

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA.



PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA, EN LA
EMPRESA MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELÉCTRICISTA

Autores: Bach. Juan Pablo, Rioja Alberca.
Bach. Luis Miguel, Vásquez Vásquez.

Asesor: M. SC. Ing. Walter Linder Cabrera Torres.

JAÉN-PERÚ, JULIO, 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO_V1.pdf

AUTOR

Juan Pablo Rioja Alberca

RECUENTO DE PALABRAS

30799 Words

RECUENTO DE CARACTERES

149196 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

146 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.8MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 15, 2023 12:04 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 15, 2023 12:06 PM GMT-5**● 8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 10 de julio del año 2023, siendo las 17:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Secretario: Dr. Ricardo Angel Shimabuku Ysa

Vocal: José Luis Piedra Tineo

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA, EN LA EMPRESA MESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.", presentado por los Bachilleres **Juan Pablo Rioja Alberca y Luis Miguel Vásquez Vásquez**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|-------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (6) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	2
1.1.1. Internacionales	2
1.1.2. Nacionales.....	3
1.1.3. Locales	4
1.2. Realidad problemática	5
1.3. Formulación del problema	7
1.4. Formulación de hipótesis	7
1.5. Justificaciones	7
1.5.1. Justificación tecnológica	7
1.5.2. Justificación económica.....	7
1.5.3. Justificación ambiental	7
1.5.4. Justificación social.....	8
1.6. Objetivos	8
1.6.1. Objetivos generales.....	8
1.6.2. Objetivos específicos.....	8
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
2.1. Objetivo de estudio	9
2.2. Ubicación	9
2.3. Población.....	10
2.3. Muestreo	10
2.4. Muestra	10
2.5. Variables de estudio.....	10
2.6. Diseño de la investigación, métodos, técnicas, procedimiento e instrumentos de recolección de datos.....	11
2.6.1. Diseño de la investigación	11
2.6.2. Métodos.....	11
2.6.3. Técnicas	12
2.6.4. Materiales	12
2.6.5. Equipos y Software	12

2.6.6. Procedimiento	13
a) Observación	15
III. RESULTADOS.....	19
3.1. Determinación de los indicadores de mantenimiento	19
3.1.1. Determinación de los indicadores de mantenimiento en el año de evaluación.....	20
3.1.2. Determinación de los indicadores de mantenimiento en el año propuesto	31
3.1.3. Comparación de indicadores entre el año evaluado y año propuesto.	42
3.2. Plan de mantenimiento preventivo.....	47
3.2.1. Elaboración de formatos de guía de rutina, mantenimiento.	47
3.2.2. Programa de mantenimiento.....	47
3.2.3. Proponer un plan de capacitación a los operadores del área de maquinaria pesada. 48	
3.3. Evaluación económica del plan de mantenimiento preventivo.....	50
3.3.1. Beneficio económico	50
3.3.2. Comparación de costo económico por medio del VAN y TIR	59
IV. DISCUSIÓN	63
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
5.1. Conclusiones	65
5.2. Recomendaciones	66
VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	67
AGRADECIMIENTO	71
DEDICATORIA	72
ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones de la maquinaria.....	10
Tabla 2 Toma de decisión según valor del VAN.....	17
Tabla 3 Criterios para la toma de decisión según valor del VAN.	18
Tabla 4 Kit de maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L.	19
Tabla 5 Horario de trabajo de la empresa Maestro Constructor S.R.L.....	20
Tabla 6 Días y horas de trabajo calendarios del año de evaluación.....	21
Tabla 7 Días festivos desde abril del 2022 hasta marzo del 2023.	22
Tabla 8 Horas efectivas de trabajo durante el año evaluado.....	22
Tabla 9 Cantidad y tiempo de paradas por mes de (MC) del año evaluado.	23
Tabla 10 Cantidad y tiempo de paradas por mes de (MP) del año evaluado.....	25
Tabla 11 Número de paradas de cada máquina del año evaluado.	26
Tabla 12 Tiempo de paradas de cada máquina del año evaluado.	27
Tabla 13 Tiempo promedio de reparación de la máquina del año evaluado.	28
Tabla 14 Cálculo del tiempo de operación para la maquinaria del año evaluado.....	29
Tabla 15 Tiempo promedio entre fallas del año evaluado.....	29
Tabla 16 Disponibilidad de la maquinaria del año evaluado.....	30
Tabla 17 Confiabilidad de la maquinaria del año evaluado.....	31
Tabla 18 Horas trabajadas de la maquinaria del año propuesto.....	32
Tabla 19 Días festivos del año 2023.....	33
Tabla 20 Días festivos año 2024.....	33
Tabla 21 Horas efectivas de trabajo durante el año propuesto.	34
Tabla 22 Cantidad y tiempo de paradas por mes del (MC) año propuesto.....	34
Tabla 23 Cantidad y tiempo de paradas por mes de (MP) del año propuesto.	36
Tabla 24 Número de paradas de MC y MP del año propuesto.	37
Tabla 25 Tiempo de paradas de MC y MP del año propuesto.....	38
Tabla 26 Tiempo promedio de reparación del año propuesto.....	38
Tabla 27 Tiempo de operación del año propuesto.	39
Tabla 28 Tiempo promedio entre fallas del año propuesto.....	40
Tabla 29 Disponibilidad de la maquinaria en el año propuesto.....	40
Tabla 30 Confiabilidad de la maquinaria del año propuesto.	41
Tabla 31 Comparación del MTTR del año evaluado y propuesto.	42
Tabla 32 Comparación del MTBF del año evaluado y propuesto.	43

Tabla 33 Comparación de la disponibilidad entre el año evaluado y propuesto.	44
Tabla 34 Comparación de la confiabilidad entre el año evaluado y propuesto.	46
Tabla 35 Comparación de indicadores de entre el año evaluado y año propuesto.	48
Tabla 36 Costo por capacitación al personal operador.	49
Tabla 37 Total de ingresos estimados de año evaluado.	51
Tabla 38 Egresos del año evaluado.	52
Tabla 39 Beneficio económico evaluado	53
Tabla 40 Total de ingresos estimados de año propuesto.	54
Tabla 41 Egresos del año propuesto.	55
Tabla 42 Beneficio económico del año propuesto.	56
Tabla 43 Beneficio económico entre el año evaluado y propuesto.	57
Tabla 44 Beneficio económico que dejaría al implementar el proyecto.	58
Tabla 45 Depreciación de bienes.	60
Tabla 46 Costo de inversión en la maquinaria.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la empresa Maestro Constructor S.R.L.	9
Figura 2 Diseño de investigación.....	11
Figura 3 Comparación de cantidad y tiempo de paradas de MC del año evaluado.	24
Figura 4 Tiempo y cantidad de paradas en porcentaje del MP del año evaluado.	26
Figura 5 Cantidad y tiempo de paradas en porcentaje del MP del año propuesto.	35
Figura 6 Cantidad y tiempo de paradas en porcentaje del MC del año propuesto.....	37
Figura 7 Comparación del (MTTR) del año evaluado y propuesto.	43
Figura 8 Comparación del (MTBF) entre el año evaluado y propuesto.	44
Figura 9 Comparación de la disponibilidad entre el año evaluado y propuesto.	45
Figura 10 Comparación de la confiabilidad entre el año evaluado y propuesto.....	46
Figura 11 Diferencia del beneficio económico entre el año evaluado y propuesto.	58
Figura 12 Comparación del VAN entre el año evaluado y propuesto.	62
Figura 13 Comparación del TIR entre el año evaluado y propuesto.	62
Figura 14 Volquete MSU -920.	136
Figura 15 Volquete M6W - 871.....	136
Figura 16 Volquete M6V - 729.....	137
Figura 17 Retroexcavadora WB93R - 5E0.	137
Figura 18 Cargador Frontal WA380 – 6.....	138
Figura 19 Programa de capacitación de mecánica básica.	140
Figura 20 Programa de capacitación de mantenimiento.	140

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo proponer un plan de mantenimiento preventivo para la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L., aplicándose un diseño de investigación no experimental, de tipo aplicada y de nivel descriptivo – comparativo, mediante datos brindados por la empresa se encontró los indicadores de mantenimiento y se elaboró el plan de mantenimiento preventivo basado en el tiempo que brinda el fabricante. En el año evaluado la empresa registraba un total de 42 paradas por mantenimiento correctivo y 37 por mantenimiento preventivo a destiempo, determinando que la disponibilidad esta entre 85% y 88% mientras que la confiabilidad esta entre 81% y 85% en el año evaluado. Al realizarse el plan de mantenimiento preventivo la disponibilidad se incrementa a un 91% y 93%, al igual que la confiabilidad sube a un 83% y 87% y el beneficio económico que se genera entre el año evaluado – propuesto es de S/ 73056.16, en el año evaluado nos arrojó un VAN de S/ 155757.50 con un TIR de 2.50 % y en el año propuesto mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo el VAN es de S/ 226479.84 con un TIR de 2.96 %.

Palabras claves

Plan de mantenimiento preventivo, maquinaria, vida útil, disponibilidad y paradas.

ABSTRACT

The objective of this investigation is to propose a preventive maintenance plan for the availability of the heavy machinery of the company Maestro Constructor S.R.L., applying a non-experimental research design, of an applied type and of a descriptive - comparative level, through data provided by the company. The maintenance indicators were found and the preventive maintenance plan based on the time provided by the manufacturer was developed. In the year evaluated, the company registered a total of 42 stops for corrective maintenance and 37 for untimely preventive maintenance, determining that the availability is between 85% and 88% while the reliability is between 81% and 85% in the year evaluated. When carrying out the preventive maintenance plan, the availability increases to 91% and 93%, as well as the reliability rises to 83% and 87% and the economic benefit that is generated between the evaluated year - proposed is S / 73056.16, in the evaluated year it gave us a NPV of S/ 155757.50 with an IRR of 2.50% and in the proposed year through the implementation of the preventive maintenance plan the NPV is S/ 226479.84 with an IRR of 2.96%.

Key words:

Preventive maintenance plan, machinery, useful life, availability and stops.

I. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento preventivo es esencial para garantizar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de la vida útil de la maquinaria pesada en un mundo globalizado, ayudando a reducir costos, mejorando la competitividad y calidad de sus productos. Así mismo Botero et al. (2010) nos dice que a nivel mundial las empresas deben cumplir con sistema de gestión de calidad en sus productos, el cual deben de certificarse con la norma ISO 9001, es indispensable que las empresas cuenten con un apropiado plan de mantenimiento que les permita conservar sus equipos, herramientas e instalaciones en las mejores condiciones de funcionamiento.

Para satisfacer lo que la norma exige, Mcleman et al. (2021) nos menciona que el 88 % utilizan el plan de mantenimiento preventivo, el 52 % mantenimiento correctivo, el 22 % utiliza mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). El 29 % de las empresas gastaron entre el 5 y 10 % de su presupuesto anual para mejorar el área de mantenimiento, contratar personal altamente capacitado que pueda planificar actividades de prevención y detección de fallas.

De esta forma, garantizan una operación óptima del proceso de producción y aseguran el éxito del Sistema de Gestión. Además, esto les permite evitar pérdidas de materias primas y tiempos de inactividad en la producción.

Es crucial comprender que implementar un plan de mantenimiento preventivo no solo nos proporciona disponibilidad de equipos, sino que también aumenta su durabilidad, lo que se traduce en una prolongación de su vida útil y en una reducción del gasto en la adquisición de nuevos equipos. Aguirre Castañeda (2021) indica que solo el 75% de las empresas formales en Perú tienen un plan de mantenimiento continuo para todas sus instalaciones y equipos, este hecho se debe a que esperamos que algo falle para tomar medidas en lugar de prevenirlo. Por lo tanto, es preocupante que no se asignen presupuestos para este servicio y todo sea correctivo.

El propósito de este proyecto es el de aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería mecánica y eléctrica. Este proyecto tiene como objetivo implementar herramientas y acciones que mejoren la disponibilidad de las maquinarias de la empresa, lo que resultará crucial para garantizar la entrega oportuna de agregados a sus clientes. Como egresados de esta carrera, creemos que tenemos las habilidades y los conocimientos necesarios para llevar a cabo este proyecto de manera efectiva.

Se ha observado que las fallas imprevistas en el conjunto de maquinarias pueden provocar retrasos en las operaciones de la empresa. Esto ha generado pérdidas significativas y

se ha identificado que la falta de planes de mantenimiento preventivo es la principal causa. Por lo tanto, se ha decidido proponer de manera inmediata un plan de mantenimiento preventivo en esta área, dada su importancia para evitar futuras pérdidas de disponibilidad.

Se determinó los indicadores de mantenimiento, la evaluación económica, la importancia de llevar a cabo revisiones diarias en la maquinaria para minimizar los costos de reparación en mantenimientos correctivos y prevenir interrupciones inesperadas. También es fundamental capacitar a los operadores para que realicen una revisión previa a la funcionalidad de la máquina, prestando atención a los niveles de aceite del motor, transmisión e hidráulico. Asimismo, es necesario inspeccionar el correcto funcionamiento de la maquinaria durante los primeros minutos de encendido.

1.1. Antecedentes

1.1.1. Internacionales

Salina y Sinchi (2020) en su trabajo tiene como objetivo principal “Propuesta de un plan de mantenimiento mediante de un análisis de criticidad de fallos para vehículos de categoría N de la prefectura del AZUAY”, y aumente la vida útil del mismo. El proceso comenzó con la búsqueda sistemática de información sobre el mantenimiento de vehículos semipesados. Luego, se recolectaron los datos históricos de mantenimiento disponibles en posesión del Gobierno Provincial de Azuay, y se estableció un formato para los vehículos semipesados, tales como volquetes, tanques, camiones lubricadores, camiones perforadores, camiones taller, cisternas, camiones compresores, camiones plataforma, grúas, tráileres y unidades médicas. Esto se logró mediante un estudio de campo, pertinente la revisión de datos físicos que la institución posee, tales como órdenes de trabajo, requerimientos de almacenamiento, registros de compra y manuales de los vehículos. Se establecieron indicadores en el plan de mantenimiento para determinar las acciones necesarias a tomar, y se codificaron por colores de acuerdo con su prioridad, siendo el rojo, el amarillo y el verde indicativos de alta, media y baja prioridad, respectivamente, al momento de efectuar la tarea de mantenimiento. Se creó una aplicación utilizando un software de libre uso, que presenta la planificación recomendada para la flota vehicular, permitiendo que las actividades de mantenimiento se hagan en menos tiempo y aumentando la vida útil del equipo, para que siempre esté disponible para su uso.

Rubio Pacheco (2019) en su investigación “Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos al servicio del municipio de Motavita.”, como objetivo principal fue desarrollar e implementar el plan de mantenimiento para la entidad pública antes mencionada. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de la situación actual de la maquinaria, evaluando su estado y desempeño durante su operación. A continuación, se realizó un análisis de la importancia de cada máquina para determinar su estado actual. A continuación, se crearon formatos pre-operativos para cada tipo de máquina y se implementó un plan de mantenimiento preventivo programado. Como resultado de estas acciones, se obtuvieron resultados concluyentes y se pudieron extraer conclusiones relevantes. Este proyecto trajo consigo un beneficio significativo al mejorar el rendimiento de las máquinas, lo que condujo a una reducción en las pérdidas de tiempo en la producción y a evitar fallas no planificadas. Después de realizar el diagnóstico, se llegó a la conclusión de que, al utilizar un sistema de información basado en Excel, es posible mantener un control detallado de la información de las máquinas y programar el mantenimiento preventivo de manera efectiva.

1.1.2. Nacionales

Benavides Vásquez (2022), en su investigación “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, Provincia de Utcubamba – Amazonas” La investigación se clasificó como aplicada y se utilizó una metodología no experimental y descriptiva, basada en datos recopilados en la empresa. A partir de estos datos, se desarrolló un plan de mantenimiento basado en los intervalos de tiempo proporcionados por el fabricante. En la empresa, se registraron un total de 56 interrupciones debido a mantenimiento correctivo y 147 interrupciones debido a mantenimiento preventivo. Estas interrupciones proporcionaron indicadores de confiabilidad que oscilaron entre el 59% y el 85%, indicadores de mantenibilidad que variaron entre 14.53 y 75.56 horas, y finalmente, indicadores de disponibilidad que se situaron entre el 57% y el 93%. Con la implementación del plan de mantenimiento propuesto, estos indicadores experimentaron mejoras considerables, con intervalos de confiabilidad que aumentaron entre el 84% y el 89%, indicadores de mantenibilidad que disminuyeron entre 10.36 y 40.50 horas, y una disponibilidad que aumentó entre el 83% y el 97%. Estas mejoras

generaron un beneficio económico al ahorrar un 68% de los costos empleados en el mantenimiento actual.

Ccoyo Castillo (2021), en su trabajo “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa Inversiones Millma Perú SAC”, la investigación está enmarcada dentro del tipo aplicado, puesto que se centra en la propuesta de un PMP. La técnica de criticidad es usada para jerarquizar la prioridad de cada máquina, y el método de evaluación financiera para evaluar la factibilidad económica del plan de mantenimiento. La tesis desarrollo un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas en un 3%, optimizar las actividades de mantenimiento y mejorar la planificación de los trabajos de mantenimiento en base al software MP versión 10. Se concluye que la propuesta permite dar los lineamientos adecuados para la gestión de mantenimiento. El análisis mostró cinco máquinas con valores de alerta, en rango de 85% a 90% de disponibilidad; tres máquinas presentan niveles altos de criticidad y se obtuvo un VAN de S/. 368,146.21, TIR de 80% y periodo de recuperación de 0.84; siendo considerado un proyecto viable económicamente. Se determinó que la propuesta es viable económicamente, además permite a la empresa disminuir gastos de un 60.23%.

1.1.3. Locales

Flores y Chuquipoma (2021) en su estudio “Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa “Servicios Generales Viviana” E.I.R.L, Distrito Huarmaca – Piura”. En el estudio de investigación, tuvo como muestra 12 maquinaria pesadas y se empleó un enfoque descriptivo simple, pre experimental, con un método cuantitativo y técnicas empíricas. La máquina MNCAT01, también conocida como Motoniveladora, registró una disponibilidad del 88.54% después de la implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP). Antes de la aplicación del PMP, la disponibilidad promedio de 7 maquinarias con nivel de criticidad era de 79.57%. Sin embargo, con la implementación del PMP, la disponibilidad aumentó a 85.53%, lo que representa un incremento de disponibilidad del 5.96%.

Revolledo Villanueva (2021), en su tesis “Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola, en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, Jaén. 2021”, La presente investigación se clasificó como descriptiva en términos de alcance y como

no experimental en términos de diseño. Se llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual de las máquinas mediante visitas a campo, entrevistas y encuestas, y se calculó la disponibilidad y confiabilidad a través del historial de fallas proporcionado por la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C. Como resultado, se propuso un plan de mantenimiento preventivo que se enfoca en los sistemas o partes principales de cada máquina. Se constató que actualmente se realiza mantenimiento correctivo en lugar de preventivo, lo que no asegura la disponibilidad, confiabilidad y cuidado de las máquinas, y existen problemas de operatividad causados por los operadores. En cuanto a la evaluación económica, se obtuvo un VAN de S/ 891,555.44, una TIR del 51% y una relación beneficio/costo de S/ 2.14. Estos resultados indican que el proyecto es ventajoso desde una perspectiva financiera.

1.2. Realidad problemática

La baja disponibilidad de las maquinarias, aparatos y equipos se debe a la falta de revisión de los mismos, sin embargo, a nivel internacional, se está avanzando en el campo del mantenimiento, utilizando técnicas predictivas como el análisis de vibración, aceite, corriente de motor, trampa de vapor, ultrasonido y termografía infrarroja para anticipar las fallas y reducir costos, riesgos ambientales y para la salud y seguridad. La literatura reporta que el mantenimiento preventivo puede mejorar la productividad en un 25%, reducir los costos de mantenimiento en un 30% y extender hasta en un 50% la vida útil de la maquinaria y equipo. En conclusión, la implementación del mantenimiento preventivo puede llevar a una disminución de los costos de mantenimiento, minimizar la generación de productos defectuosos y reducir pérdidas económicas, aumentando los indicadores de producción y optimizando los procesos. (Arroyo et al., 2022)

En nuestro país, muchas empresas invierten grandes cantidades de dinero en la adquisición de piezas, repuestos y consumibles para asegurarse de que puedan cumplir con sus planes de mantenimiento. Sin embargo, esta estrategia resulta que conlleva a que se eleven los costos operativos debido a que requiere del manejo, transporte y almacenamiento de estos materiales necesarios para el mantenimiento, a medida que los equipos e instalaciones envejecen, esta práctica se vuelve menos efectiva en la gestión del mantenimiento y puede afectar negativamente la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de los mismos (Marquez Marquez, 2013).

El mantenimiento es esencial en muchos sectores a nivel nacional, con énfasis en el sector minero, transporte y grandes industrias. El mantenimiento preventivo es crucial para garantizar una vida útil más prolongada de los equipos, la seguridad en el lugar de trabajo, la disponibilidad de maquinarias y la prevención de riesgos laborales por fallos no deseados. En nuestro departamento de Cajamarca el sector minero ha demostrado el mayor compromiso con el mantenimiento para maximizar la productividad y evitar intervenciones negativas como el de abastecerse con repuestos innecesarios y contar con personal calificado. Sin embargo, en otras áreas, el mantenimiento no se valora de igual manera debido a la falta de conciencia acerca de sus beneficios en términos de productividad, seguridad y reducción de costos.

La empresa Maestro Constructor S.R.L., se encarga de la venta de materiales de construcción, donde se ha adquirido un kit de maquinaria pesada como retroexcavadora, cargador frontal y tres volquetes, con la intención de incursionar en la extracción y distribución de agregados. Asimismo, la empresa realiza un mantenimiento preventivo a destiempo lo que hace que disminuya la disponibilidad de la maquinaria, para garantizar una mayor disponibilidad se elaboró un programa de mantenimiento preventivo de acorde al tiempo que estima el fabricante y con ello evitar imprevistos en la producción y distribución de agregados.

Al realizar la verificación del estado actual de la maquinaria se encontró que existía un mantenimiento preventivo deficiente porque es tomado a destiempo, lo que conllevaba a un mayor número de mantenimiento correctivos, para mejorar la disponibilidad se elaboró un plan de mantenimiento preventivo mediante un estudio y análisis de los manuales brindado por el fabricante, más información brindada por los trabajadores, con lo que se elaboró programa de mantenimiento diario y programa de mantenimiento preventivo.

Teniendo en cuenta la carencia del cumplimiento del mantenimiento preventivo en cuanto a tiempos, a futuro existirán deficiencias en la máquina, como desgastes prematuros en sus diferentes sistema y componentes, los que conllevarán a disminuir posteriormente su disponibilidad, mediante la realización del plan de mantenimiento preventivo se logra disminuir las fallas que están dentro del plan de mantenimiento, evitando paradas imprevistas y reparaciones que generen pérdidas económicas para la empresa y así cumplir con las actividades o tareas programadas en dicha empresa,

también se pretende lograr que la maquinaria tenga operatividad, larga vida útil con la finalidad de recuperar la inversión y tener clientes satisfechos.

1.3. Formulación del problema

¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento preventivo permite mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa Maestro Constructor S.R.L.?

1.4. Formulación de hipótesis

La implementación de una propuesta del plan de mantenimiento preventivo garantizará la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Maestro Constructor S.R.L.

1.5. Justificaciones

1.5.1. Justificación tecnológica

La investigación tiene una fuerte justificación tecnológica, ya que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo garantiza a la empresa el beneficio de contar con sus maquinarias disponibles, en perfecto funcionamiento, sin interrupciones repentinas debido a fallas, evitando mantenimientos correctivos. Este plan también contribuye a mejorar el estatus tecnológico de la empresa, manteniendo sus equipos en óptimas condiciones.

1.5.2. Justificación económica

Implementar un plan de mantenimiento preventivo en el sector privado es rentable a largo plazo, la inversión inicial es alta, pero ahorra en costos operativos y de mantenimiento correctivo. Se optimiza el uso del dinero y se genera un gasto menor en comparación con el mantenimiento correctivo. Esto reduce los gastos por fallas inesperadas y prolonga la vida útil de los equipos, a la vez que brinda oportunidades de trabajo a los técnicos mecánicos.

1.5.3. Justificación ambiental

Esta investigación sirve para tener un plan de mantenimiento de prevención de la maquinaria, obtener información acerca del estado y mantenimiento, la cual ayudará a reducir las emisiones de gases, por lo tanto, a futuro mejorará y brindará un oxígeno de calidad a los pobladores de la ciudad de Jaén, también permitiendo armar todo un protocolo para los residuos sólidos provenientes de los mantenimientos preventivos y correctivos de la maquinaria pesada de la empresa.

1.5.4. *Justificación social*

El estudio generará una mejor calidad de vida en esta localidad de Jaén, y provincias cercanas, llegando con eficiencia, sin ningún retraso en sus respectivos pedidos de agregados, dándole a la empresa mayor aceptación y confiabilidad por parte de sus clientes.

1.6. *Objetivos*

1.6.1. *Objetivos generales*

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para la disponibilidad de la maquinaria pesada, en la empresa Maestro Constructor S.R.L.

1.6.2. *Objetivos específicos*

- Determinar los indicadores de mantenimiento de la empresa Maestro Constructor S.R.L.
- Elaborar programa de mantenimiento para el aumento de la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L.
- Evaluar económicamente el plan de mantenimiento preventivo y obtener su beneficio mediante el VAN y TIR.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Objetivo de estudio

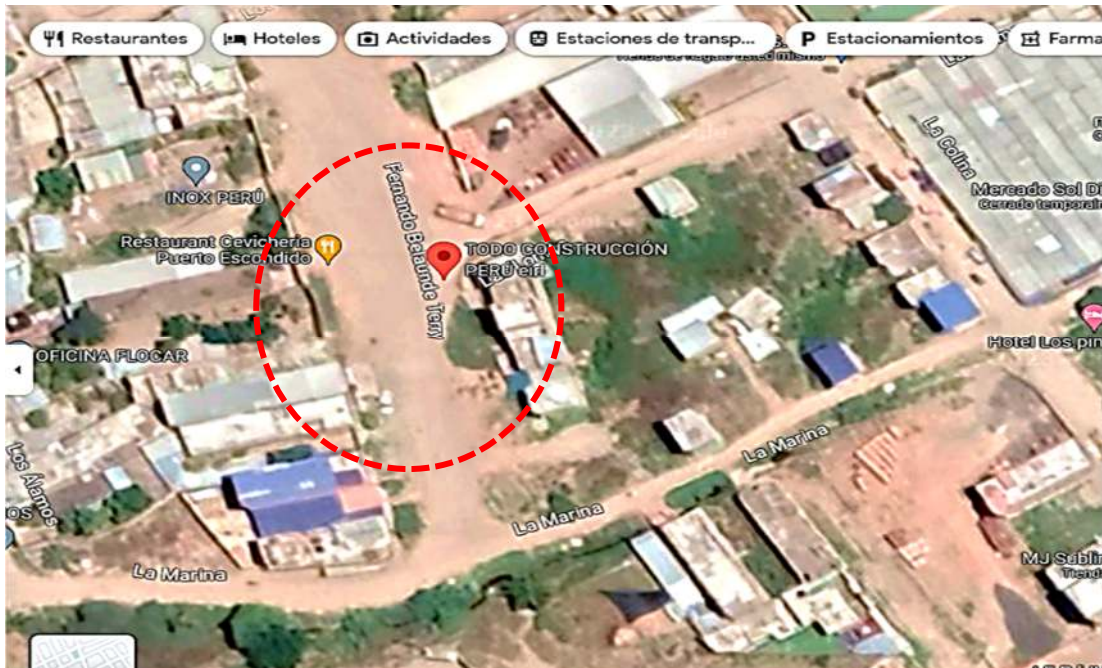
El objetivo de esta investigación fue realizar el estudio de la maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L y aumentar su disponibilidad por medio de un plan de mantenimiento preventivo. Dedicada al comercio de materiales de construcción, la extracción y distribución de agregados.

2.2. Ubicación

La empresa Maestro Constructor S.R.L., está ubicada en la calle Mariano Melgar y las Lomas, distrito y provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.

Figura 1

Ubicación de la empresa Maestro Constructor S.R.L.



Nota. La figura muestra el punto donde se encuentra ubicada la empresa en la ciudad de Jaén – departamento de Cajamarca. Fuente: Google Maps (2023).

2.3. Población

Está conformada por los cinco equipos que es el total de toda la maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

Tabla 1

Especificaciones de la maquinaria

Equipo	Modelo / Placa	Marca
Cargador frontal	WA380 -6	komatzu
Retroexcavadora	WB93R-5E0	komatzu
Volquete (4 cubos)	M6W-871	Hino
Volquete (10 cubos)	MSV-729	Hino
Volquete (10 cubos)	MSU-920	Hino

Nota. Marca, placa y modelo de la maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L. (2022).

2.3. Muestreo

En este estudio, se optó por utilizar un método de muestreo no probabilístico basado en el criterio del investigador y la disponibilidad de la población en un momento determinado. Se procedió a seleccionar muestras a toda la población especificada en el periodo abril 2022 hasta marzo 2023, lo que nos permitió obtener información relevante y precisa para el análisis de nuestra investigación.

2.4. Muestra

- Las cinco máquinas de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

2.5. Variables de estudio

- Variables independientes: Propuesta de plan de mantenimiento preventivo.
- Variable dependiente: Disponibilidad de la maquinaria pesada.

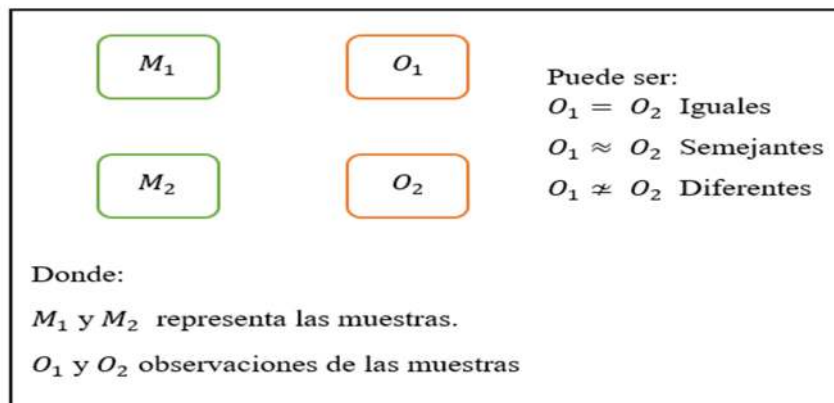
2.6. Diseño de la investigación, métodos, técnicas, procedimiento e instrumentos de recolección de datos

2.6.1. Diseño de la investigación

El presente estudio es de tipo aplicada, con un diseño de investigación no experimental, puesto que no existe alteración de las variables independientes. De nivel descriptiva – comparativa lo que nos permite establecer diferencias entre dos situaciones (Mejía et al., 2014).

Figura 2

Diseño de investigación.



Nota. La figura muestra el diseño de investigación no experimental, de nivel descriptiva – comparativa, adaptado de Mejía et al.(2014).

A su vez esta investigación es descriptiva, porque nos permite describir la existencia de determinados acontecimientos, siendo a su misma vez documentales ya que, según Escudero y Cortez (2018) menciona que se “apoya de la recopilación y análisis de documentos” pág. 20. En este caso los documentos e información son brindados por la empresa o fabricante y por el tipo de datos y análisis es cualitativa la cual es “basada en las observaciones de las conductas para su posterior interpretación teniendo como propósito, la descripción de cualidades de hecho o fenómeno” pág. 22.

2.6.2. Métodos

Se utilizó el método cuantitativo en este estudio porque permite la recolección de datos y medición de resultados. Este método permite medir los fenómenos, probar hipótesis y teorías, y controlar los fenómenos en cuestión, en este caso, para determinar los elementos críticos o fallos de la maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L. (Hernández Sampieri, 2014).

2.6.3. Técnicas

En este estudio se emplearon dos técnicas para la recolección de datos, en los cuales se definieron sus correspondientes herramientas de medición:

2.6.3.1. Observación.

Se usó esta técnica para determinar la cantidad de maquinaria y evaluar su condición actual, incluyendo las características técnicas clave necesarias para la elaboración del plan de mantenimiento propuesto.

2.6.3.2. Documental.

El objetivo de esta técnica es conocer y describir los sucesos para colocarlos en un documento que nos permita revelar y comprender la recopilación de información. Escudero y Cortez (2018)

Esta técnica se utilizó en la revisión de los manuales brindados por el fabricante, la extracción de la información como el número de fallas, para posteriormente poder elaborar dicho proyecto de investigación.

2.6.4. Materiales

2.6.4.1. Materiales de campo y oficina

- Equipos de protección personal (EPP): Para poder realizar salidas a campo con la finalidad de reducir riesgos.
- Cuaderno de apuntes: Se utilizó material para recolectar datos e información del estado que se encuentra la maquinaria.
- Internet: Se empleó internet para obtener información como: revistas, papers, tesis, geolocalización, etc. Permitiendo contraer información para el desarrollo del plan preventivo para la empresa Maestro Constructor S.R.L.

2.6.5. Equipos y Software

2.6.5.1. Horómetro.

Sanchez (2012), señala que un horómetro es un dispositivo que registra la cantidad de horas que ha funcionado un motor o un equipo, generalmente eléctrico o mecánico, desde la última vez que se introdujo el artilugio.

Para dicho estudio el horómetro es de suma importancia, ya que nos registra las horas de trabajo con la cual se podrá realizar el mantenimiento preventivo, por lo cual se dispuso su uso en cada maquinaria para saber cuántas horas de trabajo tiene.

2.6.5.2. Celular.

Se hizo uso de celular para la toma de imágenes fotográficas como: imágenes del estado actual de las máquinas.

2.6.5.3. Laptop

Una de los equipos de suma importancia, el cual nos permitió el desarrollo del estudio.

2.6.5.4. Impresora

Se hizo uso de este equipo para sacar copia a los manuales, impresión de papers, escaneo de documentos, etc.

2.6.5.5. Software

a) Microsoft Excel 2016

Quintanar Braojos (2014), menciona que; Excel es una aplicación que accede a realizar tareas con dígitos coordinados mediante una matriz. Es una hoja de cálculo electrónica, es ineludible y utilizada universalmente, que se caracteriza por ser un programa de PC formado por segmentos, columnas y celdas.

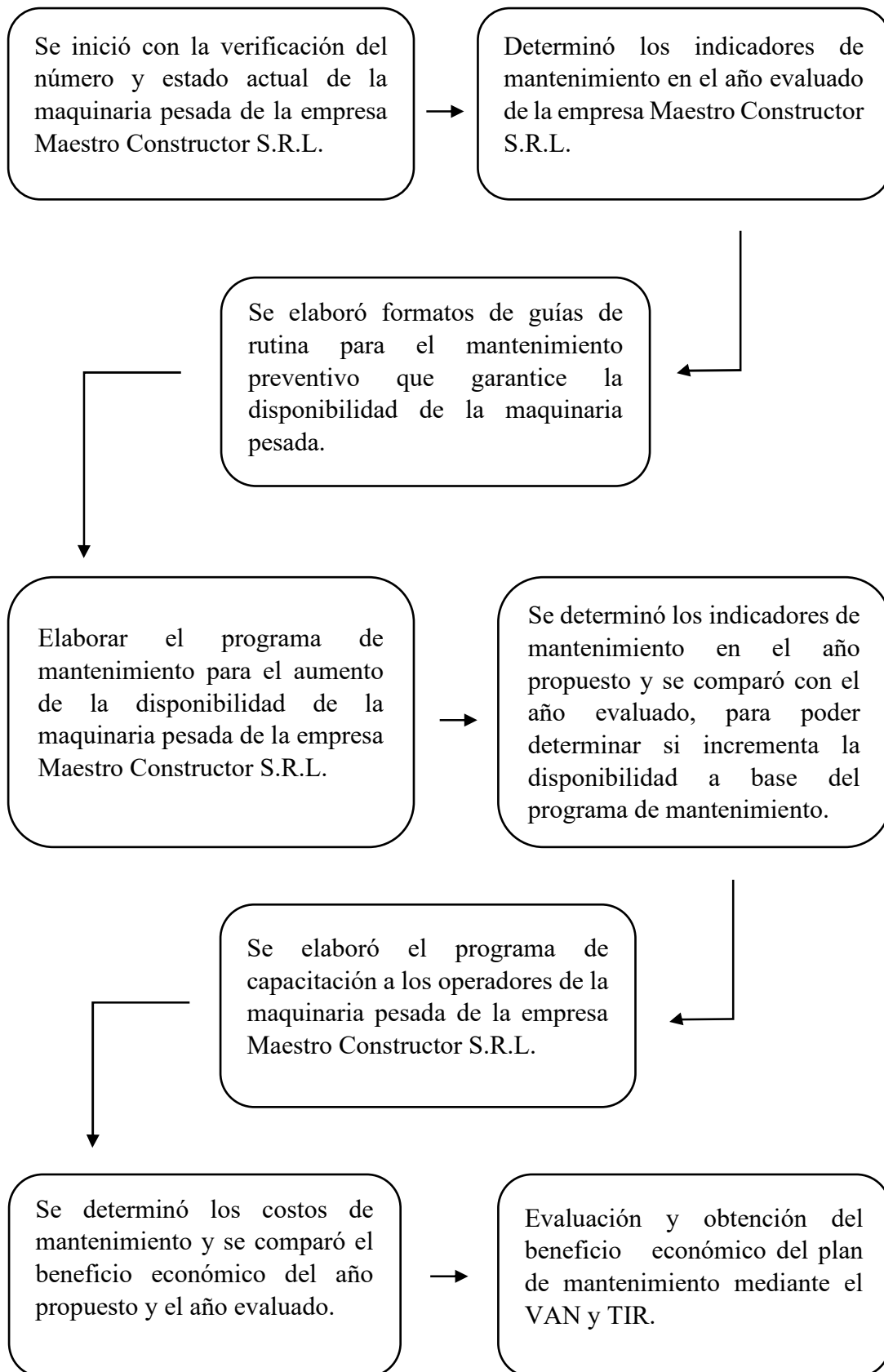
Donde, ayudará en la elaboración de los formatos de guías de rutina, checks list, programas de mantenimiento y codificación de maquinaria.

b) Microsoft Word 2016

Es un software que permitió la elaboración en su totalidad del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

2.6.6. Procedimiento

Para desarrollar el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada en la empresa Maestro Constructor S.R.L. se estableció el año evaluación desde abril 2022 hasta marzo 2023 y el año propuesto desde mayo 2023 hasta abril 2024, el cual se desarrolló mediante los siguientes procesos.



2.6.6.1. Verificación del estado actual de la maquinaria.

El diagnóstico es uno de los pasos principales que se debe realizar, recaudando información diaria y detallada de cada una de las máquinas, para determinar si están en condiciones para ser operadas, dichas actividades serán realizadas para conductor u operador. La empresa cuenta con un programa de mantenimiento a destiempo, por lo que esta propuesta que estamos estableciendo será de gran ayuda en el sector de mantenimiento de la maquinaria.

Mediante el diagnóstico situacional recaudado de la maquinaria de la empresa Maestro Constructor S.R.L. se logra definir la disponibilidad con la que cuenta, para ello depende del correcto llenado del check list, porque una máquina con averías no puede ser operada y por lo tanto no cumplirá su misión diaria lo cual generaría retrasos en las actividades de la empresa. El método que ayuda a verificar el estado actual es:

a) Observación

Con la autorización del encargado y propietario de la organización, se permitió realizar exámenes de campo y tomar pruebas visuales de los estados exteriores de cada máquina.

Mediante este medio se logró verificar el estado en que se encuentra y los trabajos a los que se dedican diariamente.

2.6.6.2. Parámetros de mantenimiento y determinación de la disponibilidad de la maquinaria.

López Telenchana (2017), nos dice en su libro que: “para garantizar un buen desempeño de las funciones de los equipos es necesario medir de forma simple sus características esenciales a través de los siguientes parámetros: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad”.

a) Confiabilidad

Se define como la posibilidad de que un objeto o sistema funcione correctamente durante una duración específica bajo condiciones normales. El Tiempo Medio de Fallas es una medida clave de la confiabilidad, que mide

la cantidad de tiempo que transcurre entre cada falla en el sistema en cuestión (López Telenchana ,2017).

b) Mantenibilidad

Se refiere a la posibilidad de reparar un objeto o sistema dentro de un tiempo específico y siguiendo los procedimientos establecidos para tal fin. Su parámetro principal es el tiempo promedio fuera de servicio (López Telenchana ,2017).

c) Disponibilidad

Según López Telenchana (2017), se refiere al período de tiempo que un objeto o sistema puede funcionar de manera productiva bajo ciertas condiciones determinadas. Es un parámetro crítico dentro de un sistema productivo, ya que la planificación de las demás actividades de la organización depende en gran medida de este parámetro (p.15).

2.6.6.3. Elaboración de formatos de guía de rutina, mantenimiento.

Con ayuda de información recopilada en el primer paso, los manuales de operación de las maquinas se realizó la elaboración formatos de guías de rutina diaria, que son esenciales para el mantenimiento de la maquinaria pesada. Estos formatos son claros y concisos, detallando los procedimientos que se deben seguir en cada actividad de mantenimiento.

Debe ser realizada por cada operador ya que es la persona que proporciona los primeros auxilios a la maquinaria, También es importante establecer fechas límites para las actividades de mantenimiento y llevar un registro detallado de las acciones realizadas en cada máquina. Esto permitirá identificar patrones y tendencias en el comportamiento de la maquinaria, tomar medidas oportunas, contribuir a reducir costos por reparaciones y minimizar el tiempo de inactividad.

2.6.6.4. Valor actual neto (VAN).

El Valor Actual Neto (VAN), también llamado Valor Presente Neto (VPN), representa el valor monetario obtenido al restar la inversión inicial de la suma de los flujos descontados. Se determina con la Ecuación 1 (Fajardo et al., 2019).

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^N \frac{FNE_1}{(1+t)^i} \quad (1)$$

Donde:

I₀: Inversión inicial

FNE₁: Flujos futuros

T: Tasa de descuento

Es fundamental tener en consideración los siguientes aspectos al realizar este cálculo: Cuando se realiza el cálculo para equiparar el valor del dinero en el presente y en el futuro, se emplea una tasa de interés o crecimiento "i". Por otro lado, si se desea traer cantidades futuras al presente, se utiliza una tasa de descuento "t" y se les denomina "flujos descontados" a los flujos obtenidos. Tanto la tasa de interés como la tasa de descuento son la tasa mínima aceptable de rendimiento, conocida como TMAR, y su valor es determinado por el evaluador (Fajardo et al., 2019).

Tabla 2

Toma de decisión según valor del VAN.

Van	Decisión
Mayor a "0"	Aceptar el proyecto
Menos a "0"	Rechazar el Proyecto
Igual a "0"	criterio del analista

Nota. Adaptado de criterios de decisión a aplicar de Fajardo et al. (2019).

2.6.6.5. Tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) en un proyecto es la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de beneficios positivos del proyecto

al valor presente de los flujos de inversión negativos. La TIR se calcula utilizando la Ecuación 2. (Fernández, 2007)

$$TIR = \sum_{n=1}^n \frac{Rn}{(1+TIR)^n} \quad 2$$

Donde:

TIR: Tasa interna de retorno

Rn: Flujo de efectivo anual

Io: Inversión inicial

Se necesitan criterios para determinar si el valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR) es aprovechable, considerando K como el rendimiento mínimo requerido para cubrir los costos financieros de todas las fuentes de financiamiento, sin importar su origen (Fernández, 2007).

Tabla 3

Criterios para la toma de decisión según valor del VAN.

Valor TIR	Resultado VAN	Decisión
Mayor a K	Mayor a cero	Aceptar el proyecto
Menor a K	Menor a cero	Rechazar el Proyecto
Igual a K	Igual a cero	Rechazar el Proyecto

Nota. Adaptado de toma de decisión TIR de Fernández Espinoza (2007).

III. RESULTADOS

3.1. Determinación de los indicadores de mantenimiento

Para encontrar los indicadores de mantenimiento se inició con el reconocimiento del número total de la maquinaria y su diagnóstico, recaudándose información diaria, detallada de cada una de las máquinas de la empresa Maestro Constructor S.R.L., la cual cuenta con programa de mantenimiento que no es efectuado a tiempo, siendo esto uno de los principales problemas que hace disminuir la disponibilidad y confiabilidad.

La empresa Maestro Constructor S.R.L. cuenta con un conjunto de maquinarias y vehículos de carga pesada que se muestra en la Tabla 1 y 4, dedicadas a la extracción, distribución de agregados en la provincia de Jaén y lugares aledaños.

Tabla 4

Kit de maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

Ítem	Máquina	Cantidad	%
1	Volquetes	3	60%
2	Cargador	1	20%
3	Retroexcavadora	1	20%
Número total de máquinas		5	100%

Nota. Datos tomados de la empresa Maestro Constructor S.R.L. (2022).

Con el diagnóstico situacional recaudado de la maquinaria de la empresa Maestro Constructor S.R.L. que se encuentran en los anexos 6 y 8, se logró encontrar cual es el porcentaje de la disponibilidad y confiabilidad en el año evaluado, pudiendo comparar con el año propuesto los que se encuentra en los anexos 19 y 21. Para determinar los indicadores correspondientes al año propuesto, se desarrolló un programa de mantenimiento meticulosamente elaborado que se encuentra en los anexos 10 al 18.

Para encontrar los indicadores de mantenimiento existe un periodo de evaluación. Según Benavides Vásquez (2022), nos dice que este elemento no es un indicador, sino un parámetro de cálculo necesario para establecer los indicadores presentados en esta investigación. En este caso, se define el tiempo de evaluación o el número de horas de trabajo de las máquinas.

La empresa Maestro Constructor S.R.L. tiene un horario de trabajo específico ya establecido, en el cual se llevan a cabo 9 horas de trabajo de lunes a viernes y 6 horas los días sábados.

Tabla 5

Horario de trabajo de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

Descripción	Duración	Cantidad
Lunes - viernes	7:00 a.m. 1:00 pm.	9 horas
	2:00 p.m. 5:00 p.m.	
Sábado	7:00 a.m. 1:00 pm.	6 horas

Nota. Datos tomados del horario de trabajo de la empresa Maestro Constructor S.R.L. (2022).

3.1.1. Determinación de los indicadores de mantenimiento en el año de evaluación

Mediante la información recaudada desde abril del 2022 hasta marzo del 2023, se logró encontrar los indicadores de mantenimiento del año evaluado de la maquinaria de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

Para poder encontrar los indicadores de mantenimiento del año evaluado se inició determinando los días calendario de cada mes desde 04/2022 hasta 03/2023.

Tabla 6*Días y horas de trabajo calendarios del año de evaluación.*

Meses	Días			Horas		
	Lunes - Viernes	Sábado	Total	Lunes - Viernes	Sábado	Total
Abril	21	5	26	189	30	219
Mayo	22	4	26	198	24	222
Junio	22	4	26	198	24	222
Julio	21	5	26	189	30	219
Agosto	22	4	26	198	24	222
Septiembre	22	4	26	198	24	222
Octubre	21	5	26	189	30	219
Noviembre	22	4	26	198	24	222
Diciembre	22	5	27	198	30	228
Enero	22	4	26	198	24	222
Febrero	20	4	24	180	24	204
Marzo	23	4	27	207	24	231
Total						2652

Nota: Cálculo de los días laborables según el calendario peruano abril 2022 / marzo 2023.

En la tabla 6, se muestra el número total de días de trabajo calendario de cada mes y horas trabajadas por mes de cada por máquina, obteniéndose un total de 2652 horas trabajadas en el año evaluado.

Para calcular las horas efectivas de trabajo, se han descontado las horas correspondientes a los días festivos, que son días no laborables según el calendario establecido en nuestro país, que la empresa Maestro Constructor S.R.L a cumplido sin trabajar.

Tabla 7*Días festivos desde abril del 2022 hasta marzo del 2023.*

Fecha	Celebración	Día	Horas no trabajadas
14-Abr	Jueves Santo	Jueves	9
15-Abr	Viernes Santo	Viernes	9
28-Jul	Fiestas patrias	Jueves	9
29-Jul	Fiestas patrias	Viernes	9
30-Ago	Santa Rosa de Lima	Martes	9
8-Oct	Combate de Angamos	Sábado	6
1-Nov	Día de todos los santos	Martes	9
8-Dic	Inmaculada Concepción	Jueves	9
Total			69

Nota: Cálculo de los días no laborables según el calendario peruano (2022).

Durante el año evaluado, se registraron un total de 69 horas no trabajadas debido a los días festivos, los cuales se detallan en la tabla 7. Para determinar el tiempo efectivo de horas trabajadas en el año evaluado, se resta las horas de los días festivos a las horas de los días calendario.

Tabla 8*Horas efectivas de trabajo durante el año evaluado.*

Descripción	Total (horas)
Horas totales	2652
Horas de feriados	69
Tiempo de evaluación	2583

Nota: Cálculo de las horas trabajadas de la maquinaria de la empresa Maestro Constructor S.R.L. abril 2022 / marzo 2023.

La tabla 8, presenta las horas efectivas de trabajo registradas durante el periodo evaluado, con un total de 2583 horas laborables.

En el año evaluado existieron paradas por mantenimiento correctivo y preventivo a destiempo. En el anexo 6, se detalla fechas, tiempo de demora y descripción de cada falla del mantenimiento correctivo, que interrumpieron la operación de las maquinas en el periodo de abril 2022 a marzo 2023.

Tabla 9

Cantidad y tiempo de paradas por mes de (MC) del año evaluado.

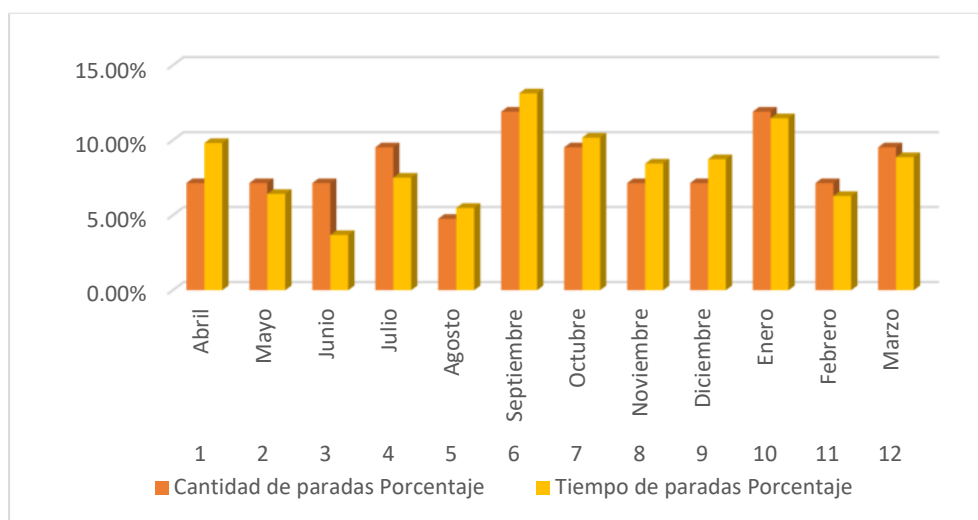
Ítem	Mes	Cantidad de paradas		Tiempo de paradas	
		Cantidad de fallas	Porcentaje	Horas	Porcentaje
1	Abril	3	7.14%	136	9.81%
2	Mayo	3	7.14%	89	6.42%
3	Junio	3	7.14%	51	3.68%
4	Julio	4	9.52%	104	7.50%
5	Agosto	2	4.76%	76	5.48%
6	Septiembre	5	11.90%	182	13.13%
7	Octubre	4	9.52%	141	10.17%
8	Noviembre	3	7.14%	117	8.44%
9	Diciembre	3	7.14%	121	8.73%
10	Enero	5	11.90%	159	11.47%
11	Febrero	3	7.14%	87	6.28%
12	Marzo	4	9.52%	123	8.87%
	Total	42	100.00%	1386	100.00%

Nota: Cálculo de cantidad y el tiempo de paradas por (MC) de la maquinaria de la empresa Maestro Constructor S.R.L durante abril 2022 / marzo 2023.

En la tabla 9, se percibe la cantidad y tiempo de paradas por mantenimiento correctivo 04/2022 hasta el 03/2023, tiempo que ha sido toma para la recolección de la información esto se muestra en el anexo 6.

Figura 3

Comparación de cantidad y tiempo de paradas de MC del año evaluado.



Nota: En la figura 3, podemos comprender que en los meses de enero y septiembre tenemos el mismo número de falla, el mes de septiembre tiene 182 horas con la mayor cantidad de paradas, mientras que en agosto es el mes con menor paradas de mantenimiento correctivo.

La segunda razón de las paradas de la maquinaria de la empresa maestro constructor S.R.L. son los mantenimientos preventivos a destiempo que fueron realizados por mecánicos de la zona, los cuales no se cumplieron de acuerdo a sus horas que nos especifica el programa de mantenimiento, ya que se prefiere priorizar la producción. En el anexo 8, se muestran las paradas por mantenimiento preventivo.

Tabla 10

Cantidad y tiempo de paradas por mes de (MP) del año evaluado.

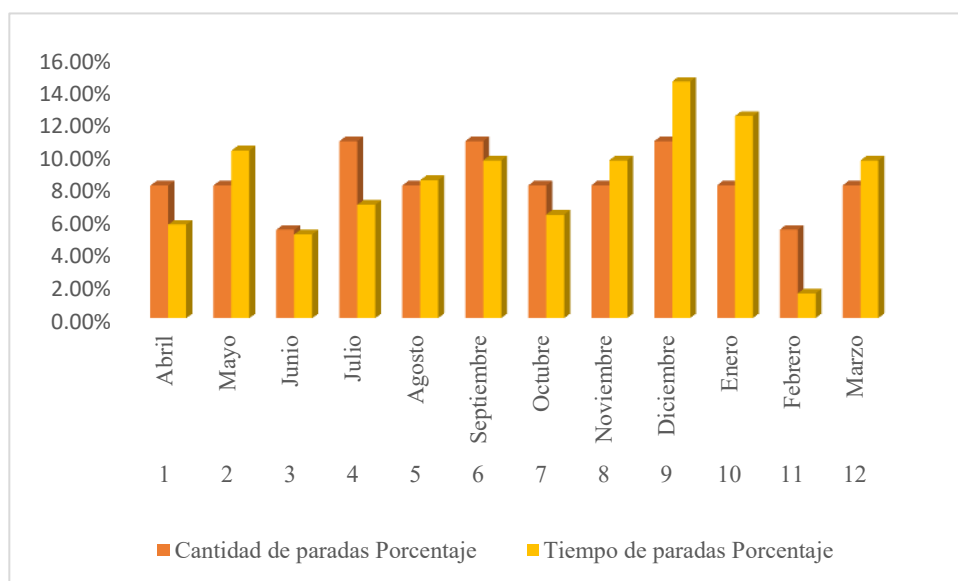
Ítem	Mes	Cantidad de paradas		Tiempo de paradas	
		Número de Paradas	Porcentaje	Horas	Porcentaje
1	Abril	3	8.11%	19	5.72%
2	Mayo	3	8.11%	34	10.24%
3	Junio	2	5.41%	17	5.12%
4	Julio	4	10.81%	23	6.93%
5	Agosto	3	8.11%	28	8.43%
6	Septiembre	4	10.81%	32	9.64%
7	Octubre	3	8.11%	21	6.33%
8	Noviembre	3	8.11%	32	9.64%
9	Diciembre	4	10.81%	48	14.46%
10	Enero	3	8.11%	41	12.35%
11	Febrero	2	5.41%	5	1.51%
12	Marzo	3	8.11%	32	9.64%
Total		37	100.00%	332	100.00%

Nota: Cálculo de cantidad y el tiempo de paradas por (MP) de la maquinaria de la empresa Maestro Constructor S.R.L durante abril 2022 / marzo 2023.

En la tabla 10, se muestra el resumen de la cantidad de paradas y tiempo de paradas de cada mes por mantenimiento preventivo fuera de tiempo, lo que nos genera un alto porcentaje de paradas ya que no se realizó un adecuado mantenimiento preventivo.

Figura 4

Tiempo y cantidad de paradas en porcentaje del MP del año evaluado.



Nota: En la figura 4, se puede observar la variación porcentual de las paradas de mantenimiento preventivo (MP) en cada mes en comparación con el tiempo total de paradas.

Para determinar los indicadores del año evaluado se encontró el número total de paradas y el tiempo de paradas por mantenimiento preventivo y correctivo que tuvo la empresa Maestro Constructor S.R.L.

Tabla 11

Número de paradas de cada máquina del año evaluado.

N° Paradas		MC	MP	TOTAL
Volquete	M6W-871	7	7	14
Volquete	MSV-729	8	8	16
Volquete	MSU-920	9	7	16
Cargador frontal	WA380 -6	8	7	15
Retroexcavadora	WB93R-5E0	10	8	18
Total		42	37	79

Nota: La tabla 11, nos muestra la suma del número de paradas de mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo teniendo un total 79.

Tabla 12*Tiempo de paradas de cada máquina del año evaluado.*

Tiempo Paradas (horas)		MC	MP	TOTAL
Volquete	M6W-871	239	66	305
Volquete	MSV-729	284	64	348
Volquete	MSU-920	305	62	367
Cargador frontal	WA380 -6	264	75	339
Retroexcavadora	WB93R-5E0	294	65	359
Total		1386	332	1718

Nota: La tabla 12, nos muestra la suma de horas de paradas de mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

Para encontrar la disponibilidad y la confiabilidad de la maquinaria pesada es necesario primero encontrar el tiempo promedio de reparación (MTTR) y el tiempo promedio entre fallas (MTBF).

3.1.1.1. Tiempo promedio de reparación (MTTR).

La mantenibilidad (M) es un término que se refiere a la velocidad o prontitud con la que una máquina puede ser restablecida o reincorporada a sus actividades habituales después de experimentar una falla. Según Montilla (2016), existen dos definiciones con distintos niveles de detalle, pero que describen la misma situación. La mantenibilidad se evalúa mediante el Tiempo Promedio Para Reparar la maquinaria. Se determina con la Ecuación 3 (Montilla, 2016).

$$MTTR = \frac{TP}{NP} \quad (3)$$

MTTR: Tiempo promedio de reparación de la maquinaria.

TP: Tiempo de paradas

NP: Número de paradas

Tabla 13

Tiempo promedio de reparación de la máquina del año evaluado.

Ítem	Descripción	Placa	Tiempo detenido	Total, de paradas	MTTR (horas)
1	Volquete	M6W-871	305	14	21.79
2	Volquete	MSV-729	348	16	21.75
3	Volquete	MSU-920	367	16	22.94
5	Cargador frontal	WA380 -6	339	15	22.60
6	Retroexcavadora	WB93R-5E0	359	18	19.94

Nota: Cálculo del (MTTR) de la maquinaria en el año evaluado de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

La tabla 13, nos muestra el tiempo promedio de reparación de cada máquina, teniendo el menor MTTR de reparación la retroexcavadora modelo WB93R-5E0 con 19.94 horas y el mayor tiempo promedio el volquete de placa MSU-920 con un total de 22.94.

3.1.1.2. Tiempo promedio entre fallas (MTBF)

El tiempo promedio de entre fallas MTBF según Montilla (2016) se determina con la Ecuación 4.

$$MTBF = \frac{TO}{NP} \quad (4)$$

TO = Tiempo de operación

NP = Número de paradas

Para poder encontrar MTBF es necesario encontrar el tiempo de operación (TO).

a) Tiempo de operación (TO)

El tiempo de operación es igual al tiempo de evaluación menos el tiempo de horas perdidas entre mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

Tabla 14*Cálculo del tiempo de operación para la maquinaria del año evaluado.*

Descripción	Placa	Tiempo de evaluación (horas)	Tiempo detenido (horas)	TO (horas)
Volquete	M6W-871	2583	305	2278
Volquete	MSV-729	2583	348	2235
Volquete	MSU-920	2583	367	2216
Cargador frontal	WA380 -6	2583	339	2244
Retroexcavadora	WB93R-5E0	2583	359	2224

Nota: Cálculo del (TO) de la maquinaria en el año evaluado de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

En los resultados de la tabla 14, se muestra que el volquete con placa M6W-871 cuenta con un total de 2278 horas obteniendo el mayor número de horas y el volquete con placa MSU-920 tiene menos horas de trabajo con un total de 2216.

Tabla 15*Tiempo promedio entre fallas del año evaluado.*

Descripción	Placa	t	NP	TO	MTBF
Volquete	M6W-871	2583	14	2278	162.71
Volquete	MSV-729	2583	16	2235	139.69
Volquete	MSU-920	2583	16	2216	138.50
Cargador frontal	WA380 -6	2583	15	2244	149.60
Retroexcavadora	WB93R-5E0	2583	18	2224	123.56

En la tabla 15, tenemos como resultado el tiempo promedio entre fallas, encontrando con el valor más mínimo a la retroexcavadora modelo WB93R-R de 123.56 y el valor máximo al volquete con placa M6W-871 con 162.71.

3.1.1.3. Disponibilidad.

Según González Fernández (2005), la disponibilidad se define como la probabilidad de garantizar un servicio necesario a lo largo del tiempo. Sin embargo, es importante considerar si se tiene en cuenta o no el mantenimiento preventivo, es decir, las interrupciones programadas para dicho mantenimiento. La disponibilidad se calcula utilizando la Ecuación 5.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \quad (5)$$

MTBF = Tiempo medio entre fallas

MTTR = Tiempo promedio en reparación de máquina.

Tabla 16

Disponibilidad de la maquinaria del año evaluado.

Descripción	Placa	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Volquete	M6W-871	162.71	21.79	88.19%
Volquete	MSV-729	139.69	21.75	86.53%
Volquete	MSU-920	138.50	22.94	85.79%
Cargador frontal	WA380 -6	149.60	24.60	85.88%
Retroexcavadora	WB93R-5E0	123.56	19.94	86.10%

Nota: En la tabla 16, nos muestra los valores de la disponibilidad de las cinco máquinas encontrando al volquete de placa M6W-871 con el mayor valor con 88.19%, por lo tanto, sería el equipo más disponible en el periodo de evaluación, y la maquina menor disponible sería el volquete de placa MSU-920 con 85.79%.

3.1.1.4. Confiabilidad

Según Zegarra Ventura (2015), la confiabilidad es un indicador de que un equipo no falle durante su operación. Se evalúa por intermedio del Tiempo Promedio Entre Fallas, se calcula utilizando la Ecuación 6.

$$R_{(t)} = e^{-\frac{t}{100 \cdot MTBF}} \quad (6)$$

$R_{(t)}$: Confiabilidad %

t : Tiempo de paradas

$MTBF$: Tiempo promedio en reparación de máquinas

Tabla 17

Confiabilidad de la maquinaria del año evaluado.

Descripción	Placa	t	NP	TO	MTBF	Confiabilidad
Volquete	M6W-871	2583	14	2278	162.71	85.32%
Volquete	MSV-729	2583	16	2235	139.69	83.12%
Volquete	MSU-920	2583	16	2216	138.50	82.99%
Cargador frontal	WA380 -6	2583	15	2244	149.60	84.14%
Retroexcavadora	WB93R-5E0	2583	18	2224	123.56	81.13%

Nota: La tabla 17, nos muestra los valores de la Confiabilidad de las cinco máquinas, encontrando al volquete de placa M6W-871 con el mayor valor con un 85.32%, por lo tanto, sería el equipo más confiable en el periodo de evaluación, y la maquina menor confiable sería la retroexcavadora modelo WB93R-5E0 con 81.13%.

3.1.2. Determinación de los indicadores de mantenimiento en el año propuesto

Para establecer los indicadores del año propuesto, se desarrolló un programa de mantenimiento que considera el número y la duración de las actividades de mantenimiento preventivo. El periodo de evaluación para estos indicadores abarca desde mayo de 2023 hasta abril de 2024, manteniendo el mismo horario de trabajo establecido en la tabla 5.

Para poder encontrar los indicadores de mantenimiento del año propuesto se inició determinando los días calendario de cada mes desde 05/2023 hasta 04/2024.

Tabla 18

Horas trabajadas de la maquinaria del año propuesto.

Meses	Días			Horas		
	Lunes - Viernes	Sábado	Total	Lunes - Viernes	Sábado	Total
Mayo	23	4	27	207	24	231
Junio	22	4	26	198	24	222
Julio	21	5	26	189	30	219
Agosto	23	4	27	207	24	231
Septiembre	21	5	26	189	30	219
Octubre	22	4	26	198	24	222
Noviembre	22	4	26	198	24	222
Diciembre	21	5	26	189	30	219
Enero	23	4	27	207	24	231
Febrero	21	4	25	189	24	213
Marzo	21	5	26	189	30	219
Abril	22	4	26	198	24	222
Total						2670

Nota: Cálculo de los días laborables según el calendario peruano entre mayo 2023 / abril 2024.

En la tabla 18, nos muestra el total de días calendarios de la fecha proyectada, teniendo un total de 2670 horas.

Para calcular las horas efectivas de trabajo, se han descontado las horas correspondientes a los días festivos, que son días no laborables según el calendario establecido en nuestro país, que la empresa Maestro Constructor S.R.L. debe cumplir sin trabajar.

Tabla 19*Días festivos del año 2023.*

Fecha	Celebración	Día	Horas no trabajadas
1-May	Día del trabajo	Lunes	9
28-Jul	Día de la independencia	Viernes	9
29-Jul	Día de la independencia	Sábado	6
30-Ago	Festividad de Santa rosa de Lima	Miércoles	9
1-Nov	Día de todos los santos	Miércoles	9
8-Dic	Día de la Inmaculada Concepción	Viernes	9
25-Dic	Navidad	Lunes	9
Total			51

Nota: En los resultados de la tabla 19, se muestra que el total de días festivos en el año 2023 son un total de 51 horas no laborables.

Tabla 20*Días festivos año 2024.*

Fecha	Celebración	Día	Horas no trabajadas
1-Ene	Año Nuevo	Lunes	9
28-Mar	Jueves Santo	Jueves	9
29-Set	Viernes Santo	Viernes	9
Total			27

Nota: En los resultados de la tabla 20, se muestra que el total de días festivos en el año 2024 son un total de 27 horas no laborables.

Tenemos que el total de horas no trabajadas por los días festivos en el periodo propuesto es de 78 horas que es la suma total de las tablas 19 y 20. El tiempo efectivo trabajo del año propuesto es igual al total de horas calendario menos la hora de los días festivos.

Tabla 21*Horas efectivas de trabajo durante el año propuesto.*

Descripción	Total (horas)
Horas totales	2670
Horas de feriados	78
Tiempo de evaluación	2592

Nota: En la tabla 21, se reflejan las horas de trabajo efectivas durante el año propuesto, revelando un total de 2592 horas laborables.

Con la evaluación de la descripción de todas las fallas del mantenimiento correctivo que se encuentra en el anexo 10, nos ayuda determinar los porcentajes y el número de paradas en el año proyectado.

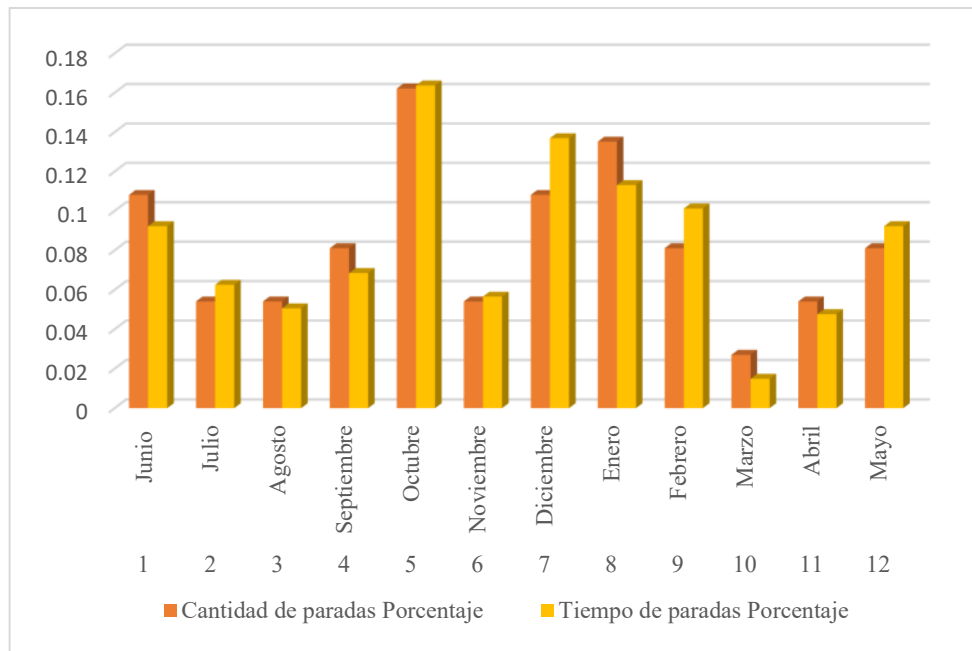
Tabla 22*Cantidad y tiempo de paradas por mes del (MC) año propuesto.*

Ítem	Mes	Cantidad de paradas		Tiempo de paradas	
		Cantidad de fallas	Porcentaje	Horas	Porcentaje
1	Junio	2	7.14%	59	8.30%
2	Julio	3	10.71%	75	10.55%
3	Agosto	1	3.57%	25	3.52%
4	Septiembre	2	7.14%	47	6.61%
5	Octubre	3	10.71%	58	8.16%
6	Noviembre	2	7.14%	52	7.31%
7	Diciembre	4	14.29%	104	14.63%
8	Enero	2	7.14%	55	7.74%
9	Febrero	3	10.71%	81	11.39%
10	Marzo	3	10.71%	86	12.10%
11	Abril	1	3.57%	28	3.94%
12	Mayo	2	7.14%	41	5.77%
Total		28	100.00%	711	100.00%

Nota. En la tabla 22, con referencia al año evaluado se puede determinar las paradas por mantenimiento correctivo por cada máquina del mes de mayo del 2023 a abril del 2024 tiempo en el que se propone mejorar la disponibilidad.

Figura 5

Cantidad y tiempo de paradas en porcentaje del MP del año propuesto.



Nota: En la figura 5, podemos comprender que en los meses de agosto y abril tienen el mismo y menor número de paradas, el mes de diciembre cuenta con el mayor número de paradas y el mayor tiempo de paradas con un total de 104 horas.

En los anexos 13 al 15, se muestra la secuencia de actividades del mantenimiento preventivo proyectado, con el propósito de optimizar el tiempo de ejecución. En el año propuesto, se prevé realizar una mayor cantidad de mantenimientos preventivos, siguiendo el cronograma establecido del programa de mantenimiento.

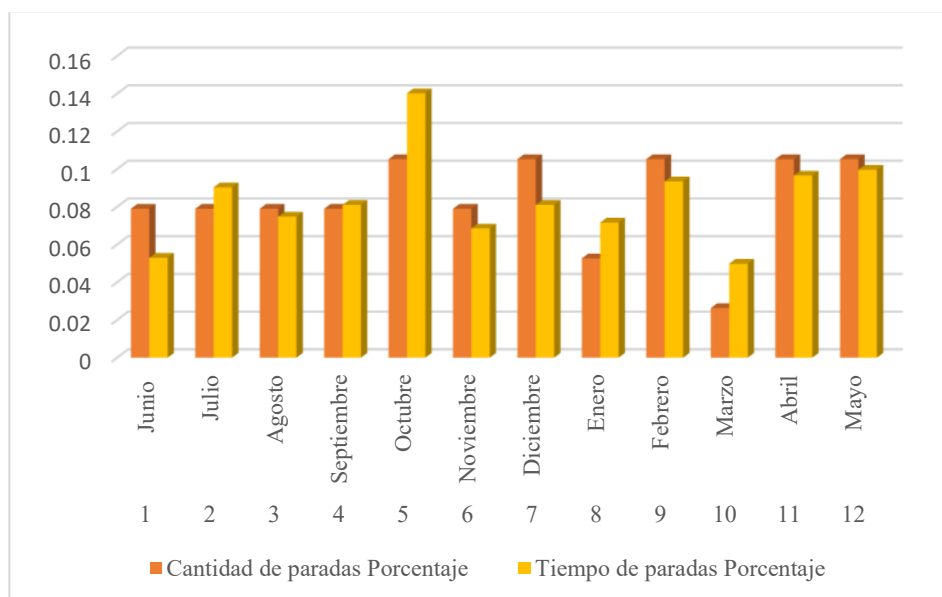
Tabla 23*Cantidad y tiempo de paradas por mes de (MP) del año propuesto.*

Ítem	Mes	Cantidad de paradas		Tiempo de paradas	
		Número de Paradas	Porcentaje	Horas	Porcentaje
1	Junio	2	4.55%	8	3.36%
2	Julio	3	6.82%	18	7.56%
3	Agosto	3	6.82%	16	6.72%
4	Septiembre	4	9.09%	16	6.72%
5	Octubre	5	11.36%	40	16.81%
6	Noviembre	4	9.09%	12	5.04%
7	Diciembre	5	11.36%	28	11.76%
8	Enero	3	6.82%	14	5.88%
9	Febrero	4	9.09%	28	11.76%
10	Marzo	5	11.36%	28	11.76%
11	Abril	4	9.09%	26	10.92%
12	Mayo	2	4.55%	4	1.68%
Total		44	100.00%	238	100.00%

En la tabla 23, con referencia al año evaluado se puede determinar las paradas por mantenimiento preventivo por cada máquina del mes de mayo del 2023 a abril del 2024 tiempo en el que se propone mejorar la disponibilidad. La figura 6, muestra la cantidad de paradas en porcentaje y el tiempo de paradas en porcentaje.

Figura 6

Cantidad y tiempo de paradas en porcentaje del MC del año propuesto.



Nota: La figura 6, muestra la cantidad de paradas en porcentaje y el tiempo de paradas en porcentaje teniendo al mes de octubre con una cantidad de 5 paradas y un total de 40 horas.

Tabla 24

Número de paradas de MC y MP del año propuesto.

Paradas		MC	MP	TOTAL
Volquete	M6W-871	5	8	13
Volquete	MSV-729	5	9	14
Volquete	MSU-920	6	8	14
Cargador frontal	WA380 -6	5	9	14
Retroexcavadora	WB93R-5E0	7	10	17
Total		28	44	72

Nota: La tabla 24, nos muestra la suma de número de paradas de mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo del año propuesto.

Tabla 25*Tiempo de paradas de MC y MP del año propuesto.*

Tiempo Paradas		MC	MP	TOTAL
Volquete	M6W-871	131	42	173
Volquete	MSV-729	126	52	178
Volquete	MSU-920	155	42	197
Cargador frontal	WA380 -6	136	50	186
Retroexcavadora	WB93R-5E0	163	52	215
Total		711	238	949

Nota: La tabla 25, nos muestra la suma de tiempo de paradas de mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo del año propuesto.

3.1.2.1. Tiempo promedio de reparación (MTTR)

Tabla 26*Tiempo promedio de reparación del año propuesto.*

Ítem	Descripción	Placa	Tiempo detenido	Total, de paradas	MTTR (horas)
1	Volquete	M6W-871	173	13	13.31
2	Volquete	MSV-729	178	14	12.71
3	Volquete	MSU-920	197	14	14.07
5	Cargador frontal	WA380 -6	186	14	13.29
6	Retroexcavadora	WB93R-5E0	215	17	12.65

Nota: La tabla 26, nos muestra el tiempo promedio de reparación de cada máquina, teniendo el menor porcentaje MTTR de reparación el volquete de placa M6W-871 con 13.31 horas y el mayor tiempo promedio el volquete de placa MSU-920 con un total de 14.07 horas.

3.1.2.2. Tiempo promedio entre fallas (MTBF).

Calculo el tiempo de operación para la maquinaria en intervalo 05/2023 -04/2024.

a)Tiempo de operación (TO)

Tabla 27

Tiempo de operación del año propuesto.

Descripción	Placa	Tiempo de evaluación (horas)	Tiempo detenido (horas)	TO (horas)
Volquete	M6W-871	2592	173	2419
Volquete	MSV-729	2592	178	2414
Volquete	MSU-920	2592	197	2395
Cargador frontal	WA380 -6	2592	186	2406
Retroexcavadora	WB93R-5E0	2592	215	2377

Nota: Como resultado tenemos que el volqué con placa M6W-871 cuenta con un total de 2419 horas obteniendo el mayor número de tiempo de operación y la Retroexcavadora de modelo WB93R-5E0 tiene menos tiempo de operación con un total de 2377 horas.

Después de haber encontrado el tiempo de operación (TO), encontramos el tiempo promedio entre fallas MTBF.

Tabla 28*Tiempo promedio entre fallas del año propuesto.*

Descripción	Placa	t	NP	TO	MTBF
Volquete	M6W-871	2592	13	2419	186.08
Volquete	MSV-729	2592	14	2414	172.43
Volquete	MSU-920	2592	14	2395	171.07
Cargador frontal	WA380 -6	2592	14	2406	171.86
Retroexcavadora	WB93R-5E0	2592	17	2377	139.82

Nota: En la tabla 28, tenemos como resultado el tiempo promedio entre fallas, encontrando con el valor mínimo a la retroexcavadora modelo WB93R-5E0 con un MTBF de 139.82 y el valor máximo al volquete placa M6W-871 con 186.08.

3.1.2.3. Disponibilidad.

La disponibilidad del año propuesto se encontró mediante aplicando la ecuación 5 en programa Excel, de la misma forma que del año evaluado.

Tabla 29*Disponibilidad de la maquinaria en el año propuesto*

Descripción	Placa	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Volquete	M6W-871	186.08	13.31	93.33%
Volquete	MSV-729	172.43	12.71	93.13%
Volquete	MSU-920	171.07	14.07	92.40%
Cargador frontal	WA380 -6	171.86	13.29	92.82%
Retroexcavadora	WB93R-5E0	139.82	12.65	91.71%

En la tabla 29, se muestra los valores de disponibilidad de las 5 máquinas, encontrando al volquete de placa M6W-871 con el mayor valor de indicador con un 93.33 %, por lo tanto, sería el equipo más disponible en el periodo de evaluación, y la maquina menor disponible seria la Retroexcavadora modelo WB93R-5E0 con 91.71 %.

3.1.2.4. Confiabilidad

La confiabilidad del año propuesto fue encontrada aplicando la Ecuación 6 en programa Excel, al igual que del año evaluado.

Tabla 30

Confiabilidad de la maquinaria del año propuesto.

Descripción	Placa	t	NP	TO	MTBF	Confiabilidad
Volquete	M6W-871	2592	13	2419	186.08	87.00%
Volquete	MSV-729	2592	14	2414	172.43	86.04%
Volquete	MSU-920	2592	14	2395	171.07	85.94%
Cargador frontal	WA380 -6	2592	14	2406	171.86	86.00%
Retroexcavadora	WB93R-5E0	2592	17	2377	139.82	83.08%

La tabla 30, nos muestra los valores de Confiabilidad de las 5 máquinas, encontrando al volquete M6W-871 con el mayor valor de este indicador con un 87.00%, por lo tanto, sería el equipo más confiable en el periodo de evaluación, y la maquina menor confiable seria la retroexcavadora WB93R-5E0 con 83.08%.

3.1.3. Comparación de indicadores entre el año evaluado y año propuesto.

La comparación de los indicadores de mantenimiento entre el año de estudio y el año propuesto nos permite evaluar el porcentaje de mejora que se obtiene mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Esta evaluación nos brinda información valiosa sobre los beneficios y resultados logrados a través de dicho plan en términos de disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria.

3.1.3.1. Comparación de tiempo promedio de reparación (MTTR) entre año evaluado y propuesto.

La tabla 31, nos permite comparar el tiempo promedio de reparación del año evaluado con respecto al año propuesto.

Tabla 31

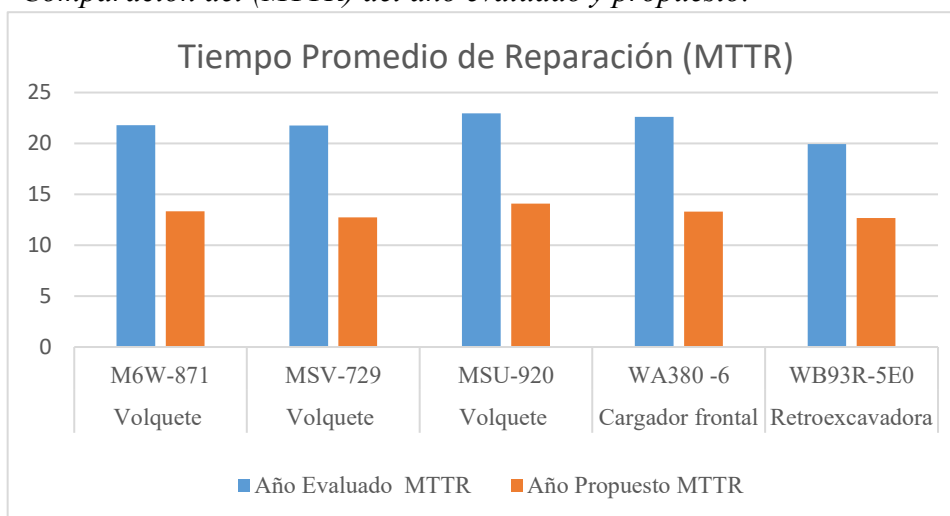
Comparación del MTTR del año evaluado y propuesto.

Descripción	Placa	Año Evaluado	Año Propuesto
		MTTR	MTTR
Volquete	M6W-871	21.79	13.31
Volquete	MSV-729	21.75	12.71
Volquete	MSU-920	22.94	14.07
Cargador frontal	WA380 -6	22.60	13.29
Retroexcavadora	WB93R-5E0	19.94	12.65

Al implementar el plan de mantenimiento se logrará disminuir el tiempo promedio de reparación, se logramos verificar que el volquete M6W-871 mejora en un 8.48 su tiempo promedio reparación y las demás maquinas también tienen una mejora y esto se logra ver en la tabla 31 y se refleja la diferencia en figura 7.

Figura 7

Comparación del (MTTR) del año evaluado y propuesto.



Nota: La figura muestra que el Tiempo Promedio de Reparación (MTTR) es menor con el programa de mantenimiento.

3.1.3.2. Comparación de tiempo promedio entre fallas (MTBF) entre año de evaluado y año propuesto.

En la tabla 32, nos permite comparar el tiempo promedio entre fallas del año evaluado con respecto al año propuesto.

Tabla 32

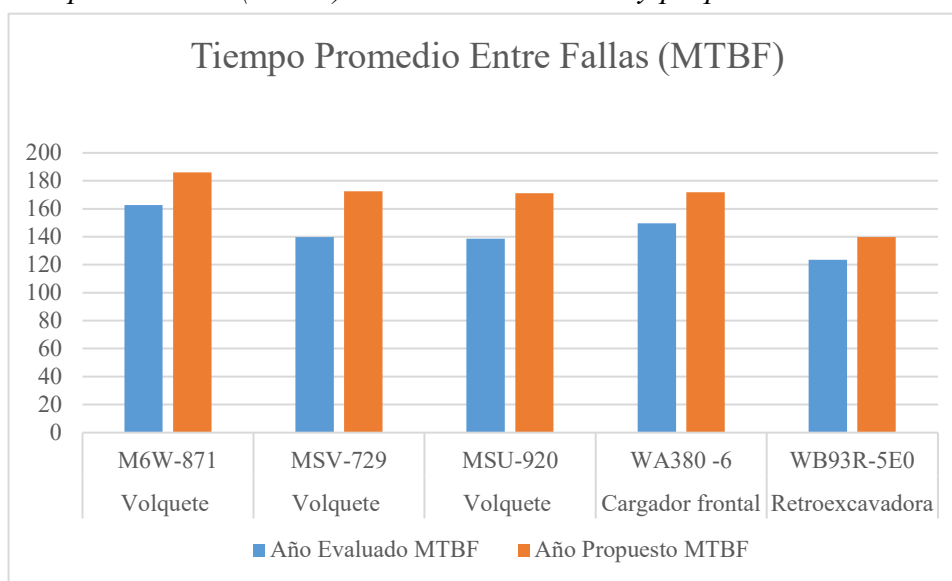
Comparación del MTBF del año evaluado y propuesto.

Descripción	Placa	Año Evaluado	Año Propuesto
		MTBF	MTBF
Volquete	M6W-871	162.71	186.08
Volquete	MSV-729	139.69	172.43
Volquete	MSU-920	138.50	171.07
Cargador frontal	WA380 -6	149.60	171.86
Retroexcavadora	WB93R-5E0	123.56	139.82

Al implementar el plan de mantenimiento se logra aumentar el tiempo promedio entre fallas, el cual se logra ver el volquete M6W-871 aumenta en un 23.37 su promedio de tiempo de reparación, las demás maquinas también tienen una mejora, esto se logra ver en la tabla 32 y se refleja la diferencia en figura 8.

Figura 8

Comparación del (MTBF) entre el año evaluado y propuesto.



Nota: La figura 8, muestra que el Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF) es mayor con el programa de mantenimiento.

3.1.3.3. Comparación de la disponibilidad entre año evaluado y propuesto.

En la Tabla 33, se puede observar que al aplicar el plan de mantenimiento preventivo la disponibilidad de las máquinas aumenta en conjunto con otros indicadores, lo que significa que las máquinas tendrán una mayor capacidad de uso en comparación con su estado actual.

Tabla 33

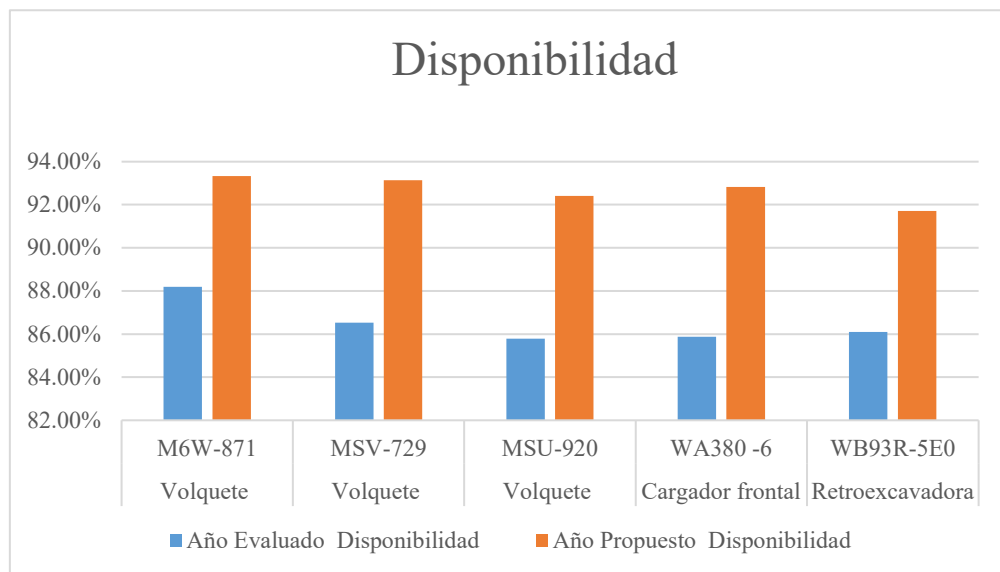
Comparación de la disponibilidad entre el año evaluado y propuesto.

Descripción	Placa	Año Evaluado	Año Propuesto
		Disponibilidad	Disponibilidad
Volquete	M6W-871	88.19%	93.33%
Volquete	MSV-729	86.53%	93.13%
Volquete	MSU-920	85.79%	92.40%
Cargador frontal	WA380 -6	85.88%	92.82%
Retroexcavadora	WB93R-5E0	86.10%	91.71%

En la tabla 33, los resultados indican que al implementar el plan de mantenimiento se logra aumentar la disponibilidad, esto se refleja al ver los valores del volquete de placa M6W-871 que aumenta 5.14 %, el volquete de placa MSV-729 es una de las máquinas que podría tener el mayor aumento en su disponibilidad con un 6.6 %.

Figura 9

Comparación de la disponibilidad entre el año evaluado y propuesto.



Nota: La figura 9, muestra que la disponibilidad es mayor con el programa de mantenimiento.

3.1.3.4. Comparación de la confiabilidad entre año evaluado y propuesto.

Así como aumenta la disponibilidad también sucede con la confiabilidad, al aplicar el plan de mantenimiento preventivo, en la Tabla 34, se puede observar el incremento de la disponibilidad de cada una de las máquinas.

Tabla 34

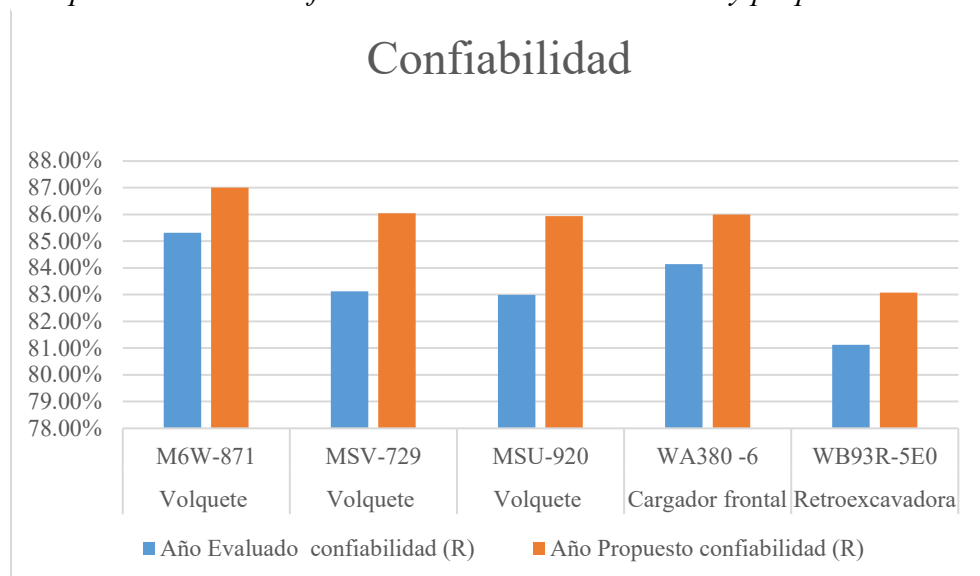
Comparación de la confiabilidad entre el año evaluado y propuesto.

Descripción	Placa	Año Evaluado	Año Propuesto
		confiabilidad (R)	confiabilidad (R)
Volquete	M6W-871	85.32%	87.00%
Volquete	MSV-729	83.12%	86.04%
Volquete	MSU-920	82.99%	85.94%
Cargador frontal	WA380 -6	84.14%	86.00%
Retroexcavadora	WB93R-5E0	81.13%	83.08%

Los resultados que se muestran en la tabla 34, indica que con la implementación del programa de mantenimiento es mayor la confiabilidad de la maquinaria.

Figura 10

Comparación de la confiabilidad entre el año evaluado y propuesto.



Nota: En la figura 10, podemos apreciar que al aplicar el plan de mantenimiento preventivo aumenta la confiabilidad en cada una de las máquinas.

3.2. Plan de mantenimiento preventivo

Mediante el programa de mantenimiento se logró aumentar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

3.2.1. *Elaboración de formatos de guía de rutina, mantenimiento.*

Con ayuda de información recopilada en el primer paso, los manuales de operación de las maquinas se realizará, formatos de guías de rutina diaria, semanal para el óptimo cuidado de las diferentes máquinas, cuando se hace referencia a que serán diarias o semanales serán actividades realizadas por cada operador ya que es la persona que proporciona los primeros auxilios a un equipo y estos formatos se muestran en el anexo 10, 11, 12.

3.2.2. *Programa de mantenimiento*

El tener un programa de mantenimiento es de vital importancia, pero lo primordial es cumplir a cabalidad el mismo, la planificación, el cumplimiento de los mantenimientos preventivos a sus determinadas horas harán que se note a la larga los beneficios. En el anexo 13, 14 y 15, encontramos el programa de mantenimiento que nos ayudara a mejor la disponibilidad de la maquinaria.

Las paradas imprevistas y las intervenciones de mantenimiento correctivo representan una carga económica para la empresa, además de implicar el riesgo de perder clientes debido a la falta de atención oportuna a sus necesidades. Es fundamental implementar medidas de mantenimiento preventivo para reducir al mínimo las interrupciones no planificadas y garantizar un servicio eficiente que satisfaga las demandas de los clientes. De esta manera, se pueden evitar pérdidas económicas y mantener la confianza de los clientes en la empresa.

Tabla 35

Comparación de indicadores de entre el año evaluado y año propuesto.

Máquina	Placa	AÑO DE EVALUACIÓN		AÑO PROPUESTO	
		MC (S/)	MC (%)	MC(S/)	MC (%)
Volquete (4)	M6W-871	6,900.00	13.50%	4,400.00	13.57%
Volquete	MSV-729	7,150.00	13.98%	4,550.00	14.03%
Volquete	MSU-920	13,090.00	25.60%	5,950.00	18.35%
Cargador frontal	WA380 -6	11,730.00	22.94%	7,500.00	23.13%
Retroexcavadora	WB93R-5E0	12,260.00	23.98%	10,030.00	30.93%
Total		51,130.00	100.00%	32,430.00	100.00%

Nota: comparación de los cálculos de los indicadores de la maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

En la tabla 35, se muestra las mejoras que se pueden lograr en el mantenimiento correctivo de la maquinaria. La implementación del programa propuesto resultará fundamental, ya que generará importantes beneficios económicos para la empresa al mejorar la disponibilidad.

3.2.3. Proponer un plan de capacitación a los operadores del área de maquinaria pesada.

Uno de los problemas que conlleva a la disminución de la disponibilidad de la maquinaria pesada son sus propios operadores, ya que muchos no cuentan con los conocimientos básicos de mecánica y mantenimiento. Por ello se les debe brindar un programa de capacitación al personal operador de mecánica básica, mantenimiento básico rutinario, para que sean ellos mismos los que brinden las primeras reparaciones sin que pasen a mayores problemas.

La capacitación que se le brinde a los operadores debe de ser básica, enseñándoles los sistemas con los que cuenta una máquina, el proceso de cómo se debe realizar.

También debe brindarse una capacitación de seguridad, debido que es de mucha importancia, porque se debe contar con los EPPS para realizar cualquier

trabajo de mantenimiento, para evitar cualquier accidente. Esta medida se tomó porque al existir un accidente al personal operador, perjudica a la disponibilidad de la maquinaria, generando pérdidas en la producción, como económicas.

La capacitación a los operadores genera ventajas, esto deben aplicar las empresas y que en esta oportunidad queremos que se implemente en esta empresa, un operador no solo debe preocuparse en el campo de mantenimiento sino también debe tener conocimientos de mecánica básica y mantenimiento autónomo.

3.2.3.1. Capacitación de mecánica básica.

En esta propuesta presentamos una exposición dirigida a los operadores de la empresa, de mecánica básica para poder comprender como se da el funcionamiento de los diferentes sistemas que lo forman y así poder entender primeramente la parte mecánica para luego poder aplicar los conocimientos en mantenimiento.

3.2.3.2. Capacitación de mantenimiento

Dicha capacitación se basa primordialmente en lo cuidados que puede realizar un operador para con su máquina, de los cuales resalta la lubricación y la inspección diaria minuciosa alrededor del equipo.

El capacitar a los operadores es también un beneficio económico de la empresa y beneficio para ellos que enriquecen sus conocimientos muchas veces solo empíricos, pero con estas capacitaciones lograr aprendizajes técnicos de las maquinas las cuales ellos operan.

Tabla 36

Costo por capacitación al personal operador.

Ítems	Descripción	Cantidad	Costo (S/)	Costo anual (S/)
1	Capacitaciones	2	1200.00	2400
2	Proyector	1	800.00	800
3	Laptop	1	2200	2200
Total S/.				5400

En la tabla 36, se adjunta los gastos por capacitación de los operadores el cual se recomienda cada 6 meses o en caso se realice el cambio de personal en menor tiempo.

3.3. Evaluación económica del plan de mantenimiento preventivo

Para evaluar la rentabilidad del proyecto, se han utilizado dos enfoques, en primer lugar, se ha medido el beneficio económico generado al implementar el plan de mantenimiento preventivo, comparando los resultados entre el año evaluado y el año propuesto. Por otro lado, se han evaluado las diferencias en el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) entre los dos años evaluados, estos enfoques combinados nos permiten realizar una evaluación integral de la rentabilidad del proyecto.

3.3.1. Beneficio económico

El beneficio económico entre el año evaluado y el año propuesto este al implementar el plan de mantenimiento preventivo, se ha medido mediante la comparación de los ingresos generados en ambos períodos. Esta diferencia nos permite evaluar cuánto se mejorar económicamente por medio de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

3.3.1.1. Costos mantenimiento.

a) Año evaluado

Los ingresos generados se calculan multiplicando las horas productivas de cada máquina por el precio por hora correspondiente, según se detalla en los anexos 23, donde se encuentran los ingresos estimados del año evaluado. Para obtener el total de ingresos, se utiliza la tabla 37, que muestra los ingresos por máquina y la suma de los ingresos de las cinco máquinas. Esta información nos permite tener una visión clara de los ingresos totales generados por la empresa.

Tabla 37

Total de ingresos estimados de año evaluado.

Máquina	Placa	Monto por Maq. (S/)	
Volquete	M6W-871	S/	159,460.00
Volquete	MSV-729	S/	223,500.00
Volquete	MSU-920	S/	221,600.00
Cargador frontal	WA380 -6	S/	493,680.00
Retroexcavadora	WB93R-5E0	S/	333,600.00
Total		S/	1,431,840.00

Nota: En el año evaluado se logró obtener un total de S/. 1,431,840.00 producto que no contaba con un plan de mantenimiento.

Para poder obtener el beneficio económico neto en ese año se restó los egresos del año evaluado, los cuales son: manteniendo correctivo (MC), mantenimiento preventivo (MP), costos de combustible (C. COM) y costos por pago al operario (P. OP). Todos estos datos se muestran en los anexos 24, 25, 26 y 27.

Tabla 38*Egresos del año evaluado.*

Maquina	Placa	MC	MP	C.COM	P.OP.	T.EG.
Volquete (4)	M6W-871	6900.00	10010	49614.84	18000.00	S/ 84524.84
Volquete	MSV-729	7150.00	11480	88506.00	21600.00	S/ 128736.00
Volquete	MSU-920	13090.00	10210	87753.60	21600.00	S/ 132653.60
Cargador frontal	WA380 -6	11730.00	29100	142179.84	30000.00	S/ 213009.84
Retroexcavadora	WB93R-5E0	12260.00	15950	92473.92	26400.00	S/ 147083.92
Total						S/ 706008.20

Nota: Datos tomados del informe de gastos en mantenimiento de la maquinaria en el periodo abril 2022 a marzo 2023 de en la empresa Maestro Constructor S.R.L., (2023).

Tabla 39*Beneficio económico evaluado*

Maquina	Placas	Ingreso	Egreso	Beneficio E.
Volquete (4)	M6W-871	S/ 159,460.00	S/ 84,524.84	S/ 74,935.16
Volquete	MSV-729	S/ 223,500.00	S/ 128,736.00	S/ 94,764.00
Volquete	MSU-920	S/ 221,600.00	S/ 132,653.60	S/ 88,946.40
Cargador frontal	WA380 -6	S/ 493,680.00	S/ 213,009.84	S/ 280,670.16
Retroexcavadora	WB93R-5E0	S/ 333,600.00	S/ 147,083.92	S/ 186,516.08
Total				S/ 725,831.80

Nota. En la tabla 39, se muestra el beneficio económico de cada una de las máquinas y el total de egresos (T. EG) del año evaluado. Ya obteniendo el total de ingresos mostrados en la tabla 37, generados en el año evaluado, se restarán el total de egresos tabla 38, lo que nos permitirá tener el beneficio económico de ese año, tenemos un total de s/ 725,831.80 soles de beneficio económico.

b) Año propuesto

Los ingresos que se genera en el año propuesto son las horas productivas de cada máquina por el precio hora de cada máquina, estos datos se encuentran en los anexos 28.

Tabla 40

Total de ingresos estimados de año propuesto.

Máquina	Placa	Monto por Maq. (S/)
Volquete	M6W-871	S/ 169330.00
Volquete	MSV-729	S/ 241400.00
Volquete	MSU-920	S/ 239500.00
Cargador frontal	WA380 -6	S/ 529320.00
Retroexcavadora	WB93R-5E0	S/ 356550.00
Total		S/ 1536100.00

En la tabla 40, se muestra el total de ingresos que se logrará obtener en un aproximado de S/ **1536100.00** soles, producto a que cuenta con un plan de mantenimiento preventivo.

Para poder obtener el beneficio económico en ese año se restó los egresos del año propuesto, los cuales son: manteniendo correctivo (MC), mantenimiento preventivo (MP), costos de combustible (C. COM) y costos por pago al operario (P. OP). Todos estos datos se muestran en los anexos 29, 30, 31 y 32.

Tabla 41*Egresos del año propuesto.*

Maquina	Placa	MC	MP	C.COM	P. OP	T.EG.
Volquete (4)	M6W-871	4400.00	10860	52685.82	18000.00	S/ 85945.82
Volquete	MSV-729	4550.00	12750	95594.40	21600.00	S/ 134494.40
Volquete	MSU-920	5950.00	11480	94842.00	21600.00	S/ 133872.00
Cargador frontal	WA380 -6	7500.00	34240	152444.16	30000.00	S/ 224184.16
Retroexcavadora	WB93R-5E0	10030.00	18050	98835.66	26400.00	S/ 153315.66
Total (S/)						S/ 731812.04

Nota: En la tabla 41, se muestra el cálculo de los egresos en el año propuesto con relación al año evaluado.

Tabla 42*Beneficio económico del año propuesto.*

Máquina	Placa	Ingresos	Egreso	Beneficio E.
Volquete (4)	M6W-871	S/ 169,330.00	S/ 85,945.82	S/ 83,384.18
Volquete	MSV-729	S/ 241,400.00	S/ 134,494.40	S/ 106,905.60
Volquete	MSU-920	S/ 239,500.00	S/ 133,872.00	S/ 105,628.00
Cargador frontal	WA380 -6	S/ 529,320.00	S/ 224,184.16	S/ 305,135.84
Retroexcavadora	WB93R-5E0	S/ 356,550.00	S/ 153,315.66	S/ 203,234.34
Total				S/ 804,287.96

En la tabla 42, se muestra el beneficio económico de cada una de las máquinas y el total de egresos (T. EG) del año propuesto. Ya obteniendo el total de ingresos encontrados en la tabla 40, generados en el año evaluado, se restarán el total de egresos tabla 41, lo que nos permitirá tener el beneficio económico de ese año, tenemos un total de s/ 804287.96 soles en beneficio económico.

Tabla 43

Beneficio económico entre el año evaluado y propuesto.

Máquina	Placa	Año Evaluado	Año propuesto	Beneficio económico
Volquete (4)	M6W-871	S/ 74,935.16	S/ 83,384.18	S/ 8,449.02
Volquete	MSV-729	S/ 94,764.00	S/ 106,905.60	S/ 12,141.60
Volquete	MSU-920	S/ 88,946.40	S/ 105,628.00	S/ 16,681.60
Cargador frontal	WA380 -6	S/ 280,670.16	S/ 305,135.84	S/ 24,465.68
Retroexcavadora	WB93R-5E0	S/ 186,516.08	S/ 203,234.34	S/ 16,718.26
Total				S/ 78,456.16

Nota. En la tabla 43, se muestra el beneficio económico que nos deja entre el año evaluado y el año propuesto, al implementarse el plan de mantenimiento es favorable para la empresa Maestro Constructor S.R.L. El total del beneficio económico que nos deja al implementar un plan de mantenimiento preventivo no es el que se muestra en la tabla 43, de S/. 78,456.16 soles, sino hay que restarle el costo de capacitación a los operadores que se muestra en la tabla 36.

Tabla 44

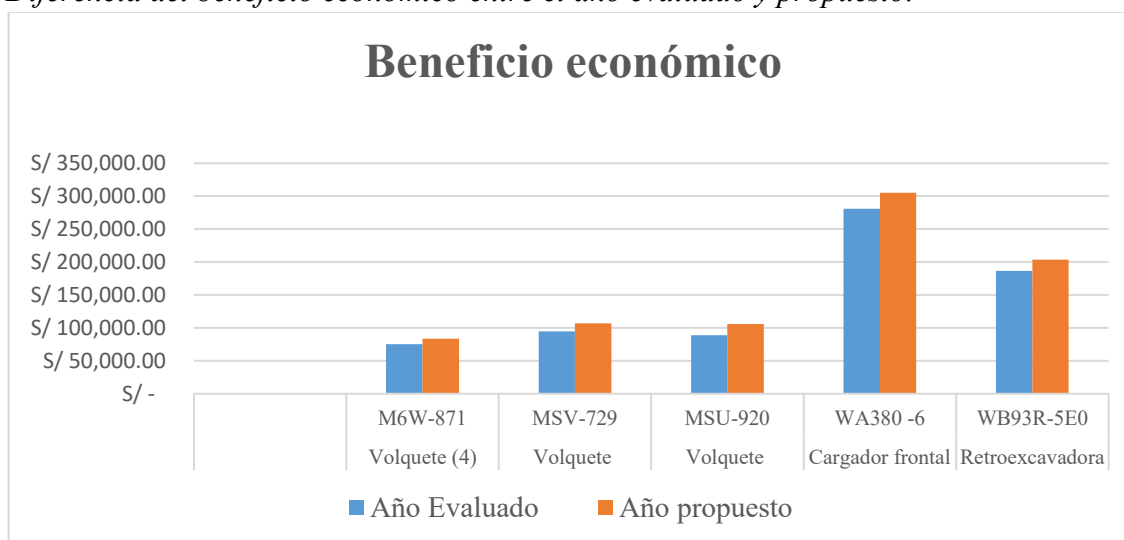
Beneficio económico que dejaría al implementar el proyecto.

Beneficio económico del presupuesto	Total
Utilidad del año propuesto	S/ 804287.96
Utilidad del año evaluado	S/ 725831.80
Costos por capacitación a los operarios	S/ 5400.00
Total	S/ 73056.16

Los resultados obtenidos en la tabla 44, indican que con la implementación del plan de mantenimiento preventivo se genera un beneficio económico adicional de S/ 73,056.16 soles en comparación con el año evaluado. Esto demuestra el impacto positivo que genera la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Figura 11

Diferencia del beneficio económico entre el año evaluado y propuesto.



Nota: La figura 11 muestra el beneficio económico que dejaría al implementarse el plan de mantenimiento para la empresa Maestro Constructor S.R.L.

3.3.2. Comparación de costo económico por medio del VAN y TIR

Mediante la utilización del programa Excel realizamos el cálculo de nuestro VAN y TIR para lograr la comparación del beneficio económico. Para poder encontrar dichos valores se determinó sus ingresos mensualmente y se consideró que la maquinaria al finalizar el proyecto se le vendería, debido a eso se consideró la depreciación.

3.3.2.1. Depreciación.

La depreciación de es la disminución del valor de un activo fijo producto del paso del tiempo, despaste y envejecimiento.

Según el artículo 38 de la Ley del Impuesto a la Renta (LIR), se permite compensar el desgaste y agotamiento que experimentan los bienes del activo fijo utilizados en negocios, industrias, profesiones u otras actividades generadoras de ingresos gravados de tercera categoría, a través de la deducción de depreciaciones permitidas en dicha ley (Castillo Calderón, 2013).

3.3.2.2. Método de línea recta

Se obtiene mediante un cargo constante a lo largo de la vida útil del activo, siguiendo el principio del devengo, lo que lo convierte en un método de cálculo sencillo de aplicar. Su fórmula de cálculo es la siguiente Ecuación (Castillo Calderón, 2013).

$$Da = \frac{VA-VR}{VU} \quad (7)$$

Da: depreciación

VA: valor del activo

VR: valor residual

VU: vida útil

3.3.2.3. Porcentaje de depreciación de equipos.

Según lo reportado por el diario El Peruano (2022), a partir del ejercicio fiscal 2021, se establece que los bienes adquiridos en los años 2020 y 2021, destinados a la generación de ingresos gravables, se depreciarán utilizando los porcentajes indicados en la siguiente tabla, hasta alcanzar su depreciación total:

Tabla 45

Depreciación de bienes.

Ítem	Bienes	Porcentaje anual máximo de depreciación
1	Ganado de trabajo y reproducción; redes de pesca	25 %
2	Vehículos de transporte terrestre (excepto ferrocarriles); hornos en genera	20 %
3	Maquinaria y equipo utilizados por las actividades minera, petrolera y de construcción, excepto muebles, enseres y equipos de oficina	20 %
4	Equipos de procesamiento de datos	25 %
5	Maquinaria y equipo adquirido a partir del 1.1.1991	10 %
6	Otros bienes del activo fijo	10 %

Nota: Porcentaje de depreciación de los bienes obtenido del diario el Peruano, (2022).

Se empleó la tasa de interés vigente en el Perú del 1.5 % mensuales datos tomados según Superintendencia de Banca y Seguro (SBS, 2023) que se consideró para calcular el VAN de su proyecto.

Tabla 46*Costo de inversión en la maquinaria*

Máquina	Placa	Precio (S/)	Periodo de compra
Volquete	M6W-871	125,000.00	18/01/2021
Volquete	MSV-729	280,000.00	18/01/2021
Volquete	MSU-920	280,000.00	18/01/2021
Cargador frontal	WA380 -6	780,000.00	18/01/2021
Retroexcavadora	WB93R-5E0	370,000.00	18/01/2021
Total		1,835,000.00	

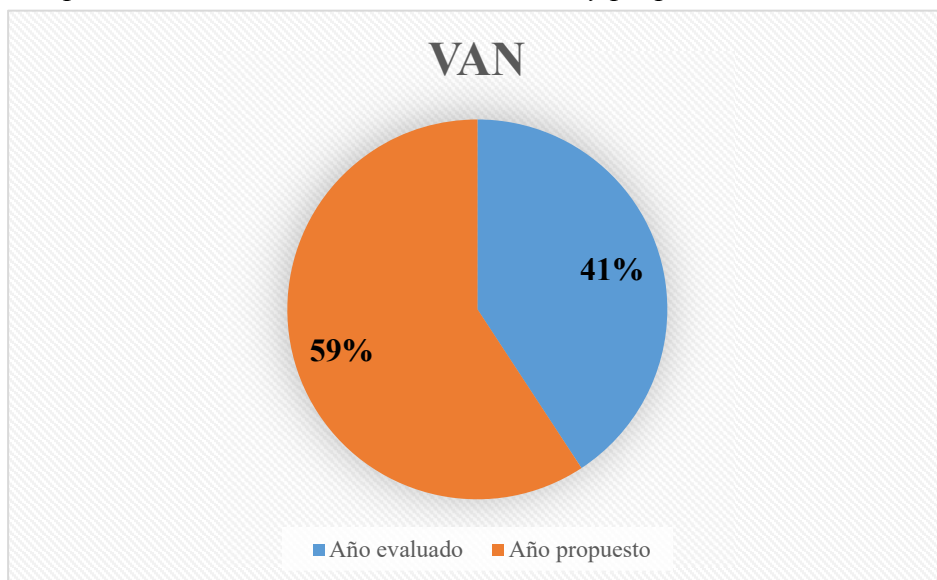
Nota: Los resultados obtenidos en la tabla 46 muestra que al iniciar el proyecto se invertido un costo inicial de S/ 1,835,000.00 de soles por la compra de la maquinaria pesada.

Con las utilidades netas mensuales del año evaluado que se muestran en el anexo 34, de cada máquina por mes y con la consideración de la venta al final del proyecto teniendo en cuenta un 20 % de depreciación, una tasa de interés del 1.5 % mensual. Se aplicó en el programa Excel la ecuación 7 para determinar la depreciación, la ecuación 1 y 2 para calcular nuestro VAN y TIR.

En el año evaluado nos arrojó un VAN de S/ 155757.50 con un TIR de 2.50 % y en el año propuesto, mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo el VAN es de S/ 226479.89 con un TIR de 2.96 %.

Figura 12

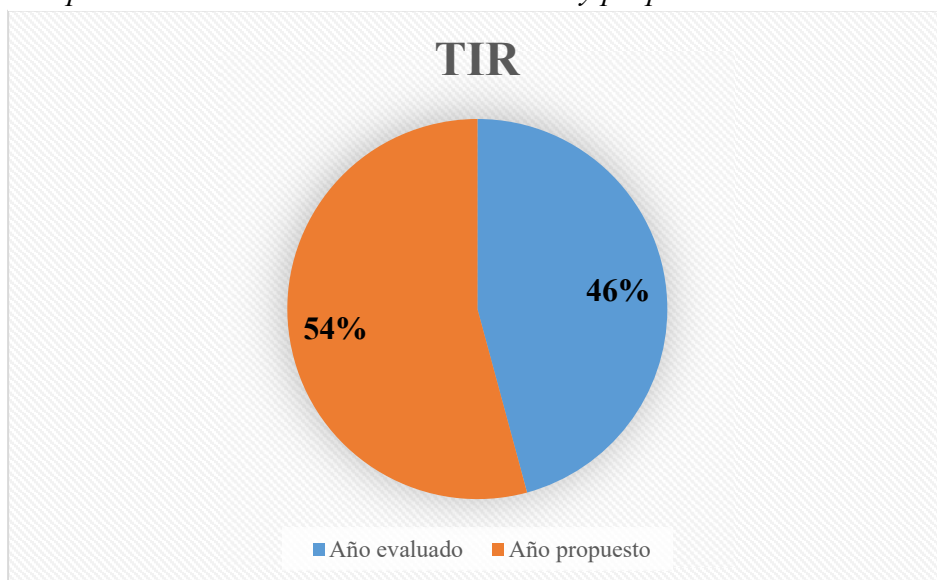
Comparación del VAN entre el año evaluado y propuesto.



Nota: La figura muestra las diferencias en porcentaje del VAN del año evaluado y propuesto, obteniendo 66 % el año evaluado y el 34 % el año propuesto.

Figura 13

Comparación del TIR entre el año evaluado y propuesto.



Nota: La figura muestra las diferencias en porcentaje del TIR del año evaluado y propuesto, obteniendo 54 % el año evaluado y el 46 % el año propuesto.

IV. DISCUSIÓN

- Mediante el diagnóstico del estado situacional que se le realizó a la maquinaria pesada de la empresa Maestro constructor S.R.L. en el periodo 04/2022 – 03/2023 como año evaluado se logró definir los indicadores de mantenimiento para posteriormente comparar a través del programa Excel con los indicadores del año propuesto 05/2023 – 04/2024, Al igual que Salina y Sinchi (2020), que también realizó un estudio de campo, revisión de datos físicos que posee la institución, tales como ordenes de trabajo, registros de compra, manuales de los vehículos y poder conocer que acciones tomar ante las tareas a realizar en el plan de mantenimiento estableció los indicadores. Se establecieron los indicadores en el plan de mantenimiento con el fin de conocer que acción tomar ante tareas a realizar, codificándolos por colores: rojo, amarillo y verde indicativos de alta baja y media prioridad al efectuar sus tareas de mantenimiento.

Cabe remarcar que Rubio Pacheco (2019), también utilizó un diagnóstico situacional del estado de la maquinaria, para que posteriormente analizar la criticidad en la que se encuentra, desarrollando formatos pre-operacionales para cada tipo de máquina y finalmente un plan de mantenimiento preventivo programado. Después de realizar el diagnóstico, se concluyó si se trabaja con un sistema de información Excel, se puede tener un control detallado de la información de las máquinas, y programa de mantenimiento preventivo programado.

- La empresa Maestro Constructor S.R.L. cuenta con un kit es de cinco máquinas, las que generaron 42 paradas por mantenimiento correctivo con un total de 1386 horas, también se realizaron 37 paradas por mantenimiento preventivo a destiempo con un total de 332 horas de mantenimiento, con lo que nos permitió encontrar los indicadores de mantenimiento como: MMTR, MTBF, Disponibilidad y Confiabilidad en el año de evaluación encontrando los valores de disponibilidad entre 85.79 % siendo el más bajo que le pertenece al volquete MSU - 920 y el 88.19 % con el porcentaje más alto al volqué M6W-871 y en confiabilidad entre 81.13 % y 85.32 %. Para poder mejorar la disponibilidad y la fiabilidad de la maquinaria pesada en el año propuesto se realizó el análisis de los manuales brindados por los fabricantes, con lo que se elaboró check list, programa de mantenimiento diaria y un programa de mantenimiento preventivo los que se establecen en el Anexo 11 hasta el Anexo 22. En el mantenimiento preventivo se establecieron acorde al tiempo dispuesto por el fabricante, con lo que se logra una mejora en la disponibilidad entre 91% y 93%, mientras que en

confiabilidad 83% y 87%. Demostrando que al implementar el plan de mantenimiento preventivo la empresa Maestro constructor mejorar su disponibilidad 6.95 % en la retroexcavadora siendo su porcentaje más alto y en la confiabilidad 2.95 % en el volquete MSU-920, las diferencias de porcentaje se muestran en la tabla 34 y 35.

Podemos decir que al implementar un plan de mantenimiento preventivo se mejora los indicadores del mantenimiento, esto lo podemos corroborar con Benavides Vásquez (2022), que nos dice que la empresa en su año de evaluación se registraron un total de 56 paradas por mantenimiento correctivo y 147 por mantenimiento preventivo estas determinaron indicadores para la confiabilidad entre 59% y 85%, para la mantenibilidad se encontró entre 14.53 y 75.56 horas y por último para la disponibilidad obtuvo que esta entre un 57% y 93%. Con el plan de mantenimiento propuesto estos indicadores aumentan con intervalos de confiabilidad entre 84% y 89%, de mantenibilidad de 10.36 y 40.50 y la disponibilidad entre 83% y 97%.

Flores y Chuquipoma (2021) lograron incrementar la disponibilidad en un 5.96% pero utilizando el porcentaje de mantenimiento aplicado PMP y obtuvo un 88.54%, siendo la disponibilidad promedio sin la aplicación del PMP para 7 maquinarias con criticidad de 79.57%, mientras que la disponibilidad aplicada el PMP de 85.53%.

- El beneficio económico que se genera el año evaluado es de S/ 725831.80, mientras que el propuesto es de S/ 804287.96 dejándonos una diferencia de beneficio económico de S/ 73056.16 soles. Por último, comparamos el beneficio económico entre los dos años utilizando el VAN y TIR, en el año evaluado nos arrojó un VAN de S/ 155757.50 con un TIR de 2.50 % y en el año propuesto, mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo el VAN es de S/226479.89 con un TIR de 2.96 % en ambos casos se tomó una tasa de interés del 1.50 % mensual.

Ccoyo Castillo (2021) nos dice que en su proyecto se obtuvo un VAN de S/. 368,146.21, TIR de 80% y periodo de recuperación de 0.84; siendo considerado un proyecto viable económicamente. Se determinó que la propuesta es viable económicamente, además permite a la empresa disminuir gastos de un 60.23%.

Así mismo Benavides Vásquez (2022) nos dice que su VAN y TIR generando un beneficio económico en ahorro en un 68% del gasto empleado en el mantenimiento actual.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La empresa Maestro Constructor S.R.L. de la provincia de Jaén, realiza sus planes de mantenimiento preventivo a destiempo sin contar con una planificación, ante ello el estudio buscó adecuar un programa de mantenimiento preventivo, el cual servirá para que el personal operador que realiza algunos mantenimientos diarios, el plan de mantenimiento debe ser ejecutado paso a paso sus actividades descritas en dicho programa los cuales sirven para el cuidado de la maquinaria.

En la empresa Maestro Constructor S.R.L. tiene un kit de 5 máquinas las cuales en el periodo 04/2022 a 03/2023 reportaron un total de 79 paradas con un total de 1718 horas, de las cuales 42 paradas por mantenimiento correctivo con un total de 1386 horas, y 37 paradas por mantenimiento preventivo con un total de 332 horas.

Se propuso un formato de chequeo diario (check list) para cada máquina, (cargador frontal, retro excavadora y volquetes), el cual permitirá buscar acceder a una adecuada inspección de las operaciones de mantenimiento ejecutadas a todas las máquinas, teniendo descripción de las fallas más recurrente que se evidencian, teniendo la certeza que se encuentran en óptimas condiciones para ser operados o conducidos diariamente y también se elaboró el plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad .

Los indicadores de mantenimiento que se hallaron en esta investigación son los siguientes: MTTR entre 19 a 22 horas, MTBF entre 123 a 162 horas, Disponibilidad, Confiabilidad; encontrando los valores de disponibilidad entre 85% y 88% y en confiabilidad entre 81% y 85%.

Se cuantificaron nuevos indicadores de mantenimiento en un año propuesto en el periodo de 05/2023 a 04/2024, MTTR entre 12 a 14 horas, MTBF entre 139 a 186 horas, rangos de disponibilidad entre 91% y 93%, mientras que en confiabilidad 83% y 87%.

También se realizó un análisis comparativo del beneficio económico entre el año evaluado y el año propuesto para la maquinaria de la empresa Maestro Constructor S.R.L. Durante el año evaluado, se obtuvo un total de S/ 725,831.80, mientras que en el año propuesto se proyecta alcanzar un monto de S/ 804,287.96. Esto implica una diferencia de utilidades entre los dos años de S/ 73,056.16 soles.

Al evaluar el proyecto utilizando el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), considerando una depreciación anual del 20% y una tasa de interés del 1.5%, se determinó que el proyecto es rentable. Se logra recuperar el capital inicial y se obtiene una ganancia de S/ 70,722.39 soles, con una tasa interna de retorno del 0.46%. Estos resultados confirman la viabilidad y rentabilidad del proyecto para la empresa Maestro Constructor S.R.L.

Por último, podemos concluir que la implementación de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo garantizara la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Maestro Constructor S.R.L., ha sido comprobado mediante indicadores de mantenimiento y evaluación económica.

5.2. Recomendaciones

–La empresa Maestro Constructor al contar con un kit de maquinaria debe contar con una persona encargada del mantenimiento de todos sus equipos.

–Se sugiere la rápida implementación del programa de mantenimiento anteriormente desarrollado en este trabajo de investigación, para mejorar la disponibilidad de la maquinaria, el cual permitirá cumplir con la extracción y distribución a tiempo de agregados a sus consumidores en Jaén y lugares aledaños.

–La empresa no debe sobrecargar sus volquetes por priorizar la producción en vez del mantenimiento de todos sus equipos, ya que debido a esto se ve reflejado en las evaluaciones económicas realizadas en esta investigación.

–Se recomienda aplicar las actividades de inspecciones diarias y el llenado de los check list diarios para cada maquinaria diseñados en este trabajo de investigación, para que posteriormente se obtenga y mantenga data, al mismo tiempo, poder analizar cuanto es el porcentaje de disponibilidad que se aumentado con dichos formatos.

–Recomendar a la empresa Maestro Constructor S.R.L. la aplicación del programa de mantenimiento propuesto mostrando los resultados encontrados.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguirre Castañeda, H. (23 de Febrero de 2021). *Sector mantenimiento mueve alrededor de S/250 millones anuales en el Perú.* (Andina) <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s250-millones-anuales-el-peru-834935.aspx#:~:text=Aproximadamente%2C%20solo%20el%2075%25%20de,todas%20sus%20instalaciones%20y%20equipos>.
- Arroyo Vaca, C. S., & Obando Quito, R. F. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science* , 4(59-69).
<https://doi.org/https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
- Benavides Vásquez, L. (2022). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, Provincia de Utcubamba – Amazonas* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Amazónica]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Amazónica.
<https://repositorio.upa.edu.pe/handle/20.500.12897/142>
- Botero, M., Cañon, B., B., & Olarte, W. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia Et Technica*, 16(44), 354-356.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>
- Castillo Calderón, P. (2013). *Aspectos contables y tributarios en la depreciación de activos fijos.* El Búho E.I.R.L.
<http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/SWebCyE/Suscriptor/Publicaciones/guias/07082014/10>.
- Ccoyo Castillo, C. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa Inversiones Millma Perú SAC* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica del Perú. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4130>
- El Peruano. (22 de Octubre de 2022). Decreto legislativo que establece un régimen especial de depreciación y modifica plazos de depreciación. *El Peruano*.
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-establece-un-regimen-especial-de-dep-decreto-legislativo-n-1488-1866210-6/>
- Escudero Sánchez, C., & Cortez Suárez, L. (2018). *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica.* UTMACH.

- <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodoscualitativosParaInvestigacionCientifica.pdf>
- Fajardo Vaca, L., Girón Guerrero, M., Vásquez Fajardo, C., Fajardo Vaca, L., Zúñiga Santillán, X., Solís Granda, L., & Pérez Salazar, J. (2019). Valor actual neto y tasa interna de retorno como parámetros de evaluación de las inversiones. *Revista Investigacion Operacional*, 40(4), 6.
https://sga.unemi.edu.ec/media/evidenciasiv/2019/07/30/articulo_2019730122917.pdf
- Fernández Espinoza, S. (2007). *Los proyectos de inversión*. Tecnológica de Costa Rica.
https://issuu.com/sibdi/docs/los_proyectos_de_inversi_n
- Flores, W., & Chuquipoma, N. (2021). *Plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad de la Maquinaria Pesada en la Empresa Servicios Generales Viviana E.I.R.L, Distrito Huarmaca – Piura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén.
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/419>
- González Fernández, F. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. (2 ed.). FUNDACIÓN CONFEMETAL.
https://books.google.com.pe/books?id=OzwXOAKv_QAC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). McGRAW-HILL. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- López Telenchana, L. (2017). *Gestión del Mantenimiento - Diseño de Modelos Integrales* (1º ed.). CIDEPRO. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>
- Maestro Constructor S.R.L. (2023). *Gastos en mantenimiento de la empresa Maestro Constructor S.R.L. abril 2022 a marzo 2023*. Maestro Constructor S.R.L.
- Maestro Constructor S.R.L. (2022). *Horario laboral*. Maestro Constructor S.R.L.
- Maestro Constructor S.R.L. (2022). *Informe de Kit de maquinaria pesada 2022*. Maestro Constructor S.R.L.
- Maestro Constructor S.R.L. (2023). *Cantidad y el tiempo de paradas por (MC) de la maquinaria de la empresa Maestro Constructor S.R.L 2022 y 2023*. Maestro Constructor S.R.L.
- Marquez Marquez, A. (2013). Usos del programa LIFE CPR-COMSYS para la selección del accionador y el arreglo óptimo en plantas compresoras de gas. *Predictiva 21, 1*, 1- 44.

- <https://predictiva21.com/wp-content/uploads/2019/03/Predictiva21-A1N1-2013-Dic-Ene-min.pdf>
- Mcleman, A., Parker, k., & Smith, J. (23 de Junio de 2021). The maintenance function, like manufacturing itself, is a rapidly changing environment. *Plant Engineering*, 1(630), 571- 4070. <https://www.plantengineering.com/articles/the-maintenance-function-like-manufacturing-itself-is-a-rapidly-changing-environment/>
- Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., Ñaupas Paitán, H., & Villagomez Páucar, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (4 ta. ed. ed.). Bogotá: Ediciones de la U.
- Montilla Montaña, C. A. (2016). *Fundamentos de mantenimiento industrial*. Editorial UTP. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/fc4afec7-7a16-4e90-8c06-6079f7568740/download&ved=2ahUKEWjt2pPQ1Nf_AhXWpJUCHRNkAy8QFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw2i8H-5VOlpfQvWHr6LHekE
- Quintanar Braojos, A. (28 de Enero de 2014). *Microsoft excel en educación*. blog.uclm.es: <https://blog.uclm.es/ricardofdez/2014/01/28/microsoft-excel-en-educacion/>
- Revolledo Villanueva, J. (2021). *Plan de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria Agrícola, en la Empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, JAÉN. 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/223>
- Rubio Pacheco, W. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos al servicio del municipio de Motavita* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas Seccional Tunja]. Repositorio Institucional de la Universidad Santo Tomas Seccional Tunja. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/13>
- Salina, W., & Sinchi, L. (2020). *Propuesta de un plan de mantenimiento mediante de un analisis de criticidad de fallos para vehículos de categoría N de la prefectura del AZUAY* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/>
- Sanchez, N. L. (11 de noviembre de 2012). *Horómetro- Dispositivo digital de maquinarias pesadas*. Civilgeeks.com: <https://civilgeeks.com/2012/11/14/horometro-dispositivo-digital-en-maquinarias-pesadas/#:~:text=Un%20Hor%C3%B3metro%20es%20un%20dispositivo,se%20ha%20inicializado%20el%20dispositivo.>

SBS[Superintendencia de Banca y Seguro]. (15 de Mayo de 2023). *Tasa de interés promedio del sisteman bancario.*

<https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B>

Zegarra Ventura, M. E. (2015). Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas*, 18(1), 57-67.

<http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/index>

AGRADECIMIENTO

De antemano agradecer a Dios por la vida y poseer de buena salud, para poder cumplir esta meta tan anhelada que es una bendición para nosotros y nuestras familias. También dar gracias a nuestros padres por el apoyo para culminar nuestra carrera e incentivarnos a seguir adelante con nuestras metas propuestas.

Asimismo, agradecemos a la Universidad Nacional de Jaén, a toda la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, a los catedráticos, ya que con sus conocimientos nos instruyeron para formarse de la mejor manera como profesionales, gracias a cada uno por su comprensión y temple para impartir sus enseñanzas.

También agradecer ala Arq. Juanita Díaz representante de la empresa Maestro Constructor S.R.L. que nos concedió las facilidades para poder obtener información y así realizar ese trabajo.

Por otro lado, agradecer al asesor el M. SC. Ing. Walter Linder Cabrera Torres, por su contribución, dedicación, compromiso al desarrollo de esta investigación y de manera general para aquellos que estuvieron involucrados directa e indirectamente, apoyando en este fructífero trabajo.

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a mi madre, padre en el cielo; pues con su apoyo permanente estoy logrando esta meta. Me formaron con muchos valores que me llevan por el camino del bien.

A mi novia, hermana, tíos y familia, gracias por el soporte constante que me ofrecieron en el transcurso de los 5 años de mi carrera profesional.

Este trabajo de investigación ofrezco a mis padres, por el sacrificio, esfuerzo y ayuda constante brindada; para lograr ser la persona que soy hoy en día.

A dios por ayudar a cumplir mis metas, por cuidar de mis padres; muchos de mis logros se los debo a ustedes incluido este, gracias.

ANEXOS

A. Anexo de autorización para ejecución de proyecto de tesis.

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE GERENTE DE LA EMPRESA “**MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.**”

AUTORIZA

A los Bachilleres JUAN PABLO RIOJA ALBERCA, identificado con DNIN° 72320052 y LUIS MIGUEL VÁSQUEZ VÁSQUEZ con DNI N° 47342986, egresados de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN de la carrera profesional de INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, se les **AUTORIZA** el acceso a la empresa MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L. para que recaude la información necesaria para la realización de su trabajo de investigación denominado "**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA, EN LA EMPRESA MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.**".

Se le expide la presente constancia a solicitud de la parte interesada.

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
RUC: 20400849231

.....
JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
GERENTE GENERAL

Jaén, 03 de marzo del 2022

B. Anexo de fichas técnicas de la maquinaria

Anexo 2: Especificación técnica del cargador frontal.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CARGADOR FRONTAL (CF.01)	
<u>KOMATZU WA380 – 6</u>	
MOTOR	
Fabricante	KOMATZU
Modelo	SAA6D107E
P. efectiva	142 KW
P. total	143 KW
P. medida	2100 RPM
Cilindrada	6.7 l.
Numero de cilindros	6
Aspiración	Turbo alimentación
TRANSMISIÓN	
Tipo de transmisión	Cambio de fuerza de velocidades con árbol de levas.
Cambios para adelante	4
Cambios para marcha atrás	4
V. máx. adelante	35.7 km/h
V. máx. atrás	40.9 km/h
SISTEMA HIDRÁULICO	
Pres. de la válv. de regulación	24510.8 kPa
Cap. de la bomba	206 l/min
T. de elevación	5.9 seg.
T. de descarga	1.8 seg .
T. de bajada	3.3 seg
Tipo de bomba	Tipo de embolo (doble efecto)
DIMENSIONES	
Long. con la pala a nivel del suelo.	8140 mm
Espacio entre neumáticos	2780 mm
Altura máx	3390 mm
Cabina despeje sobre el suelo	455 mm
Eje de ruedas	3300 mm
Alt. máx. hasta el codo del brazo	4095 mm
PALA	
Fuerza de arranque	158 KN

Despeje sobre el suelo de descargas a máx. elevación.	2950 mm
Longitud de pala	2905 mm
Cap. de la pala llena	3.3 m3
EXPLOTACIÓN	
Peso útil	17580 kg
Vol. de combustible	300 l.
Vol. del fluido del sistema hidráulico	139 l.
Vol. de aceite de motor	23 l.
Vol. del fluido del sistema del refrigerante	20.5 l.
Vol. del fluido de sistema de transmisión	38 l.
Vol. del fluido del eje delantero/diferencial	40 l.
Vol. del fluido del eje trasero/diferencial	40 l.

Anexo 3: Especificación técnica de la retroexcavadora.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RETROEXCAVADORA (REX.01)		
<u>KOMATZU WB93R-5E0</u>		
MOTOR		
Fabricante		KOMATZU
Modelo		SAA4D104E-1
Tipo		Mot. diésel, refrigerado por agua, de 4 ciclos, vertical.
Nro. de cilindros		4
Relación de compresión		17,5:1
Combustión		Inyección directa
Torque / velocidad máxima del motor		420 Nm / 1200 RPM
Sistema de refrigeración		Radiador
Sistema de arranque		Mot. eléctrico con sistema de precalentamiento de aire para climas fríos.
TRANSMISIÓN		
Sist. Electrohidráulico		Para el cambio entre 4WD y 2WD
Nº de Velocidades		4
Power shuttle		Cambio de marcha atrás
	Velocidades de desplazamiento	
1era	6 km/h	6 km/h
2da	10 km/h	10 km/h
3era	23 km/h	23 km/h
4ta	40 km/h	40 km/h
SISTEMA HIDRÁULICO		
Sistema		SyncroSystem
Tipo		CLSS (Sistema detector de carga con centro cerrado)
Tipo de bombas		Pistones axiales de desplazamiento variable
Sist. de control de bombas		Detención de carga
Val. principal		LIFD (Divisor de flujo indep. De la carga) tipo modular.
Entrega máxima		165 ltr/min
Presión de trabajo		250 bar

Anexo 4: Especificaciones técnicas del volquete – 01.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL VOLQUETE (VOL-01)		
<u>HINO 500 GD 1226</u>		
MOTOR		
Marca		Hino
N° de cilindros		6 en línea
Cilindrada	CC.	7,684
P. máx.	PS(KW)/rpm	251(184) /2,500
Torque máx.	Kgf-m / rpm	75 / 1,500
Válvulas		24
Sist. de inyección de combustible		Turbo Diésel Intercooler con control electrónico Common Rail y compensador de altura
Nivel de emisiones		Euro IV
Cap. de tanque de combustible	Lt. /gal.	200 /52.8
PESOS		
Peso Bruto Vehicular	kg	12,500
Peso neto	Kg	3,875
Cap. de carga	Kg	8,625
Cap. máx. de carga eje delantero	Kg	4,500
Cap. máx. de carga eje delantero	kg	8,500
DIMENSIONES		
Long. total	mm.	8,140
Ancho total	mm.	2,175
Alto total	mm.	2,555
Espacio entre ejes	mm.	4,850
Trocha delantera	mm.	1,715
Trocha posterior	mm.	1,725
Voladizo delantero	mm.	1,185
Voladizo posterior	mm.	2,060
Long. chasis	mm.	6,035
Long. carrozable	mm.	6,885
Alt. sobre el suelo	mm.	25
CHASIS		
Embrague		Monodisco seco de control hidráulico, 350 mm

Transmisión	tipo	LJ06S, Mecánica de 6 velocidades
	1era	6.746
	2da	4.190
	3ra	2.451
	4ta	1.474
	5ta	1.000
	6ta	0.823
	Reversa	6.453
Relación de reducción del diferencial		4.555
Tracción		4x2
Aros	Del./Post.	7.5x22.5
Neumáticos	Del./Post.	255/70R22.5
Dirección		Hidráulica, tipo tuerca y bolas recirculantes
Suspensión	Delantera	Muelles Semielipticos con amortiguadores
	Posterior	Muelles Semielipticos con muelle auxiliar
Frenos de servicio	Tipo	Aire sobre hidráulico, de doble circuito.
	Delanteros	Tambores
	Posteriores	Tambores
Freno auxiliar		Freno de escape, electro neumático con válvula.
Alternador	Capacidad	24V – 60A
Baterías	Cantidad	12Vx2 – 120 AH

Anexo 5: Especificaciones técnicas del volquete – 02.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL VOLQUETE (VOL-02)		
<u>HINO 500 GH 1826</u>		
MOTOR		
Marca		Hino
Nº de cilindros		6 en línea
Cilindrada	CC.	7,684
P. máx.	PS(KW)/rpm	260(191) /2,500
Torque máx.	Kgf-m / rpm	81 / 1,500
Válvulas		24
Sist. de inyección de combustible		Turbo Diésel Intercooler con control electrónico Common Rail y compensador de altura
Nivel de emisiones		Euro IV
Cap. de tanque de combustible	Lt. /gal.	200 /52.8
PESOS		
Peso Bruto Vehicular	kg	17,800
Peso neto	Kg	5,775
Cap. de carga	Kg	12,025
Cap. máx. de carga eje delantero	Kg	6,300
Cap. máx. de carga eje delantero	kg	11,500
DIMENSIONES		
Long. total	mm.	8,695
Ancho total	mm.	2,490
Alto total	mm.	2,760
Espacio entre ejes	mm.	5,080
Trocha delantera	mm.	2,030
Trocha posterior	mm.	1,835
Voladizo delantero	mm.	1,280
Voladizo posterior	mm.	2,275
Long. chasis	mm.	6,525
Long. carrozable	mm.	7,298
Alt. sobre el suelo	mm.	2 240
CHASIS		
Embrague		Monodisco seco de control hidráulico, 380 mm

Transmisión	tipo	EATON ES11109, Mecánica de 9 velocidades
	Rango	Baja Alta
	LOW	12.637
	1era	8.806 2.481
	2da	6.550 1.845
	3ra	4.768 1.343
	4ta	3.548 1.000
	Reversa	13.210
Relación de reducción del diferencial		4.625
Tracción		4x2
Medida de Aros	Del./Post.	7.5x22.5
Medida de Neumáticos	Del./Post.	11R22.5
Dirección		Hidráulica, tipo tuerca y bolas recirculantes
Suspensión	Delantera	Muelles Semielipticos con amortiguadores
	Posterior	Muelles Semielipticos
Frenos de servicio	Tipo	Neumático de doble circuito
	Delanteros	Tambores
	Posteriores	Tambores
Freno auxiliar		Freno de escape, electro neumático con válvula.
Alternador	Capacidad	24V – 60A
Baterías	Cantidad	12Vx2 – 120 AH

C. Anexos de indicadores de mantenimiento del año evaluado

Anexo 6: Mantenimiento correctivo (MC) / hora, fecha y problema de cada máquina.

N°	Máquina	Placa	Fecha	Hora	Fecha	Hora	T. FALLA	Descripción
1	Volquete 4	M6W-871	15/06/2022	14:10	17/06/2022	12:30	26.00	El cilindro telescópico en velocidad lenta
2	Volquete 4	M6W-871	10/08/2022	12:05	18/08/2022	16:50	41.00	Elevación de servicio limitada
3	Volquete 4	M6W-871	5/09/2022	09:19	9/09/2022	11:19	38.00	Cruceta de cardan
4	Volquete 4	M6W-871	20/10/2022	15:50	25/10/2022	10:50	42.00	Reparación de abrazadera
5	Volquete 4	M6W-871	5/12/2022	11:26	9/12/2022	12:26	37.00	Muelle roto
6	Volquete 4	M6W-871	15/02/2023	16:55	19/02/2023	15:55	35.00	Limpieza de filtros de aire
7	Volquete 4	M6W-871	7/04/2023	08:18	9/04/2023	10:18	20.00	Reparación de motor de arranque
8	Volquete	MSV-729	14/04/2022	16:29	19/04/2022	12:29	43.00	Reparación de disco de embrague
9	Volquete	MSV-729	9/05/2022	12:21	14/05/2022	11:21	44.00	Reparación de frenos
10	Volquete	MSV-729	4/06/2022	11:11	6/06/2022	13:11	21.00	Purga de trampa de agua
11	Volquete	MSV-729	2/07/2022	15:26	6/07/2022	16:55	38.00	Muelle roto
12	Volquete	MSV-729	3/09/2022	09:14	7/09/2022	11:14	38.00	Ajuste de pernos de vibración
13	Volquete	MSV-729	21/11/2022	14:18	26/11/2022	15:18	46.00	Cambio de reten
14	Volquete	MSV-729	14/11/2023	10:31	16/11/2023	16:31	25.00	Fuga hidráulica
15	Volquete	MSV-729	6/02/2023	16:44	10/02/2023	09:44	29.00	Ruido anormal en el alternador
16	Volquete	MSU-920	13/04/2022	10:22	19/04/2022	14:22	58.00	Motor de arranque no gira
17	Volquete	MSU-920	8/05/2022	15:13	11/05/2022	14:13	17.00	Chirrido de frenos
18	Volquete	MSU-920	3/07/2022	16:15	5/07/2022	16:15	21.00	Frenos arrastra
19	Volquete	MSU-920	2/08/2022	08:08	6/08/2022	11:08	39.00	Muelle roto
20	Volquete	MSU-920	3/10/2022	15:29	7/10/2022	13:29	34.00	Volante es pesado
21	Volquete	MSU-920	4/11/2022	14:47	9/11/2022	13:47	44.00	Freno de mano deficiente
22	Volquete	MSU-920	22/01/2023	10:55	27/01/2023	11:55	46.00	El volante de dirección vibra
23	Volquete	MSU-920	13/02/2023	15:22	17/02/2023	11:22	32.00	El motor carece de potencia
24	Volquete	MSU-920	7/04/2023	08:19	8/04/2023	13:19	14.00	Problema de elevación del cilindro

25	Cargador Frontal	WA380 -6	12/04/2022	11:33	16/04/2022	10:33	35.00	Revisión por baja potencia
26	Cargador Frontal	WA380 -6	7/05/2022	08:27	10/05/2022	09:27	28.00	Cambio de uñas
27	Cargador Frontal	WA380 -6	2/08/2022	10:26	5/08/2022	13:26	30.00	El motor de arranque gira lentamente
28	Cargador Frontal	WA380 -6	3/10/2022	13:50	3/10/2022	13:50	39.00	El volante es pesado
29	Cargador Frontal	WA380 -6	4/11/2022	16:56	8/11/2022	17:00	41.00	Ruido anormal generado
30	Cargador Frontal	WA380 -6	23/12/2022	09:18	25/12/2022	14:18	31.00	Hay juego en el volante
31	Cargador Frontal	WA380 -6	12/11/2023	12:10	15/11/2023	12:10	27.00	Movimiento irregular del cilindro
32	Cargador Frontal	WA380 -6	6/02/2023	14:50	10/02/2023	11:50	33.00	Batería defectuosa
33	Retroexcavadora	WB93R-5E0	11/04/2022	14:26	13/04/2022	15:26	19.00	El motor se detiene
34	Retroexcavadora	WB93R-5E0	6/06/2022	11:35	7/06/2022	15:35	13.00	Cañería del brazo extensor rota
35	Retroexcavadora	WB93R-5E0	2/07/2022	15:40	4/07/2022	11:40	14.00	Fuga en cañería del sistema hidráulico
36	Retroexcavadora	WB93R-5E1	2/08/2022	16:16	6/08/2022	10:16	30.00	Rotura de Carter
37	Retroexcavadora	WB93R-5E0	3/10/2022	15:36	8/10/2022	14:36	41.00	Falla del arrancador
38	Retroexcavadora	WB93R-5E0	24/10/2022	10:20	27/10/2022	13:20	30.00	El motor se calienta mucho
39	Retroexcavadora	WB93R-5E0	4/11/2022	14:45	8/11/2022	13:45	39.00	Cañería del estabilizador rota
40	Retroexcavadora	WB93R-5E0	5/12/2022	11:47	8/12/2022	10:47	26.00	Implemento excavador roto
41	Retroexcavadora	WB93R-5E0	11/02/2023	09:28	15/02/2023	08:28	35.00	El motor no tiene potencia
42	Retroexcavadora	WB93R-5E0	7/03/2023	14:30	12/03/2023	16:30	47.00	Se quedó activado la traba diferencial
TOTAL							1386.00	

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
 RUC: 20490849231

JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
 GERENTE GENERAL

Anexo 7: Resumen de MC / número y tiempo de paradas del año evaluado.

Paradas		Abril	May o	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
Volquete	M6W-871	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	7
Volquete	MSV-729	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1		1	8
Volquete	MSU-920	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	9
Cargador frontal	WA380 -6	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	8
Retroexcavadora	WB93R-5E0	0	1	1	1	0	2	1	1	0	1	1	1	10
Total		3	3	3	4	2	5	4	3	3	5	3	4	42

Tiempo Paradas		Abril	May o	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
Volquete	M6W-871	0	26	0	41	38	42	0	37	0	35	20	0	239
Volquete	MSV-729	43	44	21	0	38	0	38	0	46	25	0	29	284
Volquete	MSU-920	58	0	17	21	0	39	34	0	44	46	32	14	305
Cargador frontal	WA380 -6	35	0	0	28	0	30	39	41	31	27	0	33	264
Retroexcavadora	WB93R-5E0	0	19	13	14	0	71	30	39	0	26	35	47	294
Total		136	89	51	104	76	182	141	117	121	159	87	123	1386

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
 RUC: 20490849231

JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
 GERENTE GENERAL

Anexo 8: Mantenimiento preventivo MP / hora, fecha y problema de cada máquina.

Máquina	Placa	Fecha	Hora	Fecha	Hora	T.M.P.	Descripción
Volquete 4	M6W-871	15/06/2022	09:10	16/06/2022	13:10	11	M 500
Volquete 4	M6W-871	6/07/2022	07:20	6/07/2022	15:20	8	M 750
Volquete 4	M6W-871	22/08/2022	10:20	22/08/2022	17:20	9	M 1000
Volquete 4	M6W-871	18/10/2022	07:15	18/10/2022	17:15	10	M 1250
Volquete 4	M6W-871	9/12/2022	08:00	9/12/2022	14:00	6	M 1500
Volquete 4	M6W-871	1/06/2023	07:30	1/06/2023	07:30	9	M 1750
Volquete 4	M6W-871	21/02/2023	08:10	21/02/2023	17:10	13	M 2000
Volquete	MSV-729	1/06/2022	07:00	1/06/2022	17:00	4	M 1250
Volquete	MSV-729	23/06/2022	08:10	23/06/2022	16:01	6	M 1500
Volquete	MSV-729	4/06/2022	07:30	4/06/2022	15:00	8	M 1750
Volquete	MSV-729	15/06/2022	07:50	16/06/2022	14:03	12	M 2000
Volquete	MSV-729	18/06/2022	07:15	18/06/2022	15:20	9	M 250
Volquete	MSV-729	27/06/2022	08:15	27/06/2022	17:20	11	M 500
Volquete	MSV-729	7/06/2022	07:30	7/06/2022	17:15	5	M 750
Volquete	MSV-729	29/06/2022	08:10	29/06/2022	14:00	9	M 1000
Volquete	MSU-920	30/06/2022	07:15	30/06/2022	07:30	8	M 750
Volquete	MSU-920	1/07/2022	08:35	1/07/2022	17:15	10	M 1000
Volquete	MSU-920	2/07/2022	07:30	2/07/2022	14:00	7	M 1250
Volquete	MSU-920	3/07/2022	08:10	3/07/2022	07:30	6	M 1500
Volquete	MSU-920	4/07/2022	07:00	4/07/2022	17:10	12	M 1750
Volquete	MSU-920	5/07/2022	08:10	6/07/2022	17:00	14	M 2000
Volquete	MSU-920	6/07/2022	07:30	6/07/2022	16:01	5	M 250
Cargador Frontal	WA380 -6	7/07/2022	07:50	7/07/2022	17:15	7	M 750
Cargador Frontal	WA380 -6	8/07/2022	08:15	8/07/2022	14:00	9	M 1000
Cargador Frontal	WA380 -6	9/07/2022	07:30	9/07/2022	15:20	13	M 1250
Cargador Frontal	WA380 -6	10/07/2022	08:05	10/07/2022	17:20	6	M 1500

Cargador Frontal	WA380 -6	11/07/2022	07:15	11/07/2022	17:15	8	M 1750
Cargador Frontal	WA380 -6	12/07/2022	08:30	13/07/2022	14:00	16	M 2000
Cargador Frontal	WA380 -6	13/07/2022	07:30	13/07/2022	07:30	5	M 250
Cargador Frontal	WA380 -6	14/07/2022	08:10	14/07/2022	14:00	11	M 500
Retroexcavadora	WB93R-5E0	15/07/2022	07:00	15/07/2022	15:20	13	M 1000
Retroexcavadora	WB93R-5E0	16/07/2022	07:10	16/07/2022	17:20	8	M 1250
Retroexcavadora	WB93R-5E0	17/07/2022	07:50	17/07/2022	15:20	10	M 1500
Retroexcavadora	WB93R-5E0	18/07/2022	08:15	18/07/2022	17:20	6	M 1750
Retroexcavadora	WB93R-5E0	19/07/2022	07:30	20/07/2022	17:15	12	M 2000
Retroexcavadora	WB93R-5E0	20/07/2022	08:10	20/07/2022	14:00	9	M 250
Retroexcavadora	WB93R-5E0	21/07/2022	07:15	21/07/2022	07:30	7	M 500
TOTAL						332	

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
 RUC: 20490849231

JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
 GERENTE GENERAL

Anexo 9: Resumen de MP / número y tiempo de paradas del año evaluado.

Paradas		Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
Volquete	M6W-871	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	7
Volquete	MSV-729	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8
Volquete	MSU-920	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	7
Cargador frontal	WA380 -6	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	7
Retroexcavadora	WB93R-5E0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8
Total		3	3	2	4	3	4	3	3	4	3	2	3	37

Tiempo Paradas		Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
Volquete	M6W-871	0	11	8	9	0	10	0	6	9	13	0	0	66
Volquete	MSV-729	4	0	0	6	8	12	9	0	11	0	5	9	64
Volquete	MSU-920	8	10	0	0	7	0	6	12	0	14	0	5	62
Cargador frontal	WA380 -6	7	0	9	0	13	0	6	8	16	5	0	11	75
Retroexcavadora	WB93R-5E0	0	13	0	8	0	10	0	6	12	9	0	7	65
Total		19	34	17	23	28	32	21	32	48	41	5	32	332


MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
RUC: 20490849231

.....
JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
GERENTE GENERAL


D. Anexo de programa de mantenimiento

Anexo 10: Check list de cargador frontal.


INSPECCIÓN DE CARGADOR FRONTAL					
OPERADOR:					
FECHA:		HORA DE CHEQUEO:			
MARCA:		MODELO:		AÑO:	
CODIGO:		HOROMETRO:			
ITEMS A VERIFICAR			B = Bueno M = Malo NA = No Aplica		
			B	M	NA
Boom					
Buje superior de cilindro boom					
Farola frontal					
Rueda trasera					
Cilindro del balde					
Rueda delantera					
Buje superior de cilindro balde					
Balde					
Palanca de accionamiento de alta y baja					
Palanca de operación del balde					
Palanca de operación del boom					
Sistema de aire acondicionado					
Interruptor de lámpara trasera					
Millare					
Calefacción					
Pedal del acelerador					
Interruptor de encendido					
Mando de direccionales y de luces					
Medidor de temperatura de aceite hidráulico					
Medidor de presión de aceite de la servo transmisión					
Medidor de voltaje del sistema					
Medidor de presión de aire de frenado					
Medidor de presión de aceite de motor					
Medidor de temperatura de refrigerante de motor					
Hodometro					
Palanca de neutra, marcha y contramarcha					
Pedal de freno					
Encendedor de cigarrillos					
Botón de lámpara					
Botón de limpiaparabrisas					

Botón de alarma de emergencia					
Palanca de freno de mano					
Guaya apagadora					
Silla de operador					
Indicador de combustible					
Luz direccional de giro a la izquierdo					
Señal indicadora de retorno de aceite					
Señal indicadora de freno de mano					
Señal indicadora de precalentamiento					
Señal indicadora de carga					
Señal indicadora de presión de aceite de motor					
Señal indicadora de presión de aceite del servo trans.					
Señal indicadora de combustible					
Señal indicadora del sistema de freno de aire					
Señal indicadora de luces altas					
Luz direccional de giro a la derecha					
Interruptor luces frontales					
Botón de limpiabrrabrisas					
Botón de estacionamiento					
Botón luces de reversa					
Botón de limpia parabrisas trasero					
Interruptor de desempañador vidrio trasero					
Interruptor de luz de advertencia					
Palanca de velocidades alta y baja					
Palanca de giro del balde					
Palanca de operación del boom					
Cargador frontal sin defectos para iniciar labores				Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Observaciones:					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
TESISTA 1:	JUAN PABLO RIOJA ALBERCA			FIRMA	
TESISTA 2:	LUIS MIGUEL VÁSQUEZ VÁSQUEZ			FIRMA	

Anexo 11: Check list retroexcavadora.

INSPECCIÓN DE RETROEXCAVADORA							
OPERADOR:							
FECHA:		HORA DE CHEQUEO:					
MARCA:			MODELO:		AÑO:		
CODIGO:			HOROMETRO:				
ITEMS A VERIFICAR	B = Bueno M = Malo NA = No Aplica			CONDICIÓN			
	B	M	NA				
Nivel de aceite del motor							
Nivel de aceite hidráulico							
Nivel de aceite transmisión							
Nivel de refrigerante							
Parabrisa							
Plumilla							
Vidrios laterales							
Parabrisa trasero							
Pasamanos							
Puerta							
Manillas de puerta							
Espejos laterales							
Espejo interior							
Asiento operador							
Cilindro flexible del balde							
Calzas del balde y pasadores							
Balancín							
Cilindro y flexibles de pluma							
Contrapeso							
Cabina							
Llave de ruedas							
Gato Hidráulico							
Caja de herramientas							
Cinturón de seguridad							
Bocina							
Alarma de retroceso							
Focos Laterales chasis							
Marcador de nivel de combustible							
Marcador de temperatura							
Marcador de presión de aceite							
Horometro							
Panel Central							
Botón de bloqueo hidráulico							
Retroexcavadora sin defectos para iniciar labores						Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Observaciones:						 <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN</small>	
TESISTA 1:	JUAN PABLO RIOJA ALBERCA			FIRMA			
TESISTA 2:	LUIS MIGUEL VÁSQUEZ VÁSQUEZ			FIRMA			

Anexo 12: Check list de volquetes.

INSPECCIÓN DE VOLQUETE						
CONDUCTOR:					FECHA:	
KILOMETRAJE:			CODIGO:			
MARCA:		MODELO:			CAPACIDAD:	
SOAT: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		REVISIÓN TÉCNICA SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
SUPERVISOR:						
ITEMS A VERIFICAR				B = Bueno M = Malo NA = No Aplica		
				B	M	NA
Nivel aceite de motor						
Nivel aceite de transmisión						
Nivel de refrigerante						
Sistema de frenos						
Sistema de frenos de parqueo						
Luces direccionales delanteras Izquierda y derecha						
Luces direccionales traseras izquierda y derecha						
Luces de frenos						
Luces direccionales						
Luz de retroceso						
Luces de peligro						
Nivel de combustible						
Nivel liquido de frenos						
Sistema de dirección						
Sonido de motor						
Bornes de la batería						
Instrumentos del panel						
Bocina						
Espejos						
Funcionamiento alarma para dar marcha atrás						
Parabrisas						
Escobillas del parabrisa						
Estado tolva						
Defensa de la cabina toldo						
Cinturones de seguridad en operación						
Cuñas o tacos para ruedas						
Manijas de puerta						
Llantas						
Botiquín						
Conos de seguridad						
Malla para tolva						
Llave de ruedas, gato hidráulico						
Volquete sin defectos graves para iniciar sus trabajos					Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Observaciones:						
 <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</small>						
TESISTAS 1: JUAN PABLO RIOJA ALBERCA					FIRMA	
TESISTAS 2: LUIS MIGUEL VÁSQUEZ VÁSQUEZ					FIRMA	

Anexo 13: Programa de mantenimiento cargador frontal.

Ítems	Descripción de actividad	Realizado por	Intervalo
1	Drenaje de agua, sedimentos del depósito de combustible	Operador	50 h
2	Lubricación del pasador de pivote del eje trasero	T. Mecánico	100 h
3	Elemento limpio en el filtro de aire fresco del A/C	T. Mecánico	100 h
4	Comprobar nivel de aceite en el depósito hidráulico, añada aceite	T. Mecánico	100 h
5	Comprobar nivel de electrolito de la batería	T. Mecánico	250 h
6	Revise el freno de estacionamiento	T. Mecánico	250 h
7	Comprobar la tensión de la correa del compresor del A/C,	T. Mecánico	250 h
8	Comprobar si hay tornillos del cubo de la rueda sueltos, apriete	T. Mecánico	250 h
9	Comprobación de la función del acumulador	T. Mecánico	250 h
10	Lubricante	T. Mecánico	250 h
11	Cambiar aceite del aceite del motor	T. Mecánico	500 h
12	Reemplazar filtro de aceite de motor	T. Mecánico	500 h
13	Sustituya el implemento del pre filtro de combustible	T. Mecánico	500 h
14	Cambio de aceite en caja de transferencia	T. Mecánico	1000 h
15	Limpieza del respiradero de la caja de transferencia	T. Mecánico	1000 h
16	Sustituya el cartucho del filtro esencial de combustible	T. Mecánico	1000 h
17	Sustituya el parte del filtro de aceite hst	T. Mecánico	1000 h
18	Lubricante	T. Mecánico	1000 h
19	Comprobación de la tubería de admisión de aire del motor en caso de aflojamiento	T. Mecánico	1000 h
20	Comprobar la rigidez de la correa de impulsión del alternador y el tensor automático	T. Mecánico	1000 h
21	Reemplazar el tensor automático	T. Mecánico	1000 h
22	Cambio de aceite en el depósito hidráulico	T. Mecánico	2000 h
23	Sustitución del elemento del filtro hidráulico	T. Mecánico	2000 h
24	Sustitución del elemento de respiradero del depósito hidráulico	T. Mecánico	2000 h
25	Cambio de aceite de eje	T. Mecánico	2000 h

26	Sustituya el elemento en el filtro de aire de recirculación del acondicionador de aire A/C	T. Mecánico	2000 h
27	Reemplazar el filtro de aire fresco	T. Mecánico	2000 h
28	Limpiar colador del circuito de freno	T. Mecánico	2000 h
29	Comprobar el desgaste del disco de freno	T. Mecánico	2000 h
30	Comprobación de la función del acumulador	T. Mecánico	2000 h
31	Comprobar el alternador	T. Mecánico	2000 h
32	Compruebe la holgura de la válvula del motor, ajuste	T. Mecánico	2000 h
Ítems	Descripción de actividad	Realizado por	Intervalo
33	Comprobar el amortiguador de vibraciones	T. Mecánico	2000 h
34	Lubricante	T. Mecánico	4000 h
35	Constatar la bomba de agua	T. Mecánico	4000 h
36	Constatar el motor de arranque	T. Mecánico	4000 h
37	Compruebe si hay abrazaderas de tubería de alta presión del motor sueltas	T. Mecánico	4000 h
38	Verificar el endurecimiento de la goma de la tubería de alta presión	T. Mecánico	4000 h
39	Comprobación de falta de tapón de prevención de diseminado de combustible	T. Mecánico	4000 h
40	Verificar el endurecimiento de la goma del tapón de rociado de combustible	T. Mecánico	4000 h
41	Sustituya sujetador de la tubería de alta presión	T. Mecánico	8000 h
42	Reemplace la tapa de prevención de rociado de combustible	T. Mecánico	8000 h

Anexo 14: Programa de mantenimiento retroexcavadora.

Ítems	Descripción de actividad	Realizado por	Intervalo
1	Lubricación de las articulaciones	Oper.	10 h
2	Monitoreo del nivel de aceite hidráulico	Oper.	50 h
3	Monitoreo de la cantidad del fluido del radiador	Oper.	50 h
4	Monitoreo del nivel del nivel de aceite de frenado	Oper.	50 h
5	Lubricación de los árboles de transmisión	Oper.	50 h
6	Lubricación de la unión central del eje delantero	Oper.	50 h
7	Control de la presión de los neumáticos	Oper.	50 h
8	Drenaje del decantador 2° nivel	Oper.	50 h
9	Control de ajuste de los tornillos de los neumáticos.	Oper.	50 h
10	Sustitución de aceite del motor	T. Mecánico	250 h
11	Reemplazo de filtro de aceite de motor	T. Mecánico	250 h
12	Control de la correa del alternador - ventilador	T. Mecánico	250 h
13	Regulación y Control de la rigidez de correa del compresor A/C	T. Mecánico	250 h
14	Control del nivel del líquido de la batería	T. Mecánico	250 h
15	Control de los niveles aceites del eje delantero.	T. Mecánico	250 h
16	Chequeo del nivel de aceite del eje trasero	T. Mecánico	250 h
17	Chequeo de los niveles de aceite de transmisión hidráulica	T. Mecánico	250 h
18	Cambio de aceite del motor	T. Mecánico	500 h
19	Remplazo del filtro de aceite de motor	T. Mecánico	500 h
20	reemplazo del filtro de aceite del sistema hidráulico	T. Mecánico	500 h
21	Sustitución de filtros de combustible	T. Mecánico	500 h
22	Vaciado del tanque de combustible	T. Mecánico	500 h
23	Descarga el almacenamiento de aceite hidráulico	T. Mecánico	500 h
24	Limpieza exterior del radiador	T. Mecánico	500 h
25	Limpieza exterior del condensador A/C	T. Mecánico	500 h
26	Sustitución de aceite del eje delantero	T. Mecánico	1000 h

27	Sustitución de aceite del eje trasero	T. Mecánico	1000 h
28	Sustitución de aceite de transmisión hidráulica	T. Mecánico	1000 h
29	Sustitución del filtro de aceite de transmisión hidráulica	T. Mecánico	1000 h
30	Cambio, limpieza del aceite hidráulico y del filtro de aspiración	T. Mecánico	2000 h
31	Limpiado del sist. de refrigeración y sustitución de líquido refrigerante	T. Mecánico	2000 h
32	Cambio de aceite del sistema de frenado	T. Mecánico	2000 h
Ítems	Descripción de actividad	Realizado por	Intervalo
33	Control del motor de arranque y alternador	T. Mecánico	2000 h
34	Sustitución de la correa del alternador	T. Mecánico	2000 h
35	Control de la cantidad de gas refrigerante A/C	T. Mecánico	2000 h
36	Control de los pernos de fijación del motor y anti vibrantes	T. Mecánico	3000 h
37	regulación del juego e inspección de las válvulas del motor y avance de inyección	T. Mecánico	3000 h
38	Sustitución del filtro deshidratador A/C	T. Mecánico	4000 h
39	Control de funcionamiento del compresor A/C	T. Mecánico	4000 h
40	Sustitución de la válvula termostática del motor	T. Mecánico	4000 h

Anexo 15: Programa de mantenimiento de volquetes.

Ítems	Descripción de actividad	Realizado por	Intervalo
1	Inspección la taza de drenaje del prefiltro de combustible	T. Mecánico	1000 Km/r
2	Sustitución del aceite de motor	T. Mecánico	5000 Km/r
3	Reemplazo del filtro de aceite de motor	T. Mecánico	5000 Km/r
4	Compruebe y ajuste si es necesario cada parte de la admisión y del escape	T. Mecánico	5000 Km/r
5	Ajuste al torque especificado cada parte del turbocargador	T. Mecánico	5000 Km/r
6	Comprobar flojedad y daños en acoplamiento del tubo de escape	T. Mecánico	5000 Km/r
7	Comprobar flojedad y daños en acoplamiento del silenciador	T. Mecánico	5000 Km/r
8	Lubrique la junta esférica del tirante	T. Mecánico	5000 Km/r
9	Comprobar el torque de los tornillos de montaje del varillaje de dirección	T. Mecánico	5000 Km/r
10	Comprobar los pernos de la caja engranajes de la dirección	T. Mecánico	5000 Km/r
11	Lubricación de la chaveta del eje dirección	T. Mecánico	5000 Km/r
12	Lubricación de la junta universal de la dirección	T. Mecánico	5000 Km/r
13	Lubricación del arrastre de la junta esférica	T. Mecánico	5000 Km/r
14	Compruebe el apriete de los elementos de instalación de la dirección asistida	T. Mecánico	5000 Km/r
15	Comprobar daños, fugas o conexiones flojas de las cañerías del sistema de freno	T. Mecánico	5000 Km/r
16	Comprobar ajuste y daño de conexiones eléctricas, conectores y clips	T. Mecánico	5000 Km/r
17	Compruebe y ajuste si es necesario el medidor de la transmisión automática	T. Mecánico	10000 Km/r
18	Sustitución del filtro de combustible primario	T. Mecánico	20000 Km/r
19	Sustitución del pre-filtro de combustible	T. Mecánico	20000 Km/r
20	Inspeccione, limpie o reemplace la correa de transmisión	T. Mecánico	30000 Km
21	Inspeccione el elemento del purificador de aire	T. Mecánico	30000 Km/r
22	Reemplazar el aceite del engranaje de la transmisión	T. Mecánico	30000 Km/r
23	Cambiar el colador de aceite del engranaje de la transmisión	T. Mecánico	30000 Km/r
24	Inspeccione y reemplace si es necesario el respiradero de la transmisión	T. Mecánico	30000 Km/r
25	Compruebe y ajuste si es necesario la desviación del eje propulsor	T. Mecánico	30000 Km/r

26	Compruebe y ajuste si es necesario el juego de la ranura de la chaveta	T. Mecánico	30000 Km/r
27	Compruebe y ajuste si es necesario el juego de la junta universal	T. Mecánico	30000 Km/r
28	Reemplazar el aceite del diferencial del eje trasero	T. Mecánico	30000 Km/r
29	Inspeccione o reemplace el respiradero de la caja del eje trasero	T. Mecánico	30000 Km/r
30	Inspeccione juego libre, flojedad y daños del eje de dirección	T. Mecánico	30000 Km/r
31	Comprobar el recorrido de la biela de cámara de frenos	T. Mecánico	30000 Km/r
32	Ajuste si es necesario del ajustador de tensión del freno	T. Mecánico	30000 Km/r
Ítems	Descripción de actividad	Realizado por	Intervalo
33	Compruebe el desgaste del forro (Espesor) del freno de servicio	T. Mecánico	30000 Km/r
34	Comprobar la función del secador de aire de sistema de frenos	T. Mecánico	30000 Km/r
35	Compruebe daños y falta de tensión en el cable de control del freno de estac. Central	T. Mecánico	30000 Km/r
36	Ajuste al torque especificado de los tornillos de armado del tambor del freno de estac.	T. Mecánico	30000 Km/r
37	Comprobar la cara externa de la rueda y anomalías del aro lateral del rin	T. Mecánico	30000 Km/r
38	Reemplazar las posiciones de los neumáticos	T. Mecánico	30000 Km/r
39	Comprobar la flojedad, juego excesivo en amortiguador del sist. de suspensión	T. Mecánico	30000 Km/r
40	Inspeccionar la función del amortiguador o cambiarlo, sistema de suspensión	T. Mecánico	30000 Km/r
41	Comprobar el ajuste de la ménsula del resorte del sist. De suspensión	T. Mecánico	30000 Km/r
42	Compruebe y ajuste si es necesario la holgura de las válvulas	T. Mecánico	60000 Km/r
43	Verificar que funcione óptimamente la tapa del radiador	T. Mecánico	60000 Km/r
44	Compruebe y ajuste si es necesario el funcionamiento del silenciador	T. Mecánico	60000 Km/r
45	Compruebe y ajuste si es necesario la manguera de caucho para el inter enfriador	T. Mecánico	60000 Km/r
46	Comprobar el ajuste del juego de varillaje de control de transmisión	T. Mecánico	60000 Km/r
47	Inspeccione o si es necesario reemplace el soporte de los rodamientos centrales	T. Mecánico	60000 Km/r
48	Inspecciones o corrija el deterioro del retenedor de la ranura deslizante	T. Mecánico	60000 Km/r
49	Inspecciones o corrija el daño del rodamiento central	T. Mecánico	60000 Km/r
50	Comprobar el torque del yugo de la brida	T. Mecánico	60000 Km/r
51	Comprobar daños, desgaste y apriete de las partes del eje delantero	T. Mecánico	60000 Km/r
52	Reemplazar la grasa del rodamiento del cubo de las ruedas delanteras	T. Mecánico	60000 Km/r
53	Comprobar el alineamiento de las ruedas delanteras	T. Mecánico	60000 Km/r

54	Cambiar la grasa del rodamiento del cubo de rueda	T. Mecánico	60000 Km/r
55	Inspeccionar grietas, deformación y daños de la caja del eje trasero	T. Mecánico	60000 Km/r
56	Inspeccione, limpie deformación y grietas del semieje del eje trasero	T. Mecánico	60000 Km/r
57	Ajuste al torque especificado los tornillos de montaje del semieje del eje trasero	T. Mecánico	60000 Km/r
58	Compruebe el apriete de los elementos de instalación de la dirección asistida	T. Mecánico	60000 Km/r
59	Reemplazar el fluido de la dirección asistida	T. Mecánico	60000 Km/r
60	Reemplazar el filtro del líquido de la dirección asistida	T. Mecánico	60000 Km/r
61	Inspeccione el tambor de freno de servicio	T. Mecánico	60000 Km/r
62	Inspeccione los elementos internos de los frenos de las ruedas	T. Mecánico	60000 Km/r
63	Comprobar la función de la válvula del freno	T. Mecánico	60000 Km/r
64	Comprobar la función de la válvula de relé del freno	T. Mecánico	60000 Km/r
Ítems	Descripción de actividad	Realizado por	Intervalo
65	Comprobar la función de la válvula del freno	T. Mecánico	60000 Km/r
66	Inspeccione las mangueras de caucho para todas las líneas de aire de freno	T. Mecánico	60000 Km/r
67	Inspeccione el desgaste del forro y holgura entre el tambor y el forro del freno estac.	T. Mecánico	60000 Km/r
68	Inspeccione el desgaste y daños del tambor del freno estacionamiento central	T. Mecánico	60000 Km/r
69	Inspeccione desgaste y daños de la palanca de control de freno de estacionamiento cent.	T. Mecánico	60000 Km/r
70	Reemplazar el elemento del purificador de aire	T. Mecánico	60000 Km7r
71	Comprobar ajuste y daño de conexiones eléctricas, conectores y clips	T. Mecánico	60000 Km/r
72	Compruebe la línea de líquido dañada y floja	T. Mecánico	60000 Km/r
73	Reemplazar el líquido de la transmisión automática	T. Mecánico	80000 Km/r
74	Reemplazar el filtro de la transmisión automática	T. Mecánico	80000 Km/r
75	Inspeccione o cambie si es necesario la válvula de control del ABS	T. Mecánico	120000 Km/r
76	Reemplazar el filtro AdBlue	T. Mecánico	300000 Km/r
77	Cambiar casquillo de caucho del soporte de la bomba AdBlue	T. Mecánico	300000 Km/r
78	Reemplazar refrigerante (Concentración 50%)	T. Mecánico	600000 Km/r

Anexo 16. Mantenimiento diario cargador frontal.

Ítems	Descripción de actividad	Realizado por	Intervalo
1	Revisar alrededor y por debajo del cargador frontal	Oper.	Diario
2	Verificar el nivel de aceite del motor	Oper.	Diario
3	Inspeccionar el nivel de aceite hidráulico	Oper.	Diario
4	Inspeccionar el nivel de aceite transmisión	Oper.	Diario
5	Inspeccionar el nivel de refrigerante	Oper.	Diario
7	Verificar tuercas y tornillos aflojados o desgastados	Oper.	Diario
8	Inspeccionar daños en algunas piezas	Oper.	Diario
9	Revisar que no exista fugas de aceite, refrigerante o combustible	Oper.	Diario
10	Verificar el estado de los equipos de trabajo como lampón	Oper.	Diario
11	Inspeccionar el sistema hidráulico (mangueras, cañerías, cilindros, etc.)	Oper.	Diario
12	Comprobar si hay suciedad o polvo acumulados alrededor del motor, batería o radiador	Oper.	Diario
13	Inspeccionar que no exista fugas de combustible, daños en las cañerías o mangueras	Oper.	Diario
14	Comprobar si hay fugas de aceite en cañerías o mangueras de la línea de freno	Oper.	Diario
15	Comprobar si hay daños en las lámparas de los indicadores en el panel de instrumentos, medidores	Oper.	Diario
16	Revisar si hay pernos de montaje del filtro de aire sueltos	Oper.	Diario
17	Inspeccionar si hay terminales de batería sueltos. apriete cualquier terminal suelto	Oper.	Diario
18	Verificar la existencia daños en las abrazaderas de montaje y cinturón de seguridad	Oper.	Diario
19	Limpiar interior de la cabina y la ventana de la maquina	Oper.	Diario
20	Inspeccione los neumáticos, estado del mismo	Oper.	Diario
21	Funcionamiento de la palanca de freno de estacionamiento	Oper.	Diario
22	Condiciones de reflexión de los espejos retrovisores	Oper.	Diario
23	Analizar la condición del motor	Oper.	Diario

24	Verificar el nivel de combustible	Oper.	Diario
25	Comprobar el encendido y destello de luces (traseras y delanteras)	Oper.	Diario
26	Comprobar luces de estacionamiento	Oper.	Diario
27	Chequear vibraciones y tirones en la dirección	Oper.	Diario
28	Verificar el funcionamiento del claxon	Oper.	Diario

Anexo 17: Mantenimiento diario retroexcavadora .

Ítems	Descripción de actividad	Realizado por	Intervalo
1	Revisar alrededor y por debajo de la maquina	Oper.	DIARIO
2	Verificar el nivel de aceite del motor	Oper.	DIARIO
3	Inspeccionar el nivel de aceite hidráulico	Oper.	DIARIO
4	Revisar el nivel de aceite transmisión	Oper.	DIARIO
5	Inspeccionar el radiador y nivel de refrigerante	Oper.	DIARIO
6	Inspeccionar tuercas y tornillos aflojados o desgastados	Oper.	DIARIO
7	Inspeccionar daños en algunas piezas	Oper.	DIARIO
8	Examinar que no exista fugas combustibles, aceite y refrigerantes.	Oper.	DIARIO
9	Verificar el estado de los equipos de trabajo como lampón y cucharón	Oper.	DIARIO
10	Inspeccionar los estabilizadores	Oper.	DIARIO
11	Inspeccionar el sistema hidráulico (mangueras, cañerías, cilindros, etc.)	Oper.	DIARIO
12	Comprobar si hay suciedad o polvo acumulados alrededor del motor, batería o radiador	Oper.	DIARIO
13	Inspeccionar que no haya fugas de combustible o daños en las mangueras y tubos	Oper.	DIARIO
14	Comprobar si hay fugas de aceite en cañerías o mangueras de la línea de freno	Oper.	DIARIO
15	Comprobar si hay daños en las lámparas de los indicadores en el panel de instrumentos, medidores	Oper.	DIARIO
16	Revisar si hay pernos de montaje del filtro de aire sueltos	Oper.	DIARIO

17	Inspeccionar si hay terminales de batería sueltos. apriete cualquier terminal suelto	Oper.	DIARIO
18	Verificar si existen daños en las abrazaderas de montaje y en el cinturón de seguridad.	Oper.	DIARIO
19	Limpiar interior de la cabina y la ventana de la maquina	Oper.	DIARIO
20	Inspeccione los neumáticos, estado del mismo	Oper.	DIARIO
21	Funcionamiento de la palanca de freno de parqueo.	Oper.	DIARIO
22	Condiciones de reflexión de los espejos retrovisores	Oper.	DIARIO
23	Analizar la condición del motor	Oper.	DIARIO
24	Revisar el nivel de combustible	Oper.	DIARIO
25	Comprobar el encendido y destello de luces (traseras y delanteras)	Oper.	DIARIO
26	Comprobar luces de estacionamiento	Oper.	DIARIO
27	Chequear vibraciones y tirones en la dirección	Oper.	DIARIO
28	Verificar el funcionamiento del claxon	Oper.	DIARIO

Anexo 18: Mantenimiento diario volquete.

Ítems	Descripción de actividad	Realizado por	Intervalo
1	Verificar el nivel de aceite de motor	Oper.	Diario
2	Inspeccionar el nivel de aceite de transmisión	Oper.	Diario
3	Inspeccionar el nivel de aceite del diferencial	Oper.	Diario
4	Inspeccionar el nivel de líquido de dirección	Oper.	Diario
5	Inspeccionar el nivel de líquido de freno	Oper.	Diario
6	Inspeccionar el nivel de líquido de embrague	Oper.	Diario
7	Inspeccionar el nivel de líquido refrigerante	Oper.	Diario
8	Observar la acumulación de agua en el tanque de aire	Oper.	Diario
9	Observar la acumulación de líquidos en el separador de agua	Oper.	Diario
10	Inspeccionar daños y tensión de las correas de transmisión	Oper.	Diario
11	Inspeccionar de los neumáticos	Oper.	Diario

ANTES DE CONDUCIR

13	Funcionamiento de la palanca de freno de estacionamiento	Oper.	Diario
14	Condiciones de reflexión de los espejos retrovisores	Oper.	Diario
15	Inspección del freno de servicio	Oper.	Diario
16	Verificar el juego del penal de freno	Oper.	Diario

LUEGO DE ARRANCAR EL MOTOR

18	Analizar la condición del motor	Oper.	Diario
19	Verificar el nivel de combustible	Oper.	Diario
20	Comprobar el encendido y destello de luces	Oper.	Diario
21	Comprobar luces de advertencia y zumbador de advertencia	Oper.	Diario
22	Verificar la presión de aire y carga	Oper.	Diario
23	Inspeccionar el juego de la volante	Oper.	Diario
24	Chequear movimientos en la dirección	Oper.	Diario
25	Chequear vibraciones y tirones en la dirección	Oper.	Diario
26	verificar el funcionamiento de la bocina	Oper.	Diario
27	Comprobar el funcionamiento del freno de escape	Oper.	Diario
28	Verificar altura y funcionamiento del embrague	Oper.	Diario

E. Anexo de indicadores de mantenimiento del año propuesto.

Anexo 19: Mantenimiento correctivo (MC) / hora, fecha y problema de cada máquina.

N°	Máquina	Placa	T. FALLA	Descripción
1	Volquete 4	M6W-871	25	Volante es pesado
2	Volquete 4	M6W-871	21	Freno de mano deficiente
3	Volquete 4	M6W-871	27	El volante de dirección vibra
4	Volquete 4	M6W-871	30	El motor carece de potencia
5	Volquete 4	M6W-871	28	Problema de elevación del cilindro
6	Volquete	MSV-729	23	Ruido anormal en el alternador
7	Volquete	MSV-729	24	Motor de arranque no gira
8	Volquete	MSV-729	25	Chirrido de frenos
9	Volquete	MSV-729	25	Frenos arrastra
10	Volquete	MSV-729	29	Muelle roto
11	Volquete	MSU-920	34	El cilindro telescópico en velocidad lenta
12	Volquete	MSU-920	27	Elevación de servicio limitada
13	Volquete	MSU-920	23	Cruceta de cardan
14	Volquete	MSU-920	25	Reparación de abrazadera
15	Volquete	MSU-920	32	Muelle roto
16	Volquete	MSU-920	14	Limpieza de filtros de aire
17	Cargador Frontal	WA380 -6	25	El volante es pesado
18	Cargador Frontal	WA380 -6	23	Ruido anormal generado
19	Cargador Frontal	WA380 -6	29	Hay juego en el volante
20	Cargador Frontal	WA380 -6	26	Movimiento irregular del cilindro
21	Cargador Frontal	WA380 -6	33	Batería defectuosa
22	Retroexcavadora	WB93R-5E0	25	Cañería del brazo extensor rota
23	Retroexcavadora	WB93R-5E0	12	Fuga en cañería del sistema hidráulico
24	Retroexcavadora	WB93R-5E0	29	Rotura de Carter
25	Retroexcavadora	WB93R-5E0	23	Falla del arrancador

26	Retroexcavadora	WB93R-5E0	26	El motor se calienta mucho
27	Retroexcavadora	WB93R-5E0	21	Cañería del estabilizador rota
28	Retroexcavadora	WB93R-5E0	27	Implemento excavador roto
TOTAL			711	

Anexo 20: resumen de MC / número y tiempo de paradas del año propuesto.

Paradas		May	Juni	Juli	Agost	Septiembr	Octubr	Noviembr	Diciembr	Ener	Febrer	Marz	Abri	Tota
		o	o	o	o	e	e	e	e	o	o	o	l	l
Volquete	M6W-871	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	5
Volquete	MSV-729	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5
Volquete	MSU-920	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	6
Cargador frontal	WA380 -6	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	5
Retroexcavadora	WB93R-5E0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	7
Total		2	3	1	2	3	2	4	2	3	3	1	2	28

Tiempo Paradas		May	Juni	Juli	Agost	Septiembr	Octubr	Noviembr	Diciembr	Ener	Febrer	Marz	Abri	Tota
		o	o	o	o	e	e	e	e	o	o	o	l	l
Volquete	M6W-871	25	0	0	0	21	0	27	30	0	0	28	0	131
Volquete	MSV-729	0	23	0	24	25	0	0	25	29	0	0	0	126
Volquete	MSU-920	34	27	0	23	0	0	25	0	0	32	0	14	155
Cargador frontal	WA380 -6	0	0	25	0	0	23	29	0	26	33	0	0	136
Retroexcavadora	WB93R-5E0	0	25	0	0	12	29	23	0	26	21	0	27	163
Total		59	75	25	47	58	52	104	55	81	86	28	41	711

Anexo 21: Mantenimiento preventivo / hora, fecha y problema de cada máquina

N°	Máquina	Placa	Descripción	T.M.P.
1	Volquete 4	M6W-871	M 250	4
2	Volquete 4	M6W-871	M 500	6
3	Volquete 4	M6W-871	M 750	4
4	Volquete 4	M6W-871	M 1000	8
5	Volquete 4	M6W-871	M 1250	4
6	Volquete 4	M6W-871	M 1500	6
7	Volquete 4	M6W-871	M 1750	0
8	Volquete 4	M6W-871	M 2000	10
9	Volquete	MSV-729	M 500	6
10	Volquete	MSV-729	M 750	4
11	Volquete	MSV-729	M 1000	8
12	Volquete	MSV-729	M 1250	4
13	Volquete	MSV-729	M 1500	6
14	Volquete	MSV-729	M 1750	4
15	Volquete	MSV-729	M 2000	10
16	Volquete	MSV-729	M 250	4
17	Volquete	MSV-729	M 500	6
18	Volquete	MSU-920	M 500	6
19	Volquete	MSU-920	M 750	4
20	Volquete	MSU-920	M 1000	8
21	Volquete	MSU-920	M 1250	4
22	Volquete	MSU-920	M 1500	6
23	Volquete	MSU-920	M 1750	4
24	Volquete	MSU-920	M 2000	10

25	Volquete	MSU-920	M 250	0
26	Cargador frontal	WA380 -6	M 250	4
27	Cargador frontal	WA380 -6	M 500	6
28	Cargador frontal	WA380 -6	M 750	4
29	Cargador frontal	WA380 -6	M 1000	8
30	Cargador frontal	WA380 -6	M 1250	4
31	Cargador frontal	WA380 -6	M 1500	6
32	Cargador frontal	WA380 -6	M 1750	4
33	Cargador frontal	WA380 -6	M 2000	10
34	Cargador frontal	WA380 -6	M 250	4
35	Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 500	6
36	Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 750	4
37	Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1000	8
38	Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1250	0
39	Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1500	6
40	Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1750	4
41	Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 2000	10
42	Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 250	4
43	Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 500	6
44	Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 750	4
			TOTAL	238

Anexo 22: resumen de MP / número y tiempo de paradas del año propuesto.

Paradas		Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Nov.	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Volquete	M6W-871	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	8
Volquete	MSV-729	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Volquete	MSU-920	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	8
Cargador frontal	WA380 -6	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	9
Retroexcavadora	WB93R-5E0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Total		2	3	3	4	5	4	5	3	4	5	4	2	44

Tiempo Paradas		Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Nov.	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Volquete	M6W-871	4	0	6	4	8	0	4	6	0	0	10	0	42
Volquete	MSV-729	0	6	0	4	8	4	6	4	10	4	6	0	52
Volquete	MSU-920	0	6	4	0	8	4	6	0	4	10	0	0	42
Cargador frontal	WA380 -6	4	0	6	4	8	4	6	0	4	10	4	0	50
Retroexcavadora	WB93R-5E0	0	6	0	4	8	0	6	4	10	4	6	4	52
Total		8	18	16	16	40	12	28	14	28	28	26	4	238

F. Anexo de evaluación económica del plan de mantenimiento.

Anexo 23: Ingreso año evaluado

Volquete M6W-871

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	COSTO H/M		MONTO
2022	Abril	215.25	S/	70.00	S/ 15,067.50
	Mayo	178.25	S/	70.00	S/ 12,477.50
	Junio	207.25	S/	70.00	S/ 14,507.50
	Julio	165.25	S/	70.00	S/ 11,567.50
	Agosto	177.25	S/	70.00	S/ 12,407.50
	Septiembre	163.25	S/	70.00	S/ 11,427.50
	Octubre	215.25	S/	70.00	S/ 15,067.50
	Noviembre	172.25	S/	70.00	S/ 12,057.50
	Diciembre	206.25	S/	70.00	S/ 14,437.50
	2023	Enero	167.25	S/	70.00
Febrero		195.25	S/	70.00	S/ 13,667.50
Marzo		215.25	S/	70.00	S/ 15,067.50
Total					S/ 159,460.00

Volquete MSV-729

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	COSTO H/M		MONTO
2022	Abril	168.25	S/	100.00	S/ 16,825.00
	Mayo	171.25	S/	100.00	S/ 17,125.00
	Junio	194.25	S/	100.00	S/ 19,425.00
	Julio	209.25	S/	100.00	S/ 20,925.00
	Agosto	169.25	S/	100.00	S/ 16,925.00
	Septiembre	203.25	S/	100.00	S/ 20,325.00
	Octubre	168.25	S/	100.00	S/ 16,825.00
	Noviembre	215.25	S/	100.00	S/ 21,525.00
	Diciembre	158.25	S/	100.00	S/ 15,825.00
	2023	Enero	190.25	S/	100.00
Febrero		210.25	S/	100.00	S/ 21,025.00
Marzo		177.25	S/	100.00	S/ 17,725.00
Total					S/ 223,500.00

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
RUC: 20480849231

JUANITA ELENA DIAZ URIARTE
GERENTE GENERAL

Volquete MSU-920

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	COSTO H/M	MONTO
2022	Abril	149.25	S/ 100.00	S/ 14,925.00
	Mayo	205.25	S/ 100.00	S/ 20,525.00
	Junio	198.25	S/ 100.00	S/ 19,825.00
	Julio	194.25	S/ 100.00	S/ 19,425.00
	Agosto	208.25	S/ 100.00	S/ 20,825.00
	Septiembre	176.25	S/ 100.00	S/ 17,625.00
	Octubre	175.25	S/ 100.00	S/ 17,525.00
	Noviembre	203.25	S/ 100.00	S/ 20,325.00
2023	Diciembre	171.25	S/ 100.00	S/ 17,125.00
	Enero	155.25	S/ 100.00	S/ 15,525.00
	Febrero	183.25	S/ 100.00	S/ 18,325.00
	Marzo	196.25	S/ 100.00	S/ 19,625.00
Total				S/ 221,600.00

Cargador frontal WA380 -6

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	COSTO H/M	MONTO
2022	Abril	173.25	S/ 220.00	S/ 38,115.00
	Mayo	215.25	S/ 220.00	S/ 47,355.00
	Junio	206.25	S/ 220.00	S/ 45,375.00
	Julio	187.25	S/ 220.00	S/ 41,195.00
	Agosto	202.25	S/ 220.00	S/ 44,495.00
	Septiembre	185.25	S/ 220.00	S/ 40,755.00
	Octubre	170.25	S/ 220.00	S/ 37,455.00
	Noviembre	166.25	S/ 220.00	S/ 36,575.00
2023	Diciembre	168.25	S/ 220.00	S/ 37,015.00
	Enero	183.25	S/ 220.00	S/ 40,315.00
	Febrero	215.25	S/ 220.00	S/ 47,355.00
	Marzo	171.25	S/ 220.00	S/ 37,675.00
Total				S/ 493,680.00

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
RUC: 20490849231

JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
GERENTE GENERAL

Retroexcavadora WB93R-5E0

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	COSTO H/M	MONTO	
2022	Abril	215.25	S/ 150.00	S/ 32,287.50	
	Mayo	183.25	S/ 150.00	S/ 27,487.50	
	Junio	202.25	S/ 150.00	S/ 30,337.50	
	Julio	193.25	S/ 150.00	S/ 28,987.50	
	Agosto	215.25	S/ 150.00	S/ 32,287.50	
	Septiembre	134.25	S/ 150.00	S/ 20,137.50	
	Octubre	185.25	S/ 150.00	S/ 27,787.50	
	Noviembre	170.25	S/ 150.00	S/ 25,537.50	
	Diciembre	203.25	S/ 150.00	S/ 30,487.50	
	2023	Enero	180.25	S/ 150.00	S/ 27,037.50
		Febrero	180.25	S/ 150.00	S/ 27,037.50
		Marzo	161.25	S/ 150.00	S/ 24,187.50
Total				S/ 333,600.00	

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
RUC: 20480849231
Juanita Elena Díaz Uriarte
JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
GERENTE GENERAL

Anexo 24: Egresos de mantenimiento correctivo del año evaluado

Placa	Descripción	Precio S/	Precio por Maquina
M6W-871	El cilindro telescópico en velocidad lenta	S/ 500.00	
M6W-871	Elevación de servicio limitada	S/ 100.00	
M6W-871	Cruceta de cardan	S/ 200.00	
M6W-871	Reparación de abrazadera	S/ 1,200.00	S/ 6,900.00
M6W-871	Muelle roto	S/ 2,400.00	
M6W-871	Limpieza de filtros de aire	S/ 700.00	
M6W-871	Reparación de motor de arranque	S/ 1,800.00	
MSV-729	Reparación de disco de embrague	S/ 300.00	
MSV-729	Reparación de frenos	S/ 150.00	
MSV-729	Purga de trampa de agua	S/ 1,600.00	
MSV-729	Muelle roto	S/ 1,300.00	S/ 7,150.00
MSV-729	Ajuste de pernos de vibración	S/ 900.00	
MSV-729	Cambio de reten	S/ 800.00	
MSV-729	Fuga hidráulica	S/ 450.00	
MSV-729	Ruido anormal en el alternador	S/ 1,650.00	
MSU-920	Motor de arranque no gira	S/ 850.00	
MSU-920	Chirrido de frenos	S/ 1,600.00	
MSU-920	Frenos arrastra	S/ 750.00	
MSU-920	Muelle roto	S/ 2,400.00	S/ 13,090.00
MSU-920	Volante es pesado	S/ 1,200.00	
MSU-920	Freno de mano deficiente	S/ 1,550.00	
MSU-920	El volante de dirección vibra	S/ 2,500.00	
MSU-920	El motor carece de potencia	S/ 360.00	
MSU-920	Problema de elevación del cilindro	S/ 1,880.00	
WA380 -6	Revisión por baja potencia	S/ 1,700.00	
WA380 -6	Cambio de uñas	S/ 2,400.00	
WA380 -6	El motor de arranque gira lentamente	S/ 350.00	
WA380 -6	El volante es pesado	S/ 840.00	
WA380 -6	Ruido anormal generado	S/ 2,500.00	S/ 11,730.00
WA380 -6	Hay juego en el volante	S/ 360.00	
WA380 -6	Movimiento irregular del cilindro	S/ 1,880.00	
WA380 -6	Batería defectuosa	S/ 1,700.00	
WB93R-5E0	El motor se detiene	S/ 2,400.00	
WB93R-5E0	Cañería del brazo extensor rota	S/ 350.00	
WB93R-5E0	Fuga en cañería del sistema hidráulico	S/ 840.00	
WB93R-5E1	Rotura de Carter	S/ 1,300.00	
WB93R-5E0	Falla del arrancador	S/ 900.00	S/ 12,260.00
WB93R-5E0	El motor se calienta mucho	S/ 800.00	
WB93R-5E0	Cañería del estabilizador rota	S/ 450.00	
WB93R-5E0	Implemento excavador roto	S/ 1,650.00	

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
RUC: 20490849231
Juanita Elena Díaz Uriarte
JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
GERENTE GENERAL

WB93R-5E0	El motor no tiene potencia	S/ 2,200.00	
WB93R-5E0	Se quedó activado la traba diferencial	S/ 1,370.00	
Total		S/ 51,130.00	S/ 51,130.00

Anexo 25: Egresos de mantenimiento preventivo del año evaluado

Máquina	Placa	Descripción	Precio S/	Precio por Maquina
Volquete	M6W-871	M 500	S/ 1,190.00	
Volquete	M6W-871	M 750	S/ 850.00	
Volquete	M6W-871	M 1000	S/ 1,990.00	S/ 10,010.00
Volquete	M6W-871	M 1250	S/ 850.00	
Volquete	M6W-871	M 1500	S/ 1,190.00	
Volquete	M6W-871	M 1750	S/ 850.00	
Volquete	M6W-871	M 2000	S/ 3,090.00	
Volquete	MSV-729	M 1250	S/ 930.00	
Volquete	MSV-729	M 1500	S/ 1,270.00	
Volquete	MSV-729	M 1750	S/ 930.00	
Volquete	MSV-729	M 2000	S/ 3,120.00	S/ 11,480.00
Volquete	MSV-729	M 250	S/ 930.00	
Volquete	MSV-729	M 500	S/ 1,270.00	
Volquete	MSV-729	M 750	S/ 930.00	
Volquete	MSV-729	M 1000	S/ 2,100.00	
Volquete	MSU-920	M 750	S/ 930.00	
Volquete	MSU-920	M 1000	S/ 2,100.00	
Volquete	MSU-920	M 1250	S/ 930.00	
Volquete	MSU-920	M 1500	S/ 1,270.00	
Volquete	MSU-920	M 1750	S/ 930.00	S/ 10,210.00
Volquete	MSU-920	M 2000	S/ 3,120.00	
Volquete	MSU-920	M 250	S/ 930.00	
Cargador Frontal	WA380 -6	M 750	S/ 2,320.00	
Cargador Frontal	WA380 -6	M 1000	S/ 6,730.00	
Cargador Frontal	WA380 -6	M 1250	S/ 2,320.00	
Cargador Frontal	WA380 -6	M 1500	S/ 2,820.00	S/ 29,100.00
Cargador Frontal	WA380 -6	M 1750	S/ 2,320.00	
Cargador Frontal	WA380 -6	M 2000	S/ 10,270.00	
Cargador Frontal	WA380 -6	M 250	S/ 2,320.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 500	S/ 1,390.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1000	S/ 3,030.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1250	S/ 1,050.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1500	S/ 1,390.00	S/ 15,950.00
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1750	S/ 1,050.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 2000	S/ 5,600.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 250	S/ 1,050.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 500	S/ 1,390.00	
Total S/			S/ 76,750.00	S/ 76,750.00

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
RUC: 20490849231
Juanita Elena Díaz Uriarte
JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
GERENTE GENERAL

Anexo 26: Egresos por gastos por combustible del año evaluado

Volquete M6W-871

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	CONSUMO		PRECIO GAL.(S/)	TOTAL
			POR HORA (GAL.)			
2022	Abril	215.25	1.10	S/ 19.80	S/ 4,688.15	
	Mayo	178.25	1.10	S/ 19.80	S/ 3,882.29	
	Junio	207.25	1.10	S/ 19.80	S/ 4,513.91	
	Julio	165.25	1.10	S/ 19.80	S/ 3,599.15	
	Agosto	177.25	1.10	S/ 19.80	S/ 3,860.51	
	Septiembre	163.25	1.10	S/ 19.80	S/ 3,555.59	
	Octubre	215.25	1.10	S/ 19.80	S/ 4,688.15	
	Noviembre	172.25	1.10	S/ 19.80	S/ 3,751.61	
	Diciembre	206.25	1.10	S/ 19.80	S/ 4,492.13	
2023	Enero	167.25	1.10	S/ 19.80	S/ 3,642.71	
	Febrero	195.25	1.10	S/ 19.80	S/ 4,252.55	
	Marzo	215.25	1.10	S/ 19.80	S/ 4,688.15	
Total					S/ 49,614.84	

Volquete MSV-729

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	CONSUMO		PRECIO GAL.(S/)	TOTAL
			POR HORA (GAL.)			
2022	Abril	168.25	2.00	S/ 19.80	S/ 6,662.70	
	Mayo	171.25	2.00	S/ 19.80	S/ 6,781.50	
	Junio	194.25	2.00	S/ 19.80	S/ 7,692.30	
	Julio	209.25	2.00	S/ 19.80	S/ 8,286.30	
	Agosto	169.25	2.00	S/ 19.80	S/ 6,702.30	
	Septiembre	203.25	2.00	S/ 19.80	S/ 8,048.70	
	Octubre	168.25	2.00	S/ 19.80	S/ 6,662.70	
	Noviembre	215.25	2.00	S/ 19.80	S/ 8,523.90	
	Diciembre	158.25	2.00	S/ 19.80	S/ 6,266.70	
	2023	Enero	190.25	2.00	S/ 19.80	S/ 7,533.90
		Febrero	210.25	2.00	S/ 19.80	S/ 8,325.90
		Marzo	177.25	2.00	S/ 19.80	S/ 7,019.10
Total					88,506.00	

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
RUC: 20450849231
Juanita Elena Díaz Uriarte
JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
GERENTE GENERAL

Volquete MSU-920

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	CONSUMO POR HORA (GAL.)	PRECIO GAL.(S/)	TOTAL	
2022	Abril	149.25	2.00	S/ 19.80	S/ 5,910.30	
	Mayo	205.25	2.00	S/ 19.80	S/ 8,127.90	
	Junio	198.25	2.00	S/ 19.80	S/ 7,850.70	
	Julio	194.25	2.00	S/ 19.80	S/ 7,692.30	
	Agosto	208.25	2.00	S/ 19.80	S/ 8,246.70	
	Septiembre	176.25	2.00	S/ 19.80	S/ 6,979.50	
	Octubre	175.25	2.00	S/ 19.80	S/ 6,939.90	
	Noviembre	203.25	2.00	S/ 19.80	S/ 8,048.70	
	Diciembre	171.25	2.00	S/ 19.80	S/ 6,781.50	
	2023	Enero	155.25	2.00	S/ 19.80	S/ 6,147.90
		Febrero	183.25	2.00	S/ 19.80	S/ 7,256.70
		Marzo	196.25	2.00	S/ 19.80	S/ 7,771.50
Total					S/ 87,753.60	

Cargador frontal WA380 -6

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	CONSUMO POR HORA (GAL.)	PRECIO GAL.(S/)	TOTAL	
2022	Abril	173.25	3.20	S/ 19.80	S/ 10,977.12	
	Mayo	215.25	3.20	S/ 19.80	S/ 13,638.24	
	Junio	206.25	3.20	S/ 19.80	S/ 13,068.00	
	Julio	187.25	3.20	S/ 19.80	S/ 11,864.16	
	Agosto	202.25	3.20	S/ 19.80	S/ 12,814.56	
	Septiembre	185.25	3.20	S/ 19.80	S/ 11,737.44	
	Octubre	170.25	3.20	S/ 19.80	S/ 10,787.04	
	Noviembre	166.25	3.20	S/ 19.80	S/ 10,533.60	
	Diciembre	168.25	3.20	S/ 19.80	S/ 10,660.32	
	2023	Enero	183.25	3.20	S/ 19.80	S/ 11,610.72
		Febrero	215.25	3.20	S/ 19.80	S/ 13,638.24
		Marzo	171.25	3.20	S/ 19.80	S/ 10,850.40
Total					S/ 142,179.84	

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
RUC: 20490849231

JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
GERENTE GENERAL

Retroexcavadora WB93R-5E0

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	CONSUMO POR HORA (GAL.)	PRECIO GAL.(S/)	TOTAL	
2022	Abril	215.25	2.10	S/ 19.80	S/ 8,950.10	
	Mayo	183.25	2.10	S/ 19.80	S/ 7,619.54	
	Junio	202.25	2.10	S/ 19.80	S/ 8,409.56	
	Julio	193.25	2.10	S/ 19.80	S/ 8,035.34	
	Agosto	215.25	2.10	S/ 19.80	S/ 8,950.10	
	Septiembre	134.25	2.10	S/ 19.80	S/ 5,582.12	
	Octubre	185.25	2.10	S/ 19.80	S/ 7,702.70	
	Noviembre	170.25	2.10	S/ 19.80	S/ 7,079.00	
	Diciembre	203.25	2.10	S/ 19.80	S/ 8,451.14	
	2023	Enero	180.25	2.10	S/ 19.80	S/ 7,494.80
		Febrero	180.25	2.10	S/ 19.80	S/ 7,494.80
		Marzo	161.25	2.10	S/ 19.80	S/ 6,704.78
Total					S/ 92,473.92	

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
 RUC: 20480849231

JUANITA ELENA DIAZ URIARTE
 GERENTE GENERAL

Anexo 27: Egresos por pago a operadores del año evaluado

AÑO	MES	Vol. M6W-871	Vol.MSV-729	Vol. MSU-920	Cargador frontal	Retroexcavadora	
2022	Abril	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00	
	Mayo	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00	
	Junio	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00	
	Julio	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00	
	Agosto	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00	
	Septiembre	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00	
	Octubre	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00	
	Noviembre	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00	
	Diciembre	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00	
	Enero	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00	
	2023	Febrero	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00
		Marzo	S/ 1,500.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 2,500.00	S/ 2,200.00
Total		S/ 18,000.00	S/ 21,600.00	S/ 21,600.00	S/ 30,000.00	S/ 26,400.00	

MAESTRO CONSTRUCTOR S.R.L.
 RUC: 20400049231

 JUANITA ELENA DÍAZ URIARTE
 GERENTE GENERAL

Anexo 28: Ingreso del año propuesto

Volquete M6W-871

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	COSTO H/M	MONTO
2023	Mayo	187	70.00	13090.00
	Junio	216	70.00	15120.00
	Julio	210	70.00	14700.00
	Agosto	212	70.00	14840.00
	Septiembre	187	70.00	13090.00
	Octubre	216	70.00	15120.00
	Noviembre	185	70.00	12950.00
	Diciembre	180	70.00	12600.00
2024	Enero	216	70.00	15120.00
	Febrero	216	70.00	15120.00
	Marzo	178	70.00	12460.00
	Abril	216	70.00	15120.00
Total				169330.00

Volquete MSV-729

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	COSTO H/M	MONTO
2023	Mayo	216	100.00	21600.00
	Junio	187	100.00	18700.00
	Julio	216	100.00	21600.00
	Agosto	188	100.00	18800.00
	Septiembre	183	100.00	18300.00
	Octubre	212	100.00	21200.00
	Noviembre	210	100.00	21000.00
	Diciembre	187	100.00	18700.00
2024	Enero	177	100.00	17700.00
	Febrero	212	100.00	21200.00
	Marzo	210	100.00	21000.00
	Abril	216	100.00	21600.00
Total				241400.00

Volquete MSU-920

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	COSTO H/M	MONTO
2023	Mayo	182	100.00	18200.00
	Junio	183	100.00	18300.00
	Julio	212	100.00	21200.00
	Agosto	193	100.00	19300.00
	Septiembre	208	100.00	20800.00
	Octubre	212	100.00	21200.00
	Noviembre	185	100.00	18500.00
	Diciembre	216	100.00	21600.00
2024	Enero	212	100.00	21200.00
	Febrero	174	100.00	17400.00
	Marzo	216	100.00	21600.00
	Abril	202	100.00	20200.00
Total				239500.00

Cargador frontal WA380 -6

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	COSTO H/M	MONTO
2023	Mayo	212	220.00	46640.00
	Junio	216	220.00	47520.00
	Julio	185	220.00	40700.00
	Agosto	212	220.00	46640.00
	Septiembre	208	220.00	45760.00
	Octubre	189	220.00	41580.00
	Noviembre	181	220.00	39820.00
	Diciembre	216	220.00	47520.00
2024	Enero	186	220.00	40920.00
	Febrero	173	220.00	38060.00
	Marzo	212	220.00	46640.00
	Abril	216	220.00	47520.00
Total				529320.00

Retroexcavadora WB93R-5E0

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	COSTO H/M	MONTO
2022	Mayo	216	150.00	32400.00
	Junio	185	150.00	27750.00
	Julio	216	150.00	32400.00
	Agosto	212	150.00	31800.00
	Septiembre	196	150.00	29400.00
	Octubre	187	150.00	28050.00
	Noviembre	187	150.00	28050.00
	Diciembre	212	150.00	31800.00
2023	Enero	180	150.00	27000.00
	Febrero	191	150.00	28650.00
	Marzo	210	150.00	31500.00
	Abril	185	150.00	27750.00
Total				356550.00

Anexo 29: Egresos por mantenimiento correctivo del año propuesto.

Máquina	Placa	Descripción	Precio S/	Precio por Maquina
Volquete 4	M6W-871	Volante es pesado	S/ 500.00	
Volquete 4	M6W-871	Freno de mano deficiente	S/ 100.00	
Volquete 4	M6W-871	El volante de dirección vibra	S/ 200.00	
Volquete 4	M6W-871	El motor carece de potencia	S/ 1,200.00	
Volquete 4	M6W-871	Problema de elevación del cilindro	S/ 2,400.00	S/ 4,400.00
Volquete	MSV-729	Ruido anormal en el alternador	S/ 700.00	
Volquete	MSV-729	Motor de arranque no gira	S/ 1,800.00	
Volquete	MSV-729	Chirrido de frenos	S/ 300.00	
Volquete	MSV-729	Frenos arrastra	S/ 150.00	
Volquete	MSV-729	Muelle roto	S/ 1,600.00	S/ 4,550.00
Volquete	MSU-920	El cilindro telescópico en velocidad lenta	S/ 1,300.00	
Volquete	MSU-920	Elevación de servicio limitada	S/ 900.00	
Volquete	MSU-920	Cruceta de cardan	S/ 800.00	
Volquete	MSU-920	Reparación de abrazadera	S/ 450.00	
Volquete	MSU-920	Muelle roto	S/ 1,650.00	
Volquete	MSU-920	Reemplazo de filtro de aire	S/ 850.00	S/ 5,950.00
Cargador Frontal	WA380 -6	El volante es pesado	S/ 1,600.00	
Cargador Frontal	WA380 -6	Ruido anormal generado	S/ 750.00	
Cargador Frontal	WA380 -6	Hay juego en el volante	S/ 2,400.00	
Cargador Frontal	WA380 -6	Movimiento irregular del cilindro	S/ 1,200.00	
Cargador Frontal	WA380 -6	Batería defectuosa	S/ 1,550.00	S/ 7,500.00
Retroexcavadora	WB93R-5E0	Cañería del brazo extensor rota	S/ 2,500.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	Fuga en cañería del sistema hidráulico	S/ 360.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	Rotura de Carter	S/ 1,880.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	Falla del arrancador	S/ 1,700.00	

Retroexcavadora	WB93R-5E0	El motor se calienta mucho	S/ 2,400.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	Cañería del estabilizador rota	S/ 350.00	
Retroexcavadora	WB93R-5E0	Implemento excavador roto	S/ 840.00	S/ 10,030.00
Total			S/ 32,430.00	S/ 32,430.00

Anexo 30: Egresos por mantenimiento preventivo del año propuesto

Máquina	Placa	Descripción	Precio S/	Precio por maquina
Volquete 4	M6W-871	M 250	S/ 850.00	
Volquete 4	M6W-871	M 500	S/ 1,190.00	
Volquete 4	M6W-871	M 750	S/ 850.00	
Volquete 4	M6W-871	M 1000	S/ 1,990.00	S/ 10,860.00
Volquete 4	M6W-871	M 1250	S/ 850.00	
Volquete 4	M6W-871	M 1500	S/ 1,190.00	
Volquete 4	M6W-871	M 1750	S/ 850.00	
Volquete 4	M6W-871	M 2000	S/ 3,090.00	
Volquete	MSV-729	M 500	S/ 1,270.00	
Volquete	MSV-729	M 750	S/ 930.00	
Volquete	MSV-729	M 1000	S/ 2,100.00	
Volquete	MSV-729	M 1250	S/ 930.00	S/ 12,750.00
Volquete	MSV-729	M 1500	S/ 1,270.00	
Volquete	MSV-729	M 1750	S/ 930.00	
Volquete	MSV-729	M 2000	S/ 3,120.00	
Volquete	MSV-729	M 250	S/ 930.00	
Volquete	MSV-729	M 500	S/ 1,270.00	
Volquete	MSU-920	M 500	S/ 1,270.00	

Volquete	MSU-920	M 750	S/ 930.00		
Volquete	MSU-920	M 1000	S/ 2,100.00		
Volquete	MSU-920	M 1250	S/ 930.00	S/	11,480.00
Volquete	MSU-920	M 1500	S/ 1,270.00		
Volquete	MSU-920	M 1750	S/ 930.00		
Volquete	MSU-920	M 2000	S/ 3,120.00		
Volquete	MSU-920	M 250	S/ 930.00		
<hr/>					
Cargador frontal	WA380 -6	M 250	S/ 2,320.00		
Cargador frontal	WA380 -6	M 500	S/ 2,820.00		
Cargador frontal	WA380 -6	M 750	S/ 2,320.00		
Cargador frontal	WA380 -6	M 1000	S/ 6,730.00	S/	34,240.00
Cargador frontal	WA380 -6	M 1250	S/ 2,320.00		
Cargador frontal	WA380 -6	M 1500	S/ 2,820.00		
Cargador frontal	WA380 -6	M 1750	S/ 2,320.00		
Cargador frontal	WA380 -6	M 2000	S/ 10,270.00		
Cargador frontal	WA380 -6	M 250	S/ 2,320.00		
<hr/>					
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 500	S/ 1,390.00		
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 750	S/ 1,050.00		
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1000	S/ 3,030.00		
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1250	S/ 1,050.00	S/	18,050.00
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1500	S/ 1,390.00		
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 1750	S/ 1,050.00		
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 2000	S/ 5,600.00		
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 250	S/ 1,050.00		
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 500	S/ 1,390.00		
Retroexcavadora	WB93R-5E0	M 750	S/ 1,050.00		
Total			S/ 87,380.00		

Anexo 31: Egresos de gastos por combustible del año propuesto

Volquete M6W-871

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	CONSUMO POR HORA (GAL.)	PRECIO GAL.(S/)	TOTAL (S/)
2023	Mayo	187.00	1.10	19.80	4,072.86
	Junio	216.00	1.10	19.80	4,704.48
	Julio	210.00	1.10	19.80	4,573.80
	Agosto	212.00	1.10	19.80	4,617.36
	Septiembre	187.00	1.10	19.80	4,072.86
	Octubre	216.00	1.10	19.80	4,704.48
	Noviembre	185.00	1.10	19.80	4,029.30
	Diciembre	180.00	1.10	19.80	3,920.40
2024	Enero	216.00	1.10	19.80	4,704.48
	Febrero	216.00	1.10	19.80	4,704.48
	Marzo	178.00	1.10	19.80	3,876.84
	Abril	216.00	1.10	19.80	4,704.48
Total					52,685.82

Volquete MSV-729

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	CONSUMO POR HORA (GAL.)	PRECIO GAL.(S/)	TOTAL (S/)	
2023	Mayo	216.00	2.00	19.80	8,553.60	
	Junio	187.00	2.00	19.80	7,405.20	
	Julio	216.00	2.00	19.80	8,553.60	
	Agosto	188.00	2.00	19.80	7,444.80	
	Septiembre	183.00	2.00	19.80	7,246.80	
	Octubre	212.00	2.00	19.80	8,395.20	
	Noviembre	210.00	2.00	19.80	8,316.00	
	Diciembre	187.00	2.00	19.80	7,405.20	
	2024	Enero	177.00	2.00	19.80	7,009.20
		Febrero	212.00	2.00	19.80	8,395.20
		Marzo	210.00	2.00	19.80	8,316.00
		Abril	216.00	2.00	19.80	8,553.60
Total					95,594.40	

Volquete MSU-920

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	CONSUMO POR HORA (GAL.)	PRECIO GAL.(S/)	TOTAL (S/)
2023	Mayo	182	2.00	19.80	7,207.20
	Junio	183	2.00	19.80	7,246.80
	Julio	212	2.00	19.80	8,395.20
	Agosto	193	2.00	19.80	7,642.80
	Septiembre	208	2.00	19.80	8,236.80
	Octubre	212	2.00	19.80	8,395.20
	Noviembre	185	2.00	19.80	7,326.00
	Diciembre	216	2.00	19.80	8,553.60
	2024	Enero	212	2.00	19.80
Febrero		174	2.00	19.80	6,890.40
Marzo		216	2.00	19.80	8,553.60
Abril		202	2.00	19.80	7,999.20
Total					94,842.00

Cargador frontal WA380 -6

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	CONSUMO POR HORA (GAL.)	PRECIO GAL.(S/)	TOTAL (S/)
2022	Mayo	212	3.20	19.80	13,432.32
	Junio	216	3.20	19.80	13,685.76
	Julio	185	3.20	19.80	11,721.60
	Agosto	212	3.20	19.80	13,432.32
	Septiembre	208	3.20	19.80	13,178.88
	Octubre	189	3.20	19.80	11,975.04
	Noviembre	181	3.20	19.80	11,468.16
	Diciembre	216	3.20	19.80	13,685.76
	2023	Enero	186	3.20	19.80
Febrero		173	3.20	19.80	10,961.28
Marzo		212	3.20	19.80	13,432.32
Abril		216	3.20	19.80	13,685.76
Total					152,444.16

Retroexcavadora WB93R-5E0

AÑO	MES	HORAS PRODUCTIVAS	CONSUMO POR HORA (GAL.)	PRECIO GAL.(S/)	TOTAL (S/)	
2022	Mayo	216	2.10	19.80	8,981.28	
	Junio	185	2.10	19.80	7,692.30	
	Julio	216	2.10	19.80	8,981.28	
	Agosto	212	2.10	19.80	8,814.96	
	Septiembre	196	2.10	19.80	8,149.68	
	Octubre	187	2.10	19.80	7,775.46	
	Noviembre	187	2.10	19.80	7,775.46	
	Diciembre	212	2.10	19.80	8,814.96	
	Enero	180	2.10	19.80	7,484.40	
	Febrero	191	2.10	19.80	7,941.78	
	2023	Marzo	210	2.10	19.80	8,731.80
		Abril	185	2.10	19.80	7,692.30
Total					98,835.66	

Anexo 32: Egresos por pago a operadores del año propuesto.

AÑO	MES	Vol. M6W-871		Vol. MSV-729		Vol. MSU-920		Cargador frontal	Retroexcavadora		
		S/		S/		S/					
2022	Abril	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
	Mayo	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
	Junio	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
	Julio	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
	Agosto	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
	Septiembre	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
	Octubre	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
	Noviembre	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
	Diciembre	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
	Enero	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
2023	Febrero	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
	Marzo	S/	1,500.00	S/	1,800.00	S/	1,800.00	S/	2,500.00	S/	2,200.00
Total		S/	18,000.00	S/	21,600.00	S/	21,600.00	S/	30,000.00	S/	26,400.00

Anexo 34: Evaluación económica mediante el VAN y TIR del año evaluado.

AÑO	MES	VOLQUETE 04	VOLQUETE 08	VOLQUETE 08(2)	CARGADOR FRONTAL	RETROEXCAVADORA	TOTAL -
							1,484,000.00
2022	Abril	8,879.35	7,132.30	5,434.70	22,937.88	19,747.40	64,131.63
	Mayo	5,405.21	8,393.50	8,497.10	28,896.76	15,267.96	66,460.53
	Junio	7,643.59	8,332.70	8,574.30	23,077.00	19,377.94	67,005.53
	Julio	4,378.35	9,568.70	9,182.70	22,110.84	14,882.16	60,122.75
	Agosto	6,846.99	6,192.70	9,848.30	29,180.44	20,087.40	72,155.83
	Septiembre	4,321.91	7,356.30	6,445.50	23,347.56	9,665.38	51,136.65
	Octubre	8,879.35	6,532.30	6,315.10	23,327.96	15,134.80	60,189.51
	Noviembre	3,215.89	11,201.10	9,546.30	18,721.40	15,808.50	58,493.19
2023	Diciembre	7,595.37	5,688.30	6,993.50	13,224.68	14,236.36	47,738.21
	Enero	2,774.79	9,241.10	1,957.10	22,004.28	15,692.70	51,669.97
	Febrero	6,114.95	9,969.10	8,908.30	31,216.76	14,092.70	70,301.81
	Marzo	8,879.35	5,155.90	7,243.50	22,624.60	12,522.72	56,426.07
	Valor de Recupero						
Tasa de interés mensual.							1.50%
TIR							2.50%
VAN							155,757.50

Anexo 35: Evaluación económica mediante el VAN y TIR del año propuesto.

AÑO	MES	VOLQUETE 04	VOLQUETE 08	VOLQUETE 08(2)	CARGADOR FRONTAL	RETROEXCAVADORA	TOTAL -1,484,000.00
2023	Mayo	6,167.14	11,246.40	7,892.80	28,387.68	21,218.72	74,912.74
	Junio	8,915.52	7,524.80	7,083.20	31,334.24	13,967.70	68,825.46
	Julio	7,436.20	11,246.40	10,074.80	22,058.40	21,218.72	72,034.52
	Agosto	7,872.64	6,825.20	9,057.20	28,387.68	19,735.04	71,877.76
	Septiembre	5,427.14	6,853.20	8,663.20	23,351.12	15,660.32	59,954.98
	Octubre	8,915.52	10,074.80	10,074.80	24,034.96	15,144.54	68,244.62
	Noviembre	6,370.70	9,614.00	7,654.00	20,631.84	14,984.54	59,255.08
	Diciembre	4,789.60	8,414.80	11,246.40	31,334.24	19,735.04	75,520.08
2024	Enero	8,915.52	4,170.80	10,074.80	23,115.04	9,315.60	55,591.76
	Febrero	8,065.52	10,074.80	3,939.60	12,778.72	17,108.22	51,966.86
	Marzo	1,593.16	9,614.00	11,246.40	28,387.68	19,178.20	70,019.44
	Abril	8,915.52	11,246.40	8,620.80	31,334.24	15,967.70	76,084.66
Total					Valor de Recupero		1,187,200.00
					Tasa de interés mensual		1.50%
					TIR		2.96%
VAN							226,479.89

G. Anexo de imágenes de la maquinaria pesada de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

Figura 14

Volquete MSU -920.



Figura 15

Volquete M6W - 871.



Figura 16

Volquete M6V - 729.



Figura 17

Retroexcavadora WB93R - 5E0.



Figura 18

Cargador Frontal WA380 – 6



H. Anexo de imágenes de programa de capacitación a los operadores de la empresa Maestro Constructor S.R.L.

Figura 19

Programa de capacitación de mecánica básica.



Figura 20

Programa de capacitación de mantenimiento.

