Aplicado a
Recopilación	Se realizará una entrevista al personal del área de mantenimiento para obtener la información de la situación actual de las máquinas.	Entrevista	Al personal de la empresa
Procesamiento	Se diseñarán formatos que permitan generar base de datos para realizar seguimientos y sirvan de mecanismo de control para las máquinas. El proceso a seguir se describe de manera clara para poder realizar un correcto mantenimiento. Elaboración del plan de mantenimiento	Entrevista Guías de observación Hojas de calculo	Área de mantenimiento
Aplicación	alineado a los objetivos, al plan de trabajo para llevar a cabo la ejecución de las actividades, con ayuda de fichas de las máquinas e inspecciones de las condiciones operativas y físicas, para tener información de las máquinas y sistemas utilizados	Guías de observación Manual de fabricante, manual de sistema operativo, manual de mantenimiento	Documentación sustentatoria del área de mantenimiento
Resultados	Evaluar a través de un análisis	Análisis Económico Financiero	

Nota: Elaboración propia

Para el procesamiento y análisis de toda la información recopilada anteriormente, se hará mediante la elaboración de herramientas de calidad, técnicas estadísticas, softwares, indicadores de mantenimiento y otros según detalle:

Técnicas estadísticas:

Diagrama de barras: Técnica para representar gráficamente un conjunto de datos o valores mediante barras rectangulares de longitud proporcional a los valores representados, pueden ser usados para comparar cantidades de una variable o variables en diferentes o el mismo momento; análisis de disponibilidad; así como para demostrar el resultado de la entrevista.

Diagrama Causa y Efecto: Un Diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Esta técnica nos sirve para identificar los problemas primarios y secundarios, así como las causas de las fallas de las máquinas en el área de mantenimiento.

El Programa Office, dentro del cual se utilizó El Microsoft Word, esta herramienta nos ayuda a realizar el plan de mantenimiento preventivo propuesto en esta investigación, Microsoft Exel: Esta herramienta, nos ayuda a la elaboración de cálculos y diferentes formatos del plan de mantenimiento preventivo propuesto en esta investigación.

2.5.Aspectos éticos de la investigación

Se está citando a todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación, también contamos con la autorización de la institución en estudio para recolectar la información necesaria, dicha información será usada solo con fines académicos, basándonos en el método científico y sin dejar de lado valores que un investigador debe observar; todos los resultados se presentan sin alterar datos reales.

Tabla 3 Matriz de operacionalización de variables

Tipos De Variables	Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Mantenimiento Preventivo	<p>El mantenimiento preventivo se fundamenta en una serie de labores o actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de periodos definidos, se diseña con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones para optimizar la eficiencia de los procesos; para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos, componentes, máquinas o equipos; como también hace referencia a diferentes acciones, como cambios o reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc., realizadas en períodos de tiempos por calendario o uso de estos (tiempos dirigidos). (Perez, 2021).</p>	<p>Tareas Preventivas Para la elaboración de las diferentes acciones por ejecutar en el mantenimiento preventivo se debe tener en cuenta varias tareas preventivas. (Pérez, 2021, pág. 46)</p> <p>Cumplimiento de tareas preventivas. Aquí se hace referencia a un cronograma de actividades, dependiendo de la planificación del mantenimiento preventivo. (Pérez, 2021, pág. 44)</p> <p>Cumplimiento de inspecciones Con la finalidad de llevar un buen control en la maquinaria, equipos, instrumentos, componentes, instalaciones es muy importante y necesario siempre elaborar los diferentes registros de mantenimiento para cada equipo o maquinaria. (Pérez, 2021, pág. 44)</p>	<p>Porcentaje de tareas preventivas.</p> <p>Nivel de cumplimiento de tareas preventivas</p> <p>Porcentaje de cumplimiento de inspecciones</p>

Tipos de Variables	Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores										
Variable Dependiente	Disponibilidad	La Disponibilidad, es la capacidad de un elemento de encontrarse en un estado para desarrollar una función requerida bajo unas condiciones determinadas en un instante dado o bien durante un intervalo de tiempo determinado, asumiendo que se proveen los recursos externos requeridos. (Sánchez, 2021)	<p>Tiempo promedio entre fallas</p> <p>Representa el tiempo promedio que transcurre entre dos fallas de un equipo determinado, por lo tanto, representa la fiabilidad de la operación del activo, cuanto más alto sea su MTBF, más fiable es. (Melo, 2020)</p>	<p>Cantidad de tiempo (Horas)</p> <p>$MTBF = (\text{Tiempo total de trabajo-tiempo de avería}) / \text{Numero de fallas}$</p> <p>El tiempo medio de reparación</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Antes del diseño:</th> <th>D. del diseño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Retro.:20.01</td> <td>36.02h/f</td> </tr> <tr> <td>Exc. hidráulica:13.89</td> <td>25.01h/f</td> </tr> <tr> <td>Trac. uruga:8.21</td> <td>14.78 h/f</td> </tr> <tr> <td>Car frontal:13.14</td> <td>25.01 h/f</td> </tr> </tbody> </table>	Antes del diseño:	D. del diseño	Retro.:20.01	36.02h/f	Exc. hidráulica:13.89	25.01h/f	Trac. uruga:8.21	14.78 h/f	Car frontal:13.14	25.01 h/f
			Antes del diseño:	D. del diseño										
			Retro.:20.01	36.02h/f										
Exc. hidráulica:13.89	25.01h/f													
Trac. uruga:8.21	14.78 h/f													
Car frontal:13.14	25.01 h/f													
<p>Tiempo promedio en reparaciones</p> <p>(MTTR) es una métrica que utilizan los departamentos de mantenimiento para medir el tiempo medio necesario para reparar una falla. El cálculo del MTTR considera el período de tiempo entre el inicio del incidente y el momento en que el equipo o sistema vuelve a la producción. (Melo, 2020)</p>	<p>MTTR= debes dividir el tiempo total de mantenimiento no planificado invertido en un activo por el número total de fallas.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Antes del diseño:</th> <th>D. del diseño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Retro.: 1.62</td> <td>0.5h/r</td> </tr> <tr> <td>Exc. hidráulica:1.42</td> <td>0.5h/r</td> </tr> <tr> <td>Trac. uruga: 1.09</td> <td>0.5h/r</td> </tr> <tr> <td>Car frontal:1.20</td> <td>0.5h/r</td> </tr> </tbody> </table>	Antes del diseño:	D. del diseño	Retro.: 1.62	0.5h/r	Exc. hidráulica:1.42	0.5h/r	Trac. uruga: 1.09	0.5h/r	Car frontal:1.20	0.5h/r			
Antes del diseño:	D. del diseño													
Retro.: 1.62	0.5h/r													
Exc. hidráulica:1.42	0.5h/r													
Trac. uruga: 1.09	0.5h/r													
Car frontal:1.20	0.5h/r													
<p>Disponibilidad</p> <p>MTBF (Mean Time Between Failures): Es el Tiempo promedio entre Fallas (no confundir con el MTTF (Tiempo promedio para fallar)</p> <p>MTTR (Mean Time To Repair): Es el Tiempo Promedio para Reparar- (Melo, 2020)</p>	<p>% de disponibilidad</p> <p>$D = MUT / (MUT + MTTR)$</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Antes del diseño:</th> <th>D. del diseño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Retro.: 93%</td> <td>99%</td> </tr> <tr> <td>Exc. hidráulica:91%</td> <td>99%</td> </tr> <tr> <td>Trac. uruga: 88%</td> <td>99%</td> </tr> <tr> <td>Car frontal:92%</td> <td>99%</td> </tr> </tbody> </table>	Antes del diseño:	D. del diseño	Retro.: 93%	99%	Exc. hidráulica:91%	99%	Trac. uruga: 88%	99%	Car frontal:92%	99%			
Antes del diseño:	D. del diseño													
Retro.: 93%	99%													
Exc. hidráulica:91%	99%													
Trac. uruga: 88%	99%													
Car frontal:92%	99%													

“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de maquinaria pesada de la empresa Multiservicios Leo’s, 2021”

Titulo	Formulación del problema	Objetivos	Variables	Indicadores	Diseño de la investigación
Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa Multiservicios Leo’s, 2021	¿En qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad de maquinaria pesada en la empresa de multiservicios Leo’s, 2021?	<p>Objetivo general:</p> <p>Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa multiservicios Leo’s.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar la situación actual del nivel de mantenimiento y la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa Multiservicios Leo’s. • Diseñar un plan y programa de mantenimiento preventivo en la empresa Multiservicios Leo’s. • Medir el nivel de disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa Multiservicios Leo’s. • Realizar la evaluación económica financiera del diseño de un plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada la empresa Multiservicios Leo’s. 	<p>Mantenimiento Preventivo</p> <p>Disponibilidad</p>	<p>Porcentaje de tareas preventivas</p> <p>Nivel de cumplimiento de tareas preventivas</p> <p>Porcentaje de cumplimiento de inspecciones</p> <p>Cantidad de tiempo (Horas)</p> <p>Tiempo promedio en reparaciones</p> <p>% de disponibilidad</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada, cuantitativa, pre experimental.</p> <p>Materiales: Laptop, calculadora, lapicero, hojas bond, impresora</p> <p>Instrumentos: Técnica: Entrevista Observación directa Análisis documental</p> <p>Instrumentos: Formato de Entrevista Formato de Observación directa. Manual de fabricante, manual de sistema operativo, manual de mantenimiento.</p> <p>Métodos: Mantenimiento preventivo</p>

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Descripción general de la Empresa

3.1.1. Datos Generales de la Empresa

Rubro	:	Alquiler de maquinaria pesada
Ruc	:	10434910689
Razón social	:	Multiservicios Leo
Tipo de Empresa	:	Persona natural
Condición	:	Activo
Dirección	:	Av. Luis Rebase Neira N°557
Distrito	:	Cajamarca
Provincia	:	Cajamarca
Departamento	:	Cajamarca

3.1.2. Reseña de la Empresa

La empresa Multiservicios Leo's; vienen incursionando en el mercado desde el año 2008, actualmente cuenta con un promedio de 10 colaboradores, dedicados a diferentes actividades.

La empresa Multiservicios Leo's; se dedica principalmente al servicio de alquiler de maquinaria pesada, sin embargo, también vienen ofreciendo otros productos como: venta de agregados, insumos de ferretería y estructuras metálicas.

3.1.3. Maquinaria y Equipos

La empresa Multiservicios Leo's, cuenta con las siguientes maquinarias:

Figura 1 Retroexcavadora



Figura 2 Excavadora Hidráulica



Figura 3 *Tractor Uruga*



Figura 4 *Cargador Frontal*



3.1.3. 1. Especificaciones técnicas de las maquinarias y equipos

Figura 5 Expediente técnico de la Retroexcavadora

Especificaciones
• Peso 7.73 t
• Neumáticos estándar 11L-16 (12 ply) F-3/19.5L-24 (12 ply) R4 ATU
• Ancho cuchara 2.26 m
• Capacidad cuchara 0.96 m³
• Tracción A/H
• Longitud de transporte 7.17 m
• Anchura transporte 2.32 m
• Altura de transporte 3.58 m
• Fuerza de rotura 49.8 kN
• Fuerza de rotura - excavadora 64.1 kN
• Max. Alcance lateral 5.61 m
• Profundidad de excavación 4.36 m
• Altura de vertido máx. 2.68 m
• Velocidad 40 km/h
• Fabr. del motor Caterpillar
• Modelo de motor C4.4 Acert
• Rendimiento de motor 69 kW
• Cilindrada 4.4 l
• Revoluciones 1400 rpm
• Par máximo 436 Nm
• cilindro Diámetro x carrera 105x127 mm
• Nivel de emisión Tier 4 Final
• Capacidad cuchara retrocargadora
• Medidas l x a x p

Fuente: Elaboración Propia

Figura 6 Expediente técnico de Excavadora Hidráulica

MOTOR	
Modelo del motor	C9.3B
Potencia neta – ISO 9249/SAE J1349	232 kW 311 hp
Potencia bruta – ISO 14396/SAE J1995	234 kW 314 hp
RPM del motor	
Operación	1.550 rpm
Desplazamiento	1.800 rpm
Calibre	115 mm 5 pulg
Carrera	149 mm 6 pulg
Cilindrada	9,3 L 568 pulg ³
SISTEMA HIDRÁULICO	
Sistema principal – flujo máximo – implemento	558 L/min (279 × 2 bombas) 147 gal/min (74 × 2 bombas)
Presión máxima – equipo – implemento	35.000 kPa 5.076 psi
Presión máxima – equipo – modalidad de levantamiento	38.000 kPa 5.511 psi
Presión máxima – desplazamiento	35.000 kPa 5.076 psi
Presión máxima – corona de giro	29.400 kPa 4.264 psi
MECANISMO DE GIRO	
Velocidad de giro	8,75 rpm
Par de giro máximo	144 kN·m 106.228 lbf·pie
PESOS	
Peso en orden de trabajo*	36.200 kg 79.800 lb
Pluma de alcance, brazo HD R3.2DB (10'6"), cucharón HD de 1,88 m ³ (2,46 yd ³) y zapatas de garra triple de 600 mm (24"), contrapeso de 6,8 mt (14.991 lb).	
*Agregar 1.000 kg (2.300 libras) para configuración de masa.	
CAPACIDADES DE LLENADO DE SERVICIO	
Capacidad del tanque de combustible	600 L 158,5 gal
Sistema de enfriamiento	40 L 10,5 gal
Aceite del motor (con filtro)	32 L 8,5 gal
Mando de giro (cada uno)	18 L 4,8 gal

DIMENSIONES			
Pluma	Pluma de alcance HD 6,5 m (21'4")		Pluma de excavación masiva 6,18 m (20'3")
Brazo	Brazo HD de 3,2 m (10'6")		Brazo largo 2,55 m (8'4")
Cucharón	HD 1,88 m ³ (2,46 yd ³)		HD 2,41 m ³ (3,16 yd ³)
Altura de embarque (parte superior de la cabina)	3.170 mm	10,4 pies	3.170 mm 10,4 pies
Altura del pasamano	3.160 mm	10,4 pies	3.160 mm 10,4 pies
Longitud de embarque	11.170 mm	36,6 pies	10.890 mm 35,7 pies
Radio de giro de la cola	3.530 mm	11,6 pies	3.530 mm 11,6 pies
Espacio libre del contrapeso	1.250 mm	4,1 pies	1.250 mm 4,1 pies
Espacio libre sobre el suelo	510 mm	1,7 pies	510 mm 1,7 pies
Longitud de la cadena hasta el centro de los rodillos	4.040 mm	13,3 pies	4.040 mm 13,3 pies
Entrevía	2.590 mm	8,5 pies	2.590 mm 8,5 pies
Ancho de transporte – zapatas de 600 mm (24")	3.190 mm	10,5 pies	3.190 mm 10,5 pies
RANGOS Y FUERZAS DE TRABAJO			
Pluma	Pluma de alcance HD 6,5 m (21'4")		Pluma de excavación masiva 6,18 m (20'3")
Brazo	Brazo HD de 3,2 m (10'6")		Brazo largo 2,55 m (8'4")
Cucharón	HD 1,88 m ³ (2,46 yd ³)		HD 2,41 m ³ (3,16 yd ³)
Profundidad máxima de excavación	7.520 mm	24,7 pies	6.670 mm 21,9 pies
Alcance máximo a nivel del suelo	11.050 mm	36,3 pies	10.280 mm 33,7 pies
Altura máxima de corte	10.300 mm	33,8 pies	9.990 mm 32,8 pies
Altura máxima de carga	7.080 mm	23,2 pies	6.600 mm 21,7 pies
Altura mínima de carga	2.580 mm	8,5 pies	2.900 mm 9,5 pies
Profundidad máxima de corte con fondo plano de 2.440 mm (8 pies)	7.360 mm	24 pies	6.500 mm 21 pies
Profundidad máxima de excavación en pared vertical	5.660 mm	18,6 pies	4.650 mm 15,3 pies
Fuerza de excavación del cucharón (SAE)	184 kN	41.450 lbf	229 kN 51.410 lbf
Fuerza de excavación del cucharón (ISO)	211 kN	47.460 lbf	265 kN 59.570 lbf
Fuerza de excavación del brazo (SAE)	161 kN	36.190 lbf	183 kN 41.120 lbf
Fuerza de excavación del brazo (ISO)	167 kN	37.430 lbf	191 kN 42.890 lbf

Fuente: Elaboración Propia

Figura 7 Expediente técnico de Tractor Uruga

MOTOR		
Modelo del motor	C9.3B	
Potencia neta – ISO 9249/SAE J1349	232 kW	311 hp
Potencia bruta – ISO 14396/SAE J1995	234 kW	314 hp
RPM del motor	3,2 m (10'6")	
Operación	1.550 rpm	
Desplazamiento	1.800 rpm	
Calibre	115 mm	5 pulg
Carrera	149 mm	6 pulg
Cilindrada	9,3 L	568 pulg ³
SISTEMA HIDRÁULICO		
Sistema principal – flujo máximo – implemento	558 L/min (279 × 2 bombas) 147 gal/min (74 × 2 bombas)	
Presión máxima – equipo – implemento	35.000 kPa	5.076 psi
Presión máxima – equipo – modalidad de levantamiento	38.000 kPa	5.511 psi
Presión máxima – desplazamiento	35.000 kPa	5.076 psi
Presión máxima – corona de giro	29.400 kPa	4.264 psi
MECANISMO DE GIRO		
Velocidad de giro	8,75 rpm	
Par de giro máximo	144 kN·m	106.228 lbf·pie
PESOS		
Peso en orden de trabajo*	36.200 kg	79.800 lb
Pluma de alcance, brazo HD R3.2DB (10'6"), cucharón HD de 1,88 m ³ (2,46 yd ³) y zapatas de garra triple de 600 mm (24"), contrapeso de 6,8 mt (14.991 lb).		
*Agregar 1.000 kg (2.300 libras) para configuración de masa.		
CAPACIDADES DE LLENADO DE SERVICIO		
Capacidad del tanque de combustible	600 L	158,5 gal
Sistema de enfriamiento	40 L	10,5 gal
Aceite del motor (con filtro)	32 L	8,5 gal
Mando de giro (cada uno)	18 L	4,8 gal
Mando final (cada uno)	8 L	2,1 gal

Fuente: Elaboración Propia

DIMENSIONES					
Pluma	Pluma de alcance HD 6,5 m (21'4")		Pluma de excavación masiva 6,18 m (20'3")		
Brazo	Brazo HD de 3,2 m (10'6")		Brazo largo 2,55 m (8'4")		
Altura de embarque (parte superior de la cabina)	3.170 mm	10,4 pies	3.170 mm	10,4 pies	
Altura del pasamano	3.160 mm	10,4 pies	3.160 mm	10,4 pies	
Longitud de embarque	11.170 mm	36,6 pies	10.890 mm	35,7 pies	
Radio de giro de la cola	3.530 mm	11,6 pies	3.530 mm	11,6 pies	
Espacio libre del contrapeso	1.250 mm	4,1 pies	1.250 mm	4,1 pies	
Espacio libre sobre el suelo	510 mm	1,7 pies	510 mm	1,7 pies	
Longitud de la cadena hasta el centro de los rodillos	4.040 mm	13,3 pies	4.040 mm	13,3 pies	
Entreavía	2.590 mm	8,5 pies	2.590 mm	8,5 pies	
Ancho de transporte – zapatas de 600 mm (24")	3.190 mm	10,5 pies	3.190 mm	10,5 pies	
RANGOS Y FUERZAS DE TRABAJO					
Pluma	Pluma de alcance HD 6,5 m (21'4")		Pluma de excavación masiva 6,18 m (20'3")		
Brazo	Brazo HD de 3,2 m (10'6")		Brazo largo 2,55 m (8'4")		
Cucharón	HD 1,88 m ³ (2,46 yd ³)		HD 2,41 m ³ (3,16 yd ³)		
Profundidad máxima de excavación	7.520 mm	24,7 pies	6.670 mm	21,9 pies	
Alcance máximo a nivel del suelo	11.050 mm	36,3 pies	10.280 mm	33,7 pies	
Altura máxima de corte	10.300 mm	33,8 pies	9.990 mm	32,8 pies	
Altura máxima de carga	7.080 mm	23,2 pies	6.600 mm	21,7 pies	
Altura mínima de carga	2.580 mm	8,5 pies	2.900 mm	9,5 pies	
Profundidad máxima de corte con fondo plano de 2.440 mm (8 pies)	7.360 mm	24 pies	6.500 mm	21 pies	
Profundidad máxima de excavación en pared vertical	5.660 mm	18,6 pies	4.650 mm	15,3 pies	
Fuerza de excavación del cucharón (SAE)	184 kN	41.450 lbf	229 kN	51.410 lbf	
Fuerza de excavación del cucharón (ISO)	211 kN	47.460 lbf	265 kN	59.570 lbf	
Fuerza de excavación del brazo (SAE)	161 kN	36.190 lbf	183 kN	41.120 lbf	
Fuerza de excavación del brazo (ISO)	167 kN	37.430 lbf	191 kN	42.890 lbf	

Figura 8 Expediente técnico de Cargador Frontal

Motor		
Modelo de motor	C9.3 ACERT Cat	
Potencia bruta máxima a 1.700 rpm: ISO 14396 (métrica)	227 kW	309 hp
Potencia neta máxima a 1.700 rpm: ISO 9249 (métrica)	207 kW	281 hp
Par bruto máximo (1.200 rpm): ISO 14396	1.581 Nim	
Par neto máximo (1.000 rpm)	1.507 Nim	
Cilindrada	9,3 L	

Características de protección	
1	Protección eléctrica: mazos de cables protegidos con material aislante trenzado por medio de alta temperatura, sin asbesto y con goma de silicona
2	Luces y protectores: protegidos con malla metálica hecha de acero y vidrio
3	Control de seguridad: interruptores de anulación de encendido y control de transmisión ubicados a la derecha del asiento del operador permiten operar la máquina en caso de falla en el control de transmisión
4	Anulación del freno de estacionamiento y parada del motor: proporciona un interruptor a nivel del suelo que desconecta el freno de estacionamiento para el remolque de la máquina y permite apagar el motor
5	Protección hidráulica: tuberías protegidas con material aislante trenzado por medio de alta temperatura, sin asbesto y con goma de silicona
6	Líquido Ecosafe[®]: reemplaza el aceite mineral estándar con un aceite resistente a incendios
7	Ventanas de la cabina delantera selladas con goma: se reemplazan de forma rápida y sencilla
8	Techo metálico
9	Guardabarros metálicos
10	Centros de servicio reforzados: placas soldadas de 6 mm de grosor (en los laterales y en la parte inferior)
11	Paneles reforzados: protección contra posibles residuos para las cadenas traseras
12	Protector del cilindro de inclinación: protección contra objetos que caen para el cilindro
13	Protección inferior: protege los componentes contra la acumulación de basura y proporciona resistencia adicional a los daños
14	Cucharón para escoria Cat: el mayor grosor del material de los componentes estructurales principales proporciona la máxima durabilidad en la manipulación de escoria agresiva
Accesorios optativos*	
15	Sistema de lubricación automática
16	Plataforma extintora de incendios
17	Salida trasera
18	Aceite del eje del enfriador

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4 Proveedores

Tabla 5 *Relación de proveedores*

Nombre	Ciudad	Productos requeridos
Unimaq	Cajamarca	Repuestos de maquinaria pesada.
Good Year	Cajamarca	Neumáticos
Estación de servicios Mi Amigo	Cajamarca	Combustible – Diesel
Estación de servicios Continental	Cajamarca	Combustible – Diesel
Lubricentro Chavez	Cajamarca	Grasas y lubricantes
Talleres de reparaciones mecánicas	Cajamarca	Servicios de mantenimiento correctivo

Nota: Elaboración propia

3.1.5. Clientes

La empresa Multiservicios Leo’s; cuenta con una cartera de clientes a nivel regional, sin embargo, a la fecha los clientes más notables son:

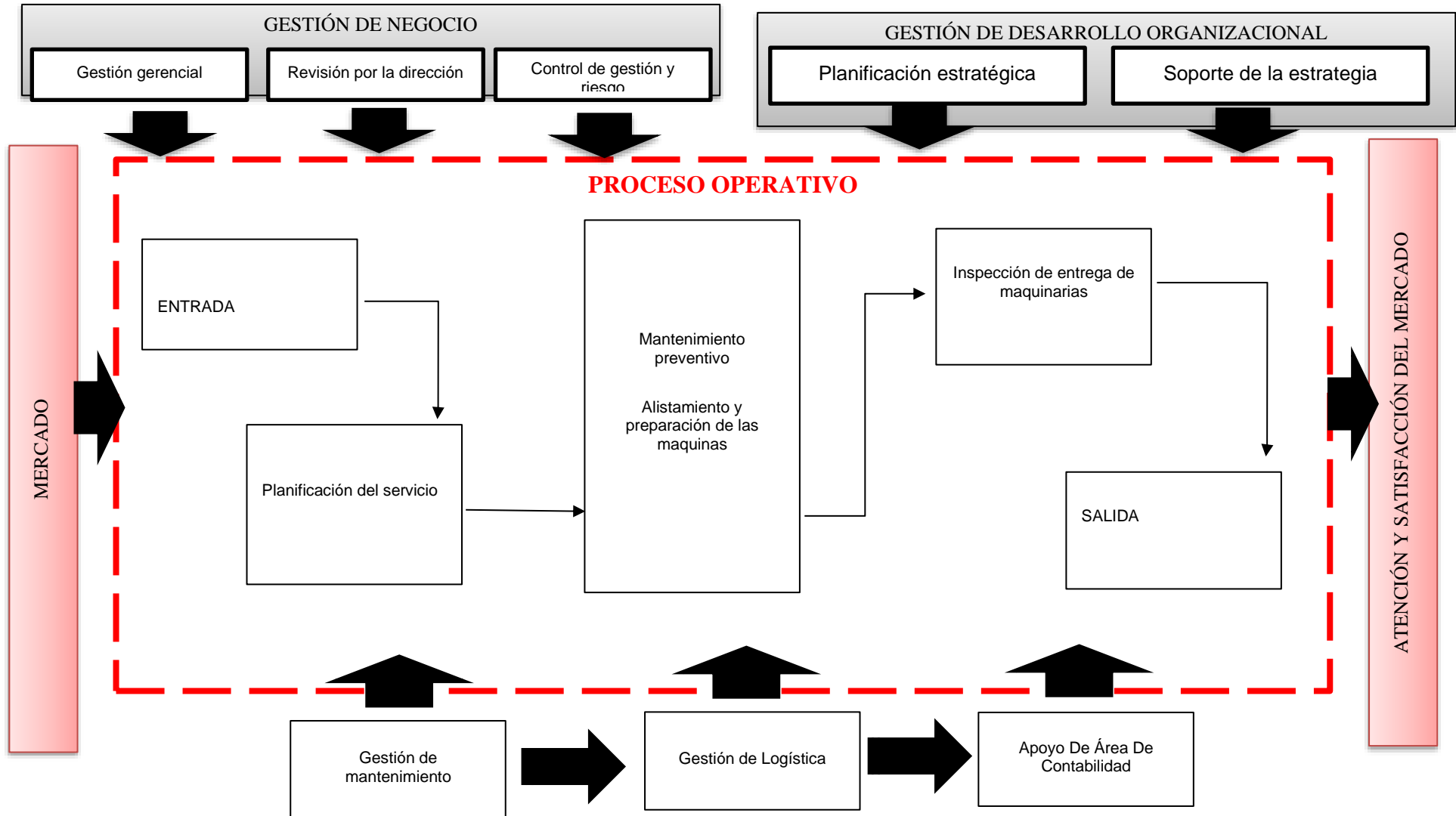
Tabla 6 *Relación de clientes*

Nombre	Ubicación	Servicios solicitados
Consorcio INCOT	Cajamarca	Alquiler de maquinaria pesada.
JJ Constructora y Servicios Generales SRL	Cajamarca	Alquiler de maquinaria pesada.
Municipalidad Provincial de Cajamarca	Cajamarca	Alquiler de maquinaria pesada.
Municipalidad Provincial de Hualgayoc	Hualgayoc	Alquiler de maquinaria pesada.
Municipalidad Provincial de Cajabamba	Cajabamba	Alquiler de maquinaria pesada.

Fuente: Elaboración propia

3.1.6. Mapa de procesos

Figura 9 Mapa de procesos



3.2. Resultado del diagnóstico del área de estudio

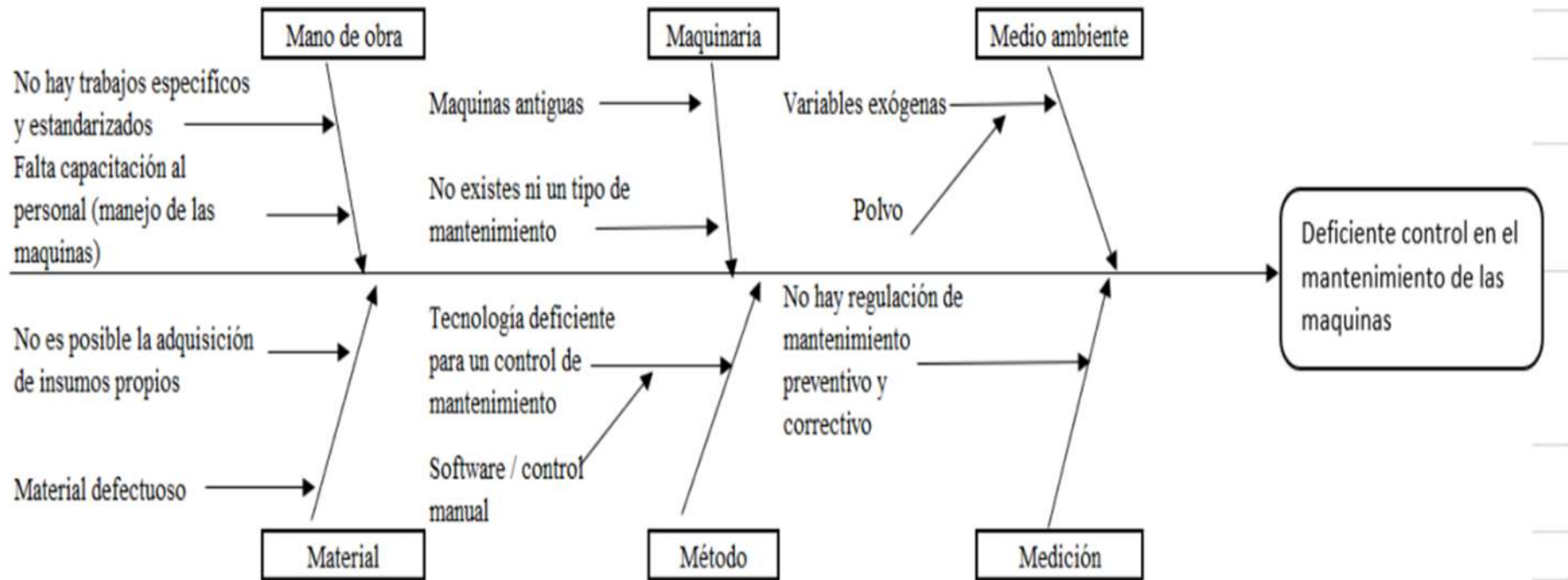
La empresa Multiservicios Leo's, se revisó el área de mantenimiento actual para saber en qué condiciones estaba funcionando hasta la actualidad, encontrando que el área de mantenimiento estaba a cargo del jefe de área de operaciones solo realizaban mantenimientos correctivos y periódicos según las horas de trabajo ya sea 250 horas o 500 o 1000 horas, los cambios de filtros y aceites, estas labores lo realizan personal terceros, por lo consiguiente no había un buen control del estado de los equipos , solo tenían reportes que brindaban los operadores.

Por otro lado, en lo que respecta al servicio de obras, el ciclo productivo también se ve afectado por la paralización continua de las máquinas debido a que no hay un mantenimiento preventivo oportuno. No se identifican rápidamente las causas de las fallas que originan los problemas en las máquinas, aumentando así el tiempo de reparación. Las máquinas quedan paradas por espacios de horas o días debido a la falta de repuestos o personal calificado y conocimiento que atienda el mantenimiento correctivo, siendo las fallas más frecuentes. Debido a esto la disponibilidad de las máquinas se está viendo afectada no pudiendo asegurar el periodo de tiempo que pueden operar los equipos sin algún tipo de falla.

Además, No había historial exacto de los trabajos realizados a los equipos, se extrajo información por algunos pagos de servicio y de compras de repuestos, se recaudó los registros de mantenimiento para revisar y ver cómo están los equipos hasta la actualidad.

3.2.1. Diagrama de Ishikawa

Figura 11 Diagrama de causa y efecto



Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la figura 3 se muestra el diagrama de Ishikawa en la cual se detallan las causas de tiempos de paras.

En el diagrama Ishikawa acerca del deficiente mantenimiento de las máquinas se determinaron las siguientes causas:

Mano de obra: Debido a que los trabajadores no cuentan con una capacitación adecuada la organización para realizar sus actividades no es la adecuada por eso el manejo de las máquinas no es el adecuado, esto hace que su desempeño y su seguridad no sea eficiente, evidenciándose que no usas el EPP adecuado para realizar sus actividades.

Maquinaria: Se llega a encontrar maquinas antiguas, las cuales presentan fallas ocasionando tiempos de para, llegando a ocasionar problemas en la producción, se observa que no cuentan con manuales de mantenimiento en caso la maquina le suceda alguna falla.

Medio ambiente: El lugar de trabajo no es el adecuado, se encuentran las herramientas y material de producción desordenados, así mismo existe gran cantidad de polvo dañando las máquinas y parte de la producción y del mismo modo afecta a la salud de los trabajadores.

Material: Los materiales que de la empresa se encuentran defectuosos, no cuentan con proveedores con los que trabajen continuamente es por ellos que los materiales no son de buena calidad, así mismo no cuentan con un stock de materiales y repuestos para realizar el mantenimiento de las máquinas.

Método: La empresa Multiservicios Leo's, no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas, su sistema de mantenimiento es muy antiguo, no existen fichas ni guías que ayuden con el control de las máquinas y repuestos.

Medición: No existe un programa ni horas programadas para el mantenimiento de las máquinas, no hay una regulación constante de mantenimiento preventivo y correctivo.

3.2.2. La problemática presentada en los diferentes equipos

Para la retroexcavadora

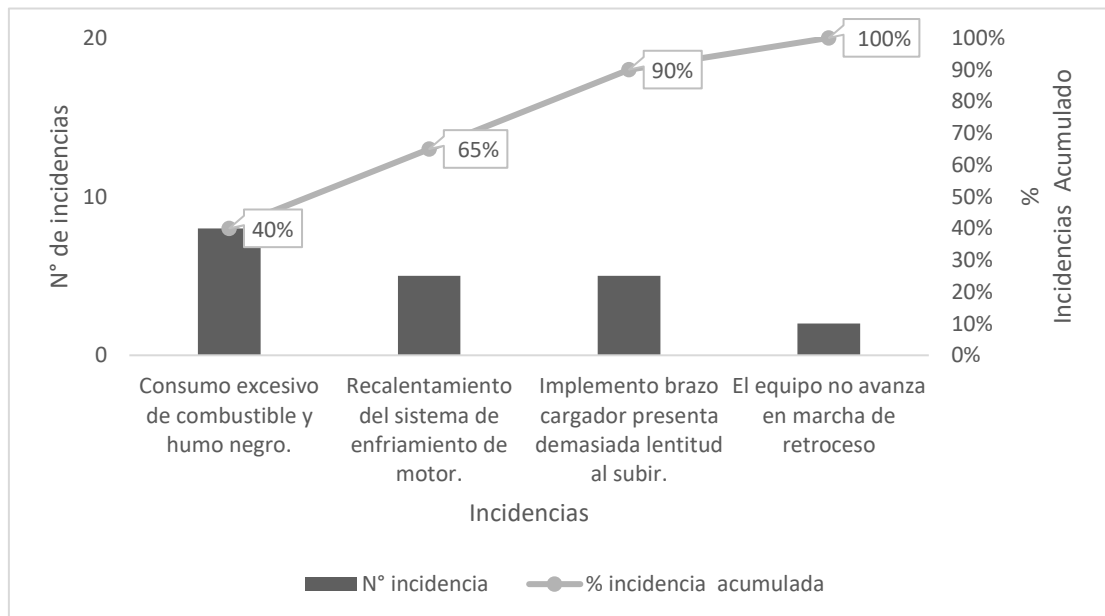
Tabla 7 Análisis Pareto 80 20 para la maquinaria 1

N° Causa	Causas	N° incidencia	Incidencia acumulada	% incidencia	% incidencia acumulada
1	Consumo excesivo de combustible y humo negro.	8	8	40%	40%
2	Recalentamiento del sistema de enfriamiento de motor.	5	13	25%	65%
3	Implemento brazo cargador presenta demasiada lentitud al subir.	5	18	25%	90%
4	El equipo no avanza en marcha de retroceso	2	20	10%	100%
	Total	20	59	100%	

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 1, podemos verificar las causas de las fallas que presenta la Retroexcavadora, durante un mes, las cuales se dan de imprevisto entre 3 a 5 veces antes de sus mantenimientos programados que se dan según sus horas de trabajo.

Figura 12 Diagrama de Pareto 80 20 para la maquinaria 1



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 2, observando la gráfica, se puede establecer en que problemas debe enfocarse la empresa para mejorar. Al ordenar el diagrama de Pareto, según su

influencia en el problema, se tuvo como resultado que tres causas inmediatas que serán primordiales para conseguir el objetivo de la propuesta de mejora.

Para la excavadora hidráulica

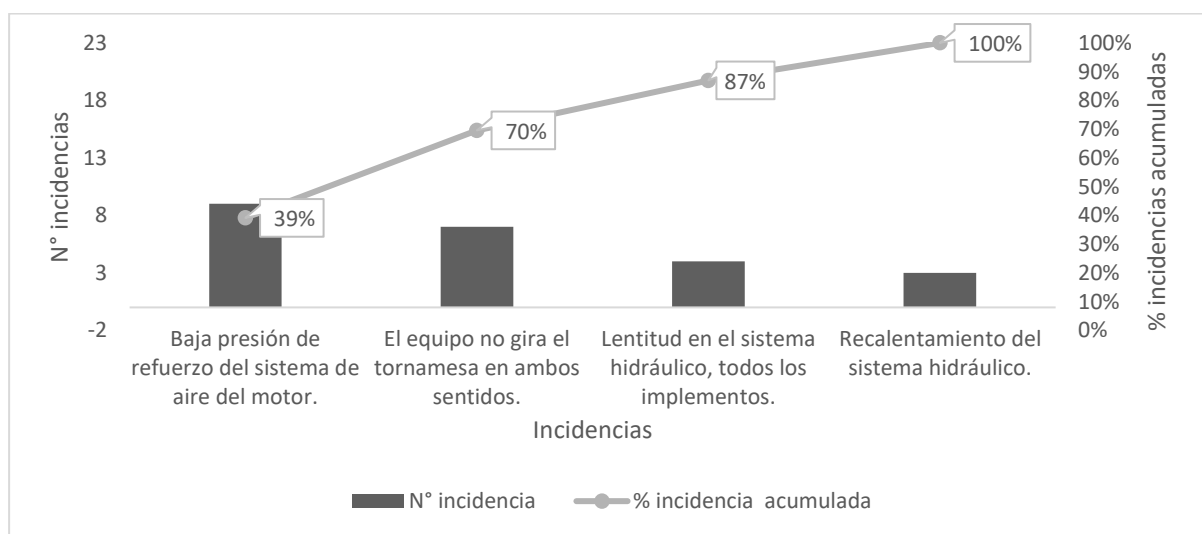
Tabla 8 Análisis Pareto 80 20 para la maquinaria 2

N° Causa	Causas	N° incidenci a	Incidencia acumulad a	% incidenci a	% incidencia acumulad a
1	Baja presión de refuerzo del sistema de aire del motor.	9	9	39%	39%
2	El equipo no gira el tornamesa en ambos sentidos.	7	16	30%	70%
3	Lentitud en el sistema hidráulico, todos los implementos.	4	20	17%	87%
4	Recalentamiento del sistema hidráulico.	3	23	13%	100%
Total		23	68	100%	

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 2, podemos verificar las causas de las fallas que presenta la Excavadora Hidráulica, durante un mes, las cuales que se dan de imprevisto entre 6 a 9 veces antes de sus mantenimientos programados que se dan según sus horas de trabajo.

Figura 13 Diagrama de Pareto 80 20 para la maquinaria 2



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 4, observando la gráfica, se puede establecer en que problemas debe enfocarse la empresa para mejorar. Al ordenar el diagrama de Pareto, según su influencia en el problema, se tuvo como resultado que tres causas inmediatas que serán primordiales para conseguir el objetivo de la propuesta de mejora.

Para el Tractor Uruga

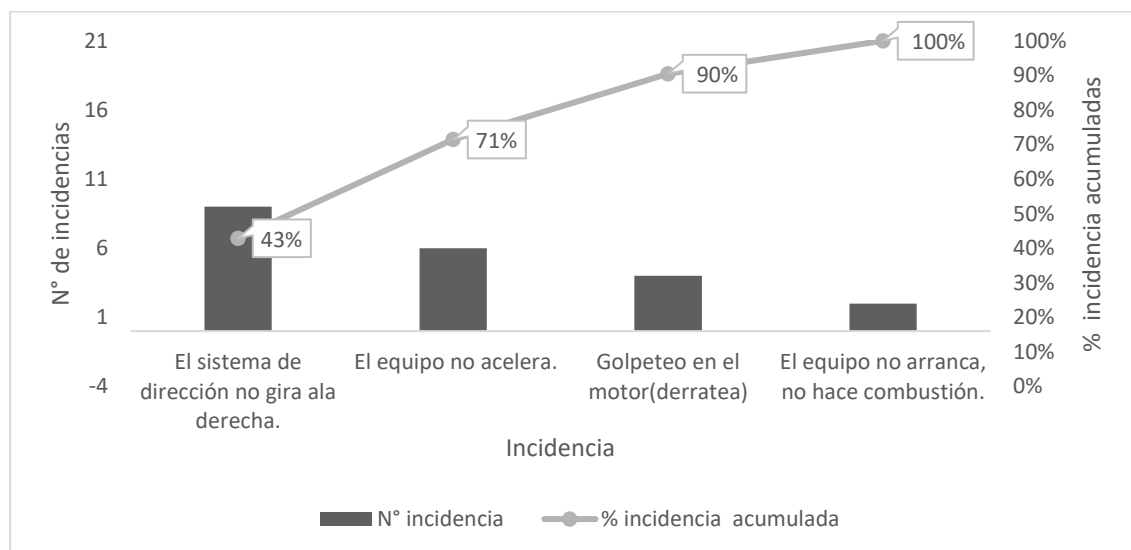
Tabla 9 Análisis Pareto 80 20 para la maquinaria 3

N° Causa	Causas	N° incidencias	Incidencia acumulada	% incidencia	% incidencia acumulada
1	El sistema de dirección no gira ala derecha.	9	9	43%	43%
2	El equipo no acelera.	6	15	29%	71%
3	Golpeteo en el motor(derratea)	4	19	19%	90%
4	El equipo no arranca, no hace combustión.	2	21	10%	100%
	Total	21	64	100%	

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 2, podemos verificar las causas de las fallas que presenta el tractor uruga, durante un mes, las cuales que se dan de imprevisto entre 7 a 9 veces antes de sus mantenimientos programados que se dan según sus horas de trabajo.

Figura 14 Diagrama de Pareto 80 20 para la maquinaria 3



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 6, observando la gráfica, se puede establecer en que problemas debe enfocarse la empresa para mejorar. Al ordenar el diagrama de Pareto, según su influencia en el problema, se tuvo como resultado que tres causas inmediatas que serán primordiales para conseguir el objetivo de la propuesta de mejora.

Para el cargador frontal

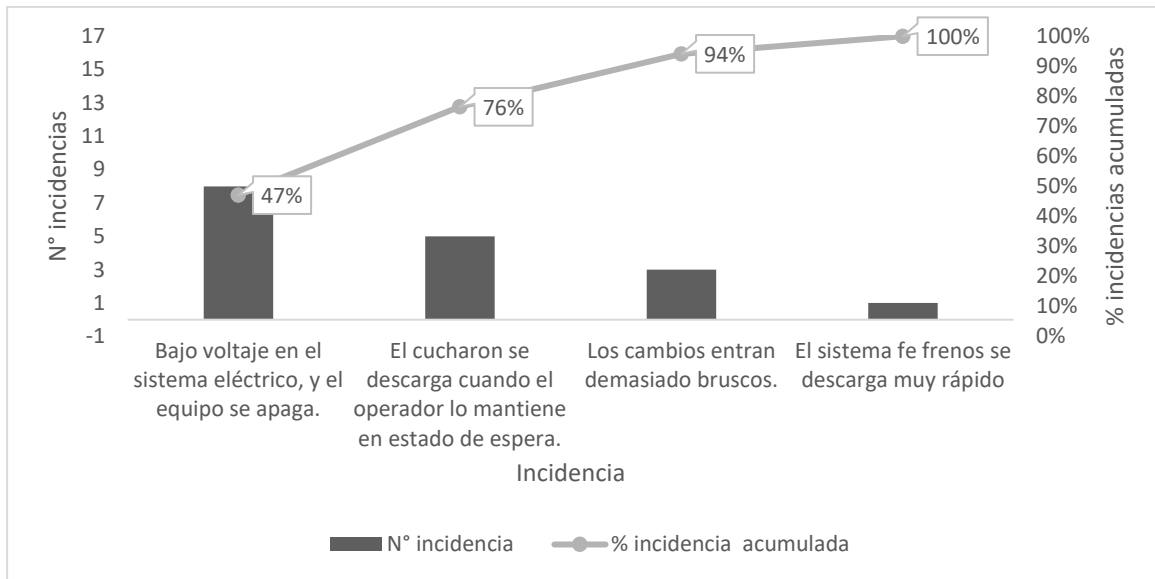
Tabla 10 *Análisis Pareto 80 20 para la maquinaria 4*

N° Causa	Causas	N° incidenci a	Incidencia acumulad a	% incidenci a	% incidencia acumulad a
1	Bajo voltaje en el sistema eléctrico, y el equipo se apaga.	8	8	47%	47%
2	El cucharón se descarga cuando el operador lo mantiene en estado de espera.	5	13	29%	76%
3	Los cambios entran demasiado bruscos.	3	16	18%	94%
4	El sistema de frenos se descarga muy rápido	1	17	6%	100%
	Total	17	54	100%	

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 2, podemos verificar las causas de las fallas que presenta el cargador frontal, durante un mes, las cuales que se dan de imprevisto entre 4 a 8 veces antes de sus mantenimientos programados que se dan según sus horas de trabajo.

Figura 15 *Diagrama de Pareto 80 20 para la maquinaria 4*



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 8, observando la gráfica, se puede establecer en que problemas debe enfocarse la empresa para mejorar. Al ordenar el diagrama de Pareto, según su influencia en el problema, se tuvo como resultado que tres causas inmediatas que serán primordiales para conseguir el objetivo de la propuesta de mejora.

3.3 Resultados del Diagnóstico de la Variable Independiente

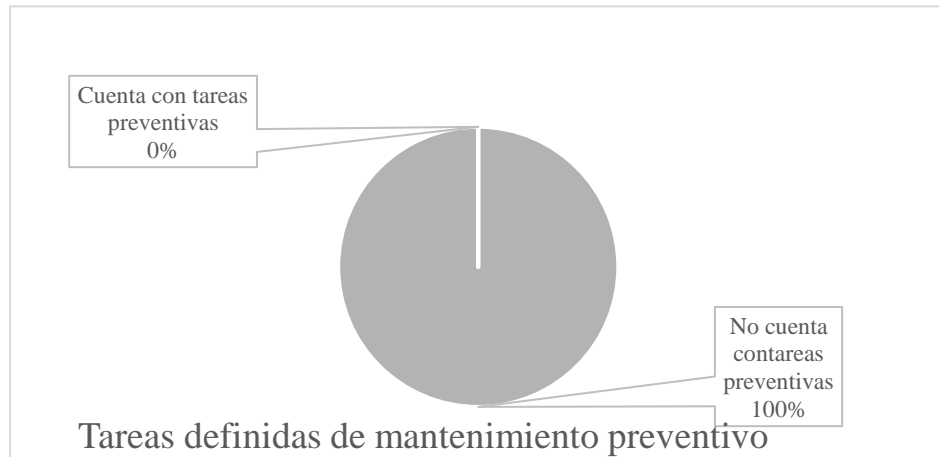
3.3.1 Resultados de la dimensión: Tareas Preventivas

3.3.1.1 Indicador: Porcentaje de tareas preventivas

El mantenimiento preventivo se refiere a aquellas tareas de sustitución de componentes hechas a intervalos fijos independientemente del estado del elemento o componente. Cotrina (2016).

En la empresa Multiservicios Leo's, no se cuenta con tareas definidas y establecidas de mantenimiento preventivo, ya que ante la ocurrencia de fallas mecánicas solo se realiza principalmente actividades de reparación, como se puede evidenciar en la información recolectada mediante entrevista realizada al responsable del área de mantenimiento. Ver anexo Nro. 01

Figura 16 Tareas de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

Figura 17 Retroexcavadora



Tabla 11 Relación de concurrencias en la retroexcavadora

N°	Concurrencias	N° incidencia Año 2021	Hora por incidencia	Total de horas por incidencia
1	Consumo excesivo de combustible y humo negro.	65	2.00	130.00
2	Consumo excesivo de Combustible y humo negro.	47	0.5	23.50
3	Implemento brazo cargador presenta demasiada lentitud al subir.	14	1	14.00
4	El equipo no avanza en marcha de retroceso	14	5.00	70.00
Total		157		254.50

Fuente: Elaboración propia

Figura 18 Excavadora Hidráulica



Tabla 12 Relación de concurrencias en la Excavadora Hidráulica

N°	Concurrencias	N° incidencia	Hora por incidencia	Total de horas por incidencia
1	Baja presión de refuerzo del sistema de aire del motor.	71	2	142.00
2	El equipo no gira el tornamesa en ambos sentidos.	51	1	51.00
3	Lentitud en el sistema hidráulico, todos los implementos.	30	1	30.00
4	Recalentamiento del sistema hidráulico.	16	1	16.00
	Total	168		239.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 19 *Tractor Oruga*



Tabla 13 *Relación de concurrencias en la Tractor Oruga*

N°	Concurrencias	N° incidencia	Hora por incidencia	Total de horas por incidencia
1	El sistema de dirección no gira ala derecha.	70	1	70.00
2	El equipo no acelera.	48	1	48.00
3	Golpeteo en el motor(derratea)	31	1	31.00
4	El equipo no arranca, no hace combustión.	15	2	30.00
	Total	164		179.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 20 *Cargador frontal*



Tabla 14 *Relación de concurrencias en el Cargador frontal*

N°	Concurrencias	N° incidencia	Hora por incidencia	Total, de horas por incidencia
1	Bajo voltaje en el sistema eléctrico, y el equipo se apaga.	67	3	201.00
2	El cucharón se descarga cuando el operador lo mantiene en estado de espera.	48	2	96.00
3	Los cambios entran demasiado bruscos.	33	2	66.00
4	El sistema de frenos se descarga muy rápido	16	1	16.00
	Total	164		379.00

Fuente: Elaboración propia

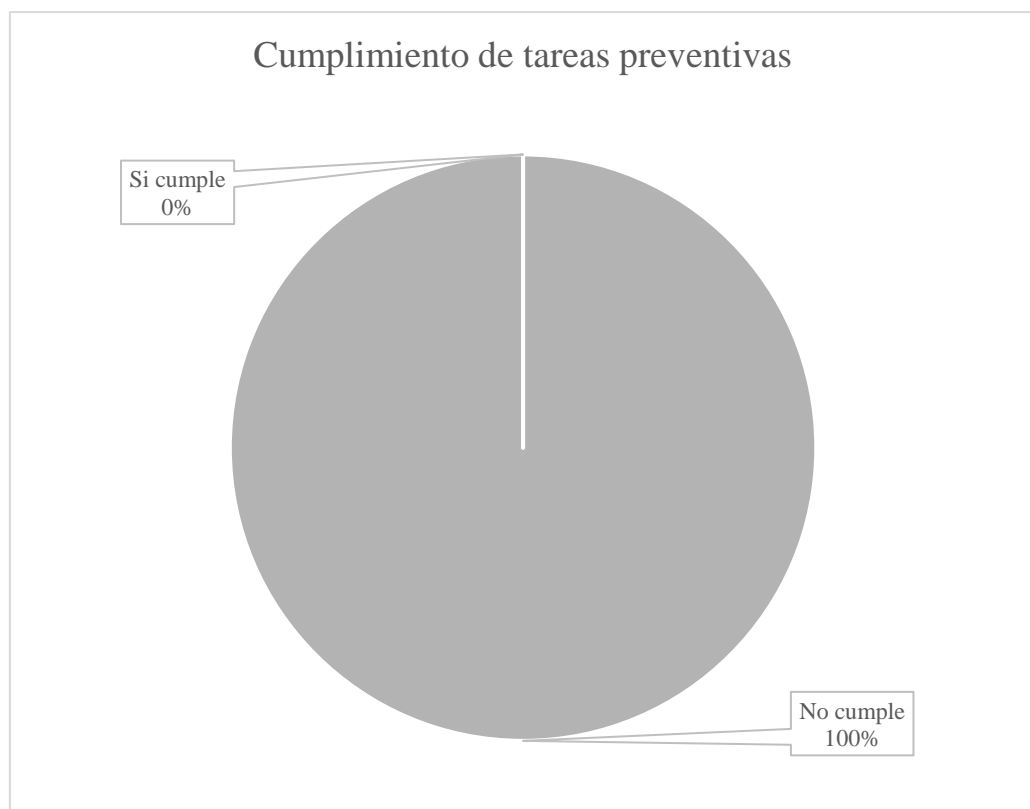
3.3.2. Resultados de la dimensión: Cumplimiento de tareas preventivas

3.3.2.1. Indicador: Porcentaje de cumplimiento de tareas preventivas

El cumplimiento de tareas preventivas refiere a la acción permanente de identificación, evaluación y control de tareas propias del mantenimiento. Carmona (2006).

En la empresa Multiservicios Leo's, al no contar con tareas preventivas definidas y establecidas, no es posible medir el cumplimiento de las referidas tareas, como se puede evidenciar en la información recolectada mediante entrevista realizada al responsable de mantenimiento. Ver anexo Nro 01

Figura 21 Nivel de cumplimiento Tareas de mantenimiento preventivo



Fuente: *Elaboración propia*

Para Maquina 1: Retroexcavadora

Tabla 15 *Cumplimiento de tareas preventivas de las concurrencias encontradas:*

Retroexcavadora

N°	Concurrencias	Reparaciones
1	Consumo excesivo de combustible y humo negro.	Cambio de toberas de inyectores y ajustes en el banco de pruebas.
2	Consumo excesivo de Combustible y humo negro.	Sondeo y cambio de tapa de radiador del sistema de refrigeración
3	Implemento brazo cargador presenta demasiada lentitud al subir.	Cambio del set de válvula mecánico por desgaste
4	El equipo no avanza en marcha de retroceso	Cambio de discos de fricción y láminas separadoras del paquete de retroceso de la transmisión.

Fuente: Elaboración propia

Para Maquina 2: Excavadora Hidráulica

Tabla 16 *Cumplimiento de tareas preventivas de las concurrencias encontradas:*

Excavadora Hidráulica

N°	Concurrencias	Reparaciones
1	Baja presión de refuerzo del sistema de aire del motor.	Cambio de turbocompresor por desgaste en turbinas y carcasa.
2	El equipo no gira el tornamesa en ambos sentidos.	Cambio de solenoide de freno de giro.
3	Lentitud en el sistema hidráulico, todos los implementos.	Regulación de válvula de alivio principal
4	Recalentamiento del sistema hidráulico.	Calibración del fan motor a 1300 rpm en temperaturas extremas.

Fuente: Elaboración propia

Para Maquina 3: Tractor Uruga

Tabla 17 *Cumplimiento de tareas preventivas de las concurrencias encontradas:*

Tractor Uruga

N°	Concurrencias	Reparaciones
1	El sistema de dirección no gira ala derecha.	Cambio de solenoide en la bomba de dirección.
2	El equipo no acelera.	Falla en el sensor de velocidad, requiere cambio y calibración de sincronización de motor.
3	Golpeteo en el motor(derratea)	Falla en el inyector nmero4. Se requiere cambio de inyector.
4	El equipo no arranca, no hace combustión.	Cambio de filtros y sopleteo de líneas de combustible por contaminación en el combustible.

Fuente: Elaboración propia

Para Maquina 4: Cargador Frontal

Tabla 18 *Cumplimiento de tareas preventivas de las concurrencias encontradas:*

Cargador Frontal

N°	Concurrencias	Reparaciones
1	Baja presión de refuerzo del sistema de aire del motor.	Reparación del alternador.
2	El equipo no gira el tornamesa en ambos sentidos.	Fuga interna en el cilindro de cucharón.
3	Lentitud en el sistema hidráulico, todos los implementos.	Calibración de válvulas moduladoras
4	Recalentamiento del sistema hidráulico.	Recarga del acumulador y regulación de presión en la válvula.

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Resultados de la dimensión: Cumplimiento de inspecciones

3.3.3.1. Indicador: Porcentaje de cumplimiento de inspecciones

Se trata de una exploración física que se realiza principalmente que se realiza principalmente a tavez de la vista. Solis (2001).

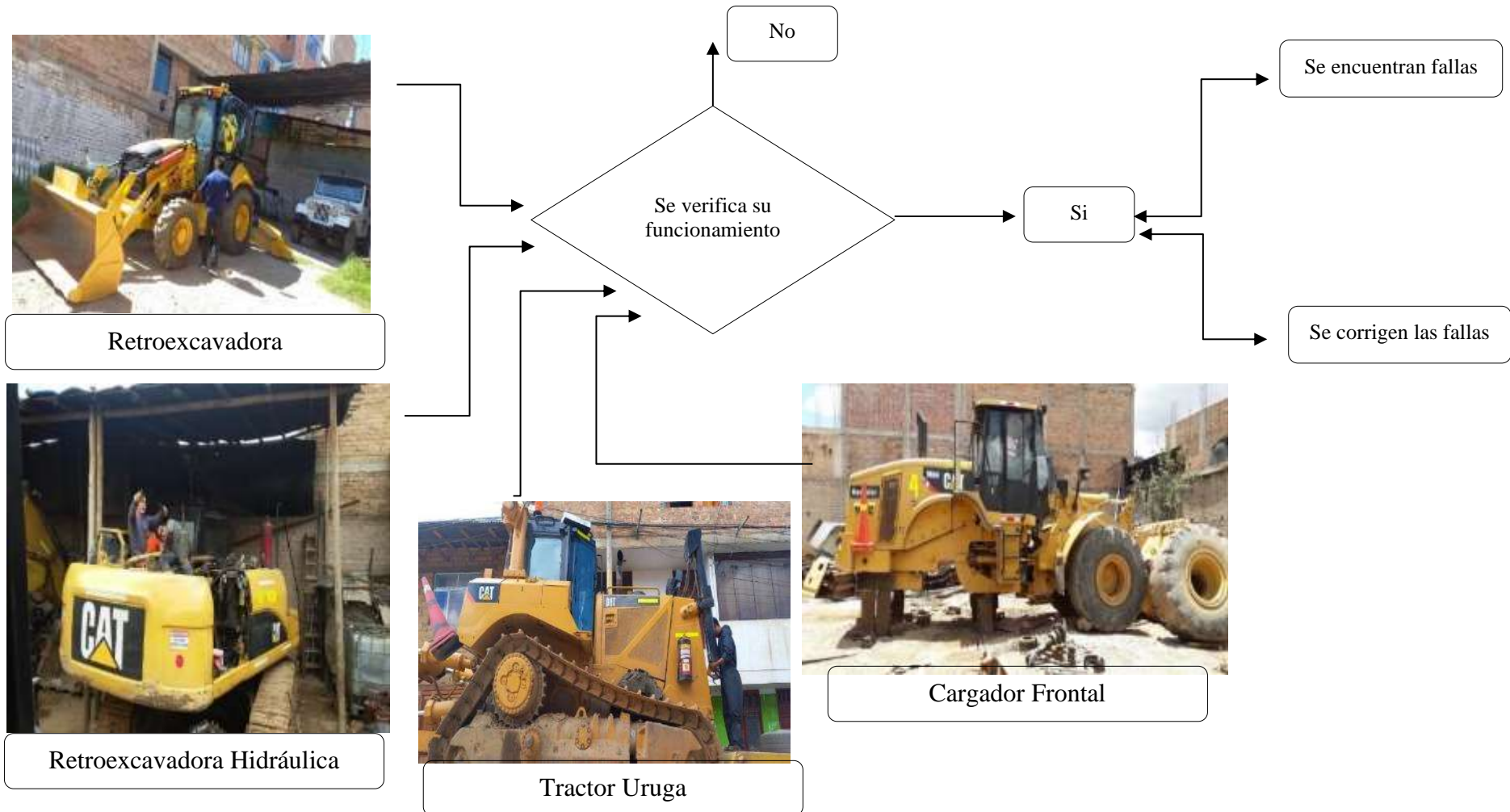
En la empresa Multiservicios Leo’s, únicamente se realiza la inspección de elementos hidráulicos expuestos al exterior, a los cuales se aplica grasa mecánica, como se puede evidenciar en la información recolectada mediante entrevista realizada al responsable de mantenimiento. Ver anexo Nro 01

Figura 22 Nivel de cumplimiento de las inspecciones



Fuente: Elaboración propia

Figura 23 Inspecciones para las maquinarias



3.4 Resultados del diagnóstico de la Variable dependiente

3.4.1 Resultados de la dimensión: Tiempo promedio entre fallas

Es la media aritmética del tiempo entre fallos de un sistema. El MTBF es típicamente parte de un modelo que asume que el sistema fallido se repara inmediatamente, como parte de un proceso de renovación. Carmona (2006)

En la empresa Multiservicios Leo’s, se ha presentado fallas continuas en todos los meses del año 2021, como se puede evidenciar en la siguiente tabla, la cual reúne los datos obtenidos mediante entrevista y revisión de documentos. Ver anexo 02

3.4.1.1 Indicador: Cantidad de tiempo (Horas)

Ecuación 1 *Tiempo promedio entre fallas*

$MTBF = (\text{Tiempo total de trabajo} - \text{tiempo de avería}) / \text{Numero de fallas}$

Tabla 19 *Registro de datos de la retroexcavadora de la empresa Multiservicios Leo’s.*

Meses	Año 2021	Número de Fallas	Tiempo Productivo (Horas)	Tiempo promedio entre fallas
Enero		20	243	12.13
Febrero		17	155	9.11
Marzo		10	300	30.01
Abril		12	335	27.92
Mayo		15	265	17.67
Junio		14	293	20.93
Julio		15	287	19.16
Agosto		11	275	24.99
Septiembre		10	300	30.01
Octubre		11	243	22.06
Noviembre		10	265	26.51
Diciembre		12	181	15.09
Total		157	3,142	20.01

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Tiempo Medio entre fallas} = \frac{\text{Tiempo de Producción}}{\text{Número de fallas}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas}_{Ret.Exc} = \frac{3,142 \text{ Horas}}{157 \text{ Fallas}} = 20.1 \text{ Horas/Falla}$$

Según el resultado obtenido, se precisa que cada 20.1 horas, se presenta una parada no programada en la retroexcavadora.

Tabla 20 Registro de datos de la Excavadora Hidráulica de la empresa Multiservicios Leo’s.

Registro De Datos – Retroexcavadora hidráulica				
Meses	Año 2021	Número de Fallas	Tiempo Productivo (Horas)	Tiempo promedio entre fallas
Enero		23	180	7.84
Febrero		18	115	6.39
Marzo		15	223	14.86
Abril		12	249	20.74
Mayo		12	197	16.41
Junio		17	218	12.81
Julio		13	214	16.43
Agosto		12	204	17.02
Septiembre		10	223	22.29
Octubre		12	180	15.02
Noviembre		14	197	14.06
Diciembre		10	135	13.45
Total		168	2,334	13.89

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Tiempo medio entre fallas}_{Ret.Exc.H} = \frac{2,334 \text{ Horas}}{168 \text{ Fallas}} = 13.89 \text{ Horas/Falla}$$

Según el resultado obtenido, se precisa que cada 13.89 horas, se presenta una parada no programada en la retroexcavadora hidráulica.

Tabla 21 Registro de datos del Tractor Uruga de la empresa Multiservicios Leo’s

Registro De Datos – Tractor Uruga				
Meses	Año 2021	Número de Fallas	Tiempo Productivo (Horas)	Tiempo promedio entre fallas
Enero		21	104	4.95
Febrero		15	66	4.43
Marzo		10	129	12.86
Abril		11	144	13.05
Mayo		15	114	7.57
Junio		11	126	11.42
Julio		13	123	9.48
Agosto		15	118	7.85
Septiembre		14	129	9.19
Octubre		16	104	6.50
Noviembre		13	114	8.74
Diciembre		10	78	7.76
Total		164	1,347	8.21

Fuente: Elaboración propia

$$Tiempo\ medio\ entre\ fallas_{Tractor.Ur} = \frac{1,347\ Horas}{164\ Fallas} = 8.21\ Horas/Falla$$

Según el resultado obtenido, se precisa que cada 8.21 horas, se presenta una parada no programada en la tractor uruga.

Tabla 22 Registro de datos del Cargador frontal de la empresa Multiservicios Leo’s

Registro De Datos – Cargador frontal				
Meses	Año 2021	Número de Fallas	Tiempo Productivo (Horas)	Tiempo promedio entre fallas
Enero		17	166	9.79
Febrero		19	106	5.59
Marzo		13	206	15.83
Abril		17	230	13.52
Mayo		10	182	18.18
Junio		11	201	18.27
Julio		14	197	14.08
Agosto		11	188	17.13
Septiembre		12	206	17.15
Octubre		14	166	11.89
Noviembre		16	182	11.36
Diciembre		10	124	12.42
Total		164	2,155	13.14

Fuente: *Elaboración propia*

$$Tiempo\ medio\ entre\ fallas_{Cargador.F} = \frac{2,155\ Horas}{164\ Fallas} = 13.14\ Horas/Falla$$

Según el resultado obtenido, se precisa que cada 13.14 horas, se presenta una parada no programada en el cargador frontal.

3.4.2 Resultados de la dimensión: Tiempo promedio en reparaciones

El tiempo técnico de reparación, o simplemente tiempo de reparación (MTTR) es un concepto que trata de reflejar el tiempo que tarda un equipo que ha fallado, en volver a estar en condiciones operativas. Pérez (2008)

En la empresa Multiservicios Leo’s, se ha presentado fallas continuas en todos los meses del año 2021, las cuales han demandado una cantidad específica de horas de reparación, como se puede evidenciar en la siguiente tabla, la cual reúne los datos obtenidos mediante entrevista y revisión de documentos. Ver anexo 02

3.4.2.1 Indicador: MTTR

Dividir el tiempo total de mantenimiento no planificado invertido en un activo por el número total de fallas que experimentó ese activo durante un período específico. El tiempo medio de reparación se representa en horas.

Ecuación 2 *Tiempo medio de reparación*

$$\text{Tiempo Medio de reparación (MTTR)} = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Tabla 23 Registro de datos de la retroexcavadora de la empresa Multiservicios Leo's

Registro De Datos - Retroexcavadora				
Meses	Año	Número de Fallas (Paradas)	Tiempo de Mantenimiento (Horas)	Tiempo medio de reparación
2021				
Enero		20	33.50	1.68
Febrero		17	28.50	1.68
Marzo		10	16.50	1.65
Abril		12	19.00	1.58
Mayo		15	22.50	1.50
Junio		14	22.00	1.57
Julio		15	23.50	1.57
Agosto		11	18.50	1.68
Septiembre		10	16.50	1.65
Octubre		11	18.50	1.68
Noviembre		10	16.50	1.65
Diciembre		12	19.00	1.58
Total		157	255	1.62

Nota: Elaboración propia

$$\text{Tiempo Medio de reparación (MTTR)} = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

$$\text{Tiempo medio de reparación}_{Ret.Exc} = \frac{157 \text{ Horas}}{255 \text{ Fallas}} = 1.62 \text{ Horas/Falla}$$

Según el resultado obtenido, se precisa que cada equipo pesado demora 1.62 horas en ser reparado.

Tabla 24 Registro de datos de la retroexcavadora hidráulica de la empresa Multiservicios Leo’s

Registro De Datos – Retroexcavadora hidráulica				
Meses	Año	Número de Fallas (Paradas)	Tiempo de Mantenimiento (Horas)	Tiempo medio de reparación
2021				
Enero		23	32	1.39
Febrero		18	25	1.14
Marzo		15	22	1.29
Abril		12	17	0.94
Mayo		12	18	0.75
Junio		17	24	1.33
Julio		13	18	1.00
Agosto		12	18	1.29
Septiembre		10	14	0.82
Octubre		12	17	0.85
Noviembre		14	20	1.43
Diciembre		10	14	0.06
Total		168	239	1.42

Nota: Elaboración propia

$$Tiempo\ medio\ de\ reparaci3n_{Ret.Exc.H} = \frac{239\text{Horas}}{168\text{ Fallas}} = 1.42\text{ Horas/Falla}$$

Según el resultado obtenido, se precisa que cada equipo pesado demora 1.42 horas en ser reparado.

Tabla 25 Registro de datos del tractor uruga de la empresa Multiservicios Leo's

Registro De Datos – Tractor uruga				
Meses	Año	Número de Fallas (Paradas)	Tiempo de Mantenimiento (Horas)	Tiempo medio de reparación
2021				
Enero		21	23.00	1.10
Febrero		15	17.00	1.13
Marzo		10	11.00	1.10
Abril		11	12.00	1.09
Mayo		15	16.00	1.07
Junio		11	12.00	1.09
Julio		13	14.00	1.08
Agosto		15	16.00	1.07
Septiembre		14	15.00	1.07
Octubre		16	18.00	1.13
Noviembre		13	14.00	1.08
Diciembre		10	11.00	1.10
Total		164	179.00	1.09

Nota: Elaboración propia

$$Tiempo\ medio\ de\ reparación_{Tractor.Ur.} = \frac{179\ Horas}{164\ Fallas} = 1.09\ Horas/Falla$$

Según el resultado obtenido, se precisa que cada equipo pesado demora 1.09 horas en ser reparado.

Tabla 26 Registro de datos del cargador frontal de la empresa Multiservicios Leo’s

Registro De Datos – Cargador Frontal				
Meses	Año	Número de Fallas (Paradas)	Tiempo de Mantenimiento (Horas)	Tiempo medio de reparación
2021				
Enero		17	41.00	2.41
Febrero		19	17.00	1.55
Marzo		13	11.00	0.92
Abril		17	12.00	0.75
Mayo		10	16.00	1.33
Junio		11	12.00	0.86
Julio		14	14.00	0.88
Agosto		11	16.00	1.07
Septiembre		12	15.00	0.83
Octubre		14	18.00	1.29
Noviembre		16	14.00	1.27
Diciembre		10	11.00	0.06
Total		164	197.00	1.20

Nota: Elaboración propia

$$Tiempo\ medio\ de\ reparaci3n_{cargador.F} = \frac{197\text{Horas}}{164\text{ Fallas}} = 1.20\text{ Horas/Falla}$$

Según el resultado obtenido, se precisa que cada equipo pesado demora 1.20 horas en ser reparado.

3.4.3 Resultados de la dimensión: Disponibilidad

El tiempo técnico de reparación, o simplemente tiempo de reparación (MTTR) es un concepto que trata de reflejar el tiempo que tarda un equipo que ha fallado, en volver a estar en condiciones operativas. Pérez (2008)

En la empresa Multiservicios Leo’s, se ha presentado fallas continuas en todos los meses del año 2021, las cuales han demandado una cantidad específica de horas de reparación, como se puede evidenciar en la siguiente tabla, la cual reúne los datos obtenidos mediante entrevista y revisión de documentos. Ver anexo 02

3.4.3.1 Indicador: % de disponibilidad

El grado en el que un sistema o equipo se encuentra en un estado específico operable para realizar una tarea en un momento aleatorio. Carmona (2006).

Ecuación 3 Disponibilidad

$$D = \frac{\text{Horas disponibles} - \text{Horas de parada por reparaciones}}{\text{Horas Disponibles}} \times 100\%$$

Tabla 27 Registro de datos de la retroexcavadora de la empresa Multiservicios Leo’s

Registro De Datos - Retroexcavadora			
Meses	Tiempo Disponible	Tiempo de	Disponibilidad
Año 2021	para Producir	Mantenimiento	
	(Horas)	(Horas)	
Enero	302	34	89%
Febrero	269	29	89%
Marzo	347	17	95%
Abril	291	19	93%
Mayo	302	23	93%
Junio	291	22	92%
Julio	302	24	92%
Agosto	302	19	94%
Septiembre	291	17	94%
Octubre	302	19	94%
Noviembre	291	17	94%
Diciembre	280	19	93%
Total	3,573	255	93%

Nota: Elaboración propia

$$D = \frac{\text{Horas disponibles} - \text{Horas de parada por reparaciones}}{\text{Horas Disponibles}} \times 100\%$$

$$\text{Disponibilidad}_{\text{Retro.Exc.}} = \frac{3,573 - 255 \text{ Horas}}{3,573} \times 100\% = 93\%$$

Según el resultado obtenido, se precisa que la disponibilidad de la maquinaria es de 93%. Se evidencia la necesidad de mejorar el indicador, reduciendo la cantidad de paradas por fallas, así mismo los tiempos de mantenimiento.

Tabla 28 Registro de datos de la retroexcavadora hidráulica de la empresa Multiservicios Leo’s

Registro De Datos – Retroexcavadora hidráulica

Meses Año 2021	Tiempo Disponible para Producir (Horas)	Tiempo de Mantenimiento (Horas)	Disponibilidad
Enero	225	32	86%
Febrero	200	25	87%
Marzo	258	22	91%
Abril	216	17	92%
Mayo	225	18	92%
Junio	216	24	89%
Julio	225	18	92%
Agosto	225	18	92%
Septiembre	216	14	94%
Octubre	225	17	92%
Noviembre	216	20	91%
Diciembre	208	14	93%
Total	2,654	239	91%

Nota: Elaboración propia

$$Disponibilidad_{Retro.Exc.H.} = \frac{2,654 - 239 \text{ Horas}}{2,654} \times 100\% = 91\%$$

Según el resultado obtenido, se precisa que la disponibilidad de la maquinaria es de 91%. Se evidencia la necesidad de mejorar el indicador, reduciendo la cantidad de paradas por fallas, así mismo los tiempos de mantenimiento.

Tabla 29 Registro de datos del Tractor uruga de la empresa Multiservicios Leo’s

Registro De Datos – Tractor Uruga			
Meses	Tiempo Disponible	Tiempo de	Disponibilidad
Año 2021	para Producir	Mantenimiento	
	(Horas)	(Horas)	
Enero	130	23	82%
Febrero	115	17	85%
Marzo	149	11	93%
Abril	125	12	90%
Mayo	130	16	88%
Junio	125	12	90%
Julio	130	14	89%
Agosto	130	16	88%
Septiembre	125	15	88%
Octubre	130	18	86%
Noviembre	125	14	89%
Diciembre	120	11	91%
Total	1,531	179	88%

Nota: Elaboración propia

$$Disponibilidad_{Tractor.Ur.} = \frac{1,531 - 179 \text{ Horas}}{1,531} \times 100\% = 88\%$$

Según el resultado obtenido, se precisa que la disponibilidad de la maquinaria es de 88%. Se evidencia la necesidad de mejorar el indicador, reduciendo la cantidad de paradas por fallas, así mismo los tiempos de mantenimiento.

Tabla 30 Registro de datos del cargador frontal a de la empresa Multiservicios Leo’s

Registro De Datos – Cargador frontal			
Meses	Tiempo Disponible	Tiempo de	Disponibilidad
Año 2021	para Producir	Mantenimiento	
	(Horas)	(Horas)	
Enero	207	41	80%
Febrero	184	17	91%
Marzo	238	11	95%
Abril	200	12	94%
Mayo	207	16	92%
Junio	200	12	94%
Julio	207	14	93%
Agosto	207	16	92%
Septiembre	200	15	92%
Octubre	207	18	91%
Noviembre	200	14	93%
Diciembre	192	11	94%
Total	2,450	197	92%

Nota: Elaboración propia

$$Disponibilidad_{Cargador.Fr.} = \frac{2,450 - 197 \text{ Horas}}{2,450} \times 100\% = 92\%$$

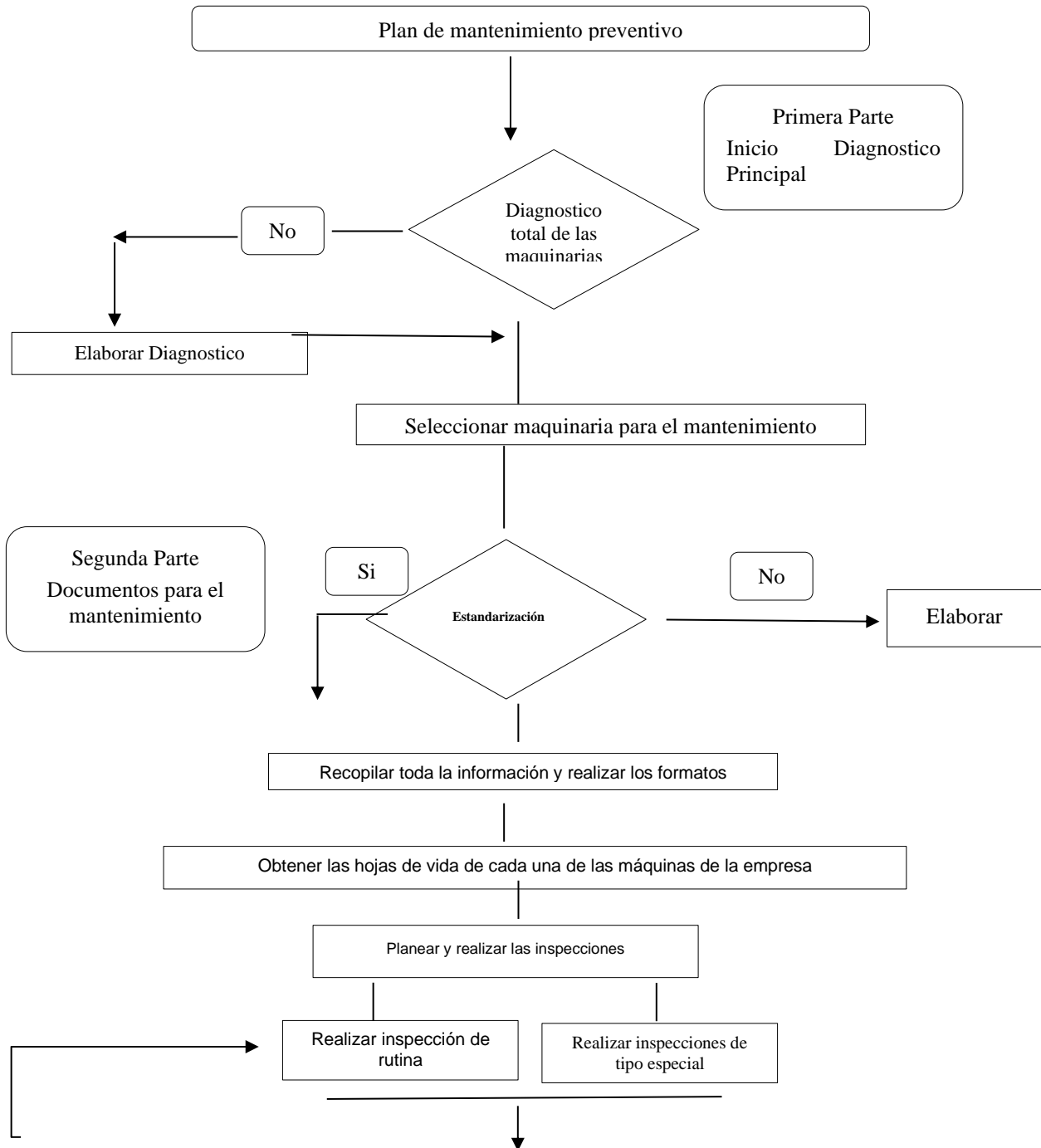
Según el resultado obtenido, se precisa que la disponibilidad de la maquinaria es de 88%. Se evidencia la necesidad de mejorar el indicador, reduciendo la cantidad de paradas por fallas, así mismo los tiempos de mantenimiento.

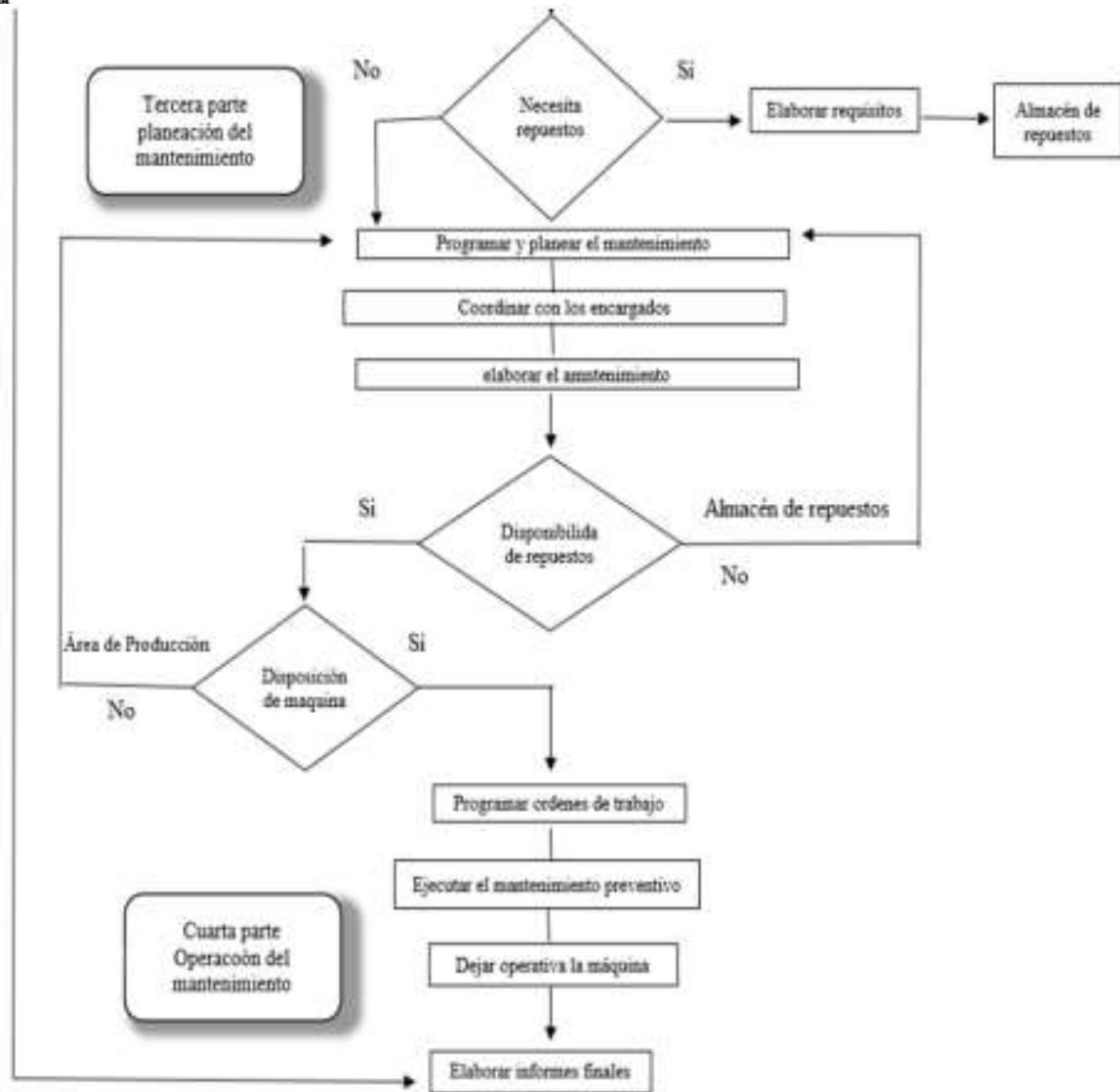
3.5. Diseño del plan de Mantenimiento Preventivo

3.5.1 Modelo del mantenimiento preventivo

Se realizó el diseño del mantenimiento preventivo, en el cual se dará a conocer a los trabajadores del área de mantenimiento y a los directivos de la empresa de multiservicios.

Figura 24 Plan de mantenimiento





Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura se muestra el plan de mantenimiento preventivo el cual se encuentra compuesto por cuatro partes, la primera parte corresponde a la elaboración del diagnóstico de las máquinas, con las que se puede conocer en la situación que se encuentran, luego se procede a seleccionar las maquinarias para su respectivo mantenimiento. La segunda parte, corresponde a la estandarización de las máquinas, de esta manera se recopila toda la información y se realiza los formatos necesarios para proceder con el mantenimiento de las máquinas, como siguiente procedimiento se realiza una planeación, con las que se pueda inspeccionar las máquinas. En la tercera parte, se verifica, a las maquinarias necesitan de algún cambio de repuesto, en el caso que sean necesario, se deberá de cumplir con los

requisitos necesarios para que el área lo solicite, y se pueda facilitar al repuesto indicado, una vez llevado a cabo, los mencionados pasos, se programa y se planea el mantenimiento coordinando con el encargado del área solicitando la disponibilidad de las maquinarias para realizar el mantenimiento.

Y finalmente en la cuarta parte, se programa las ordenes de trabajo para realizar el mantenimiento preventivo, dejando a las maquinarias operativas para que siga produciendo, finalmente se elaboran los informes indicando todo lo que realizo para el mantenimiento respectivo.

3.5.2. Control de Ocurrencias en los procedimientos

El operador de las maquinarias, tendrá la responsabilidad de registrar su herramienta de trabajo antes de encenderlo diariamente de acuerdo con las fichas de inspección diaria anotando las observaciones, debidamente uniformado y usando correctamente los dispositivos de protección personal.

El operador deberá retirar el exceso de polvo en radiador y entrada de aire propio de las actividades de las excavadoras para prevenir deterioro de los equipos o pérdida de rendimiento, así como paradas no planificadas.

El operador deberá inspeccionar las maquinarias por la parte exterior revisando orugas, uñas, pines, bocinas, fugas de aceite y mangueras resacas o con fugas.

El operador deberá revisar los niveles de fluidos de los diferentes sistemas de la excavadora como nivel de aceite de motor, nivel de aceite hidráulico, nivel de refrigerante,

purgar agua del sistema de inyección verificar el estado el filtro de aire secundario y primario.

El operador deberá revisar el estado del succionador de combustible, así como el correcto sellado del tanque para evitar ingreso de tierra al sistema de inyección además del nivel de combustible para el cumplimiento de las tareas de día.

El operador deberá aplicar grasa en los puntos de lubricación de los pines, bocinas y tensión de la cadena anotará las anomalías en los formatos de inspección.

El operador deberá prender el equipo esperar que llegue a su temperatura de trabajo además de verificar los testigos que garantizan el correcto funcionamiento del sistema presiones de los diferentes sistemas y detener las operaciones en caso de recalentamiento o fuga excesiva de aceite. Al terminar sus actividades deberá anotar el hodómetro además del nivel de combustible.

Tabla 31 *Registro de ocurrencias en la empresa*

Ocurrencias	Reparación
Maquina 1: Retroexcavadora	
Consumo excesivo de combustible y humo negro.	Cambio de toberas de inyectores y ajustes en el banco de pruebas.
Recalentamiento del sistema de enfriamiento de motor.	Sondeo y cambio de tapa de radiador del sistema de refrigeración
Implemento brazo cargador presenta demasiada lentitud al subir.	Cambio del set de válvula mecánico por desgaste
El equipo no avanza en marcha de retroceso	Cambio de discos de fricción y laminas separadoras del paquete de retroceso de la transmisión.
Maquina 2: Excavadora Hidráulica	
Baja presión de refuerzo del sistema de aire del motor.	Cambio de turbocompresor por desgaste en turbinas y carcasa.
El equipo no gira el tornamesa en ambos sentidos.	Cambio de solenoide de freno de giro.
Lentitud en el sistema hidráulico, todos los implementos.	Regulación de válvula de alivio principal
Recalentamiento del sistema hidráulico.	Calibración del fan motor a 1300 rpm en temperaturas extremas.
Maquina 3: Tractor Uruga	
El sistema de dirección no gira ala derecha.	Cambio de solenoide en la bomba de dirección.

El equipo no acelera.

Golpeteo en el motor(derratea)

El equipo no arranca, no hace combustión.

Maquina 4: Cargador Frontal

Bajo voltaje en el sistema eléctrico, y el equipo se apaga.

El cucharon se descarga cuando el operador lo mantiene en estado de espera.

Los cambios entran demasiado bruscos.

El sistema fe frenos se descarga muy rápido

“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la diponibilidad de maquinaria pesada de la empresa Multiservicios Leo’s, 2021”

Falla en el sensor de velocidad, requiere cambio y calibración de sincronización de motor.

Falla en el inyector nmero4. Se requiere cambio de inyector.

Cambio de filtros y sopleteo de líneas de combustible por contaminación en el combustible.

Reparación del alternador.

Fuga interna en el cilindro de cucharon.

Calibración de válvulas moduladoras

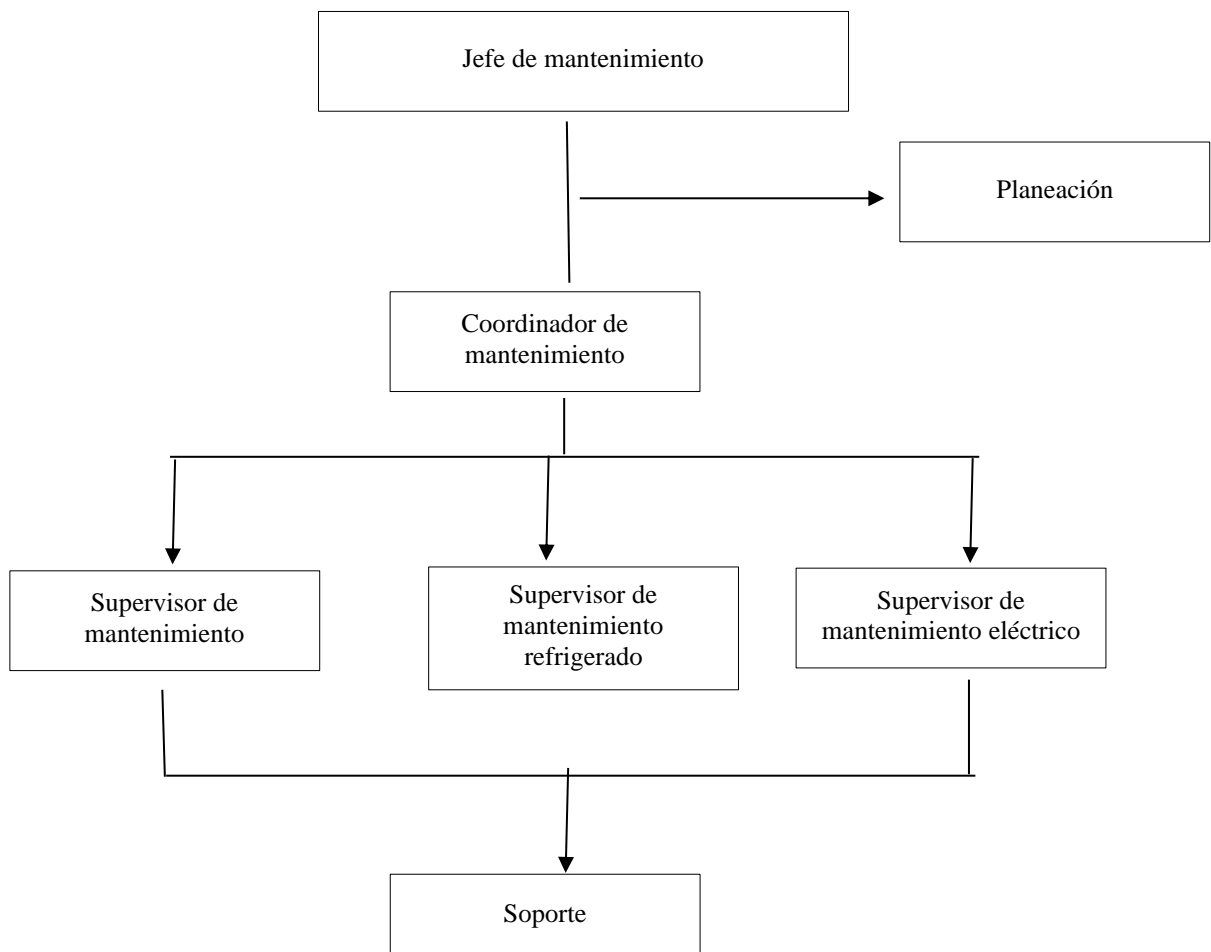
Recarga del acumulador y regulación de presión en la válvula.

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Organización del departamento de mantenimiento

Para que lograr un mejor control se propuso hacer un organigrama para el área de mantenimiento, el cual estará estructurado en la siguiente manera:

Figura 25 Organigrama del área de mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Nota: En la figura se muestra que habría un jefe de área el cual contara con la ayuda de un coordinador que conjuntamente estarán a cargo de la planeación del mantenimiento y a su vez habrá un supervisor de mantenimiento preventivo, supervisor de mantenimiento refrigerado y un supervisor de mantenimiento eléctrico si fuese necesario que a su vez tendrán el soporte de los empleados que estarán capacitados para cumplir sus funciones.

3.5.4. Capacitación para el departamento de mantenimiento

En esta etapa se plantean las capacitaciones constantes a los empleados de la empresa en temas de mantenimiento preventivo, ayudándolos a optimizar los recursos y reforzar los conocimientos en la planificación, análisis y control de las diferentes máquinas, logrando la reducción de tiempo de inoperatividad de la máquina. Así mismo se programan las capacitaciones en seguridad y medio ambiente, el cual forma parte del plan de mejora.

Tabla 32 *Cronograma de capacitaciones*

Temas de capacitación	Frecuencia	Capacitador
Metodología del mantenimiento preventivo	1 vez	Jefe de área de mantenimiento
Manejo correcto de maquinarias	1 vez al mes	Supervisor de mantenimiento
Uso correcto de herramientas	1 vez al mes	Supervisor de mantenimiento
Orden e higiene	1 vez a la semana	Supervisor de seguridad
Charlas de seguridad	2 veces a la semana	Supervisor de seguridad
Charlas de seguridad de medio ambiente	1 vez a la semana	Supervisor de seguridad
Charlas de bioseguridad	1 vez al mes	Supervisor de seguridad
Llenado de reportes	1 vez cada tres meses	Jefe de área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se presenta las temáticas, con las que se deben capacitar al personal de la empresa de multiservicios, y con la frecuencia que se deben dictar cada uno de los temas.

3.5.5. Plan de tareas de mantenimiento preventivo

Las tareas a realizar en el mantenimiento preventivo, se han agrupado en unos diferentes tiempos, como medida de evaluación se han agrupado las que se realizan cada 10 horas, las que se realizan cada 50 horas, cada 250 horas, cada 1000 horas y cada 2000 horas. Se identificará, la actividad, el detalle a realizar, el código y el responsable a cargo.

Figura 26 Plan de Tareas de mantenimiento

	Descripción	Actividad	Codigo R	Responsable
Cada 10 horas	Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	Comprobar	MMC100/100	Operador
	Nivel de aceite de motor	Comprobar	15w40	Operador
	Separador de agua del sistema de combustible	Drenar	117-4089	Operador
	Agua y sedimentos del tanque de combustible	Drenar	1R-0753	Operador
	Nivel de aceite del sistema hidraulico	Comprobar	random 68	Operador
	Indicadores y medidores	Probar		Operador
	Alarma de desplazamiento	Inspeccionar		Operador
	Varillaje cucharon	Lubricar	grasa	Operador
	Tomamesa	Lubricar	grasa	Operador
Cada 50 horas	Lijas cucharon	Cambiar	ASHQ5988	Tecnico
	cadena	Lubricar/ ajustar	grasa	Tecnico
	Varillaje de pluma y brazo	Lubricar	grasa	Tecnico
Cada 250 horas	Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	Comprobar	MMC100/100	Tecnico
	Muestra de aceite de motor	Obtener	15w40	Tecnico
	Muestra de aceite mandos finales	Obtener	random 68	Tecnico
	Correa- Alternador- bomba de agua	Ajustar	bando 8k5	Tecnico
	Condensador(refrigerante)	Comprobar	-	Tecnico
	Nivel de aceite mandos finales	Comprobar	85w140	Tecnico
	Filtro de aire de motor	Reemplazar	8N-5316	Tecnico
	Filtro de aceite del sistema hidraulico(Caja)	Reemplazar	1R-0720	Tecnico
	Filtro de aceite del sistema hidraulico(piloto)	Reemplazar	1R-0724	Tecnico
Filtro de aceite del sistema hidraulico(remoto)	Reemplazar	1R-0828	Tecnico	
Cada 500 horas	Muestra de aceite del sistema hidraulico	Obtener	random 68	Tecnico
	Muestra de aceite mando de la rotacion	Obtener	random 68	Tecnico
	varillaje de la pluma y brazo	Comprobar	-	Tecnico
	Respiradero del cárter	Limpiar	-	Tecnico
	Aceite de motor	Cambiar	15w40	Tecnico
	Filtro de aceite de motor	Cambiar	1R-0739	Tecnico
	Filtro primario de combustible(separador)	Reemplazar	117-4089	Tecnico
Filtro secundario el sistema de combustible	Reemplazar	1R-0753	Tecnico	
Cada 1000 horas	Aceite del Sistema Hidraulico	Cambiar		Tecnico
	Bateria	Inspeccionar/	h2o bateria	Tecnico
	Holgura de valvula del motor	Ajustar	Gage	Tecnico
	Tomamesa	Inspeccionar/	grasa	Tecnico
	Cadena	Ajustar/lubrica	grasa	Tecnico
	Cucharon	Reforzar	Soldadura	Tecnico
Cada 2000 horas	Aceite de mando finales	Cambiar	85w140	Tecnico
	Regilla tanque hidraulico	Limpiar		Tecnico
	Filtro de la cabina	Reemplazar	109-4089	Tecnico
	Fluido de enfriamiento	Cambiar	MMC100/100	Tecnico

Fuente: Elaboración propia

3.6. Resultados del Diseño del plan de Mantenimiento preventivo: variable independiente

3.6.1 Resultados de la Dimensión: Tareas Preventivas

3.6.1.1 Indicador: Porcentaje de tareas preventivas

Mediante el diseño del plan de mantenimiento preventivo para la empresa “Multiservicios leo’s”, se estima que el total de tareas preventivas será de 100%, debido a que se cuenta con los cronogramas de mantenimiento y formato de control de mantenimiento para cada tipo de equipo pesado.

Figura 27 Tareas de mantenimiento preventivo después del diseño



Fuente: Elaboración propia

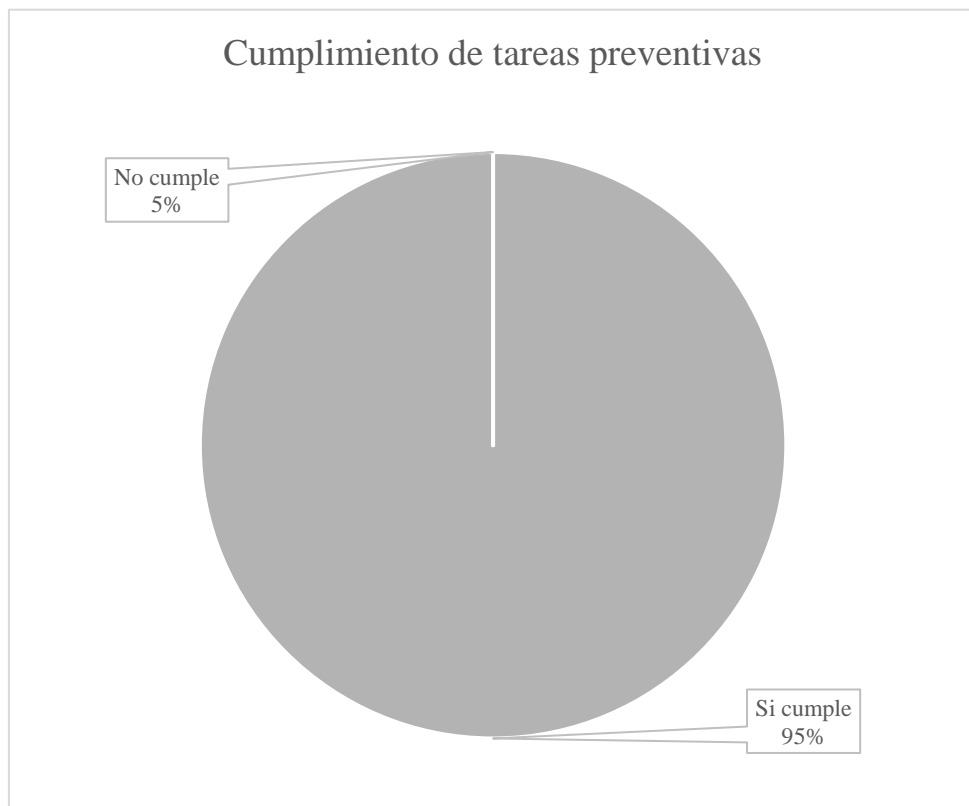
Se considera el 100%, debido a que, en el presente, la empresa “Multiservicios Leo’s” después del diseño del plan de mantenimiento preventivo, en el que se encuentran establecidas las tareas preventivas a ejecutar, se logra que se cumplan al según lo indicado por los operarios y técnicos.

3.6.2 Resultados de la Dimensión: Cumplimiento de tareas preventivas.

3.6.2.1 Indicador: Nivel de cumplimiento de tareas preventivas

Mediante el diseño del plan de mantenimiento preventivo para la empresa “Multi servicios Leo’s”, se estima que el porcentaje de cumplimiento de las actividades preventivas, será de 95%, debido a que se dispone de cronograma de mantenimiento y formato de control de mantenimiento para cada tipo de equipo pesado.

Figura 28 Nivel de cumplimiento Tareas de mantenimiento preventivo después del diseño



Fuente: Elaboración propia

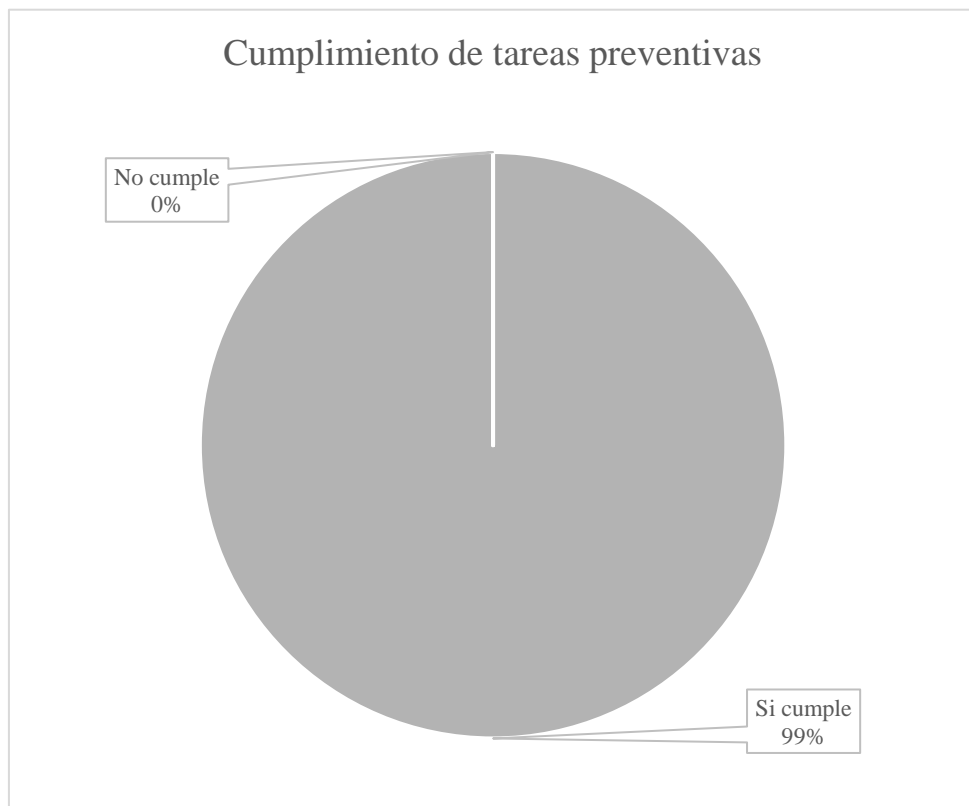
El 95% que representa el cumplimiento de actividades preventivas, se debe a que la empresa “Multi servicios Leo’s”, debe gestionar la concientización de todo el personal involucrado, en la difusión y capacitación del presente plan de mantenimiento preventivo, como parte de una futura mejora.

3.6.3 Resultados de la Dimensión: Cumplimiento de inspecciones|

3.6.3.1 Indicador: Porcentaje de cumplimiento de inspecciones

Mediante el diseño del plan de mantenimiento preventivo para la empresa “Multi servicios Leo’s”, se estima que el porcentaje de cumplimiento de inspecciones, será de 99%, debido a que se dispone de cronograma de mantenimiento y formato de control de mantenimiento para cada tipo de equipo pesado.

Figura 29 Nivel de cumplimiento Tareas de mantenimiento preventivo después del diseño



Fuente: Elaboración propia

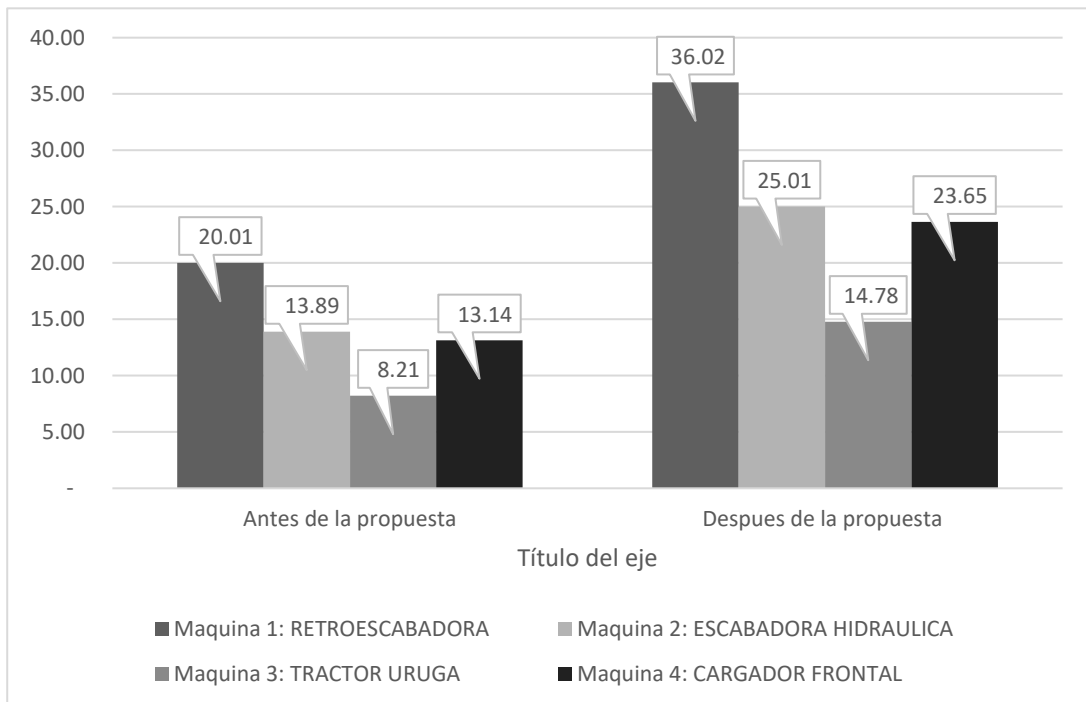
El 99% que representa el cumplimiento de las inspecciones, se debe a que la empresa “Multiservicios Leo’s”, debe gestionar la concientización de todo el personal involucrado, en la difusión y capacitación del presente plan de mantenimiento preventivo, como parte de una futura mejora.

3.7 Resultados de la mejora de la disponibilidad: Variable dependiente

3.7.1 Resultados de la dimensión: Tiempo promedio entre fallas

3.7.1.1 Indicador: Cantidad de tiempo (Horas)

Figura 30 Tiempo promedio entre fallas después del diseño de plan de mantenimiento preventivo



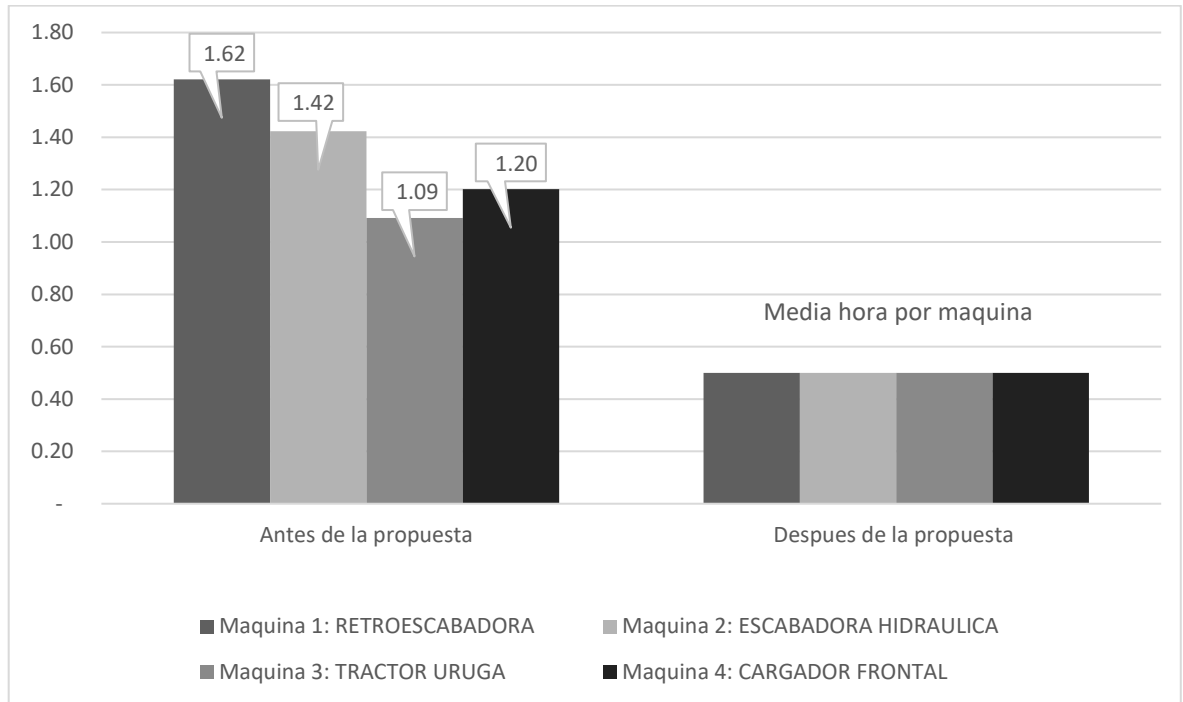
Fuente: Elaboración propia

Según el diseño del sistema de mantenimiento en la empresa “Multiservicios Leo’s”, se estima el aumento del tiempo promedio entre fallas, incrementó de un 20.01 Horas a 36.02 Horas, para la retroexcavadora, de la retroexcavadora hidráulica de 13.89 horas a 25.01 horas del tractor uruga de 8.21 horas a 14.78 horas y del cargador frontal del 13.14 horas a 23.65 horas según se aprecia en la siguiente figura.

3.7.2 Resultados de la dimensión: Tiempo promedio en reparaciones

3.7.2.1 Indicador: MTTR

Figura 31 Tiempo promedio en reparaciones después del diseño de plan de mantenimiento preventivo



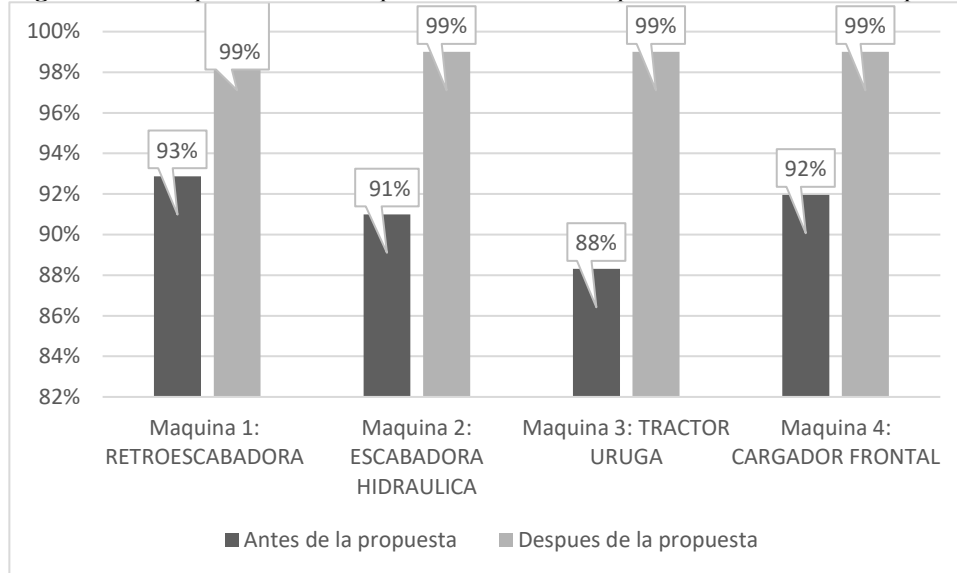
Fuente: Elaboración propia

Según el diseño del sistema de mantenimiento en la empresa “Multi Servicios Leo’s”, se estima la disminución del tiempo promedio entre reparaciones, disminuyo para la retroexcavadora, para la excavadora hidráulica, para el tractor uruga y para el cargador frontal a media hora por cada máquina, según se aprecia en la siguiente figura.

3.7.3 Resultados de la dimensión: Disponibilidad

3.7.3.1 Indicador: % de disponibilidad

Figura 32 Disponibilidad después del diseño de plan de mantenimiento preventivo



Nota: Elaboración propia

Según el diseño del sistema de mantenimiento en la empresa “Multiservicios Leo’s”, se estima el aumento de la disponibilidad de la maquinaria pesada, incrementó de un 93% a 99%, para la retroexcavadora, de la excavadora hidráulica de 91% al 99%, del tractor uruga de 88% a 99% y del cargador frontal del 92% al 99%, según se aprecia en la figura.

La falta de estabilidad de disponibilidad en la empresa, considerando los tiempos de inactividad de los equipos debido a las paradas para un mantenimiento correctivo, tarda mucho tiempo en tener equipos disponibles. Por ello al realizar el estudio de diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de maquinaria pesada, se obtiene valores de un crecimiento importante para cada equipo estudiado: 6% la retroexcavadora, 8% excavadora hidráulica, 11% tractor uruga, 7% de cargador frontal, esto significa que tenemos equipos disponibles para cuando se requiera. La disponibilidad está representada para el cálculo de porcentaje de disponibilidad por la siguiente formula:

$$D = \frac{\text{Horas disponibles} - \text{Horas de parada por reparaciones}}{\text{Horas Disponibles}} \times 100\%$$

Para la retroexcavadora:

$$D = \frac{3573 - 255}{3573} \times 100\%$$

$$D = 93\% + 6\% = 99\%$$

Para excavadora:

$$D = \frac{2654 - 239}{2573} \times 100\%$$

$$D = 91\% + 8\% = 99\%$$

Para tractor uruga:

$$D = \frac{1531 - 179}{1531} \times 100\%$$

$$D = 88\% + 11\% = 99\%$$

Para cargador frontal:

$$D = \frac{2450 - 197}{2450} \times 100\%$$

$$D = 92\% + 7\% = 99\%$$

Obtenido el porcentaje de disponibilidad según el cálculo, se concluye que, reduciendo las horas de parada por reparaciones, aumentara la disponibilidad para cada equipo.

3.8. Evaluación de la viabilidad económica de la propuesta económica

3.8.1. Costos de la propuesta

Los resultados del análisis financiero del proyecto de investigación para corroborar su viabilidad, se presenta a continuación:

Tabla 33 *Costos por procedimientos*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total, S/.
Oficina (papeles)	5	10	50
Escritorio	1	250	250
Repisa	1	400	400
Computadora e impresora	1	1300	1300
Tintas	4	20	80
Constitución y Registro	1	600	600
Licencia	1	88	88
Instalación	1	3500	3500
Total			S/6,268.00

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se muestra los costos por procedimientos para la implementación del proyecto de investigación.

Tabla 34 *Gastos de capacitación*

Temas	N° de capacitadores	Tiempo horas	Costo S./hora	Total, semestral S/.	Total, anual S/.
Capacitación en mantenimiento preventivo	4	4	400	6400	12800
Capacitación en protocolos de bioseguridad	2	2	350	1400	2800
Total				S/15,600.00	

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla se muestra los gastos de capacitaciones del proyecto de investigación.

Tabla 35 *Implementos de capacitaciones*

Implementos	Costo de material S/.	N° de trabajadores	Total, semestral S/.	Total, anual S/.
Folletos y separatas	10	10	100	200
Folletos y separatas	5	10	50	100
Total			S/ 150.00	S/ 300.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36 *Costo en material de registro*

Descripción	Cantidad	S/.	Costo	Total, mensual	Total, anual S/.
Bloc de registro	1		10	10	120
Total				S/.10.00	S/.120.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37 *Costo en cuidado de salud*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total, semestral S/.	Total, anual S/.
Guantes Anti corte PU CUT-5	5	20	100	200
Mameluco Panostyle Gris	5	100	500	5400
Total			S/.600.00	S/.5,600.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 *Costos en higiene*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total, mensual	Total, anual S/.
Escoba	2	20	40	480
Trapeador	2	39	78	936
Recogedor	4	3.5	14	84
Balde	2	10	20	60
Aseo	2	15	30	90
Alcohol	5	20	100	300
Mascarillas	1	50	50	150
Total			S/.2,100.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 Costos por incurrir en la propuesta de mejora

Costos por incurrir en el proceso	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Oficina (papeles)	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00
Escritorio	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00
Repisa	S/400.00	S/400.00	S/400.00	S/400.00	S/400.00	S/400.00
Computadora e impresora	S/1,300.00	S/1,300.00	S/1,300.00	S/1,300.00	S/1,300.00	S/1,300.00
Tintas	S/80.00	S/80.00	S/80.00	S/80.00	S/80.00	S/80.00
Constitución y Registro	S/600.00	S/600.00	S/600.00	S/600.00	S/600.00	S/600.00
Licencia	S/88.00	S/88.00	S/88.00	S/88.00	S/88.00	S/88.00
Instalación	S/3,500.00	S/3,500.00	S/3,500.00	S/3,500.00	S/3,500.00	S/3,500.00
Capacitación en mantto preventivo	S/12,800.00	S/12,800.00	S/12,800.00	S/12,800.00	S/12,800.00	S/12,800.00
Capacitación en protocolos de bioseguridad	S/2,800.00	S/2,800.00	S/2,800.00	S/2,800.00	S/2,800.00	S/2,800.00
Folletos y separatas	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00
Folletos y separatas	S/100.00	S/100.00	S/100.00	S/100.00	S/100.00	S/100.00
Bloc de registro	S/120.00	S/120.00	S/120.00	S/120.00	S/120.00	S/120.00
Guantes Anti corte PU CUT-5	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/200.00
Mameluco Panostyle Gris	S/5,400.00	S/5,400.00	S/5,400.00	S/5,400.00	S/5,400.00	S/5,400.00
Escoba	S/480.00	S/480.00	S/480.00	S/480.00	S/480.00	S/480.00
Trapeador	S/936.00	S/936.00	S/936.00	S/936.00	S/936.00	S/936.00
Recogedor	S/84.00	S/84.00	S/84.00	S/84.00	S/84.00	S/84.00
Balde	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00
Aseo	S/90.00	S/90.00	S/90.00	S/90.00	S/90.00	S/90.00
Alcohol	S/300.00	S/300.00	S/300.00	S/300.00	S/300.00	S/300.00
Mascarillas	S/150.00	S/150.00	S/150.00	S/150.00	S/150.00	S/150.00
Total, de costos	S/29,988.00	S/29,988.00	S/29,988.00	S/29,988.00	S/29,988.00	S/29,988.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 *Análisis de indicadores*

Costos por no incurrir en la propuesta de mejora	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Disponibilidad de máquina	S/56,700.00	S/56,700.00	S/56,700.00	S/56,700.00	S/56,700.00
Costo por hh adicionales	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Total, de costos	56,700.00	56,700.00	56,700.00	56,700.00	56,700.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 *Flujo de caja neto proyectado*

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
-29,988.00	26,712.00	26,712.00	26,712.00	26,712.00	26,712.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 33 *Calculo del COK*

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D+C} \times Kd \times (1 - T) + \frac{C}{D+C} \times Ke$$

DEUDA	10,000	29%
CAPITAL	25,000	71%
TOTAL	35,000	100%

T.I

$$Ke = Roe = \frac{UTILIDAD NETA}{TOTAL PATRIMONIO}$$

CPPC=	23.61%
-------	--------

LEYENDA

D= Deuda

K= Capital

Kd= Costo Deuda 14.46% Proemdio de las tsas de bancos

T= Impuesto a la Renta 30%

Ke= Rentabilidad Accionista ROE Balance General

CPPC = Costo Prom Ponderado de Capital

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 *Indicadores de evaluación*

Indicadores de evaluación	
COK	23.61%
VAN	S/. 73,939.16
TIR	85%
IR	2.77

Fuente: Elaboración propia

El cálculo del VAN, se viene considerando un costo de oportunidad de 23.61% (rentabilidad de empresa similar en el rubro de mantenimiento). Se comprueba la rentabilidad del proyecto con un TIR de 85%.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Para llevar a cabo la realización del presente proyecto, se analizó el área responsable del mantenimiento de la Empresa Multiservicios Leo’s, se pudo verificar que la entidad no cuenta con un plan de mantenimiento, se basan en la experiencia de los operadores ocasionando averías o fallas en las unidades y como consecuencia, pérdidas de horas de operatividad de los equipos. En la investigación se determinó también que existen malas prácticas en la empresa, sobre todo en los mantenimientos preventivos, los que se realizan cuando los operadores lo creen conveniente, y no se tiene en cuenta las características de los lubricantes, ni los daños o fallas que puedan ocasionar en cada máquina. Como lo plantea Buelvas y Martínez (2014), el establecer una política de planificación en el mantenimiento, acorde a lo establecido por el fabricante, determinará un ahorro económico para la organización, ya que, al disminuir los tiempos muertos de operario y maquinaria, significan un ahorro en el gasto no requerido o planificado. Asumir que el mantenimiento correctivo no se dará, es poco coherente, ya que los imprevistos no se pueden planificar, pero el reducir fallas que puedan evitarse, permitirá tener una mayor disponibilidad de maquinaria, que le permitirá a la empresa ser más competitiva.

Con el fin de diseñar el plan de mantenimiento preventivo, se hizo uso del diagrama Ishikawa, del cual Arques (2018), refiere que es el diagrama con el que se puede visualizar en una sola presentación las causas asociadas a un mismo fallo y agruparlas según su naturaleza, es por ello que dicho diagrama nos permitió identificar las principales causas que originaron el mayor tiempo de paradas que tienen las maquina de la empresa Multiservicios Leo’s.

Por otro lado, según la investigación de Muñoz y Carrillo (2015), demuestra que el objetivo de esta investigación es justamente el aumento de disponibilidad, siendo uno de los objetivos generales de mantenimiento, la planificación que da pie a que siempre exista el Activo para desempeñar su función. Estos beneficios pueden ser no solamente cualificados si no cuantificados para determinar tendencias de la disponibilidad de la maquinaria. De acuerdo a los resultados de la investigación, la disponibilidad de la retroexcavadora aumentó del 93% a 99%, de la excavadora hidráulica de 91% al 99%, del tractor uruga de 88% a 99% y del cargador frontal del 92% al 99%, lo que confirma la afirmación de la investigación presente investigación, , así como lo demuestran Rosales R. (2017) en su propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del área lavadero salinas de la empresa delishell s.a.c, donde logran medir sus indicadores obteniendo una disponibilidad en porcentaje promedio de 90.6 % y una confiabilidad de 93.6%, de la misma forma Salazar (2017) y Evonny (2017) en su tesis, reducen el tiempo promedio de falla en un 97.81% y la frecuencia de fallas en un 81.43%.logrando un incremento en la productividad y la disponibilidad de las máquina.

El no implementar un plan de mantenimiento adecuado, acorde a la realidad de la empresa, Vásquez (2013), sostiene que ello genera errores frecuentes volviendo la maquinaria obsoleta, como se observa en muchas maquinarias que han perdido totalmente el sentido de sus funciones operativas, quedando estas obsoletas, donde el repararlas generará un mayor costo que al comprar o adquirir una maquinaria nueva.

4.2. Conclusiones

Se concluye que con el diseño de un plan de mantenimiento preventivo permite incrementar para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa multiservicios Leo's

Se realizó el diagnóstico de mantenimiento y disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa Multiservicios Leo's, en el que se concluye que la empresa no cuenta con tareas preventivas en un 100%

Se diseñó el plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa Multiservicios Leo's., en el que se concluye que se mediante la elaboración de un plan de mantenimiento, a ejecutarse se concentrarán las actividades y el personal responsable.

Se realizó la medición del nivel de disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa Multiservicios Leo's., concluyendo que la disponibilidad aumentó del 86.97% a 92%, luego del diseño del plan de mantenimiento preventivo.

Se realizó la evaluación económica costo-beneficio obteniendo un COK de 23.61% (rentabilidad de empresa similar en el rubro de mantenimiento). Se comprueba la rentabilidad del proyecto con un TIR de 85%.

REFERENCIAS

Cárcel, J. (2013). Principios básicos de la Gestión del Conocimiento y su aplicación a la empresa industrial en sus actividades tácticas de mantenimiento y explotación operativa: Un estudio cualitativo. *Intangible Capital*, 91-125.

Chang, E. (2008). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler*.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273470/EChang.pdf;jsessionid=0397982E0FA39FC79CB9ACB9F121CBEF?sequence=2>

Espinoza, R. (2018) *Mantenimiento preventivo*. 2.^a ed. Bogotá: MC Graw Hill, 459 pp.

Calderón L., J. (2017). *Diseño de operaciones: Disposición de planta*. Universidad de Piura. Piura, Perú.

D'Alessio, F. A. (2015). *Administración de las operaciones productivas: Un enfoque de los procesos para la gerencia*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Gutiérrez, H. (2010) *Calidad y productividad*. 3.^a ed. México: MC Graw Hill, 2010. 362 pp.

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

Muñoz., S. (2018). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España: Ediciones Diaz de Santos S. A.

Parra, C., y Crespo, A. (2012). *Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicados en el proceso de Gestión de Activos*. Sevilla: Ingeman.

Pérez, J. (2010). *Gestión por procesos* (4.ª ed.). Madrid: ESIC

Tavares, L. (2014). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Brasil: Novo Polo.

Toro, J., y Céspedes, P. (2008) Metodología para medir confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad en mantenimiento.

Torres, L. D. (2007). *Mantenimiento. Su implantación y la introducción de mejoras en la producción*. Buenos Aires: Universitas.

Yliquin, J. M. (2014). *Plan de Mejora para mejorar la disponibilidad de equipos pesados de la empresa Obrainsa*. Callao: Ibero Latin.

ANEXOS

ANEXO N° 1 Entrevista al personal del área de mantenimiento

Cargo: _____

1. ¿Cuál es el plan de mantenimiento aplicado actualmente a la maquinaria?
 - a. Correctivo no planificado
 - b. Correctivo planificado
 - c. Preventivo
 - d. Predictivo
 - e. Ninguno

2. ¿Cuáles son las principales acciones de mantenimiento que se aplican a la maquinaria?
 - a. Lubricación y engrase
 - b. Cambio de rodamientos y cojinetes
 - c. Cambio de filtros de aire y combustible
 - d. Cambio de fajas o correas
 - e. Cambio de repuestos

3. El mantenimiento a la maquinaria pesada es realizado actualmente.
(Marque con X la alternativa correcta y el porcentaje efectuado).
 - a. Técnicos mecánicos eléctricos
 - b. Operadores
 - c. Taller externo s de proveedores
 - d. Otros.....

4. Para la evaluación del mantenimiento ¿Cuál tipo de instrumentación utiliza para maquinaria pesada?
 - a. Banco de pruebas de aceite
 - b. Banco de pruebas de combustible
 - c. Tintes penetrantes

- d. Ultra sonido
- e. Cámara termo gráfica f
- f. Vibrómetro

ANEXO N° 2 Ficha de observación

OBSERVACIÓN	SI	NO
1 Los operadores de la maquinaria pesada realizan sus acciones del mantenimiento de acuerdo a los requerimientos y procedimientos establecidos por los fabricantes.		
2 Los operadores trabajan de acuerdo a los órdenes de mantenimiento.		
3 Los operadores cuentan con capacitaciones en mantenimiento de maquinaria pesada		
4 Existe un taller propio de la empresa para el mantenimiento de la maquinaria pesada.		
5 Existen los instrumentos necesarios para la ejecución de mantenimiento, ya sean correctivos o preventivos.		
6 Los cambios de aceite y cambios de filtros se realizan en los intervalos de tiempo nominales establecidos por el proveedor de la máquina.		
7 Existe por parte de la empresa la acción de mejorar los planes de mantenimiento a la maquinaria pesada.		
8 Los operadores cuentan con experiencia en solución a problemas mecánicos y eléctricos en maquinaria pesada.		
9 Existen acciones de mantenimiento con respecto a los neumáticos empleados en la maquinaria pesada.		
10 Influye el número de fallas respecto de la vida útil de la maquinaria pesada.		
11 Influye el número de fallas respecto a la operación de la maquinaria por parte de los operadores		

ANEXO N° 3. Ficha de registro

Registro De Datos				
Meses	Año 2021	Número de Fallas	Tiempo Productivo (Horas)	Tiempo promedio entre fallas
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				
Total				

Registro De Datos				
Meses	Año 2021	Número de Fallas (Paradas)	Tiempo de Mantenimiento (Horas)	Tiempo medio de reparación
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				
Total				

Registro De Datos			Disponibilidad
Meses	Tiempo Disponible para Producir	para	Tiempo de Mantenimiento
Año 2021		(Horas)	(Horas)
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			
Total			

ANEXO N° 4 Plan de mantenimiento

	Descripción	Actividad	Codigo R	Responsable
Cada 10 horas	Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	Comprobar	MMC100/100	Operador
	Nivel de aceite de motor	Comprobar	15w40	Operador
	Separador de agua del sistema de combustible	Drenar	117-4089	Operador
	Agua y sedimentos del tanque de combustible	Drenar	1R-0753	Operador
	Nivel de aceite del sistema hidraulico	Comprobar	random 68	Operador
	Indicadores y medidores	Probar		Operador
	Alarma de desplazamiento	Inspeccionar		Operador
	Varillaje cucharón	Lubricar	grasa	Operador
Tomamesa	Lubricar	grasa	Operador	
Cada 50 horas	Uñas cucharón	Cambiar	ASHQ5988	Tecnico
	cadena	Lubricar/ ajustar	grasa	Tecnico
	Varillaje de pluma y brazo	Lubricar	grasa	Tecnico
Cada 250 horas	Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	Comprobar	MMC100/100	Tecnico
	Muestra de aceite de motor	Obtener	15w40	Tecnico
	Muestra de aceite mandos finales	Obtener	random 68	Tecnico
	Correa- Alternador- bomba de agua	Ajustar	bando 8k5	Tecnico
	Condensador(refrigerante)	Comprobar	-	Tecnico
	Nivel de aceite mandos finales	Comprobar	85w140	Tecnico
	Filtro de aire de motor	Reemplazar	8N-5316	Tecnico
	Filtro de aceite del sistema hidraulico(Caja)	Reemplazar	1R-0720	Tecnico
	Filtro de aceite del sistema hidraulico(piloto)	Reemplazar	1R-0724	Tecnico
	Filtro de aceite del sistema hidraulico(remoto)	Reemplazar	1R-0828	Tecnico
Cada 500 horas	Muestra de aceite del sistema hidraulico	Obtener	random 68	Tecnico
	Muestra de aceite mando de la rotacion	Obtener	random 68	Tecnico
	varillaje de la pluma y brazo	Comprobar	-	Tecnico
	Respiradero del cárter	Limpiar	-	Tecnico
	Aceite de motor	Cambiar	15w40	Tecnico
	Filtro de aceite de motor	Cambiar	1R-0739	Tecnico
	Filtro primario de combustible(separador)	Reemplazar	117-4089	Tecnico
	Filtro secundario el sistema de combustible	Reemplazar	1R-0753	Tecnico
Cada 1000 horas	Aceite del Sistema Hidraulico	Cambiar		Tecnico
	Bateria	Inspeccionar/	h2o bateria	Tecnico
	Holgura de valvula del motor	Ajustar	Gage	Tecnico
	Tomamesa	Inspeccionar/	grasa	Tecnico
	Cadena	Ajustar/lubrica	grasa	Tecnico
Cada 2000 horas	Cucharón	Reforzar	Soldadura	Tecnico
	Aceite de mando finales	Cambiar	85w140	Tecnico
	Regilla tanque hidraulico	Limpiar		Tecnico
	Filtro de la cabina	Reemplazar	109-4089	Tecnico
	Fluido de enfriamiento	Cambiar	MMC100/100	Tecnico

Anexo N° 5. Capacitaciones

Tabla de control de capacitaciones de mantenimiento

Hoja de control

Tema	Responsable a cargo:
Objetivo	Fecha:

N°	Nombres	Identificación	Firma	Evaluación	Observaciones
				Logrado	No logrado

Anexo N°6. Cálculos

		FALLAS POR MES												
		Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL FALLAS
Maquina 1: RETROESCABADORA		20	17	10	12	15	14	15	11	10	11	10	12	157
Causa 1	Consumo excesivo de combustible y humo negro.	8	6	4	5	6	6	7	5	4	5	4	5	65
Causa 2	Consumo excesivo de combustible y humo negro.	5	5	3	4	5	4	5	3	3	3	3	4	47
Causa 3	Implemento brazo cargador presenta demasiada lentitud al subir.	5	4	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	31
Causa 4	El equipo no avanza en marcha de retroceso	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
Maquina 2: ESCABADORA HIDRAULICA		23	18	15	12	12	17	13	12	10	12	14	10	168
Causa 1	Baja presión de refuerzo del sistema de aire del motor.	9	7	7	5	6	7	5	6	4	5	6	4	71
Causa 2	El equipo no gira el tornamesa en ambos sentidos.	7	6	5	4	3	5	4	3	3	4	4	3	51
Causa 3	Lentitud en el sistema hidráulico, todos los implementos.	4	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	30
Causa 4	Recalentamiento del sistema hidráulico.	3	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	16
Maquina 3: TRACTOR URUGA		21	15	10	11	15	11	13	15	14	16	13	10	164
Causa 1	El sistema de dirección no gira ala derecha.	9	6	4	5	7	5	6	6	7	6	5	4	70
Causa 2	El equipo no acelera.	6	4	3	3	4	3	4	5	4	5	4	3	48
Causa 3	Golpeteo en el motor(derratea)	4	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	31
Causa 4	El equipo no arranca, no hace combustión.	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	15
Maquina 4: CARGADOR FRONTAL		17	19	13	17	10	11	14	11	12	14	16	10	164
Causa 1	Bajo voltaje en el sistema eléctrico, y el equipo se apaga.	8	7	5	6	4	5	6	5	6	5	6	4	67
Causa 2	El cucharón se descarga cuando el operador lo mantiene en estado de espera.	5	6	4	5	3	3	4	3	3	4	5	3	48
Causa 3	Los cambios entran demasiado bruscos.	3	4	3	4	2	2	3	2	2	3	3	2	33
Causa 4	El sistema de frenos se descarga muy rápido	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	16
TOTAL FALLAS		81	69	48	52	52	53	55	49	46	53	53	42	653.00
TIEMPO PRODUCTIVO		520	332	643	718	568	628	616	589	643	520	568	388	6,733.00
TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO		303.75	299.00	213.33	249.60	239.78	242.29	230.48	300.53	189.11	275.60	186.76	162.75	2,892.98

FALLAS	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL 2021
Maquina 1: RETROESCABADORA	20	17	10	12	15	14	15	11	10	11	10	12	157
Maquina 2: ESCABADORA HIDRAULICA	23	18	15	12	12	17	13	12	10	12	14	10	168
Maquina 3: TRACTOR URUGA	21	15	10	11	15	11	13	15	14	16	13	10	164
Maquina 4: CARGADOR FRONTAL	17	19	13	17	10	11	14	11	12	14	16	10	164
TOTAL DE TIEMPO PRODUCTIVO	81	69	48	52	52	53	55	49	46	53	53	42	653

TIEMPO PRODUCTIVO	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL 2021
Maquina 1: RETROESCABADORA	243	155	300	335	265	293	287	275	300	243	265	181	3,142
Maquina 2: ESCABADORA HIDRAULICA	180	115	223	249	197	218	214	204	223	180	197	135	2,334
Maquina 3: TRACTOR URUGA	104	66	129	144	114	126	123	118	129	104	114	78	1,347
Maquina 4: CARGADOR FRONTAL	166	106	206	230	182	201	197	188	206	166	182	124	2,155
TOTAL DE TIEMPO PRODUCTIVO	693	443	857	957	757	837	821	785	857	693	757	517	8,977

	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL 2021
HORAS DISPONIBLES	648	576	744	624	648	624	648	648	648	624	648	624	7,656
	216	192	248	208	216	208	216	216	216	208	216	208	2,552.00
	864	768	992	832	864	832	864	864	864	832	864	832	10,208.00

HORAS DISPONIBLES	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL 2021
Maquina 1: RETROESCABADORA	302	269	347	291	302	291	302	302	291	302	291	280	3,573
Maquina 2: ESCABADORA HIDRAULICA	225	200	258	216	225	216	225	225	216	225	216	208	2,654
Maquina 3: TRACTOR URUGA	130	115	149	125	130	125	130	130	125	130	125	120	1,531
Maquina 4: CARGADOR FRONTAL	207	184	238	200	207	200	207	207	200	207	200	192	2,450
TOTAL DE HORAS DISPONIBLES	864	768	992	832	864	832	864	864	864	832	864	832	10208

OCURRENCIAS	REPARACION	HORA DE REPARACION	N° FALLAS	TOTAL DE HORAS	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL 2021
Maquina 1: RETROSCABADORA		8.5	157	254.5	33.5	28.5	16.5	19	22.5	22	23.5	18.5	16.5	18.5	16.5	19	254.5
Consumo excesivo de combustible y humo negro.	Cambio de toberas de inyectores y ajustes en el banco de pruebas.	2	65	130	16	12	8	10	12	12	14	10	8	10	8	10	130.00
Recalentamiento del sistema de enfriamiento de motor.	Sondeo y cambio de tapa de radiador del sistema de refrigeración	0.5	47	23.5	2.5	2.5	1.5	2	2.5	2	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	23.50
Implemento brazo cargador presenta demasiada lentitud al subir.	Cambio del set de válvula mecánico por desgaste	1	31	31	5	4	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	31.00
El equipo no avanza en marcha de retroceso	Cambio de discos de fricción y jainas separadoras del paquete de retroceso de la transmisión.	5	14	70	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70.00
Maquina 2: ESCABADORA HIDRAULICA		5	168	239	32	25	22	17	18	24	18	18	14	17	20	14	239
Baja presión de refuerzo del sistema de aire del motor.	Cambio de turbocompresor por desgaste en turbinas y carcasa.	2	71	142	18	14	14	10	12	14	10	12	8	10	12	8	142.00
El equipo no gira el tomamasa en ambos sentidos.	Cambio de solenoide de freno de giro.	1	51	51	7	6	5	4	3	5	4	3	3	4	4	3	51.00
Lentitud en el sistema hidráulico, todos los implementos.	Regulación de válvula de alivio principal	1	30	30	4	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	30.00
Recalentamiento del sistema hidráulico.	Calibración del fan motor a 1300 rpm en temperaturas extremas.	1	16	16	3	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	16.00
Maquina 3: TRACTOR URUGA		5	164	179	23	17	11	12	16	12	14	16	15	18	14	11	179
El sistema de dirección no gira ala derecha.	Cambio de solenoide en la bomba de dirección.	1	70	70	9	6	4	5	7	5	6	6	7	6	5	4	70.00
El equipo no acelera.	Falla en el sensor de velocidad, requiere cambio y calibración de sincronización de motor.	1	48	48	6	4	3	3	4	3	4	5	4	5	4	3	48.00
Golpeteo en el motor(derratea)	Falla en el inyector número4. Se requiere cambio de inyector.	1	31	31	4	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	31.00
El equipo no arranca, no hace combustión.	Cambio de filtros y sopleteo de líneas de combustible por contaminación en el combustible.	2	15	30	4	4	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	30.00
Maquina 4: CARGADOR FRONTAL		8	164	379	41	43	30	38	23	26	33	26	29	31	36	23	379
Bajo voltaje en el sistema eléctrico, y el equipo se apaga.	Reparación del alternador.	3	67	201	24	21	15	18	12	15	18	15	18	15	18	12	201.00
El cucharon se descarga cuando el operador lo mantiene en estado de espera.	Fuga interna en el cilindro de cucharon.	2	48	96	10	12	8	10	6	6	8	6	6	8	10	6	96.00
Los cambios entran demasiado bruscos.	Calibración de válvulas moduladoras	2	33	66	6	8	6	8	4	4	6	4	4	6	6	4	66.00
El sistema de frenos se descarga muy rápido	Recarga del acumulador y regulación de presión en la válvula.	1	16	16	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	16.00
TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO				1,052	129.5	113.5	79.5	86	79.5	84	88.5	78.5	74.5	84.5	86.5	67	1,051.50