

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA CIVIL



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

“Sistema de gestión de activos basado en la Norma ISO 55001 : 2014, para obtener mayor rendimiento y rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura Vial”

Tesis para obtener el Grado de Doctor en Ingeniería Civil

Autor:

Mg. Miranda Ramos, Eddy Cristiam

Asesor:

Dr. Aparicio Roque, Fidel Gregorio
DNI. N° 31672306
Código ORCID. 0000-0003-1405-7588

Línea de Investigación
Productividad en la construcción

Nuevo Chimbote - PERÚ
2024



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

CERTIFICACIÓN DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS

Yo, **Dr. Aparicio Roque, Fidel Gregorio**, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la tesis de Doctorado titulada: **“Sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014, para obtener mayor rendimiento y rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial”** que tiene como autor al **Mg. Miranda Ramos, Eddy Cristiam**”, alumno del Doctorado en Ingeniería Civil, ha sido elaborado de acuerdo al Reglamento de Normas y Procedimientos, para obtener el Grado Académico de Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Dr. Aparicio Roque, Fidel Gregorio
Asesor

DNI N°: 31672306

Código ORCID: 0000-0003-1405-7588



AVAL DE CONFORMIDAD DEL JURADO

“Sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014, para obtener mayor rendimiento y rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial” que tiene como autor al Mg. Miranda Ramos, Eddy Cristiam”.

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

Dr. López Carranza, Atilio Rubén
Presidente

DNI: 32965940

Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

Dra. Fernández Mantilla, Jenisse del Rocío
Secretaria

DNI: 33264434

Código ORCID 0000-0003-3336-4786

Dr. Aparicio Roque, Fidel Gregorio
Vocal

DNI N°: 31672306

Código ORCID: 0000-0003-1405-7588



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los veinte días del mes de junio del año 2024, siendo las 12:05 horas, en el aula P-01 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados mediante Resolución Directoral N° 180-2024-EPG-UNS de fecha 11.04.2024, conformado por los docentes: Dr. Atilio Rubén López Carranza (Presidente), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Secretaria) y Dr. Fidel Gregorio Aparicio Roque (Vocal); con la finalidad de evaluar la tesis titulada **"SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS BASADO EN LA NORMA ISO 55001:2014, PARA OBTENER MAYOR RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LAS MAQUINARIAS Y EQUIPOS PESADOS PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL"**; presentado por el tesista Eddy Cristiam Miranda Ramos, egresado del programa de Doctorado en Ingeniería Civil.

Sustentación autorizada mediante Resolución Directoral N° 313-2024-EPG-UNS de fecha 06 de junio de 2024.

El presidente del jurado autorizó el inicio del acto académico; producido y concluido el acto de sustentación de tesis, los miembros del jurado procedieron a la evaluación respectiva, haciendo una serie de preguntas y recomendaciones al tesista, quien dio respuestas a las interrogantes y observaciones.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como Aprobado, asignándole la calificación de Dieciocho (18)

Siendo las 13:00 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando la presente acta en señal de conformidad.


Dr. Atilio Rubén López Carranza
Presidente


Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla
Secretaria


Dr. Fidel Gregorio Aparicio Roque
Vocal

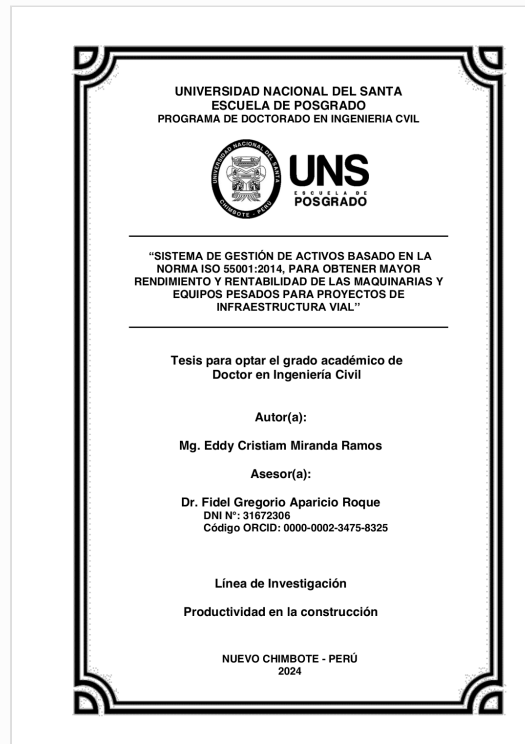


Digital Receipt

This receipt acknowledges that **Turnitin** received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Eddy Cristiam MIRANDA RAMOS
Assignment title: prueba RCM
Submission title: INFORME TURNITIN EDDY
File name: Tesis_Doctorado_Eddy_28.02.2024_1.docx
File size: 6.83M
Page count: 320
Word count: 36,118
Character count: 209,903
Submission date: 06-Apr-2024 01:09PM (UTC-0500)
Submission ID: 2340344793



INFORME TURNITIN EDDY

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	vbook.pub Fuente de Internet	1%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
5	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
6	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
7	idoc.tips Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

Para mis padres.

Gracias por su cariño y apoyo incondicional.

Para mis hermanos.

Gracias por su apoyo incondicional en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar la investigación científica, agradezco a **Dios**, y a mi alma mater, la Escuela de postgrado de la Universidad Nacional del Santa, también deseo expresar mi agradecimiento a los profesores de nuestra institución educativa, y quiero destacar en particular a mi tutor por compartir su experiencia profesional y proporcionar valiosas direcciones durante la realización de este proyecto de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.....	ii
AVAL DEL JURADO.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPITULO I	19
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.1. Planteamiento y Fundamentación del Problema	19
1.3. Formulación del Problema de Investigación.....	25
1.4. Delimitación del estudio.....	26
1.5. Justificación e importancia.....	26
1.6. Objetivos de la Investigación	27
CAPITULO II.....	28
MARCO TEÓRICO.....	28
2.1. Fundamentos Teóricos de la Investigación	28
CAPITULO III	36
MARCO METODOLÓGICO	36
3.1. Hipótesis Central de la Investigación.....	36
3.2. Variables e Indicadores de la Investigación.....	36
3.3. Tipo de la Investigación	40
3.4. Diseño o Esquema de la Investigación.....	40
3.5. Población y Muestra.....	40
3.6. Actividades del Proceso Investigativo	41

3.7. Técnicas e Instrumentos de la Investigación.....	41
3.8. Procedimiento de la Recolección de Datos	42
3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de los Resultados	42
CAPITULO IV.....	43
RESULTADOS Y DISCUCIONES	43
4.1. Diagnosticar la disponibilidad y confiabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.....	43
4.2. Diagnosticar el costo horario, rendimiento y rentabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial	69
4.3. Implementar el sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.....	95
4.4. Evaluar la disponibilidad y confiabilidad post implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.....	169
4.5. Evaluar el costo horario, rendimiento y rentabilidad post la implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para proyectos de infraestructura vial.....	184
4.6. Contratación de hipótesis.....	221
4.7. Discusiones.....	225
CONCLUSIONES	228
RECOMENDACIONES	231
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	232
ANEXOS	237

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores que afectan la productividad de las maquinas.....	34
Tabla 2 Factores de eficiencia en el tiempo o tiempo real trabajado (eficiencia horaria)..	35
Tabla 3 Operacionalización de variables.....	38
Tabla 4 Segmentación de la población de equipos.....	40
Tabla 5 Evaluación de criticidad las maquinarias	44
Tabla 6 Registros operativos de las maquinarias - inicial	46
Tabla 7 Diagnostico situacional inicial de las maquinarias.....	47
Tabla 8 Distribución de Weibull – confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-01	49
Tabla 9 Resultados del análisis de confiabilidad inicial para SGA-REA-MC-CF-01	50
Tabla 10 Distribución de Weibull – confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-02	51
Tabla 11 Resultados del análisis de confiabilidad inicial para SGA-REA-MC-CF-02	52
Tabla 12 Distribución de Weibull – confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-03	53
Tabla 13 Resultados del análisis de confiabilidad inicial para SGA-REA-MC-CF-03	54
Tabla 14 Distribución de Weibull – confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-04.....	55
Tabla 15 Resultados del análisis de confiabilidad inicial para SGA-REA-MC-CF-04	56
Tabla 16 Distribución de Weibull – confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-05	57
Tabla 17 Resultados del análisis de confiabilidad inicial para SGA-REA-MC-CF-05	58
Tabla 18 Diagrama de Pareto para SGA-REA-MC-CF-01	59
Tabla 19 Diagrama de Pareto para SGA-REA-MC-CF-02.....	60
Tabla 20 Diagrama de Pareto para SGA-REA-MC-CF-03	61
Tabla 21 Diagrama de Pareto para SGA-REA-MC-CF-04.....	62

Tabla 22 Diagrama de Pareto para SGA-REA-MC-CF-05	63
Tabla 23 Diagrama de Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-01	64
Tabla 24 Diagrama de Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-02	65
Tabla 25 Diagrama de Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-03	66
Tabla 26 Diagrama de Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-04	67
Tabla 27 Diagrama de Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-05	68
Tabla 28 Tabla Resumen del Rendimiento del portafolio de activos.....	69
Tabla 29 Tabla de Observaciones del Rendimiento	72
Tabla 30 Costo horario inicial por activo	73
Tabla 31 Resumen de la rentabilidad (Cama Baja)	75
Tabla 32 Resumen de la rentabilidad (Camión Volquete)	76
Tabla 33 Resumen de la rentabilidad (Retroexcavadora).....	80
Tabla 34 Resumen de la rentabilidad (Excavadora sobre orugas).....	82
Tabla 35 Resumen de la rentabilidad (Tractor orugas)	84
Tabla 36 Resumen de la rentabilidad (Motoniveladora)	85
Tabla 37 Resumen de la rentabilidad (Cisterna)	87
Tabla 38 Resumen de la rentabilidad (Rodillo Vibratorio)	89
Tabla 39 Resumen de la rentabilidad (Minicargador).....	91
Tabla 40 Resumen de la rentabilidad (Cargador Frontal)	92
Tabla 41 Resumen de Rentabilidad Promedio Inicial	94
Tabla 42 Fortalezas y debilidades	95

Tabla 43 Oportunidades y amenazas	96
Tabla 44 Análisis PESTE	97
Tabla 45 Matriz de necesidades y expectativas de las partes interesadas	104
Tabla 46 Roles, responsabilidades y autoridad	108
Tabla 47 Análisis cualitativo de los riesgos	114
Tabla 48 Análisis cuantitativo de los riesgos	116
Tabla 49 Tratamiento de los riesgos.....	117
Tabla 50 Análisis FMECA para las fallas en el periodo de estudio	118
Tabla 51 Análisis FMECA con historial de fallas de hace 2 años para el RCM.....	124
Tabla 52 Objetivos del Sistema de Gestión de Activos.....	127
Tabla 53 Matriz de Capacitación.....	130
Tabla 54 Matriz de Charlas de Sensibilización	132
Tabla 55 Lista Maestra de información.....	136
Tabla 56 Programa de mantenimiento preventivo.....	143
Tabla 57 Formato Plan de calibración.....	155
Tabla 58 Formato de Ficha de personal	156
Tabla 59 Índices de desempeño.....	157
Tabla 60 Objetivos vs Indicadores	158
Tabla 61 Registros operativos de las maquinarias - Final	170
Tabla 62 Indicadores de mantenimiento post implementación	171
Tabla 63 Distribución de Weibull – confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-01.....	174

Tabla 64	Resultados del análisis de confiabilidad final para SGA-REA-MC-CF-01	175
Tabla 65	Distribución de Weibull – confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-02.....	176
Tabla 66	Resultados del análisis de confiabilidad final para SGA-REA-MC-CF-02	177
Tabla 67	Distribución de Weibull – confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-03.....	178
Tabla 68	Resultados del análisis de confiabilidad final para SGA-REA-MC-CF-03	179
Tabla 69	Distribución de Weibull – confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-04.....	180
Tabla 70	Resultados del análisis de confiabilidad final para SGA-REA-MC-CF-04	181
Tabla 71	Distribución de Weibull – confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-05.....	182
Tabla 72	Resultados del análisis de confiabilidad final para SGA-REA-MC-CF-05	183
Tabla 73	Resumen del análisis de confiabilidad inicial y final de la flota de cargadores frontales	184
Tabla 74	Tabla de resumen de la rentabilidad (Cama baja)	185
Tabla 75	Tabla de resumen de la rentabilidad (Camión volquete).....	186
Tabla 76	Tabla de resumen de la rentabilidad (Retroexcavadora)	190
Tabla 77	Tabla de resumen de la rentabilidad (Excavadora sobre orugas)	192
Tabla 78	Tabla de resumen de la rentabilidad (Tractor orugas).....	194
Tabla 79	Tabla de resumen de la rentabilidad (Motoniveladora).....	195
Tabla 80	Tabla de resumen de la rentabilidad (Cisterna).....	197
Tabla 81	La rentabilidad (Rodillo vibratorio)	199
Tabla 82	La rentabilidad (Minicargador)	201
Tabla 83	La rentabilidad (Cargador frontal).....	203
Tabla 84	Rendimiento inicial vs final.....	205

Tabla 85	Tabla de resumen comparativa del costo horario	211
Tabla 86	Tabla de resumen comparativa de la rentabilidad promedio	216
Tabla 87	Tabla de prueba de normalidad VI Y VD2	222
Tabla 88	Tabla de Correlación por Rho Spearman entre VI Y VD1	222
Tabla 89	Tabla prueba de Normalidad VI Y VD2	223
Tabla 90	Tabla de Correlación por Rho Spearman entre VI Y VD2	224

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Relaciones entre términos clave.....	31
Figura 2 Relación entre elementos clave de un sistema de gestión de activos.....	31
Figura 3 Resumen de maquinarias críticas	45
Figura 4 Recta de regresión de confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-01	50
Figura 5 Recta de regresión de confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-02.....	52
Figura 6 Recta de regresión de confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-03.....	54
Figura 7 Recta de regresión de confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-04.....	56
Figura 8 Recta de regresión de confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-05.....	58
Figura 9 Grafica Pareto SGA-REA-MC-CF-01	59
Figura 10 Grafica Pareto SGA-REA-MC-CF-02	60
Figura 11 Grafica Pareto SGA-REA-MC-CF-03	61
Figura 12 Grafica Pareto SGA-REA-MC-CF-04	62
Figura 13 Grafica Pareto SGA-REA-MC-CF-05	63
Figura 14 Grafica Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-01	64
Figura 15 Grafica Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-02	65
Figura 16 Grafica Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-03	66
Figura 17 Grafica Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-04	67
Figura 18 Grafica Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-05	68
Figura 19 Taxonomía según ISO 14224.....	98
Figura 20 Mapa de procesos Estratificado	105
Figura 21 Diagrama de Área de mantenimiento.....	114
Figura 22 Objetivos del SGA según 4 Perspectivas	128
Figura 23 Flujo de trabajo	154

Figura 24	Proceso de Gestión de un Programa de Auditoria ISO 19011:2018.....	161
Figura 25	Comparación entre indicadores de mantenimiento	172
Figura 26	Recta de regresión de confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-01.....	175
Figura 27	Recta de regresión de confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-02.....	177
Figura 28	Recta de regresión de confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-03.....	179
Figura 29	Recta de regresión de confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-04.....	181
Figura 30	Recta de regresión de confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-05.....	183
Figura 31	Comparación entre Rendimiento Inicial vs Final	207
Figura 32	Comparación entre el costo horario Inicial vs Final	213
Figura 33	Comparación entre rentabilidad Inicial vs Final	217

RESUMEN

La empresa Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C. presenta el problema de un bajo rendimiento y rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados en sus proyectos de infraestructura vial, para ello, la presente investigación tiene el objetivo de implementar un sistema de gestión de activos (SGA) basado en la norma ISO 55001:2014 para obtener un mayor rendimiento y rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados de la empresa. Para ello, se realizó un diagnóstico inicial, el cual consistió en determinar las maquinarias críticas por medio de un análisis de criticidad, encontrando que 17 de las 49 maquinarias se encuentran en un nivel altamente crítico, posterior a ello se evaluó la disponibilidad inicial de las maquinarias, encontrando un valor promedio para todas las flotas del 73.74%, además se determinó la confiabilidad inicial de la flota más crítica; la cual fue los cargadores frontales, empleando la metodología de distribución de Weibull se obtuvo una confiabilidad inicial del 72.23% en promedio. Como parte de un segundo diagnóstico antes de la implementación del sistema de gestión de activos, se obtuvo un costo horario promedio de las flotas de 148 \$/hr, un rendimiento de 132.03 Tm/hr y una rentabilidad de 9.5 \$/Tm. Para la implementación del SGA se elaboró la taxonomía de los equipos y maquinaria bajo la norma ISO 14224:2016, la matriz FMECA, la matriz FODA, matriz PESTE, el mapa de procesos, la política de gestión de activos, la matriz de roles, responsabilidades y autoridad, la matriz de riesgos, los objetivos de gestión de activos, la matriz de capacitación, la matriz de toma de conciencia, la matriz de comunicación, entre otras documentaciones pertinentes exigidas en la norma ISO 55001:2014. Posterior a la implementación del SGA, se evaluó la disponibilidad de las flotas de las maquinarias, obteniendo 84.49%, mientras que la confiabilidad de la flota de maquinarias más críticas fue 80.51%. En cuanto al costo horario obtenido post implementación fue 46.22 \$/hr, el rendimiento fue 189.4 Tm/hr y la rentabilidad fue 2.1 \$/Tm. Finalmente, se concluye que la implementación del sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014 permitió obtener un incremento del 10.75% en la disponibilidad, 8.29% en la confiabilidad, 57.37 Tm/hr en el rendimiento y generando una optimización del 101.8 \$/hr en el costo horario y 7.4 \$/Tm en la rentabilidad.

Palabras clave: Infraestructura vial, ISO 55001, Rendimiento, Rentabilidad, Sistema de gestión de activos.

ABSTRACT

The company Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C. presents the problem of low performance and profitability of heavy machinery and equipment in its road infrastructure projects, for this, this research has the objective of implementing an asset management system (EMS) based on the ISO 55001:2014 standard. to obtain greater performance and profitability of the company's heavy machinery and equipment. For this, an initial diagnosis was carried out, which consisted of determining the critical machinery through a criticality analysis, finding that 17 of the 49 machineries are at a highly critical level, after which the initial availability of the machinery was evaluated. machinery, finding an average value for all fleets of 73.74%, in addition the initial reliability of the most critical fleet is calculated; which was the front loaders, using the Weibull distribution methodology, an initial reliability of 72.23% on average was obtained. As part of a second diagnosis before the implementation of the asset management system, an average hourly cost of the fleets of 148 \$/hr, a performance of 132.03 Tm/hr and a profitability of 9.5 \$/hr was obtained. Tm. For the implementation of the EMS, the taxonomy of equipment and machinery was prepared under the ISO 14224:2016 standard, the FMECA matrix, the SWOT matrix, the PEST matrix, the process map, the asset management policy, the role matrix, responsibilities and authority, the risk matrix, the asset management objectives, the training matrix, the awareness matrix, the communication matrix, among other relevant documentation required in the ISO 55001:2014 standard. After the implementation of the EMS, the availability of the machinery fleets was evaluated, obtaining 84.49%, while the reliability of the most critical machinery fleet was 80.51%. Regarding the hourly cost obtained post implementation, it was 46.22 \$/hr, the performance was 189.4 Tm/hr and the profitability was 2.1 \$/Tm. Finally, it is concluded that the implementation of the asset management system based on the ISO 55001:2014 standard allowed an increase of 10.75% in availability, 8.29% in reliability, 57.37 Tm/hr in performance and generating an optimization of the 101.8 \$/hr in hourly cost and 7.4 \$/Tm in profitability.

Key words: Road infrastructure, ISO 55001, Performance, Profitability, Asset management system.

INTRODUCCIÓN

Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C. se destaca en múltiples sectores de la ingeniería y la construcción, ofreciendo una amplia gama de servicios especializados. Su experiencia abarca la ejecución de obras de infraestructura vial, desarrollando carreteras y autopistas que mejoran la conectividad interprovincial, distrital y regional. Además, gestionan la construcción de puentes y viaductos esenciales para el tránsito seguro y eficiente. No obstante, en su proyecto más reciente, denominado “Rehabilitación y mejoramiento de red departamental – 49.299 km en trayectoria: EMP. PE -1N (DV. Tanguche) – Tanguche – Pampa Blanca – EMP. PE-12 (Pte. Bayle)”, cuyo presupuesto contractual fue de S/ 73,843,631.22, las diversas flotas de maquinarias pesadas que participaban en la ejecución de la obra presentaron serios problemas en cuanto a su rendimiento y rentabilidad.

Bajo este contexto crítico, se desarrolla la investigación centrada en demostrar que la implementación de un sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014 permite aumentar el rendimiento y la rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.

Para poder cumplir con el objetivo planteado la investigación sigue una secuencia de capítulos que a continuación se detalla:

Capítulo I: En este capítulo se presenta la fundamentación del problema que motivó el desarrollo de esta investigación, así como la revisión de antecedentes de estudios previos que apoyan el presente trabajo. Además, se expone las delimitaciones, justificaciones y los objetivos que se plantearon en esta tesis.

Capítulo II: En esta sección se presenta la información respecto a las bases teóricas que respalda la investigación, proporcionando un marco conceptual para un mayor entendimiento del estudio. Se incluyen teorías y conceptos clave que fundamentan el trabajo, y se demuestra cómo estas teorías se aplican para cumplir con los objetivos planteados.

Capítulo III: En este apartado se detalla la hipótesis de la investigación, las variables de estudio, el tipo de investigación, así como el nivel y diseño metodológico. Además, se describe la población y la muestra de estudio, después se describen las

técnicas y los instrumentos utilizados para la recolección de los datos; este capítulo termina con la descripción del análisis y procesamiento de datos.

Capítulo IV: Se presentan los resultados y discusiones del tratamiento y análisis de la información, así como las pruebas y contrastaciones de hipótesis de la investigación.

Capítulo V: Finalmente la investigación termina con la presentación de las conclusiones producto del desarrollo de la investigación, así como las recomendaciones para los futuros trabajos científicos interesados en abordar el presente tema de estudio.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.Planteamiento y Fundamentación del Problema

En el ámbito internacional, la gestión eficiente de maquinaria y equipos pesados es un componente crucial para maximizar el rendimiento y la rentabilidad en proyectos de infraestructura vial. Sin embargo, como señalan Arroyo y Alarcón (2018), muchos proyectos de construcción no han determinado adecuadamente la productividad de los equipos pesados, resultando en su subutilización o sobrestimación en obra. Esta ineficacia en la asignación precisa y el uso estratégico de los equipos pesados no solo incrementa los costos operativos, sino que también reduce significativamente la rentabilidad de los proyectos. La incapacidad para gestionar estos activos cruciales afecta adversamente los costos directos, complica el cumplimiento de los cronogramas del proyecto y deteriora las expectativas de calidad. La gestión inadecuada se refleja en una cadena de consecuencias financieras y operativas que resaltan la necesidad imperiosa de optimizar los procesos y la utilización de recursos.

Adicionalmente dentro del marco mundial, Solís et al. (2019) enfatizan que la gestión efectiva de la maquinaria utilizada en los proyectos de construcción debe comenzar con una planificación adecuada de su uso, teniendo en cuenta que el costo horario de estos activos es relativamente alto. La supervisión y control rigurosos de los consumibles son esenciales para mantener el costo horario dentro de los límites presupuestados y evitar desviaciones que puedan afectar la rentabilidad. En este contexto, se observa que las máquinas presentes en estos tipos de proyectos de construcción vial presentan con frecuencia una baja rentabilidad, evidenciada por altos costos horarios y producción insuficiente, generando un rendimiento subóptimo. Este último se manifiesta en indicadores de mantenimiento preocupantes como una baja disponibilidad, un MTTR alto y un MTBF bajo, reflejando una gestión deficiente que impacta negativamente en el rendimiento general de la flota de maquinarias involucradas en proyecto de infraestructura vial.

En el contexto peruano, el sector de construcción y, en particular, la gestión de maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial, enfrenta desafíos aún más significativos que impactan directamente el rendimiento y la rentabilidad. Ascona (2022) destaca que los principales problemas incluyen la inoperatividad de las maquinarias, un cálculo teórico de producción deficiente, una utilización escasa de tecnologías para la producción económica y una capacitación incompleta. Estos factores combinados afectan negativamente la optimización y el rendimiento de las maquinarias pesadas, lo cual es un reflejo de la realidad que atraviesan numerosas obras en el país. La frecuencia con la que se observan obras en carreteras a lo largo de todo el Perú pone de manifiesto la relevancia de estos problemas, los cuales limitan la capacidad de las empresas para ejecutar proyectos de manera eficiente y rentable. Además, el panorama competitivo del sector construcción en Perú, como indica Chuquilin et al. (2019), demanda que las empresas diseñen y apliquen estrategias efectivas para mantenerse en el mercado. Sin embargo, la implementación de estas estrategias a menudo se ve socavada por desafíos operativos y económicos críticos. La ineficiencia en la planificación y uso de las maquinarias resulta en altos costos horarios y producción insuficiente, lo que a su vez conlleva una rentabilidad mermada.

A nivel local, en la ejecución del tramo de construcción de carretera Tanguche - Pampa Blanca, la empresa Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C. está enfrentando problemas significativos con sus maquinarias y equipos pesados, los cuales están impactando directamente en el rendimiento y la rentabilidad del proyecto. Las principales dificultades incluyen la inoperatividad frecuente de las maquinarias, cálculos teóricos de producción que no cumplen con las expectativas, una escasa utilización de tecnologías avanzadas para optimizar la producción y una capacitación deficiente del personal operativo. Estos problemas no solo afectan la optimización y el rendimiento de las maquinarias pesadas, sino que también repercuten en la eficiencia general de la obra.

1.2. Antecedentes de la Investigación

Antecedentes Internacionales

Parra et al. (2021) en su artículo "**MGMC: Modelo de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad alineado con la Gestión de Activos. Caso: Mina de Hierro**", investigaron desarrollar y aplicar un modelo integral de gestión del mantenimiento y de la confiabilidad en el sector minero, específicamente en una mina de hierro ubicada en el Estado de Colima, México. El estudio explica detalladamente las ocho etapas del modelo MGMC y su alineación con los estándares de gestión de activos ISO 55001, mostrando cómo su implementación puede optimizar tanto el rendimiento técnico como económico de los activos a lo largo de su ciclo de vida. El marco metodológico fue el siguiente: Tipo: Aplicación práctica y estudio de caso; Nivel: Descriptivo y analítico; Diseño: Cualitativo y cuantitativo; Enfoque: Mixto; Población: Operaciones en una mina de hierro; Muestra: Implementación del modelo MGMC en el proyecto integral de Gestión de Activos (PIGA); Técnica: Análisis de implementación y seguimiento de indicadores técnicos y económicos; Instrumento: Observación directa, recopilación de datos operativos y financieros. Concluyeron que la aplicación del modelo MGMC resultó en mejoras significativas en los indicadores de mantenimiento y eficiencia operativa, demostrando ser una herramienta efectiva para la gestión de activos alineada con los requisitos normativos y las necesidades organizacionales, destacándose especialmente la mejora en la disponibilidad operacional y la reducción de costos de mantenimiento en relación con los costos de producción.

Arroyo et al.. (2018) en su artículo "**Cálculo de Productividad y Optimización del Equipo Pesado utilizado en Movimiento de Tierras**", abordaron cómo optimizar la productividad de la maquinaria pesada en proyectos de movimiento de tierras. Utilizaron datos obtenidos directamente de la obra del Hospital del IESS en Durán para comparar el rendimiento teórico con el real y sugerir mejoras en la gestión de equipos. Este estudio se centró en detallar cómo el rendimiento teórico, a menudo basado en estándares de libros de ingeniería, difiere del rendimiento práctico observado en campo, llevando a una mejor comprensión y manejo de los recursos de maquinaria pesada. El marco metodológico aplicado fue: Tipo: Empírico; Nivel: Descriptivo y analítico; Diseño: Cuantitativo; Enfoque: Mixto; Población: Equipos de movimiento de tierras en el Hospital del IESS de Durán; Muestra: Datos específicos de rendimiento de maquinaria pesada en obra; Técnica: Observación directa y análisis de rendimiento; Instrumento: Fórmulas teórico-prácticas para

evaluar la productividad. El estudio destacó la discrepancia entre los rendimientos teóricos y los prácticos, y propuso un modelo de optimización que permite ajustes en la gestión del equipo para alinearla más estrechamente con las condiciones reales del proyecto. Concluyeron que la gestión eficaz del equipo no solo mejora la productividad sino que también reduce costos y maximiza la eficiencia operativa. Resaltaron la importancia de adaptar las prácticas de gestión del equipo a las realidades específicas del proyecto para evitar la subutilización o sobreestimación de la capacidad del equipo, lo que resulta en ahorros significativos y una ejecución de proyecto más eficiente.

León et al.(2020) en su artículo "**Diseño del sistema de gestión de activos físicos según norma ISO 55001:2014**", presentan una investigación centrada en el diagnóstico y mejora del rendimiento de activos físicos en la empresa OLEORIOS S.A., una extractora de aceite de palma. El objetivo del estudio es optimizar el valor y aumentar la rentabilidad mediante el diseño de un sistema de gestión de activos que se alinea con la norma ISO 55001:2014, lo que permite la reducción de riesgos y costes innecesarios de mantenimiento, y mejora la prevención de accidentes. El marco metodológico incluye: Tipo: Aplicado; Nivel: Descriptivo; Diseño: No experimental, descriptivo; Enfoque: Cualitativo; Población: Equipos y maquinaria de OLEORIOS S.A.; Muestra: Activos críticos como calderos, autoclaves, y prensas; Técnica: Observación y entrevistas; Instrumento: Análisis de fallos y paradas en la producción. Concluyeron que la implementación de un sistema de gestión de activos basado en ISO 55001:2014 no solo mejora la gestión y el control de los activos físicos, sino que también contribuye a la rentabilidad y eficiencia operativa de la empresa. Subrayan la importancia de alinear las estrategias de gestión de activos con los objetivos organizacionales y las necesidades de las partes interesadas, lo cual es crucial para optimizar los recursos y mejorar la competitividad de la empresa en el mercado.

Vera et al. (2023) en su estudio titulado "**Análisis técnico económico del tiempo de vida útil de la maquinaria pesada**", realizado en el contexto de proyectos de construcción vial, presentan una evaluación detallada del ciclo de vida económico de la maquinaria pesada, específicamente de la Motoniveladora Komatsu GD555-A3. Este análisis se centra en la evaluación del costo total de propiedad, los gastos operativos, y la vida económica efectiva del equipo, aplicando fórmulas derivadas de diversas fuentes bibliográficas para calcular estos costos de manera precisa. El marco metodológico incluyó: Tipo: Aplicada; Diseño: No experimental; Enfoque: Cuantitativo; Población: Equipos y maquinaria de

construcción vial; Muestra: Datos específicos de la Motoniveladora Komatsu GD555-A3; Técnicas: Análisis de ingeniería y simulación en Microsoft Excel; Instrumentos: Evaluación económica y análisis estadístico. Los resultados revelaron que la aplicación del método de doble saldo decreciente para calcular la depreciación, junto con la consideración de los tiempos muertos y la obsolescencia del equipo, proporciona una visión clara de la evolución de los costos a lo largo de los años de servicio de la maquinaria. Este enfoque integral ayuda a las empresas a tomar decisiones informadas sobre inversión, operación y mantenimiento, garantizando la continuidad eficiente y rentable de las operaciones en el sector de la construcción vial.

Antecedentes Nacionales

Ascona et al. (2023) en su estudio "**Influencia de la ingeniería en la optimización del rendimiento de maquinarias pesadas en Bagua 2022**", exploró cómo diversos factores afectan el rendimiento de la maquinaria pesada en Bagua, destacando problemas como la inoperatividad y el uso ineficaz de tecnologías. El objetivo principal fue evaluar cómo la operatividad, el cálculo teórico de producción, la producción económica y la capacitación (variables independientes) afectan el rendimiento de estas maquinarias (variable dependiente). El marco metodológico del estudio incluyó: Tipo: Aplicada y correlacional; Diseño: No experimental; Enfoque: Cuantitativo; Población: 200 servidores públicos; Muestra: 132 servidores seleccionados mediante muestreo probabilístico aleatorio; Instrumentos: Encuestas validadas y análisis estadístico descriptivo realizado con el software SPSS. Los resultados revelaron una correlación negativa entre la operatividad y el rendimiento, así como entre la producción económica-tecnología y el rendimiento, indicando que deficiencias en estas áreas pueden impactar negativamente la eficiencia de la maquinaria. Concluyeron que la ingeniería tiene una influencia significativa en el rendimiento óptimo de la maquinaria pesada, especialmente cuando se acompaña de capacitación adecuada y el uso efectivo de tecnologías avanzadas. Subraya la importancia de mejorar las prácticas operativas y de capacitación para optimizar el rendimiento de la maquinaria pesada en contextos industriales y de construcción.

Llaque et al. (2021) en su estudio "**Gestión por Procesos en la Logística en una Empresa PYME del Sector Construcción**", abordaron cómo la Gestión por Procesos afecta la logística de Dayro Contratistas S.R.L. en 2019. Este estudio se centró en evaluar el impacto de la implementación de la Gestión por Procesos en la eficiencia operacional,

particularmente en la reducción de la vejez del inventario y la mejora en los tiempos de búsqueda de materiales. El marco metodológico incluyó: Tipo: Aplicada; Diseño: Pre-experimental; Enfoque: Cuantitativo; Población: Colaboradores del área de logística de Dayro Contratistas; Muestra: 04 colaboradores de logística; Técnicas: Encuestas y observación, con análisis estadístico usando la Prueba T de Student. Los resultados indicaron una significativa disminución del 79.61% en la vejez del inventario y una mejora del 69.25% en la rapidez de búsqueda de materiales. Concluyeron que la Gestión por Procesos mejora notablemente la eficiencia logística. La implementación resultó ser financieramente viable, generando un valor actual neto de S/. 106,792.90 soles y una tasa interna de retorno del 125.83%. Subrayando la importancia de una gestión estructurada y la estandarización de procesos para optimizar operaciones logísticas en el sector de la construcción, lo que no solo mejora la operatividad diaria sino que también contribuye significativamente a la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa.

Gálvez et al. (2020) en su estudio "**Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo, ABC, Codificación, Sistema Kanban, FMEA y Pronósticos para reducir costos en la empresa metalmecánica Ingenieros en Acción S.R.L.**", investigaron la aplicación de herramientas de ingeniería para resolver problemas operativos y reducir costos en Ingenieros en Acción S.R.L. El estudio abordó problemas como paradas no planificadas de máquinas, desorden en almacén, retrasos en entregas, reprocesos, y desabastecimiento de productos terminados, que en conjunto generan pérdidas económicas significativas. El marco metodológico del estudio incluyó: Tipo: Aplicada; Diseño: No experimental; Enfoque: Cuantitativo; Población: Equipos y maquinaria de Ingenieros en Acción S.R.L.; Muestra: Problemas específicos y soluciones alternativas; Técnicas: Análisis de ingeniería y simulación en Microsoft Excel; Instrumentos: Evaluación económica y análisis estadístico. Los resultados indicaron una reducción mensual de costos de S/.12,813.00, alcanzando un valor actual neto (VAN) de S/.115,866.30 y una tasa interna de retorno (TIR) del 69.29%. Estos hallazgos subrayan el impacto positivo de la implementación de herramientas de ingeniería en la optimización de procesos y reducción de costos en la empresa. Se concluyó que el proyecto es viable y recomendable para su implementación, evidenciando cómo las soluciones de ingeniería aplicadas pueden contribuir significativamente a la eficiencia y rentabilidad empresarial.

Parra y Crespo (2021) en su estudio "**Modelo Integral de Gestión del Mantenimiento (MGM), alineado con los pilares del conocimiento de la certificación CMRP (Certified Maintenance & Reliability Professional) y con el proceso de Gestión de Activos ISO 55000**", analizan cómo integrar la gestión del mantenimiento con los estándares de confiabilidad y la gestión de activos. El objetivo principal fue demostrar cómo la integración del modelo MGM con los pilares del conocimiento de la CMRP y la normativa ISO 55000 puede optimizar la gestión del mantenimiento y la confiabilidad en las organizaciones industriales. El marco metodológico incluyó: Tipo: Aplicada; Diseño: No experimental; Enfoque: Cuantitativo y cualitativo; Población: Equipos y sistemas de gestión de mantenimiento en empresas industriales; Muestra: Datos de implementación de MGM en diversas industrias; Técnicas: Análisis de integración de modelos y evaluación de efectividad; Instrumentos: Análisis comparativo y evaluación de conformidad con normas internacionales. Los resultados indicaron una mejora significativa en la eficiencia operacional y reducción de costos de mantenimiento, demostrando que la adecuada integración de estos modelos y estándares contribuye a una gestión más efectiva y alineada con las metas estratégicas de las organizaciones. Se concluyó que el modelo MGM, al integrarse con la certificación CMRP y la ISO 55000.

1.3. Formulación del Problema de Investigación

Problema General

¿De qué manera la implementación de un sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014 permitirá aumentar el rendimiento y la rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?

Problema específico

- ¿Cuáles son los niveles de disponibilidad y confiabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?
- ¿Cuáles son los valores de costo horario, rendimiento y rentabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?
- ¿Es posible implementar un sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?

- ¿Cuáles son los niveles de disponibilidad y confiabilidad post implementación de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?
- ¿Cuál es el costo horario, rendimiento y rentabilidad post implementación de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?

1.4.Delimitación del estudio

La investigación está desarrollada, en la Provincia de Trujillo en el año 2022, Urbanización UPAO II Mz B lote 2 altura del Real Plaza.

1.5.Justificación e importancia

1.5.1. *Justificación Teórica*

Los resultados de la presente investigación “sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014 para obtener mayor rendimiento en proyectos de infraestructura vial, generará nuevo conocimiento a la comunidad científica. De la misma manera servirá como antecedente para próximas investigaciones.

1.5.2. *Justificación Metodológica*

Esta metodología de la gestión de activos basado en la norma ISO 550001 sigue contribuyendo a las empresas a nivel internacional y nacional en mejorar su rendimiento y consecuentemente su rentabilidad. La recolección de datos se obtendrá en la Empresa Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C, debido a que cuenta con 3 certificaciones. La calidad y confiabilidad de los resultados de la presente investigación están garantizados debido a que la recolección de la investigación es de fuente primaria.

1.5.3. *Justificación Práctica*

Se incrementará la rentabilidad de la gestión de activos en los proyectos de infraestructura vial de las empresas constructoras a nivel nacional debido a que actualmente dichas empresas no integran un SGA en sus procesos.

1.5.4. *Importancia*

Es de vital importancia que las empresas puedan integrar sus actividades a las tendencias actuales para mejorar el valor de sus activos. La ISO 55001, permite entregar valor de los activos a la organización de tal manera que se aproveche lo mayor posible las ventajas de los activos físicos.

1.5.5. Limitaciones

Uno de las limitaciones más relevantes que impiden de algún modo la propuesta del SGA según la ISO es el desconocimiento y falta de capacitación en las empresas. Específicamente esta situación se está observando en las empresas constructoras de obras viales a nivel nacional, donde se observa que los equipos y maquinarias pesadas algunos se encuentran en deterioradas y no cumplen con los trabajos encargados.

1.6.Objetivos de la Investigación

1.6.1. Objetivo General

Demostrar que la implementación de un sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014 permite aumentar el rendimiento y la rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la disponibilidad y confiabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.
- Diagnosticar el costo horario, rendimiento y rentabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.
- Implementar el sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.
- Evaluar la disponibilidad y confiabilidad post implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.
- Evaluar el costo horario, rendimiento y rentabilidad post la implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para proyectos de infraestructura vial.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos Teóricos de la Investigación

Sistema de gestión

Agudelo (2015), lo define como una interrelación de procesos en la que se integran las actividades, y se mide su desempeño a través de indicadores. Se evalúan sus riesgos y se plantean planes de mejora.

ISO (Organización Internacional de Normalización)

Instituto Nacional de Calidad (INACAL, 2015a) mantiene la Norma Técnica Peruana ISO 55001 “sistema de gestión de activos. Cualquier organización puede utilizar esta Norma Técnica Peruana. La organización determina a cuáles de sus activos se aplica esta Norma Internacional. Esta norma técnica está destinada para que la usen:

- a) Aquellos involucrados en establecer, implementar mantener y mejorar el sistema de activos.
- b) Aquellos involucrados en desarrollar actividades de gestión de activos y prestadores de servicio.
- c) Las partes internas y externas que evalúan la capacidad de la organización para cumplir con requisitos legales, regulatorios y contractuales y con los requisitos propios de la organización.

NTP-ISO 55000:2015 - Gestión de activos. Aspectos generales, principios y terminología

Sistema de Gestión de Activos

(INACAL, 2015) refiere que un sistema de gestión de activos es un conjunto de elementos de una organización interrelacionados y/o que interactúan, cuya función es establecer la política de la gestión de activos y los objetivos de la gestión de activos, y los procesos necesarios para lograr dichos objetivos.

(INACAL, 2015) menciona que en la NTP-ISO 55000:2015 respecto a la gestión de activos se tiene lo siguiente:

Generalidades

Los factores que influyen en el tipo de activos que requiere una organización para lograr sus objetivos, y en cómo se gestionan los activos, incluyen los siguientes:

- a) la naturaleza y propósito de la organización;
- b) su contexto operacional;
- c) sus restricciones financieras y requisitos reglamentarios;
- d) las necesidades y expectativas de la organización y sus partes interesadas.

INACAL (2015) señala que estos factores influyentes necesitan ser considerados en el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua de la gestión de activos.

INACAL (2015) indica que el control eficaz y la gobernanza de activos por parte de las organizaciones es esencial para obtener valor a través de la gestión de riesgos y oportunidades, a fin de lograr el balance deseado entre costo, riesgo y desempeño. El ámbito reglamentario y legislativo en el que operan las organizaciones constituye un creciente desafío mientras que los riesgos inherentes que presentan muchos activos están en constante evolución.

Beneficios de la Gestión de Activos

INACAL (2015) indica que la gestión de activos permite a una organización obtener valor de los activos en el logro de sus objetivos organizacionales como:

- a) Mejora del desempeño financiero
- b) Decisiones de inversión en activos basadas en información
- c) Riesgo gestionado
- d) Mejoras en resultados y servicios
- e) Demostración de responsabilidad social
- f) Demostración de cumplimiento
- g) Mejora de la reputación
- h) Mejora de la sostenibilidad organizacional
- i) Mejora de la eficiencia y la eficacia

Fundamentos de la Gestión de Activos

INACAL (2015) expresa que la gestión de activos permite a una organización examinar la necesidad, y el desempeño de, activos y sistemas de activos a diferentes

niveles. Además, permite la aplicación de enfoques analíticos en la gestión de un activo a lo largo de las diferentes etapas de su ciclo, se basa en un conjunto de fundamentos:

- a) Valor: Los activos existen para proporcionar valor a la organización y a sus partes interesadas.

La gestión de activos no se enfoca en el activo en sí mismo, sino en el valor que el activo puede proporcionar a la organización. El valor (que puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero) será determinado por la organización y sus partes interesadas, de acuerdo con los objetivos organizacionales.

- b) Alineamiento: La gestión de activos traduce los objetivos organizacionales en decisiones, planes y actividades técnicas y financieras.

Las decisiones de la gestión de activos (técnicas, financieras y operacionales) en conjunto permiten el logro de los objetivos organizacionales.

- c) Liderazgo: El liderazgo y la cultura del lugar de trabajo son determinantes para la obtención del valor. El liderazgo y el compromiso de todos los niveles gerenciales es esencial para el establecimiento, operación y mejora exitosa de la gestión de activos dentro de la organización.

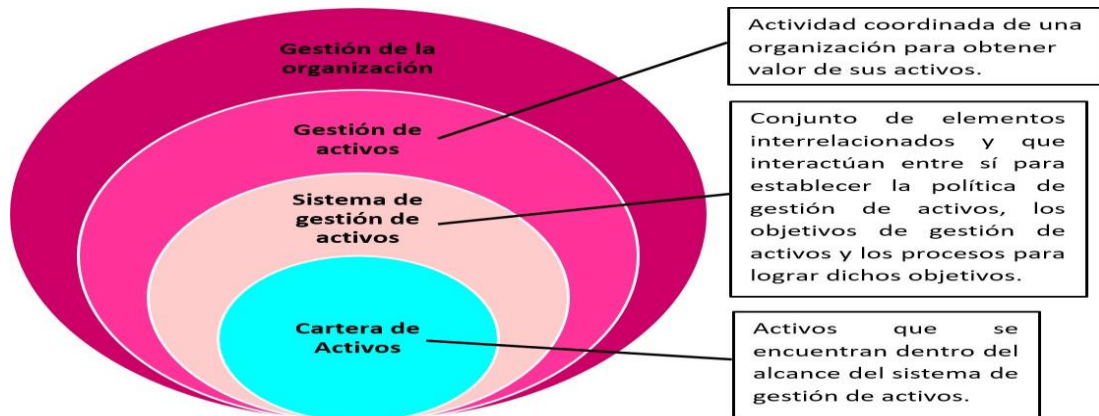
- d) Aseguramiento: La gestión de activos asegura que los activos cumplirán con su propósito requerido. La necesidad de aseguramiento surge de la necesidad de gobernar eficazmente una organización. El aseguramiento se aplica a los activos, a la gestión de activos y al sistema de gestión de activos.

La relación del sistema de gestión de activos con la gestión de activos

INACAL (2015) refiere que la organización utiliza un sistema de gestión de activos para dirigir, coordinar y controlar las actividades de la gestión de activos. Dicho sistema puede proporcionar un mejor control del riesgo y asegurar que los objetivos de gestión de activos se lograrán de manera consistente. Sin embargo, no todas las actividades de gestión de activos pueden formalizarse a través de un sistema de gestión de activos. En la Figura 2 se muestran las relaciones entre los términos clave de la gestión de activos y en la Figura 3 se muestra las relaciones entre los elementos clave de un sistema de gestión de activos.

Figura 1

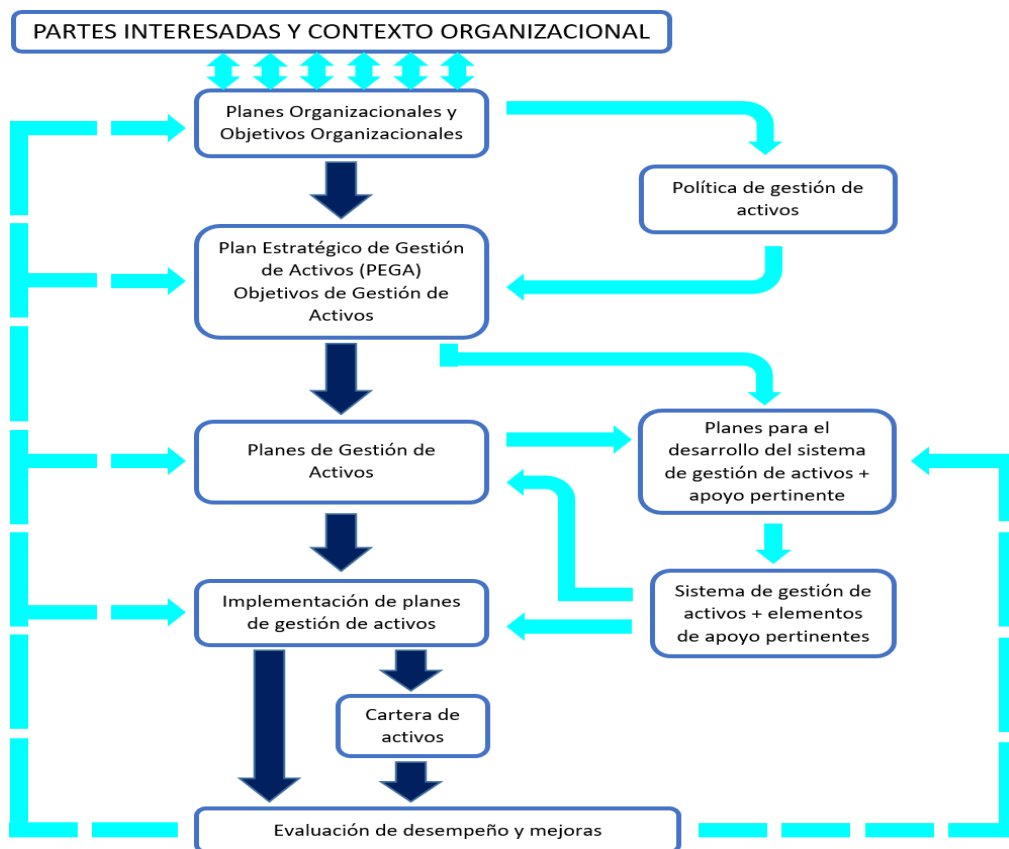
Relaciones entre términos clave



Nota. La figura muestra las relaciones entre los términos claves de la gestión de activos. Fuente: INACAL (2015).

Figura 2

Relación entre elementos clave de un sistema de gestión de activos



Nota. La figura muestra las relaciones entre los elementos claves de un sistema de gestión de activos. Fuente: INACAL (2015).

Elementos de un sistema de gestión de activos

INACAL (2015) refiere que un sistema de gestión de activos impacta en toda la organización, incluyendo a sus partes interesadas y a los proveedores de servicios externos y puede utilizar, vincular o integrar muchas de las actividades y funciones de la organización que de otra manera serían gestionadas u operadas en forma aislada. El proceso de establecer un sistema de gestión de activos requiere una comprensión exhaustiva de cada uno de sus elementos y de las políticas, planes y procedimientos que lo integran. Los requisitos del sistema de gestión de activos descritos en la ISO 55001 están agrupados de un modo coherente con los fundamentos de la gestión de activos:

- a) contexto de la organización;
 - b) liderazgo
 - c) planificación
 - d) apoyo
 - e) operación
 - f) evaluación del desempeño
 - g) mejora
- **NTP-ISO 55001:2015 - Gestión de activos. Sistemas de gestión. Requisitos**

Instituto Nacional de Calidad (INACAL, 2015b) indica que la Norma Técnica Peruana que especifica los requisitos de un sistema de gestión de activos dentro del contexto de una organización. Esta Norma Técnica Peruana puede aplicarse a todo tipo de activos y por organizaciones de todo tipo y tamaño y está destinada a usarse en particular para la gestión de activos físicos, pero también puede aplicarse a otros tipos de activos. Como norma de consulta indispensable para la aplicación de los requisitos dados en la norma NTP-ISO 55001:2015, se tiene la norma ISO55000:2014 (Gestión de activos. Aspectos generales, principios y terminología).

Return on equity (ROE)

(Rojas, 2021) denominado retorno de capital contable, es una medida que se utiliza para cuantificar el desempeño el desempeño financiero de una empresa, ya que mide la relación entre la utilidad neta y el capital común.

Fórmula: Utilidad neta / Patrimonio neto.

Return on Assets (ROA)

(Pérez, 2016, como se citó en Millones, 2020) Calcula la posibilidad que tiene una empresa para conseguir lucros a partir de sus activos, independientemente de su tamaño”.

Rendimiento

Rendimiento de maquinaria

Bello y Álvarez (2015) explica que la producción o rendimiento de una maquina es el número de unidades de trabajo que realiza en la unidad de tiempo, generalmente una hora:

$$\text{Producción} = \text{unidades de trabajo} / \text{hora}$$

Las unidades de trabajo o de obra más comunes empleadas en el movimiento de tierras son m³ o la tonelada, pero en otras actividades de la construcción se usan otras más adecuadas.

El rendimiento de maquinaria pesada puede ser calculado por tres funciones:

Por gráficos: para este se utilizan fichas técnicas de fabricante donde existen gráficos y cuadros con información relevante a la operación de la máquina.

Mediante fórmulas: existen fórmulas propuestas para conocer el rendimiento de una máquina y factores que evitan la incertidumbre del dato teórico con la realidad. Utilizando una fórmula general y sencilla para el cálculo.

$$R = 60 \text{ min} \times E \times Vc \times Tc$$

R: rendimiento m³/h (m³ suelto)

E: factor de eficiencia (75-80%)

Vc: Volumen movido por ciclo (m³/ciclo)

Tc: tiempo de ciclo en min o seg.

La producción de un ciclo está representada por el volumen del material en cada ciclo: en una retroexcavadora por ejemplo o en un cargador frontal, es la capacidad del cucharón; en una motoescrepa o camión de volteo, es la capacidad de la caja y en un tractor empujando, es la capacidad de la cuchilla (Sánchez, 2020)

Por observación directa: Este cálculo, como su nombre lo dice es por medio de la observación en el campo o lugar de trabajo, esto es una combinación entre el método gráfico y el método mediante fórmulas, en este cálculo influyen varios factores que deben tomarse en cuenta:

Superficie del terreno.
 Tipo de material que va a moverse.
 Grado de dificultad del material a moverse.
 Distancia del movimiento de tierras.
 Volumen del material.
 Peso específico del material.

Factores que afectan la productividad de las maquinas

Arroyo et al. (2018) explica que, en el caso de realizarse los trabajos en condiciones no ideales, la productividad estará afectada por diferentes factores, según las características en las que se desenvuelva el proyecto, además del tipo de maquinaria que se use. En la Tabla 1 se puede observar los factores de cada condición de observación vs mantenimiento de los equipos.

Tabla 1

Factores que afectan la productividad de las maquinas

Condiciones de Operación	Mantenimiento de los Equipos			
	Excelente	Bueno	Normal	Pobre
Excelente	0,83	0,81	0,76	0,63
Buena	0,76	0,75	0,71	0,6
Normal	0,72	0,69	0,65	0,54
Pobre	0,52	0,5	0,47	0,32

Nota. Esta tabla muestra como los factores de operación y mantenimiento, afectan la productividad de las maquinarias. Fuente: Tiktin (1997).

Factores de eficiencia en el tiempo o tiempo real trabajado

Sánchez (1999) explica que la eficiencia horaria se ve afectada por condiciones tales como; las características mecánicas, la experiencia del operador, la correcta elección de los equipos y las características del terreno, en la Tabla 2 se puede observar las condiciones de trabajo presentadas según la eficiencia horaria, que se obtiene de la observación y cuantificación del tiempo efectivo trabajado en minutos durante una hora, de la maquina en obra.

Tabla 2

Factores de eficiencia en el tiempo o tiempo real trabajado (eficiencia horaria)

Tiempo Real Trabajado en una hora	Factor Eficiencia Horaria	Condiciones
60 min	60/60=100%	Ideales
50 min	50/60= 83%	Optimas
40 min	40/60= 67%	Medias
30 min	30/60= 50%	Pobres

Nota. Esta tabla muestra las condiciones de trabajo según el factor de la eficiencia horaria de la maquinaria en obra. Fuente: Tiktin (1997).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Hipótesis Central de la Investigación

3.1.1. *Hipótesis general*

La implementación de un sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014 permitiría aumentar el rendimiento y la rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.

3.1.2. *Hipótesis Específicas*

- Los niveles de disponibilidad y confiabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial estarán por debajo de lo requerido.
- Los valores de costo horario, rendimiento y rentabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura estarán por debajo de lo requerido.
- Si es posible implementar un sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.
- La implementación de un sistema de gestión de activos físicos baso en la norma ISO 55001:2014 permitirá aumentar la disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.
- La implementación de un sistema de gestión de activos físicos baso en la norma ISO 55001:2014 permitirá aumentar el costo horario, rendimiento y rentabilidad y de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.

3.2. Variables e Indicadores de la Investigación

Variable Dependiente 01: Rendimiento de las maquinarias y equipos pesados

Definición conceptual: Medida en que los activos cumplen con sus funciones y objetivos operativos de manera eficiente y efectiva en un entorno específico.

Definición Operacional: El "Rendimiento de Maquinaria Pesada" se cuantifica a través de un índice compuesto que incorpora métricas clave de disponibilidad y confiabilidad para ofrecer una representación integral de la efectividad operativa de la maquinaria.

Dimensiones e Indicador:

Confiabilidad ->MTBF

Disponibilidad ->MTBF y MTTR

Variable Dependiente 02: Rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados

Definición conceptual: Capacidad de los activos para generar un retorno económico positivo o beneficio neto en relación con los costos asociados a su adquisición, operación y mantenimiento.

Definición Operacional: Se refiere al grado en el cual la maquinaria pesada contribuye a las ganancias de la operación, considerando tanto la rentabilidad del equipo como los costos incurridos en su operación y mantenimiento.

Dimensiones e Indicador:

Rentabilidad -> Costo Horario

Rendimiento operativo

Variable Independiente: Sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014

Definición conceptual: Conjunto de procesos interrelacionados que permite ingresar activos y se generan un aumento del valor del activo para la organización.

Definición Operacional: En el proceso de la implementación se define cumplir con la normatividad de la ISO 55001:2014, realizar la gestión de riesgos y priorizar el mantenimiento de los activos.

Dimensiones e Indicadores:

Normatividad -> Nivel de cumplimiento

Gestión de riesgos -> Numero de fallas en los activos

Mantenimiento de -> Número de actividades los activos de mantenimiento.

La Matriz de Operacionalización de Variables se presenta a continuación:

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Nivel de Medición
Variable Independiente Sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014	Conjunto de procesos interrelacionados que permite ingresar activos y se generan un aumento del valor del activo para la organización.	En el proceso de la implementación se define cumplir con la normatividad de la ISO 55001:2014, realizar la gestión de riesgos y priorizar el mantenimiento de los activos.	Normatividad	Nivel de cumplimiento	Razón
			Gestión de riesgos	Numero de fallas en los activos	Razón
			Mantenimiento de los activos	Número de actividades de mantenimiento	Razón
Variable Dependiente 01 Rendimiento de las maquinarias y equipos pesados	Medida en que los activos cumplen con sus funciones y objetivos operativos de manera eficiente y efectiva en un entorno específico.	El "Rendimiento de Maquinaria Pesada" se cuantifica a través de un índice compuesto que incorpora métricas clave de disponibilidad y confiabilidad para ofrecer una representación integral de la efectividad operativa de la maquinaria.	Confiabilidad	MTBF	Razón
			Disponibilidad	MTBF	Razón
				MTTR	

Variable Dependiente 02 Rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados	Capacidad de los activos para generar un retorno económico positivo o beneficio neto en relación con los costos asociados a su adquisición, operación y mantenimiento.	Se refiere al grado en el cual la maquinaria pesada contribuye a las ganancias de la operación, considerando tanto la rentabilidad del equipo como los costos incurridos en su operación y mantenimiento.	Costo horario	Razón
			Rentabilidad	Rendimiento operativo

Nota. Esta tabla ilustra la relación entre la variable independiente, "Sistema de Gestión de Activos basado en la norma ISO 55001:2014," y las variables dependientes, "Rendimiento de las maquinarias y equipos pesados" y "Rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados."

3.3. Tipo de la Investigación

El tipo de investigación es correlacional debido a que se tuvo como propósito determinar el grado de nivel de relación entre la implementación del sistema de gestión de activos físicos con el rendimiento y la rentabilidad de las maquinarias y equipos para proyectos de infraestructura vial.

3.4. Diseño o Esquema de la Investigación

El diseño de investigación es experimental del tipo cuasi experimental, debido a que se manipuló la variable independiente en ese caso se ha adaptó el sistema de gestión de activos físico bajo la norma ISO 55001:2014, enfocándonos en aumentar el rendimiento y la rentabilidad de las maquinarias y equipos para proyectos de infraestructura vial.

3.5. Población y Muestra

Población

Tabla 4

Segmentación de la población de equipos

Maquinaria y equipos	Cantidad
01.0 Excavadora sobre orugas CAT 330	5
02.0 Cargador Frontal CAT 950L	5
03.0 Tractor de Orugas CAT D6T	2
04.0 Camión volquete FMX 6x4R	12
05.0 Cama baja FMX 6x4R	1
06.0 Cisterna de Agua P380	5
07.0 Retroexcavadora CAT 420F2	5
08.0 Rodillo Liso vibratorio CS-56	5
09.0 Minicargador CAT 246D	4
10.0 Motoniveladora CAT 140M	5
Total	49

Nota. Esta tabla muestra el listado de la población de maquinarias y equipos pesados considerados para el estudio, en el cual se detalla las cantidades respectivas de cada una de ellas.

Muestra

Para la presente investigación se consideró como muestra a toda la población.

Unidad de Análisis

Maquinaria y equipos pesados.

3.6. Actividades del Proceso Investigativo

Primero se realizó un diagnóstico inicial de la disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias y equipos de la empresa constructora, luego se procedió a realizar otro diagnóstico para determinar el rendimiento y la rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial, para ello se tuvo que considerar los costos de operación y mantenimiento propios de las maquinarias y los demás costos asociados a estos. Después se realizó la implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 en la cual se buscó que la organización cumpla con todos los requisitos solicitados en la norma, así como elaborar la información documentada pertinente para evidenciar el cumplimiento de cada uno de estos requisitos. Finalmente se realizó dos evaluaciones, la primera evaluación fue con respecto a la disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias y equipos post implementación y la segunda evaluación fue con respecto al rendimiento y rentabilidad de las maquinarias y equipos.

3.7. Técnicas e Instrumentos de la Investigación

Técnicas de Recolección de Datos.

Se usarán las siguientes técnicas:

- Revisión de documentos, que nos servirá para recopilar datos e informaciones que nos resultará útil en la investigación.
- La entrevista: Verificar que los trabajadores tomen conciencia de la importancia de la influencia de los activos en la organización.
- La observación: Verificar que se estén cumpliendo las actividades y medidas preventivas descritas en sus procedimientos.

Instrumentos de Recolección de Datos

- Registros de inspección.
- Registro de fallas
- Órdenes de compra (OC) de los activos.

- Bitácoras
- Fotografías de la maquinaria pesada.

3.8. Procedimiento de la Recolección de Datos

Para mi investigación, seleccioné una combinación de técnicas e instrumentos de recolección de datos, orientados a obtener una comprensión detallada y precisa del impacto de la implementación de la norma ISO 55001 en la gestión de activos de maquinaria pesada en proyectos de infraestructura vial. Utilicé la técnica de revisión de documentos para recopilar datos históricos y actuales sobre los activos, la entrevista para entender la percepción de los trabajadores sobre la gestión de activos basados en la organización y las mejoras en el rendimiento y rentabilidad de las maquinarias al implementar el SGA, y finalmente la observación para verificar el cumplimiento de actividades y medidas preventivas.

Entre los instrumentos específicos, empleé registros de inspección y de fallas, órdenes de compra de los activos, bitácoras y fotografías de la maquinaria. Estos datos se analizaron utilizando softwares como Excel para el procesamiento inicial y final para calcular la disponibilidad, confiabilidad y la rentabilidad de las maquinarias; y SPSS BIM para establecer correlaciones estadísticas entre la variable independiente (sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014) y dependientes (rendimiento y rentabilidad).

3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de los Resultados

Técnicas de Procesamiento

Se utilizó la información documentada elaborada en el Modelo de Gestión Estratégica de Activos para procesar la información obtenida y aplicada para optimizar la gestión de maquinarias y equipos pesados en la construcción de obras viales y el procesamiento de la información fue mediante el programa EXCEL, además se determinó una correlación estadística entre la variable independiente con las variables independientes con el programa SPSS BIM.

Análisis de los Resultados

Los datos que se procesó se representarán en tablas y figuras, permitiéndonos tener una mejor apreciación porcentual del grado de rendimiento y rentabilidad en la construcción de los proyectos de infraestructura vial de acuerdo a los indicadores identificados en la medición de las variables.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1. Diagnosticar la disponibilidad y confiabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.

Dentro de las consideraciones para realizar el diagnóstico inicial de las maquinarias, se tiene que el estudio fue en base a 6 meses (26 de octubre del 2022 al 26 de abril del 2023), dentro de los cuales las 49 maquinarias tomadas como muestra, tuvieron participación en el proceso de afirmado. Además, el análisis inicial fue considerado para un afirmado de 10 km.

Lo primero que se realizó fue determinar el nivel de criticidad de cada una de las 49 maquinarias, para ello se estableció una lista de criterios para evaluar de criticidad con respecto a la probabilidad de falla de equipos y maquinarias (Anexo 9) y otra lista con un conjunto de criterios para evaluar la criticidad con respecto a las consecuencias de equipos y maquinarias (Anexo 10).

En la tabla 5 se muestra el análisis de criticidad realizado para las maquinarias que comprende el diagnóstico situacional inicial. La probabilidad de falla se relacionó con el MTBF de cada maquinaria, mientras que los criterios para evaluar la consecuencia se dividieron en 3 principales, por mantenimiento, por operación y seguridad personal y del medio ambiente. Producto del análisis de criticidad se determinó que, de los 49 equipos, 17 están en un rango de “Criticidad alta”, 18 están en “Criticidad media alta”, 11 en “Criticidad media baja” y 3 de ellos está en un rango de “Criticidad baja”. La matriz de criticidad en la cual se detallan los puntajes con sus respectivos niveles de criticidad se detalla en el anexo 11. A continuación se muestra la tabla de evaluación de criticidad de las maquinarias.

Tabla 5

Evaluación de criticidad las maquinarias

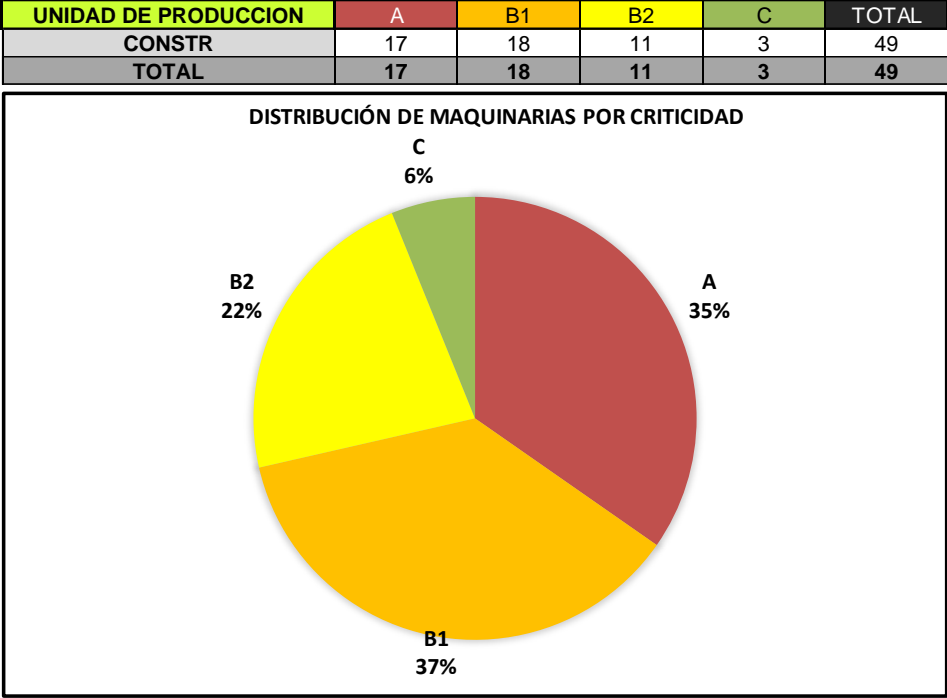
Item	Criticidad = PF X (ΣMTTO + ΣOPER + ΣSMA)				Probabilidad de falla	Consecuencia											Nivel de Jerarquía	Clase de criticidad
	Ubicación de equipo en taxonomía					Por mantenimiento			Por operación			Por seguridad y medio ambiente						
	Up	Proceso	Maquinaria	Código de maquinaria		Escala	Escala	Escala	Escala	Escala	Escala	Escala	Escala	Escala	Escala	Escala		
				Escala	Costos de Reparación	Vida Útil del Equipo	Eficiencia Operativa (producción)	Costos Operativos	Habilidad y Formación del Operador	Impacto Ambiental de los Materiales	Emisiones y Contaminantes	Formación en Seguridad del Operador	Procedimientos de Operación y Mantenimiento Seguros					
1	CONSTR	AFIRMADO	EXCAVADORA DE ORUGA CAT 330	EXCAVADORA DE ORUGA CAT 330	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	160	B1		
2	CONSTR	AFIRMADO	EXCAVADORA DE ORUGA CAT 330	EXCAVADORA DE ORUGA CAT 330	5	3	4	3	4	4	4	4	3	5	195	A		
3	CONSTR	AFIRMADO	EXCAVADORA DE ORUGA CAT 330	EXCAVADORA DE ORUGA CAT 330	5	4	4	4	4	3	3	5	3	4	190	A		
4	CONSTR	AFIRMADO	EXCAVADORA DE ORUGA CAT 330	EXCAVADORA DE ORUGA CAT 330	5	3	5	3	4	3	5	4	4	5	195	A		
5	CONSTR	AFIRMADO	EXCAVADORA DE ORUGA CAT 330	EXCAVADORA DE ORUGA CAT 330	4	3	3	4	5	4	4	5	4	4	160	B1		
6	CONSTR	AFIRMADO	CARGADOR FRONTAL CAT 950L	CARGADOR FRONTAL CAT 950L	5	4	3	3	4	4	4	5	4	3	190	A		
7	CONSTR	AFIRMADO	CARGADOR FRONTAL CAT 950L	CARGADOR FRONTAL CAT 950L	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	225	A		
8	CONSTR	AFIRMADO	CARGADOR FRONTAL CAT 950L	CARGADOR FRONTAL CAT 950L	5	3	3	4	5	3	3	4	4	4	190	A		
9	CONSTR	AFIRMADO	CARGADOR FRONTAL CAT 950L	CARGADOR FRONTAL CAT 950L	5	5	5	3	4	5	4	4	3	5	200	A		
10	CONSTR	AFIRMADO	CARGADOR FRONTAL CAT 950L	CARGADOR FRONTAL CAT 950L	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	188	A		
11	CONSTR	AFIRMADO	TRACTOR ORUGA CAT D6T	TRACTOR ORUGA CAT D6T	4	3	3	3	4	4	3	4	5	4	188	A		
12	CONSTR	AFIRMADO	TRACTOR ORUGA CAT D6T	TRACTOR ORUGA CAT D6T	5	4	3	4	4	4	3	5	3	4	152	A		
13	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	2	2	1	2	4	2	4	2	4	3	56	C		
14	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	3	3	2	3	3	2	4	2	4	4	96	B2		
15	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	2	1	2	2	3	3	3	3	3	3	56	C		
16	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	2	3	2	3	4	3	4	2	4	4	66	B2		
17	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	4	2	3	2	4	3	4	3	3	3	128	B1		
18	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	4	3	4	3	3	2	4	2	3	4	128	B1		
19	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	3	2	2	2	2	3	3	3	3	5	81	B2		
20	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	3	2	2	2	3	3	3	2	3	4	87	B2		
21	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	3	2	2	3	4	2	3	2	3	5	90	B2		
22	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	5	2	3	2	3	2	3	3	3	3	140	B1		
23	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	3	2	3	3	4	2	4	3	3	4	96	B2		
24	CONSTR	AFIRMADO	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R	3	1	2	2	4	2	3	3	2	3	81	B2		
25	CONSTR	AFIRMADO	CAMA BAJA FMX6X4 R	CAMA BAJA FMX6X4 R	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	128	B1		
26	CONSTR	AFIRMADO	CISTERNA DE AGUA P380	CISTERNA DE AGUA P380	2	2	2	3	4	3	4	3	3	4	64	B2		
27	CONSTR	AFIRMADO	CISTERNA DE AGUA P380	CISTERNA DE AGUA P380	3	2	1	3	3	2	3	3	3	4	81	B2		
28	CONSTR	AFIRMADO	CISTERNA DE AGUA P380	CISTERNA DE AGUA P380	2	1	1	2	4	2	4	2	3	3	52	C		
29	CONSTR	AFIRMADO	CISTERNA DE AGUA P380	CISTERNA DE AGUA P380	3	2	2	3	3	2	4	3	3	4	90	B2		
30	CONSTR	AFIRMADO	CISTERNA DE AGUA P380	CISTERNA DE AGUA P380	3	1	2	2	4	3	3	2	3	3	84	B2		
31	CONSTR	AFIRMADO	RETROEXCAVADORA CAT 420F2	RETROEXCAVADORA CAT 420F2	4	3	2	3	5	3	4	4	4	3	140	B1		
32	CONSTR	AFIRMADO	RETROEXCAVADORA CAT 420F2	RETROEXCAVADORA CAT 420F2	5	4	3	3	3	4	4	4	4	5	190	A		
33	CONSTR	AFIRMADO	RETROEXCAVADORA CAT 420F2	RETROEXCAVADORA CAT 420F2	4	3	3	2	4	3	3	4	5	3	140	B1		
34	CONSTR	AFIRMADO	RETROEXCAVADORA CAT 420F2	RETROEXCAVADORA CAT 420F2	4	3	4	4	5	4	3	4	4	2	152	B1		
35	CONSTR	AFIRMADO	RETROEXCAVADORA CAT 420F2	RETROEXCAVADORA CAT 420F2	5	3	3	3	5	4	4	4	5	3	190	A		
36	CONSTR	AFIRMADO	RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56	RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	128	B1		
37	CONSTR	AFIRMADO	RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56	RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56	5	3	4	3	5	4	3	4	5	3	190	A		
38	CONSTR	AFIRMADO	RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56	RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56	4	2	4	3	4	4	4	3	4	3	140	B1		
39	CONSTR	AFIRMADO	RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56	RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56	5	3	4	3	5	3	4	4	4	3	190	A		
40	CONSTR	AFIRMADO	RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56	RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56	4	2	3	4	4	4	3	4	3	2	132	B1		
41	CONSTR	AFIRMADO	MINICARGADOR CAT 246D	MINICARGADOR CAT 246D	5	4	4	3	4	3	4	3	4	5	190	A		
42	CONSTR	AFIRMADO	MINICARGADOR CAT 246D	MINICARGADOR CAT 246D	4	4	3	4	5	3	3	4	5	4	160	B1		
43	CONSTR	AFIRMADO	MINICARGADOR CAT 246D	MINICARGADOR CAT 246D	4	3	4	4	5	3	3	3	5	4	152	B1		
44	CONSTR	AFIRMADO	MINICARGADOR CAT 246D	MINICARGADOR CAT 246D	5	3	4	3	4	4	4	3	4	5	190	A		
45	CONSTR	AFIRMADO	MOTONIVELADORA CAT 140M	MQ-MTN-01	5	4	4	3	4	4	3	4	3	4	180	B1		
46	CONSTR	AFIRMADO	MOTONIVELADORA CAT 140M	MQ-MTN-02	5	3	3	4	3	3	4	2	4	3	165	B1		
47	CONSTR	AFIRMADO	MOTONIVELADORA CAT 140M	MQ-MTN-03	4	3	3	3	4	3	3	4	3	5	136	B1		
48	CONSTR	AFIRMADO	MOTONIVELADORA CAT 140M	MQ-MTN-04	5	4	4	4	4	3	4	4	3	4	190	A		
49	CONSTR	AFIRMADO	MOTONIVELADORA CAT 140M	MQ-MTN-05	5	4	4	4	4	3	3	4	3	4	185	B1		

Nota. Esta tabla muestra la evaluación del nivel de criticidad de cada una de las maquinarias pesadas para la construcción vial, que fue evaluado mediante su probabilidad de falla y su consecuencia.

Para mayor apreciación del análisis de criticidad general que se realizó en todas las maquinarias de la empresa constructora se presenta la siguiente figura:

Figura 3

Resumen de maquinarias críticas



Nota. La figura muestra el resumen del nivel de criticidad de todas las maquinarias analizadas.
 Fuente: Elaboración propia.

Luego de conocer la criticidad de las maquinarias, se procedió a determinar la disponibilidad de cada una de las maquinarias, para ello primero se identificó el número de días que trabajó cada una de las maquinarias dentro de los 6 meses iniciales en el proceso de afirmado del tramo de 10 km Tanguche – Pampa Blanca. El cronograma operativo de las maquinarias se detalla en el anexo 13 y 14, en el cual se especifican los subprocesos del afirmado y las maquinarias interviene en cada uno de estos, así como los días en los cuales no estuvieron operativos. Adicional a ello se adjunta en el anexo 15 una tabla de resumen con las maquinarias y sus días de trabajo acumulados en los 6 meses de diagnóstico inicial. Conocido los días trabajados por las maquinarias, se obtienen las horas de operación de las maquinarias, además de los registros operativos de las maquinarias obtenemos los tiempos de mantenimiento preventivo, correctivo y de Stand By, obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 6*Registros operativos de las maquinarias - inicial*

Flota Maquinarias	IDMAQUINARIA	Dias trabajados	Horas diarias (hrs)	Horas de proyecto (hrs)	T. de Mantto. Correctivo (hrs)	T.de Mantto. Preventivo (hrs)	T. de Stand By (hrs)	T. de Operación (hrs)	Tiempo de Mantto. (hrs)	Número de fallas
Excavadora de oruga	SGA-REA-MC-EO-01	61	9	549	105	37	20	387	142	5
	SGA-REA-MC-EO-02	55	9	495	115	41	17	322	156	4
	SGA-REA-MC-EO-03	56	9	504	122	39	19	324	161	4
	SGA-REA-MC-EO-04	50	9	450	119	42	19	270	161	5
	SGA-REA-MC-EO-05	60	9	540	103	36	18	383	139	3
Cargador frontal	SGA-REA-MC-CF-01	28	9	252	47	16	8	181	63	4
	SGA-REA-MC-CF-02	25	9	225	50	17	7	151	67	4
	SGA-REA-MC-CF-03	25	9	225	49	19	9	148	68	3
	SGA-REA-MC-CF-04	26	9	234	45	15	8	166	60	5
	SGA-REA-MC-CF-05	28	9	252	40	22	9	181	62	5
Tractor de orugas	SGA-REA-MC-TO-01	65	9	585	118	37	15	415	155	3
	SGA-REA-MC-TO-02	62	9	558	126	43	17	372	169	3
Camión Volquete	SGA-REA-MC-CV-01	28	9	252	40	8	2	202	48	3
	SGA-REA-MC-CV-02	26	9	234	41	10	4	179	51	5
	SGA-REA-MC-CV-03	29	9	261	34	12	3	212	46	3
	SGA-REA-MC-CV-04	26	9	234	42	11	4	177	53	4
	SGA-REA-MC-CV-05	29	9	261	45	13	5	198	58	5
	SGA-REA-MC-CV-06	8	9	72	15	3	2	52	18	3
	SGA-REA-MC-CV-07	21	9	189	38	10	4	137	48	4
	SGA-REA-MC-CV-08	17	9	153	37	10	4	102	47	4
	SGA-REA-MC-CV-09	26	9	234	40	9	4	181	49	5
	SGA-REA-MC-CV-10	18	9	162	44	14	5	99	58	3
	SGA-REA-MC-CV-11	18	9	162	36	11	5	110	47	4
	SGA-REA-MC-CV-12	18	9	162	36	9	4	113	45	4
Carra baja	SGA-REA-MC-CB-01	11	9	99	17	6	2	74	23	4
Cisterna de agua	SGA-REA-MC-CA-01	23	9	207	34	15	7	151	49	5
	SGA-REA-MC-CA-02	14	9	126	28	11	3	84	39	4
	SGA-REA-MC-CA-03	16	9	144	19	8	5	112	27	3
	SGA-REA-MC-CA-04	19	9	171	25	11	4	131	36	5
	SGA-REA-MC-CA-05	15	9	135	27	12	4	92	39	4
Retroexcavadora	SGA-REA-MC-RE-01	71	9	639	94	41	19	485	135	5
	SGA-REA-MC-RE-02	59	9	531	107	48	20	356	155	3
	SGA-REA-MC-RE-03	70	9	630	96	43	18	473	139	4
	SGA-REA-MC-RE-04	72	9	648	96	42	17	493	138	5
	SGA-REA-MC-RE-05	61	9	549	109	49	21	370	158	4
Rodillo liso vibratorio	SGA-REA-MC-RV-01	61	9	549	62	25	10	452	87	4
	SGA-REA-MC-RV-02	39	9	351	76	30	12	233	106	5
	SGA-REA-MC-RV-03	63	9	567	65	27	15	460	92	3
	SGA-REA-MC-RV-04	29	9	261	50	25	13	173	75	5
	SGA-REA-MC-RV-05	38	9	342	61	28	12	241	89	4
Minicargador	SGA-REA-MC-MC-01	31	9	279	56	20	9	194	76	3
	SGA-REA-MC-MC-02	33	9	297	45	16	7	229	61	3
	SGA-REA-MC-MC-03	34	9	306	42	16	7	241	58	4
	SGA-REA-MC-MC-04	29	9	261	54	21	9	177	75	5
Motoniveladora	SGA-REA-MC-MN-01	80	9	720	131	65	27	497	196	5
	SGA-REA-MC-MN-02	91	9	819	117	57	24	621	174	3
	SGA-REA-MC-MN-03	86	9	774	121	59	28	566	180	5
	SGA-REA-MC-MN-04	85	9	765	120	56	24	565	176	3
	SGA-REA-MC-MN-05	81	9	729	135	67	26	501	202	4

Nota. Esta tabla muestra los registros operativos, de mantenimiento y el número de fallas de cada flota de las maquinarias para la evaluación del diagnóstico inicial del rendimiento.

Con estas horas de operación y las fallas registradas dentro de los 6 meses de estudio, calculamos los indicadores de mantenimiento tales como el MTBF, el MTTR y la disponibilidad. Estos indicadores de mantenimiento fueron calculados para cada una de las maquinarias y por flota. Cabe resaltar la disponibilidad que se manejará para la comparación será la disponibilidad por flota de maquinarias.

Tabla 7*Diagnostico situacional inicial de las maquinarias*

Flota Maquinarias	MTBF	MTBF inicial de la flota	MTTR	MTTR inicial de la flota	Disponibilidad mensual	Disponibilidad inicial de la flota
Excavadora de orugas	77.40	84.11	28.40	37.24	73.16%	68.67%
	80.50		39.00		67.36%	
	81.00		40.25		66.80%	
	54.00		32.20		62.65%	
	127.67		46.33		73.37%	
Cargador frontal	45.25	40.35	15.75	15.91	74.18%	71.98%
	37.75		16.75		69.27%	
	49.33		22.67		68.52%	
	33.20		12.00		73.45%	
	36.20		12.40		74.49%	
Tractor oruga	138.33	131.17	51.67	54.00	72.81%	70.78%
	124.00		56.33		68.76%	
Camión volquete	67.33	38.31	16.00	12.36	80.80%	74.60%
	35.80		10.20		77.83%	
	70.67		15.33		82.17%	
	44.25		13.25		76.96%	
	39.60		11.60		77.34%	
	17.33		6.00		74.29%	
	34.25		12.00		74.05%	
	25.50		11.75		68.46%	
	36.20		9.80		78.70%	
	33.00		19.33		63.06%	
	27.50		11.75		70.06%	
	28.25		11.25		71.52%	
Cama abaja	18.50	18.50	5.75	5.75	76.29%	76.29%
Cisterna de agua	30.20	27.55	9.80	9.10	75.50%	74.61%
	21.00		9.75		68.29%	
	37.33		9.00		80.58%	
	26.20		7.20		78.44%	
	23.00		9.75		70.23%	
Retroexcavadora	97.00	105.00	27.00	36.10	78.23%	74.68%
	118.67		51.67		69.67%	
	118.25		34.75		77.29%	
	98.60		27.60		78.13%	
	92.50		39.50		70.08%	
Rodillo Liso Vibratorio	113.00	81.56	21.75	22.17	83.86%	75.74%
	46.60		21.20		68.73%	
	153.33		30.67		83.33%	
	34.60		15.00		69.76%	
	60.25		22.25		73.03%	
Minicargador	64.67	59.16	25.33	18.79	71.85%	75.41%
	76.33		20.33		78.97%	
	60.25		14.50		80.60%	
	35.40		15.00		70.24%	
Motoniveladora	99.40	146.64	39.20	48.47	71.72%	74.64%
	207.00		58.00		78.11%	
	113.20		36.00		75.87%	
	188.33		58.67		76.25%	
	125.25		50.50		71.27%	

Nota. Esta tabla ilustra los resultados de los indicadores de mantenimiento iniciales como el MTBF, MTTR y la disponibilidad de cada flota de las maquinarias en promedio.

En el diagnostico situacional inicial del proyecto de construcción vial del tramo Tanguche – Pampa Blanca de 10 KM, se evaluaron el Tiempo Medio entre Fallas (MTBF), el Tiempo Medio de Reparación (MTTR) y la disponibilidad inicial de las 10 flotas de maquinarias que operan en el proceso Afirmado obteniendo los siguientes resultados: Para

la flota de la Excavadora de Oruga CAT 330 se obtuvo un MTBF inicial de 84.11 horas, un MTTR inicial de 37.14 horas y una disponibilidad inicial del 68.67%, para el Cargador Frontal CAT 950L se obtuvo un MTBF inicial de 40.35 horas, un MTTR inicial de 15.91 horas y una disponibilidad inicial del 71.98%, para el Tractor Oruga CAT D6T se obtuvo un MTBF inicial de 131.17 horas, un MTTR inicial de 54 horas y una disponibilidad inicial del 70.78%, para el Camión Volquete FMX6X4 R se obtuvo un MTBF inicial de 38.31 horas, un MTTR inicial de 12.36 horas y una disponibilidad inicial del 74.60%, para la Cama Baja FMX6X4 R se obtuvo un MTBF inicial de 18.50 horas, un MTTR inicial de 5.75 horas y una disponibilidad inicial del 76.29%, para la Cisterna de Agua P380 se obtuvo un MTBF inicial de 27.55 horas, un MTTR inicial de 9.10 horas y una disponibilidad inicial del 74.61%, para la Retroexcavadora CAT 420F2 se obtuvo un MTBF inicial de 105 horas, un MTTR inicial de 36.10 horas y una disponibilidad inicial del 74.68%, para el Rodillo Liso Vibratorio CAT CS-56 se obtuvo un MTBF inicial de 81.56 horas, un MTTR inicial de 22.17 horas y una disponibilidad inicial del 75.74%, para el Minicargador CAT 246D se obtuvo un MTBF inicial de 59.16 horas, un MTTR inicial de 18.79 horas y una disponibilidad inicial del 75.41%, para la Motoniveladora CAT 140M se obtuvo un MTBF inicial de 146.64 horas, un MTTR inicial de 48.47 horas y una disponibilidad inicial del 74.64% estos fueron los valores que se obtuvieron en diagnóstico inicial del proyecto que luego serán analizados de cada una de las maquinarias.

Por otro lado, del análisis de criticidad se obtuvo que la flota con mayor nivel de criticidad, altamente preocupante para la empresa fue la flota del cargador frontal con un puntaje de máximo de criticidad de 225, además de que todas las maquinarias salieran críticas, es por ello que exclusivamente a esta flota de maquinarias se le aplicará el análisis RCM el cual involucra analizar su historial de fallas (Anexo 16) en los últimos 6 meses de operación para determinar su confiabilidad actual y proceder a su mejora.

Para el análisis de la confiabilidad inicial se procedió a calcular la confiabilidad de cada cargador frontal, la cual fue la flota más crítica de las maquinarias en conjunto. Para ello se aplicó la metodología RCM en base a los registros de entrada como el registro de fechas, número de fallas, TBF (Tiempo de buen funcionamiento) y el horómetro de cada maquinaria (Anexo 17). Todos estos datos permitieron determinar la confiabilidad de cada cargador frontal empleando la Distribución de Weibull biparamétrica.

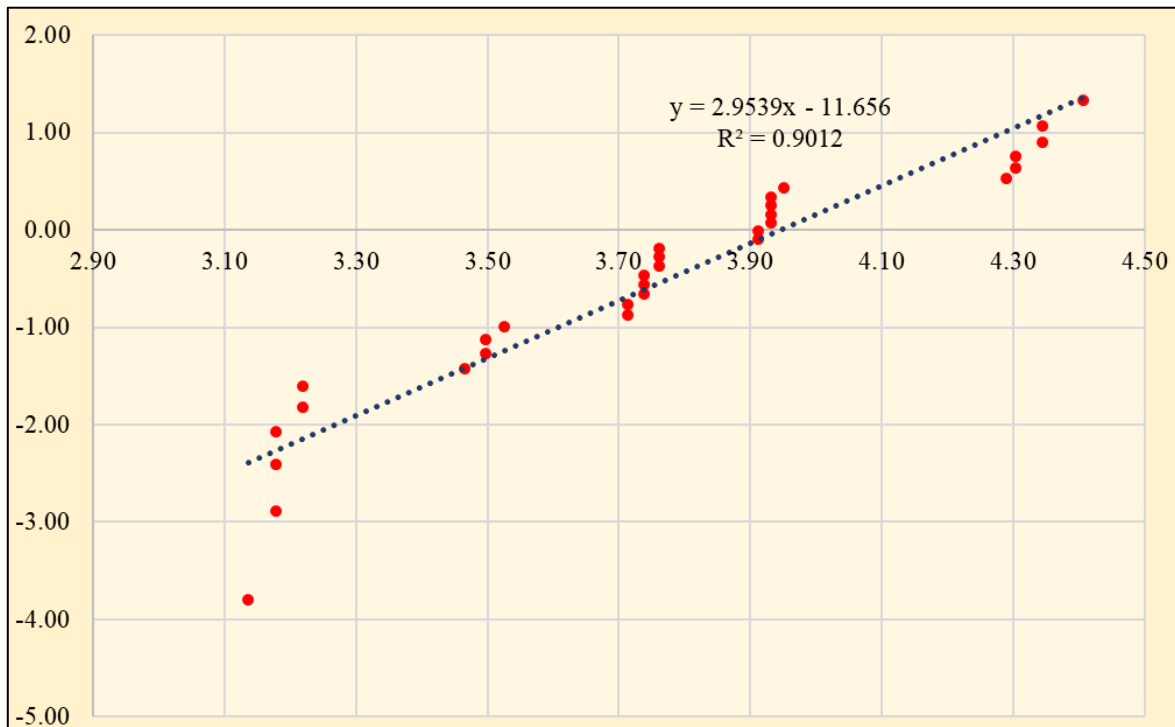
Tabla 8*Distribución de Weibull – confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-01*

Empresa		Construcciones & Servicios Dieguito SAC		Parametros de Weibull			
Maquinaria		Cargador Frontal					
Código		SGA-REA-MC-CF-01					
Sistema		General		Parámetro de forma (β)		2.953909	
Fecha de inicio		26/10/2022		Constante de la ecuacion de la recta (a)		-11.655794	
Fecha de fin		26/04/2023		Eta (η)		51.722267	
N	TBF	R	X_i	Y_i	X_i*Y_i	X_i^2	Y_i^2
1	23	0.022293	3.135494	-3.792231	-11.890520	9.831324	14.381019
2	24	0.054140	3.178054	-2.888478	-9.179740	10.100026	8.343307
3	24	0.085987	3.178054	-2.408938	-7.655733	10.100026	5.802980
4	24	0.117834	3.178054	-2.076442	-6.599045	10.100026	4.311612
5	25	0.149682	3.218876	-1.819268	-5.855999	10.361162	3.309738
6	25	0.181529	3.218876	-1.607855	-5.175484	10.361162	2.585197
7	32	0.213376	3.465736	-1.427097	-4.945941	12.011325	2.036606
8	33	0.245223	3.496508	-1.268217	-4.434330	12.225565	1.608374
9	33	0.277070	3.496508	-1.125646	-3.935828	12.225565	1.267078
10	34	0.308917	3.526361	-0.995616	-3.510902	12.435219	0.991252
11	41	0.340764	3.713572	-0.875451	-3.251049	13.790617	0.766414
12	41	0.372611	3.713572	-0.763164	-2.834063	13.790617	0.582419
13	42	0.404459	3.737670	-0.657231	-2.456513	13.970174	0.431953
14	42	0.436306	3.737670	-0.556445	-2.079808	13.970174	0.309631
15	42	0.468153	3.737670	-0.459817	-1.718644	13.970174	0.211432
16	43	0.500000	3.761200	-0.366513	-1.378528	14.146626	0.134332
17	43	0.531847	3.761200	-0.275806	-1.037360	14.146626	0.076069
18	43	0.563694	3.761200	-0.187038	-0.703488	14.146626	0.034983
19	50	0.595541	3.912023	-0.099593	-0.389610	15.303924	0.009919
20	50	0.627389	3.912023	-0.012863	-0.050322	15.303924	0.000165
21	51	0.659236	3.931826	0.073775	0.290069	15.459253	0.005443
22	51	0.691083	3.931826	0.160997	0.633014	15.459253	0.025920
23	51	0.722930	3.931826	0.249579	0.981301	15.459253	0.062290
24	51	0.754777	3.931826	0.340455	1.338611	15.459253	0.115910
25	52	0.786624	3.951244	0.434830	1.718119	15.612327	0.189077
26	73	0.818471	4.290459	0.534352	2.292614	18.408042	0.285532
27	74	0.850318	4.304065	0.641457	2.760871	18.524976	0.411467
28	74	0.882166	4.304065	0.760093	3.271490	18.524976	0.577741
29	77	0.914013	4.343805	0.897538	3.898732	18.868646	0.805575
30	77	0.945860	4.343805	1.070274	4.649064	18.868646	1.145487
31	82	0.977707	4.406719	1.335917	5.887012	19.419175	1.784675
		TOTAL	116.511784	-17.164441	-51.362010	442.354683	52.603595

Nota. Esta tabla muestra el registro de los datos para poder calcular la confiabilidad inicial de la maquinaria SGA-REA-MC-CF-01 utilizando la distribución de Weibull biparamétrica en un periodo de 6 meses.

Figura 4

Recta de regresión de confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-01



Nota. Esta figura muestra la recta de regresión biparamétrica que representa el comportamiento de las fallas en un diagnóstico inicial utilizando la distribución de Weibull para SGA-REA-MC-CF-01.

Tabla 9

Resultados del análisis de confiabilidad inicial para SGA-REA-MC-CF-01

Confiabilidad [R(t)]	72.94%
Probabilidad de fallo [F(t)]	27.06%
MTBF (horas)	46.16
Tasa de fallo [$\lambda(t)$]	0.02662674

Nota. Esta tabla muestra el valor de la confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-01 en un periodo de 6 meses utilizando la distribución de Weibull.

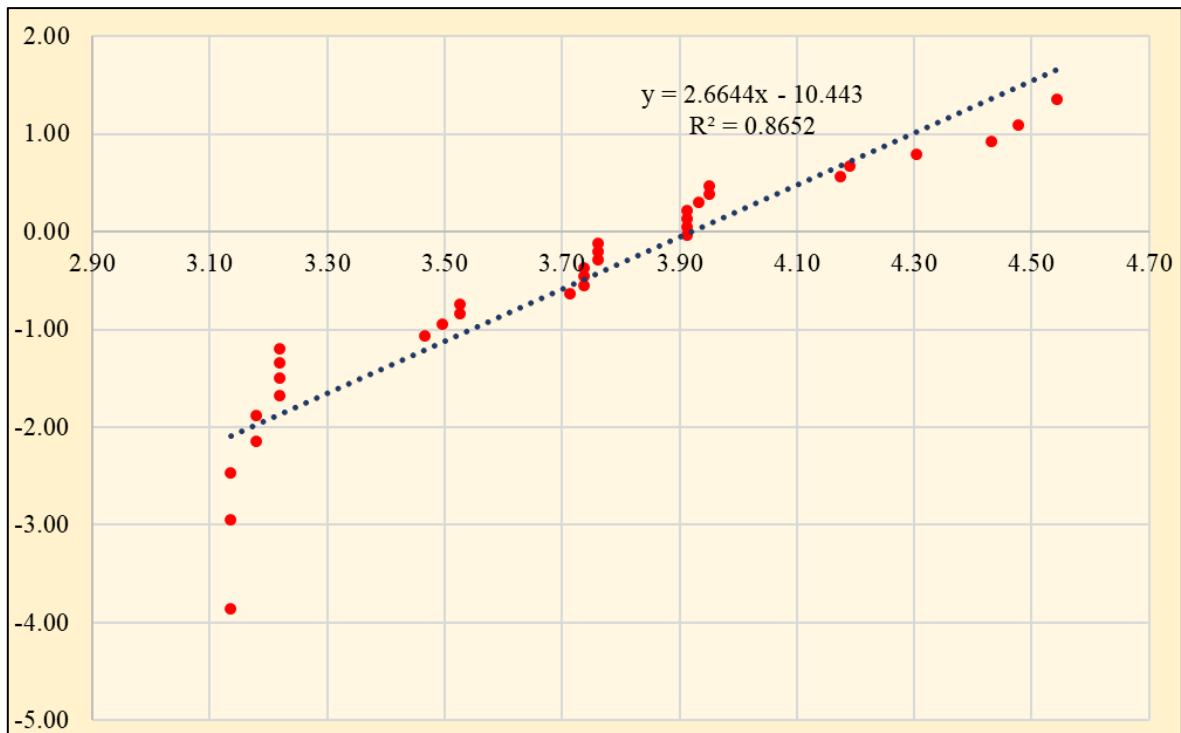
Tabla 10*Distribución de Weibull – confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-02*

Empresa		Construcciones & Servicios Dieguito SAC		Parametros de Weibull			
Maquinaria		Cargador Frontal					
Código		SGA-REA-MC-CF-02					
Sistema		General		Parámetro de forma (β)		2.664425	
Fecha de inicio		26/10/2022		Constante de la ecuacion de la recta (a)		-10.442652	
Fecha de fin		26/04/2023		Eta (η)		50.364660	
N	TBF	R	X_i	Y_i	$X_i * Y_i$	X_i^2	Y_i^2
1	23	0.020958	3.135494	-3.854659	-12.086261	9.831324	14.858397
2	23	0.050898	3.135494	-2.951922	-9.255734	9.831324	8.713842
3	23	0.080838	3.135494	-2.473454	-7.755499	9.831324	6.117972
4	24	0.110778	3.178054	-2.142093	-6.807687	10.100026	4.588562
5	24	0.140719	3.178054	-1.886122	-5.994198	10.100026	3.557457
6	25	0.170659	3.218876	-1.675987	-5.394793	10.361162	2.808931
7	25	0.200599	3.218876	-1.496590	-4.817337	10.361162	2.239782
8	25	0.230539	3.218876	-1.339163	-4.310600	10.361162	1.793358
9	25	0.260479	3.218876	-1.198148	-3.856688	10.361162	1.435558
10	32	0.290419	3.465736	-1.069789	-3.707607	12.011325	1.144449
11	33	0.320359	3.496508	-0.951423	-3.326659	12.225565	0.905206
12	34	0.350299	3.526361	-0.841082	-2.965959	12.435219	0.707419
13	34	0.380240	3.526361	-0.737262	-2.599850	12.435219	0.543555
14	41	0.410180	3.713572	-0.638778	-2.372147	13.790617	0.408037
15	42	0.440120	3.737670	-0.544671	-2.035802	13.970174	0.296667
16	42	0.470060	3.737670	-0.454144	-1.697440	13.970174	0.206247
17	42	0.500000	3.737670	-0.366513	-1.369904	13.970174	0.134332
18	43	0.529940	3.761200	-0.281176	-1.057561	14.146626	0.079060
19	43	0.559880	3.761200	-0.197587	-0.743166	14.146626	0.039041
20	43	0.589820	3.761200	-0.115231	-0.433408	14.146626	0.013278
21	50	0.619760	3.912023	-0.033604	-0.131461	15.303924	0.001129
22	50	0.649701	3.912023	0.047806	0.187018	15.303924	0.002285
23	50	0.679641	3.912023	0.129547	0.506789	15.303924	0.016782
24	50	0.709581	3.912023	0.212228	0.830242	15.303924	0.045041
25	51	0.739521	3.931826	0.296567	1.166050	15.459253	0.087952
26	52	0.769461	3.951244	0.383448	1.515097	15.612327	0.147033
27	52	0.799401	3.951244	0.474026	1.872991	15.612327	0.224700
28	65	0.829341	4.174387	0.569900	2.378982	17.425509	0.324786
29	66	0.859281	4.189655	0.673451	2.821528	17.553207	0.453536
30	74	0.889222	4.304065	0.788559	3.394008	18.524976	0.621825
31	84	0.919162	4.430817	0.922394	4.086958	19.632138	0.850810
32	88	0.949102	4.477337	1.091228	4.885794	20.046545	1.190778
33	94	0.979042	4.543295	1.352021	6.142632	20.641527	1.827962
		TOTAL	122.465200	-18.308224	-52.931671	460.110522	56.385769

Nota. Esta tabla muestra el registro de los datos para poder calcular la confiabilidad inicial de la maquinaria SGA-REA-MC-CF-02 utilizando la distribución de Weibull biparamétrica en un periodo de 6 meses.

Figura 5

Recta de regresión de confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-02



Nota. Esta figura muestra la recta de regresión biparamétrica que representa el comportamiento de las fallas en un diagnóstico inicial utilizando la distribución de Weibull para SGA-REA-MC-CF-02.

Tabla 11

Resultados del análisis de confiabilidad inicial para SGA-REA-MC-CF-02

Confiabilidad [R(t)]	68.44%
Probabilidad de fallo [F(t)]	31.56%
MTBF (horas)	44.77
Tasa de fallo [$\lambda(t)$]	0.02886703

Nota. Esta tabla muestra el valor de la confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-02 en un periodo de 6 meses utilizando la distribución de Weibull, siendo la maquinaria más crítica la cual representa una confiabilidad baja en la flota.

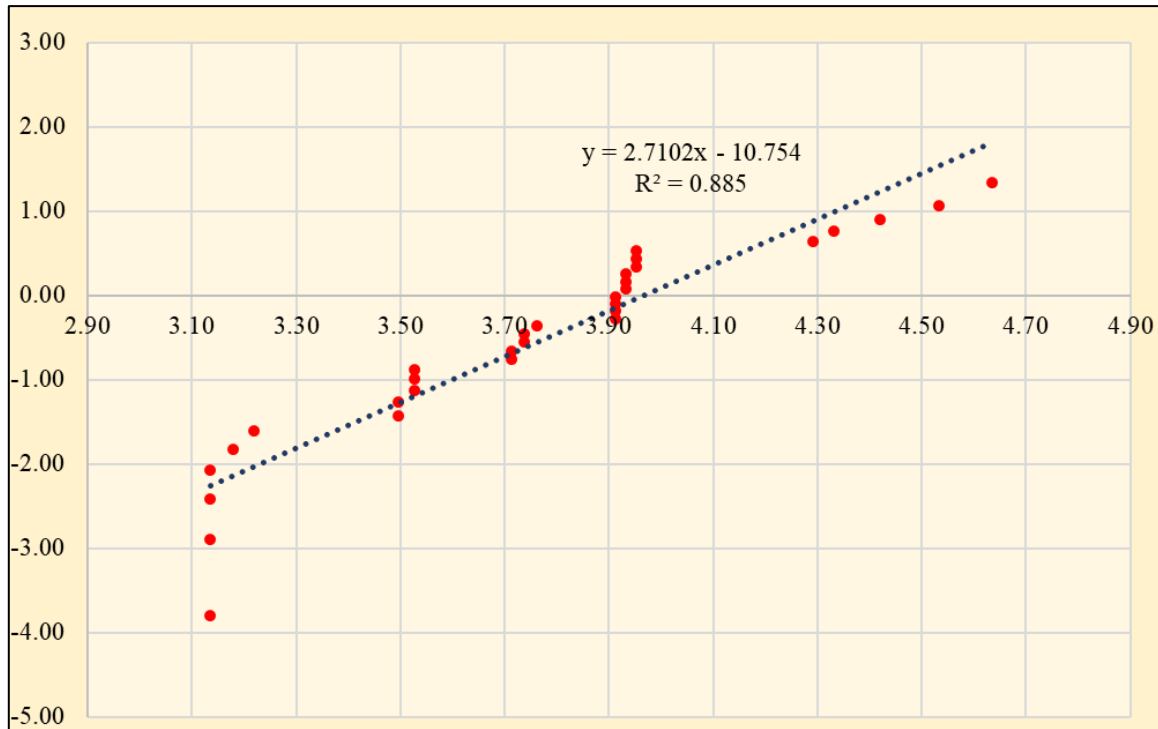
Tabla 12*Distribución de Weibull – confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-03*

Empresa		Construcciones & Servicios Dieguito SAC		Parametros de Weibull			
Maquinaria		Cargador Frontal					
Código		SGA-REA-MC-CF-03					
Sistema		General		Parámetro de forma (β)		2.710159	
Fecha de inicio		26/10/2022		Constante de la ecuacion de la recta (a)		-10.754325	
Fecha de fin		26/04/2023		Eta (η)		52.886717	
N	TBF	R	X_i	Y_i	$X_i * Y_i$	X_i^2	Y_i^2
1	23	0.022293	3.135494	-3.792231	-11.890520	9.831324	14.381019
2	23	0.054140	3.135494	-2.888478	-9.056807	9.831324	8.343307
3	23	0.085987	3.135494	-2.408938	-7.553210	9.831324	5.802980
4	23	0.117834	3.135494	-2.076442	-6.510673	9.831324	4.311612
5	24	0.149682	3.178054	-1.819268	-5.781733	10.100026	3.309738
6	25	0.181529	3.218876	-1.607855	-5.175484	10.361162	2.585197
7	33	0.213376	3.496508	-1.427097	-4.989855	12.225565	2.036606
8	33	0.245223	3.496508	-1.268217	-4.434330	12.225565	1.608374
9	34	0.277070	3.526361	-1.125646	-3.969432	12.435219	1.267078
10	34	0.308917	3.526361	-0.995616	-3.510902	12.435219	0.991252
11	34	0.340764	3.526361	-0.875451	-3.087155	12.435219	0.766414
12	41	0.372611	3.713572	-0.763164	-2.834063	13.790617	0.582419
13	41	0.404459	3.713572	-0.657231	-2.440675	13.790617	0.431953
14	42	0.436306	3.737670	-0.556445	-2.079808	13.970174	0.309631
15	42	0.468153	3.737670	-0.459817	-1.718644	13.970174	0.211432
16	43	0.500000	3.761200	-0.366513	-1.378528	14.146626	0.134332
17	50	0.531847	3.912023	-0.275806	-1.078958	15.303924	0.076069
18	50	0.563694	3.912023	-0.187038	-0.731698	15.303924	0.034983
19	50	0.595541	3.912023	-0.099593	-0.389610	15.303924	0.009919
20	50	0.627389	3.912023	-0.012863	-0.050322	15.303924	0.000165
21	51	0.659236	3.931826	0.073775	0.290069	15.459253	0.005443
22	51	0.691083	3.931826	0.160997	0.633014	15.459253	0.025920
23	51	0.722930	3.931826	0.249579	0.981301	15.459253	0.062290
24	52	0.754777	3.951244	0.340455	1.345222	15.612327	0.115910
25	52	0.786624	3.951244	0.434830	1.718119	15.612327	0.189077
26	52	0.818471	3.951244	0.534352	2.111354	15.612327	0.285532
27	73	0.850318	4.290459	0.641457	2.752144	18.408042	0.411467
28	76	0.882166	4.330733	0.760093	3.291760	18.755251	0.577741
29	83	0.914013	4.418841	0.897538	3.966079	19.526152	0.805575
30	93	0.945860	4.532599	1.070274	4.851125	20.544458	1.145487
31	103	0.977707	4.634729	1.335917	6.191614	21.480713	1.784675
		TOTAL	116.679349	-17.164441	-50.530605	444.356531	52.603595

Nota. Esta tabla muestra el registro de los datos para poder calcular la confiabilidad inicial de la maquinaria SGA-REA-MC-CF-03 utilizando la distribución de Weibull biparamétrica en un periodo de 6 meses.

Figura 6

Recta de regresión de confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-03



Nota. Esta figura muestra la recta de regresión biparamétrica que representa el comportamiento de las fallas en un diagnóstico inicial utilizando la distribución de Weibull para SGA-REA-MC-CF-03.

Tabla 13

Resultados del análisis de confiabilidad inicial para SGA-REA-MC-CF-03

Confiabilidad [R(t)]	72.13%
Probabilidad de fallo [F(t)]	27.87%
MTBF (horas)	47.04
Tasa de fallo [$\lambda(t)$]	0.02529609

Nota. Esta tabla muestra el valor de la confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-03 en un periodo de 6 meses utilizando la distribución de Weibull.

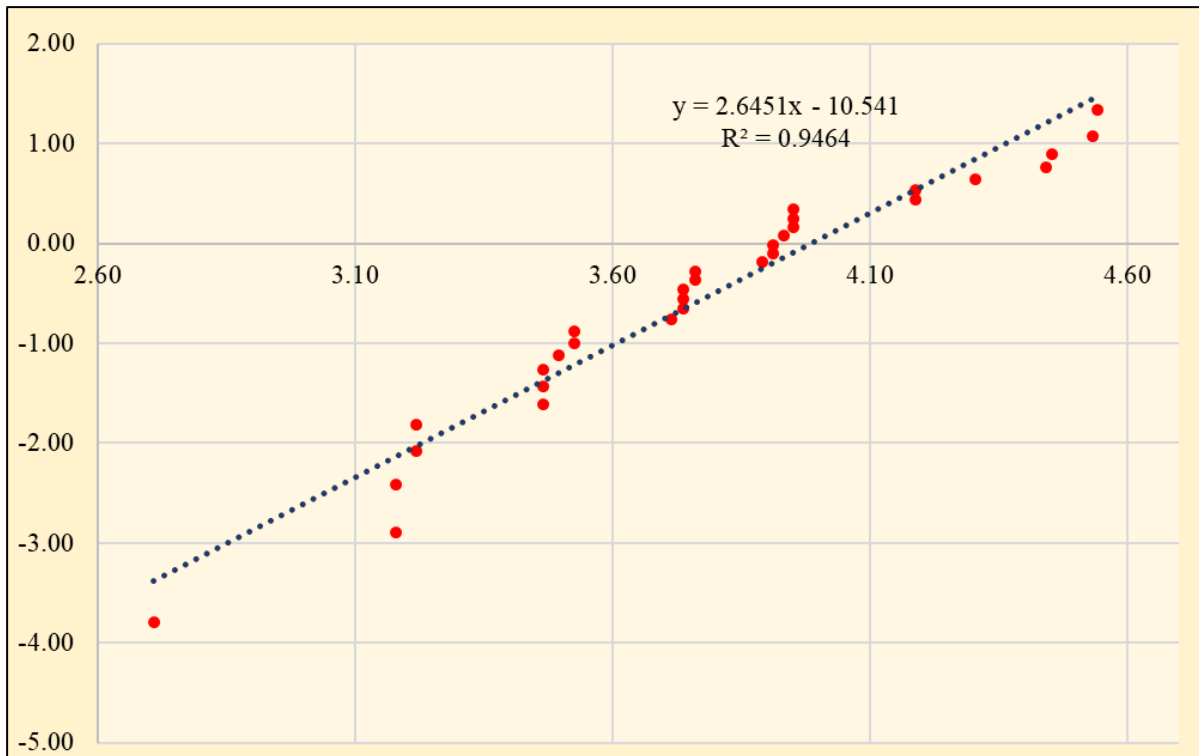
Tabla 14*Distribución de Weibull – confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-04*

Empresa		Construcciones & Servicios Dieguito SAC		Parametros de Weibull			
Maquinaria		Cargador Frontal					
Código		SGA-REA-MC-CF-04					
Sistema		General		Parámetro de forma (β)		2.645066	
Fecha de inicio		26/10/2022		Constante de la ecuacion de la recta (a)		-10.541379	
Fecha de fin		26/04/2023		Eta (η)		53.801334	
N	TBF	R	Xi	Yi	Xi*Yi	Xi ²	Yi ²
1	15	0.022293	2.708050	-3.792231	-10.269553	7.333536	14.381019
2	24	0.054140	3.178054	-2.888478	-9.179740	10.100026	8.343307
3	24	0.085987	3.178054	-2.408938	-7.655733	10.100026	5.802980
4	25	0.117834	3.218876	-2.076442	-6.683810	10.361162	4.311612
5	25	0.149682	3.218876	-1.819268	-5.855999	10.361162	3.309738
6	32	0.181529	3.465736	-1.607855	-5.572400	12.011325	2.585197
7	32	0.213376	3.465736	-1.427097	-4.945941	12.011325	2.036606
8	32	0.245223	3.465736	-1.268217	-4.395305	12.011325	1.608374
9	33	0.277070	3.496508	-1.125646	-3.935828	12.225565	1.267078
10	34	0.308917	3.526361	-0.995616	-3.510902	12.435219	0.991252
11	34	0.340764	3.526361	-0.875451	-3.087155	12.435219	0.766414
12	41	0.372611	3.713572	-0.763164	-2.834063	13.790617	0.582419
13	42	0.404459	3.737670	-0.657231	-2.456513	13.970174	0.431953
14	42	0.436306	3.737670	-0.556445	-2.079808	13.970174	0.309631
15	42	0.468153	3.737670	-0.459817	-1.718644	13.970174	0.211432
16	43	0.500000	3.761200	-0.366513	-1.378528	14.146626	0.134332
17	43	0.531847	3.761200	-0.275806	-1.037360	14.146626	0.076069
18	49	0.563694	3.891820	-0.187038	-0.727919	15.146265	0.034983
19	50	0.595541	3.912023	-0.099593	-0.389610	15.303924	0.009919
20	50	0.627389	3.912023	-0.012863	-0.050322	15.303924	0.000165
21	51	0.659236	3.931826	0.073775	0.290069	15.459253	0.005443
22	52	0.691083	3.951244	0.160997	0.636140	15.612327	0.025920
23	52	0.722930	3.951244	0.249579	0.986147	15.612327	0.062290
24	52	0.754777	3.951244	0.340455	1.345222	15.612327	0.115910
25	66	0.786624	4.189655	0.434830	1.821787	17.553207	0.189077
26	66	0.818471	4.189655	0.534352	2.238749	17.553207	0.285532
27	74	0.850318	4.304065	0.641457	2.760871	18.524976	0.411467
28	85	0.882166	4.442651	0.760093	3.376828	19.737150	0.577741
29	86	0.914013	4.454347	0.897538	3.997948	19.841210	0.805575
30	93	0.945860	4.532599	1.070274	4.851125	20.544458	1.145487
31	94	0.977707	4.543295	1.335917	6.069466	20.641527	1.784675
		TOTAL	117.055017	-17.164441	-49.390779	447.826365	52.603595

Nota. Esta tabla muestra el registro de los datos para poder calcular la confiabilidad inicial de la maquinaria SGA-REA-MC-CF-04 utilizando la distribución de Weibull biparamétrica en un periodo de 6 meses.

Figura 7

Recta de regresión de confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-04



Nota. Esta figura muestra la recta de regresión biparamétrica que representa el comportamiento de las fallas en un diagnóstico inicial utilizando la distribución de Weibull para SGA-REA-MC-CF-04.

Tabla 15

Resultados del análisis de confiabilidad inicial para SGA-REA-MC-CF-04

Confiabilidad [R(t)]	72.56%
Probabilidad de fallo [F(t)]	27.44%
MTBF (horas)	47.81
Tasa de fallo [$\lambda(t)$]	0.02423642

Nota. Esta tabla muestra el valor de la confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-04 en un periodo de 6 meses utilizando la distribución de Weibull.

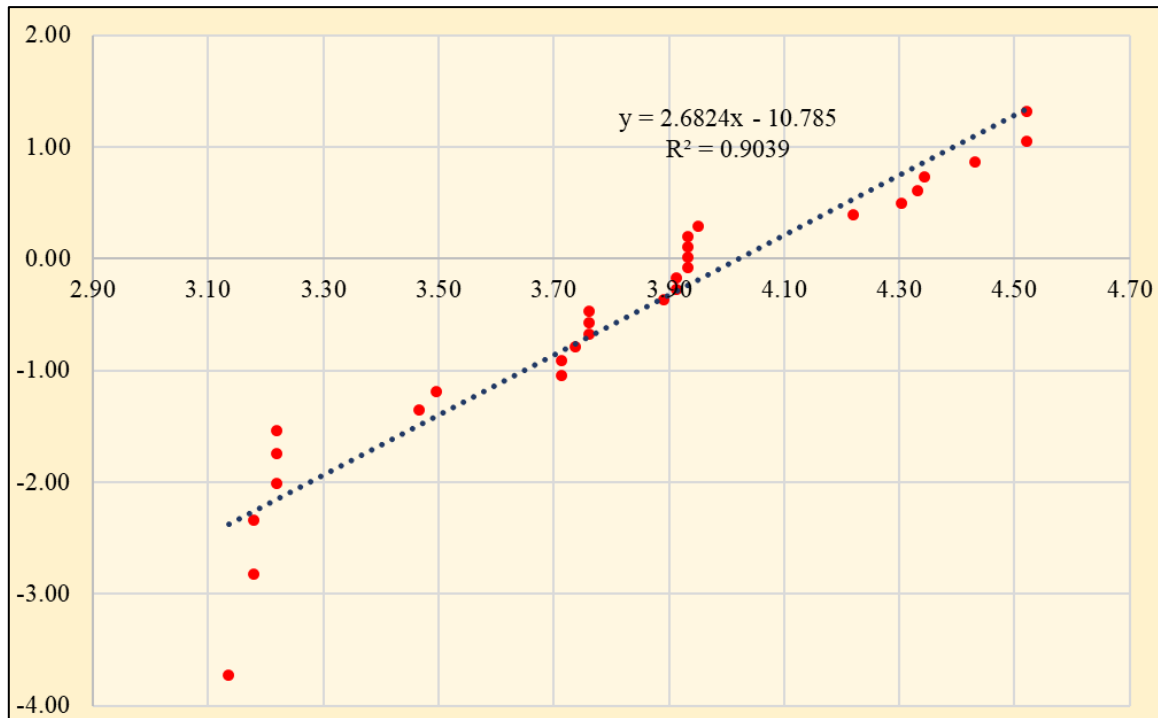
Tabla 16*Distribución de Weibull – confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-05*

Empresa		Construcciones & Servicios Dieguito SAC		Parametros de Weibull			
Maquinaria		Cargador Frontal					
Código		SGA-REA-MC-CF-05					
Sistema		General		Parámetro de forma (β)		2.682444	
Fecha de inicio		26/10/2022		Constante de la ecuacion de la recta (a)		-10.785134	
Fecha de fin		26/04/2023		Eta (η)		55.736596	
N	TBF	R	Xi	Yi	Xi*Yi	Xi ²	Yi ²
1	23	0.023810	3.135494	-3.725645	-11.681738	9.831324	13.880431
2	24	0.057823	3.178054	-2.820733	-8.964442	10.100026	7.956535
3	24	0.091837	3.178054	-2.339964	-7.436531	10.100026	5.475431
4	25	0.125850	3.218876	-2.006164	-6.457592	10.361162	4.024693
5	25	0.159864	3.218876	-1.747600	-5.625309	10.361162	3.054107
6	25	0.193878	3.218876	-1.534703	-4.940019	10.361162	2.355314
7	32	0.227891	3.465736	-1.352358	-4.686915	12.011325	1.828872
8	33	0.261905	3.496508	-1.191773	-4.167043	12.225565	1.420322
9	41	0.295918	3.713572	-1.047365	-3.889466	13.790617	1.096974
10	41	0.329932	3.713572	-0.915351	-3.399222	13.790617	0.837868
11	42	0.363946	3.737670	-0.793031	-2.964089	13.970174	0.628899
12	43	0.397959	3.761200	-0.678396	-2.551585	14.146626	0.460222
13	43	0.431973	3.761200	-0.569893	-2.143482	14.146626	0.324778
14	43	0.465986	3.761200	-0.466276	-1.753758	14.146626	0.217414
15	49	0.500000	3.891820	-0.366513	-1.426402	15.146265	0.134332
16	50	0.534014	3.912023	-0.269713	-1.055122	15.303924	0.072745
17	50	0.568027	3.912023	-0.175077	-0.684904	15.303924	0.030652
18	51	0.602041	3.931826	-0.081855	-0.321838	15.459253	0.006700
19	51	0.636054	3.931826	0.010694	0.042045	15.459253	0.000114
20	51	0.670068	3.931826	0.103340	0.406316	15.459253	0.010679
21	51	0.704082	3.931826	0.196941	0.774336	15.459253	0.038786
22	52	0.738095	3.951244	0.292501	1.155744	15.612327	0.085557
23	68	0.772109	4.219508	0.391290	1.651051	17.804245	0.153108
24	74	0.806122	4.304065	0.495018	2.130592	18.524976	0.245043
25	76	0.840136	4.330733	0.606190	2.625246	18.755251	0.367466
26	77	0.874150	4.343805	0.728834	3.165912	18.868646	0.531199
27	84	0.908163	4.430817	0.870349	3.856355	19.632138	0.757507
28	92	0.942177	4.521789	1.047448	4.736336	20.446572	1.097146
29	92	0.976190	4.521789	1.318462	5.961808	20.446572	1.738343
		TOTAL	110.625805	-16.021345	-47.643718	427.024891	48.831235

Nota. Esta tabla muestra el registro de los datos para poder calcular la confiabilidad inicial de la maquinaria SGA-REA-MC-CF-05 utilizando la distribución de Weibull biparamétrica en un periodo de 6 meses.

Figura 8

Recta de regresión de confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-05



Nota. Esta figura muestra la recta de regresión biparamétrica que representa el comportamiento de las fallas en un diagnóstico inicial utilizando la distribución de Weibull para SGA-REA-MC-CF-05.

Tabla 17

Resultados del análisis de confiabilidad inicial para SGA-REA-MC-CF-05

Confiabilidad [R(t)]	75.05%
Probabilidad de fallo [F(t)]	24.95%
MTBF (horas)	49.55
Tasa de fallo [$\lambda(t)$]	0.02199960

Nota. Esta tabla muestra el valor de la confiabilidad inicial de SGA-REA-MC-CF-05 en un periodo de 6 meses utilizando la distribución de Weibull.

Analizamos con el diagrama de Pareto cuál de los sistemas de los cargadores frontales resulta crítico.

Tabla 18

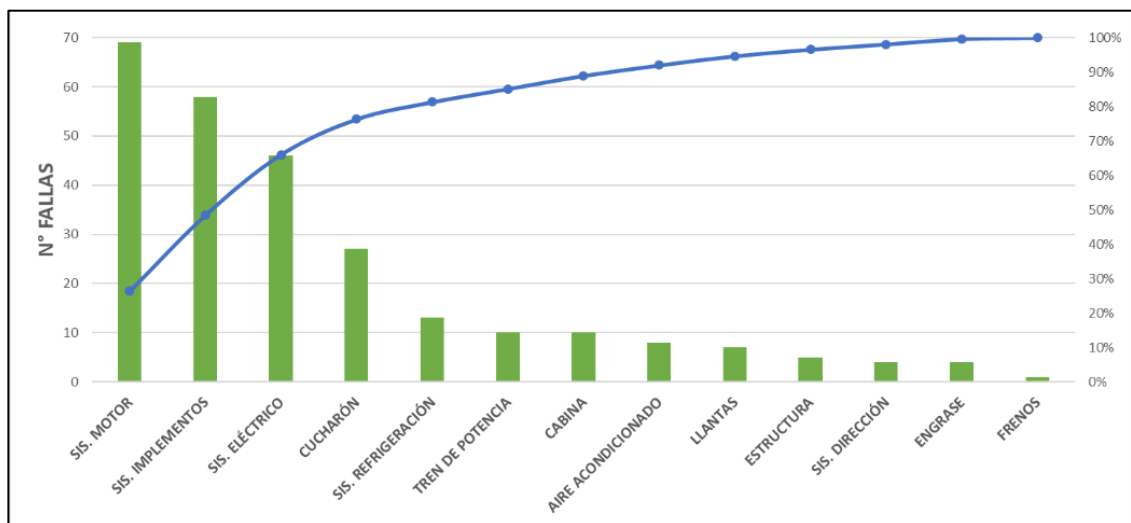
Diagrama de Pareto para SGA-REA-MC-CF-01

Activo:	SGA-REA-MC-CF-01	Año:	2020-2022
Sistema	N°	Frecuencia Acumulada	% Frecuencia acumulada
sis. motor	69	69	26.336%
sis. implementos	58	127	48.473%
sis. eléctrico	46	173	66.031%
cucharón	27	200	76.336%
sis. refrigeración	13	213	81.298%
tren de potencia	10	223	85.115%
cabina	10	233	88.931%
aire acondicionado	8	241	91.985%
llantas	7	248	94.656%
estructura	5	253	96.565%
sis. dirección	4	257	98.092%
engrase	4	261	99.618%
frenos	1	262	100.000%
Total	262		

Nota. Esta tabla muestra el registro de los sistemas de la maquinaria cargador frontal SGA-REA-MC-CF-01 de acuerdo al número de fallas que se dieron en un periodo de 2 años.

Figura 9

Grafica Pareto SGA-REA-MC-CF-01



Nota. La figura muestra el análisis de Pareto que se realizó para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-01, donde se observa que para esta maquinaria el sistema crítico es el motor.

Para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-01 se encontró que el sistema crítico es el sistema motor seguido del sistema de implementos.

Tabla 19

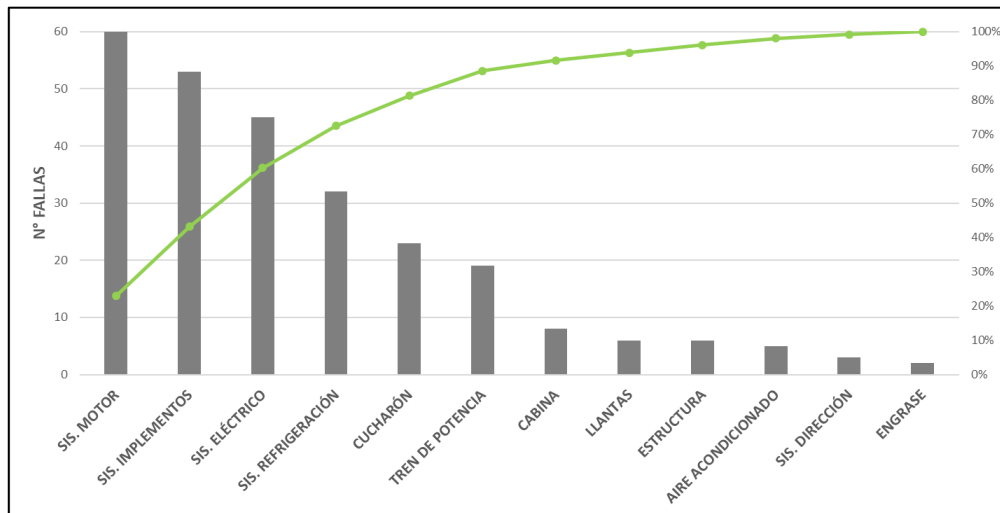
Diagrama de Pareto para SGA-REA-MC-CF-02

Activo:	SGA-REA-MC-CF-02	Año:	2020-2022
Sistema	N°	Frecuencia Acumulada	% Frecuencia acumulada
sis. motor	60	60	22.901%
sis. implementos	53	113	43.130%
sis. eléctrico	45	158	60.305%
sis. refrigeración	32	190	72.519%
cucharón	23	213	81.298%
tren de potencia	19	232	88.550%
cabina	8	240	91.603%
llantas	6	246	93.893%
estructura	6	252	96.183%
aire acondicionado	5	257	98.092%
sis. dirección	3	260	99.237%
engrase	2	262	100.000%
Total	262		

Nota. Esta tabla muestra el registro de los sistemas de la maquinaria cargador frontal SGA-REA-MC-CF-02 de acuerdo al número de fallas que se dieron en un periodo de 2 años.

Figura 10

Grafica Pareto SGA-REA-MC-CF-02



Nota. La figura muestra el análisis de Pareto que se realizó para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-02, donde se observa que para esta maquinaria el sistema crítico es el motor.

Para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-02 se encontró que el sistema crítico es el sistema motor seguido del sistema de implementos.

Tabla 20

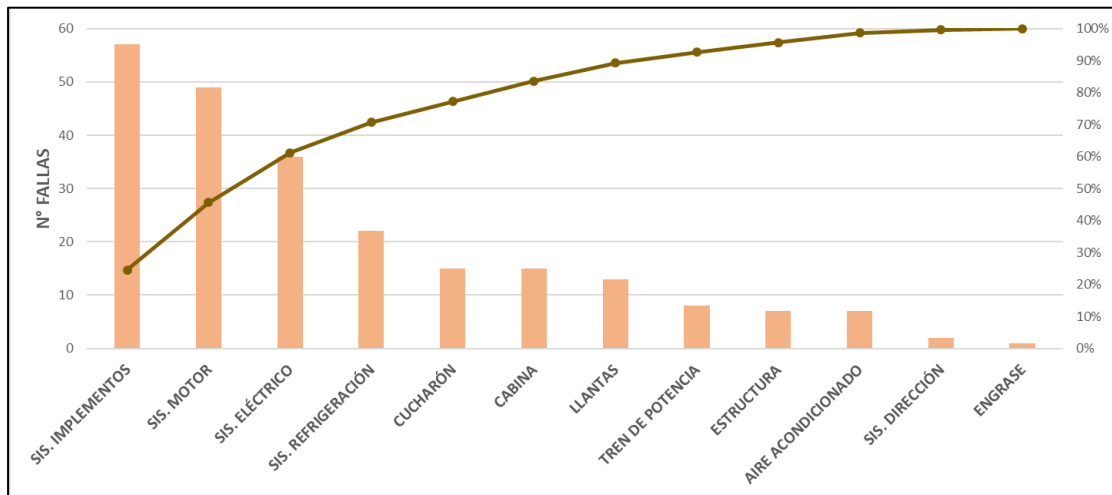
Diagrama de Pareto para SGA-REA-MC-CF-03

Activo:	SGA-REA-MC-CF-03	Año:	2020-2022	
Sistema	N°	Frecuencia Acumulada	% Frecuencia acumulada	
sis. implementos	57	57	24.569%	
sis. motor	49	106	45.690%	
sis. eléctrico	36	142	61.207%	
sis. refrigeración	22	164	70.690%	
cucharón	15	179	77.155%	
cabina	15	194	83.621%	
llantas	13	207	89.224%	
tren de potencia	8	215	92.672%	
estructura	7	222	95.690%	
aire acondicionado	7	229	98.707%	
sis. dirección	2	231	99.569%	
engrase	1	232	100.000%	
Total	232			

Nota. Esta tabla muestra el registro de los sistemas de la maquinaria cargador frontal SGA-REA-MC-CF-03 de acuerdo al número de fallas que se dieron en un periodo de 2 años.

Figura 11

Grafica Pareto SGA-REA-MC-CF-03



Nota. La figura muestra el análisis de Pareto que se realizó para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-03, donde se observa que para esta maquinaria el sistema crítico es el de implementos.

Para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-03 se encontró que el sistema crítico es el sistema de implementos seguido del sistema motor.

}

Tabla 21

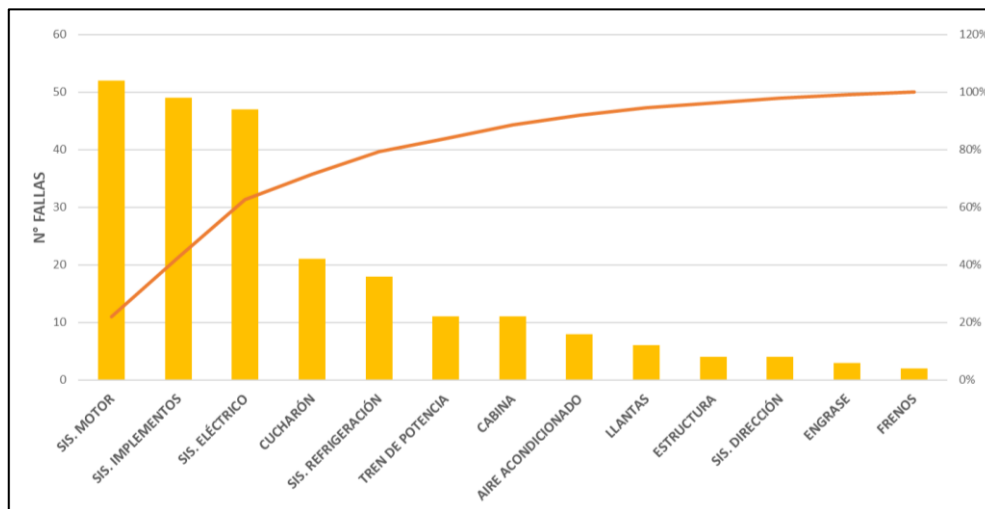
Diagrama de Pareto para SGA-REA-MC-CF-04

Activo:	SGA-REA-MC-CF-04	Año:	2020-2022
Sistema	N°	Frecuencia Acumulada	% Frecuencia acumulada
sis. motor	52	52	22.034%
sis. implementos	49	101	42.797%
sis. eléctrico	47	148	62.712%
cucharón	21	169	71.610%
sis. refrigeración	18	187	79.237%
tren de potencia	11	198	83.898%
cabina	11	209	88.559%
aire acondicionado	8	217	91.949%
llantas	6	223	94.492%
estructura	4	227	96.186%
sis. dirección	4	231	97.881%
engrase	3	234	99.153%
frenos	2	236	100.000%
Total	236		

Nota. Esta tabla muestra el registro de los sistemas de la maquinaria cargador frontal SGA-REA-MC-CF-04 de acuerdo al número de fallas que se dieron en un periodo de 2 años.

Figura 12

Grafica Pareto SGA-REA-MC-CF-04



Nota. La figura muestra el análisis de Pareto que se realizó para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-04, donde se observa que para esta maquinaria el sistema crítico es el motor.

Para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-04 se encontró que el sistema crítico es el sistema motor seguido del sistema de implementos.

Tabla 22

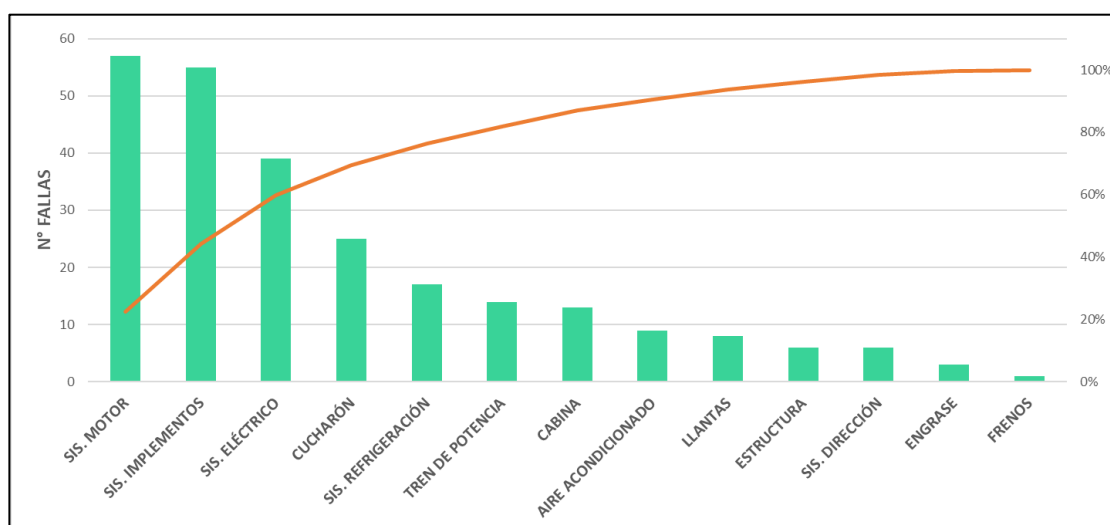
Diagrama de Pareto para SGA-REA-MC-CF-05

Activo:	SGA-REA-MC-CF-05	Año:	2020-2022
Sistema	N°	Frecuencia Acumulada	% Frecuencia acumulada
sis. motor	57	57	22.530%
sis. implementos	55	112	44.269%
sis. eléctrico	39	151	59.684%
cucharón	25	176	69.565%
sis. refrigeración	17	193	76.285%
tren de potencia	14	207	81.818%
cabina	13	220	86.957%
aire acondicionado	9	229	90.514%
llantas	8	237	93.676%
estructura	6	243	96.047%
sis. dirección	6	249	98.419%
engrase	3	252	99.605%
frenos	1	253	100.000%
Total	253		

Nota. Esta tabla muestra el registro de los sistemas de la maquinaria cargador frontal SGA-REA-MC-CF-05 de acuerdo al número de fallas que se dieron en un periodo de 2 años.

Figura 13

Grafica Pareto SGA-REA-MC-CF-05



Nota. La figura muestra el análisis de Pareto que se realizó para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-05, donde se observa que para esta maquinaria el sistema crítico es el motor.

Para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-05 se encontró que el sistema crítico es el sistema motor seguido del sistema de implementos.

De los 5 cargadores frontales CAT 950L analizados, se obtuvo del diagrama de Pareto que el principal sistema que está expuesto a fallas críticas es el sistema motor, es por ello que del historial de fallos analizaremos cuál de los síntomas es el más crítico dentro de

este sistema, para posteriormente implementar como parte del análisis de gestión de activos otra matriz FMECA relacionada al RCM.

Tabla 23

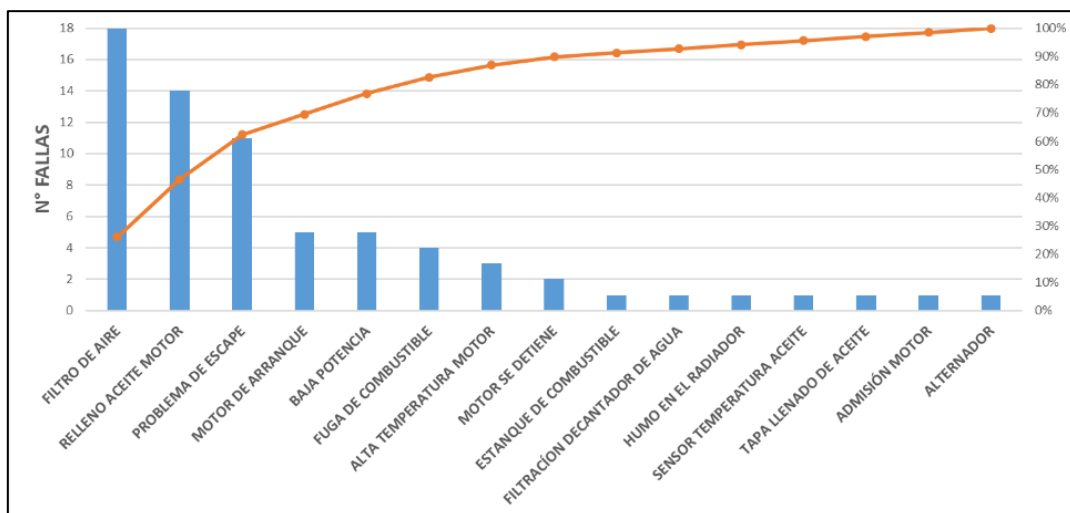
Diagrama de Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-01

Activo:	SGA-REA-MC-CF-01	Año:	2020-2022	SIS. MOTOR
Síntoma	N° Fallas	Frecuencia acumulada	%Frecuencia acumulada	
filtro de aire	18	18	26.087%	
relleno aceite motor	14	32	46.377%	
problema de escape	11	43	62.319%	
motor de arranque	5	48	69.565%	
baja potencia	5	53	76.812%	
fuga de combustible	4	57	82.609%	
alta temperatura motor	3	60	86.957%	
motor se detiene	2	62	89.855%	
estanque de combustible	1	63	91.304%	
filtración decantador de agua	1	64	92.754%	
humo en el radiador	1	65	94.203%	
sensor temperatura aceite	1	66	95.652%	
tapa llenado de aceite	1	67	97.101%	
admisión motor	1	68	98.551%	
alternador	1	69	100.000%	
Total	69			

Nota. Esta tabla muestra el registro de los síntomas en los componentes de la maquinaria cargador frontal SGA-REA-MC-CF-01 de acuerdo al número de fallas que se dieron en un periodo de 2 años.

Figura 14

Grafica Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-01



Nota. La figura muestra el análisis de Pareto que se realizó para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-01 correspondiente a los síntomas críticos de su sistema crítico, donde se observa que para esta maquinaria el síntoma crítico es el filtro de aire.

Para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-01 se encontró que el síntoma crítico del sistema motor es el filtro de aire, seguido del relleno aceite motor.

Tabla 24

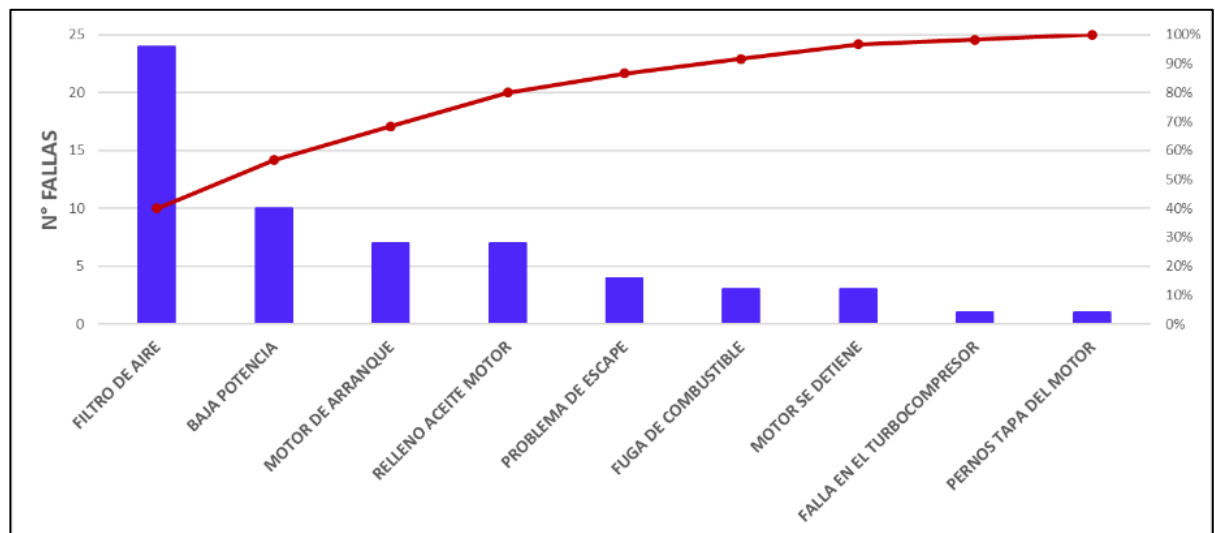
Diagrama de Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-02

Activo:	SGA-REA-MC-CF-02	Año:	2020-2022	SIS. MOTOR
Síntoma	N° Fallas	Frecuencia acumulada	%Frecuencia acumulada	
filtro de aire	24	24	40.000%	
baja potencia	10	34	56.667%	
motor de arranque	7	41	68.333%	
relleno aceite motor	7	48	80.000%	
problema de escape	4	52	86.667%	
fuga de combustible	3	55	91.667%	
motor se detiene	3	58	96.667%	
falla en el turbocompresor	1	59	98.333%	
pernos tapa del motor	1	60	100.000%	
Total	60			

Nota. Esta tabla muestra el registro de los síntomas en los componentes de la maquinaria cargador frontal SGA-REA-MC-CF-02 de acuerdo al número de fallas que se dieron en un periodo de 2 años.

Figura 15

Grafica Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-02



Nota. La figura muestra el análisis de Pareto que se realizó para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-02 correspondiente a los síntomas críticos de su sistema crítico, donde se observa que para esta maquinaria el síntoma crítico es el filtro de aire y baja potencia.

Para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-02 se encontró que el síntoma crítico del sistema motor es el filtro de aire, seguido de baja potencia.

Tabla 25

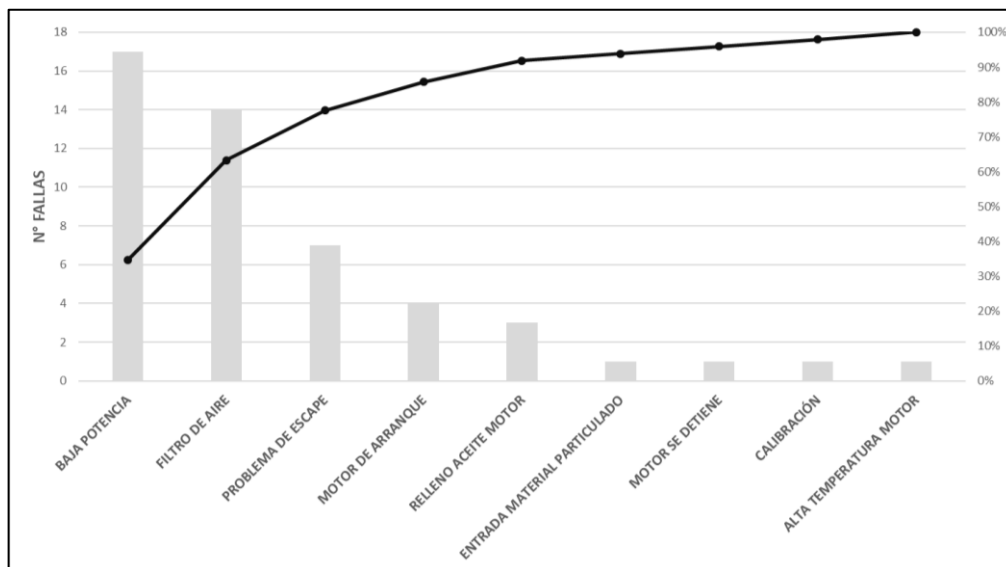
Diagrama de Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-03

Activo:	SGA-REA-MC-CF-03	Año:	2020-2022	SIS. MOTOR
Síntoma	N° Fallas	Frecuencia acumulada	%Frecuencia acumulada	
baja potencia	17	17	34.694%	
filtro de aire	14	31	63.265%	
problema de escape	7	38	77.551%	
motor de arranque	4	42	85.714%	
relleno aceite motor	3	45	91.837%	
entrada material particulado	1	46	93.878%	
motor se detiene	1	47	95.918%	
calibración	1	48	97.959%	
alta temperatura motor	1	49	100.000%	
Total	49			

Nota. Esta tabla muestra el registro de los síntomas en los componentes de la maquinaria cargador frontal SGA-REA-MC-CF-03 de acuerdo al número de fallas que se dieron en un periodo de 2 años.

Figura 16

Grafica Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-03



Nota. La figura muestra el análisis de Pareto que se realizó para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-03 correspondiente a los síntomas críticos de su sistema crítico, donde se observa que para esta maquinaria el síntoma crítico es la baja potencia y filtro de aire.

Para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-03 se encontró que el síntoma crítico del sistema motor es baja potencia, seguido de filtro de aire.

Tabla 26

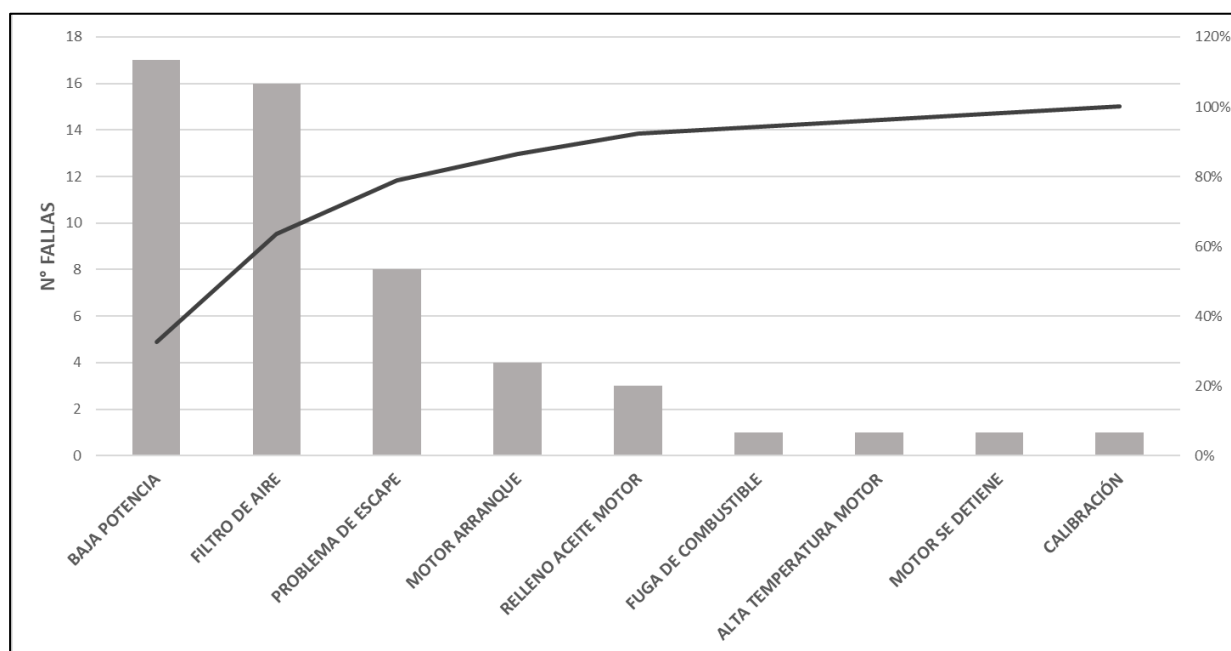
Diagrama de Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-04

Activo:	SGA-REA-MC-CF-04	Año:	2020-2022	SIS. MOTOR
Síntoma	N° Fallas	Frecuencia acumulada	%Frecuencia acumulada	
baja potencia	17	17	32.692%	
filtro de aire	16	33	63.462%	
problema de escape	8	41	78.846%	
motor arranque	4	45	86.538%	
relleno aceite motor	3	48	92.308%	
fuga de combustible	1	49	94.231%	
alta temperatura motor	1	50	96.154%	
motor se detiene	1	51	98.077%	
calibración	1	52	100.000%	
Total	52			

Nota. Esta tabla muestra el registro de los síntomas en los componentes de la maquinaria cargador frontal SGA-REA-MC-CF-04 de acuerdo al número de fallas que se dieron en un periodo de 2 años.

Figura 17

Grafica Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-04



Nota. La figura muestra el análisis de Pareto que se realizó para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-04 correspondiente a los síntomas críticos de su sistema crítico, donde se observa que para esta maquinaria el síntoma crítico es la baja potencia y filtro de aire.

Para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-04 se encontró que el síntoma crítico del sistema motor es la baja potencia, filtro de aire.

Tabla 27

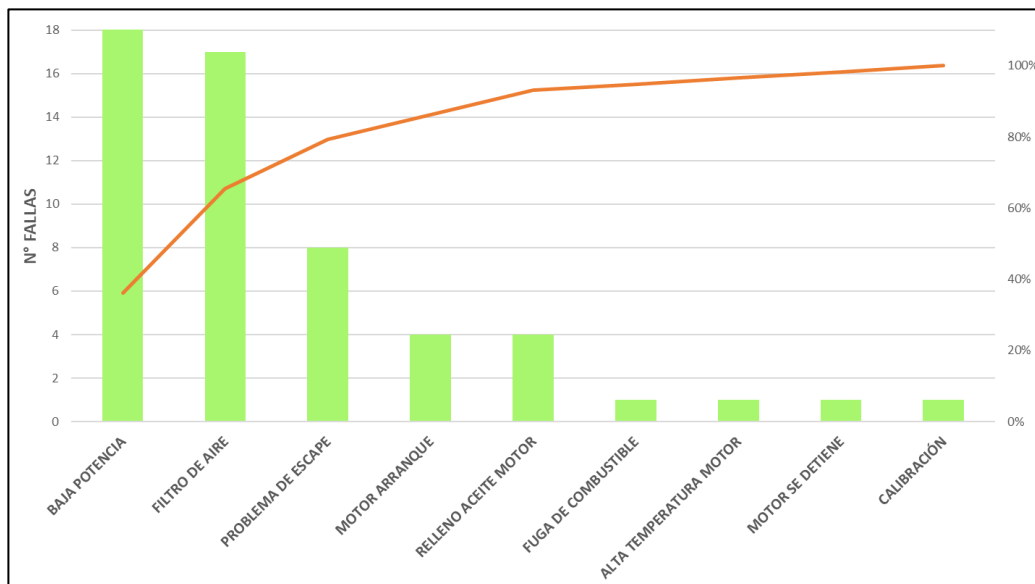
Diagrama de Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-05

Activo:	SGA-REA-MC-CF-05	Año:	2020-2022	SIS. MOTOR
Síntoma	N° Fallas	Frecuencia acumulada	%Frecuencia acumulada	
baja potencia	21	21	36.207%	
filtro de aire	17	38	65.517%	
problema de escape	8	46	79.310%	
motor arranque	4	50	86.207%	
relleno aceite motor	4	54	93.103%	
fuga de combustible	1	55	94.828%	
alta temperatura motor	1	56	96.552%	
motor se detiene	1	57	98.276%	
calibración	1	58	100.000%	
Total	58			

Nota. Esta tabla muestra el registro de los síntomas en los componentes de la maquinaria cargador frontal SGA-REA-MC-CF-05 de acuerdo al número de fallas que se dieron en un periodo de 2 años.

Figura 18

Grafica Pareto para síntomas de SGA-REA-MC-CF-05



Nota. La figura muestra el análisis de Pareto que se realizó para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-05 correspondiente a los síntomas críticos de su sistema crítico, donde se observa que para esta maquinaria el síntoma crítico es la baja potencia y filtro de aire.

Para la maquinaria SGA-REA-MC-CF-05 se encontró que el síntoma crítico del sistema motor es la baja potencia, filtro de aire.

Se observa que los síntomas críticos para la flota de los cargadores frontales 950L en el sistema motor, son la baja potencia y el filtro de aire. En base a este resultado se tendrá en cuenta para el desarrollo de una matriz FMECA propia del análisis RCM.

4.2. Diagnosticar el costo horario, rendimiento y rentabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial

El tramo de 10 km TANGUCHE-PAMPA BLANCA, una infraestructura esencial para la región, ha dependido en gran medida del rendimiento de las maquinarias y equipos pesados involucrados. En este análisis, se realiza un proceso de diagnóstico detallado de todos los activos involucrado dentro del proyecto vial visualizados dentro del Anexo 2.

Antes de cualquier tipo de cálculo o intervención, es imperativo tener un entendimiento claro del terreno en el que estamos operando. Observar el estado de la maquinaria, identificar signos visibles de desgaste o daño y registrar cualquier falla que esta pueda presentar. A través de esta inspección realizada en el estudio FMECA también se pudo determinar los activos requerían un mantenimiento inmediato, sus tiempos Operacionales que tuvieron y cuáles es la condición en la que operaban.

Estos documentos proporcionaron información valiosa sobre el comportamiento pasado del equipo, permitiendo identificar patrones y su ciclo de operación durante el proyecto TANGUCHE-PAMPA BLANCA.

La primera visualización a considerar fue la forma de trabajar de cada activo. Para algunos, esto podría ser metros cúbicos de tierra movidos, para otras, podría ser metros de carretera pavimentada. Al tener una definición clara y mensurable, pudimos estandarizar y comparar el rendimiento de diferentes equipos, estos ayudándonos del “MANUAL DE RENDIMIENTO DE CATERPILLA EDICIÓN 31”.

El resumen del Rendimiento puede apreciarse a continuación. Mientras que los cálculos unitarios para cada activo se visualizan en el Anexo 19.

Tabla 28

Tabla Resumen del Rendimiento del portafolio de activos

Flota Maquinarias	Maquinaria	Rendimiento(Tm/hr)
Excavadora de oruga	SGA-REA-MC-EO-01	101.63
	SGA-REA-MC-EO-02	101.63
	SGA-REA-MC-EO-03	101.63
	SGA-REA-MC-EO-04	101.63

	SGA-REA-MC-EO-05	101.63
Cargador frontal	SGA-REA-MC-CF-01	32.17
	SGA-REA-MC-CF-02	32.17
	SGA-REA-MC-CF-03	29.35
	SGA-REA-MC-CF-04	29.35
	SGA-REA-MC-CF-05	32.17
		SGA-REA-MC-TO-01
Tractor oruga	SGA-REA-MC-TO-02	207.11
Camión volquete	SGA-REA-MC-CV-01	12.59
	SGA-REA-MC-CV-02	14.52
	SGA-REA-MC-CV-03	12.59
	SGA-REA-MC-CV-04	13.80
	SGA-REA-MC-CV-05	12.59
	SGA-REA-MC-CV-06	14.52
	SGA-REA-MC-CV-07	12.81
	SGA-REA-MC-CV-08	11.11
	SGA-REA-MC-CV-09	12.81
	SGA-REA-MC-CV-10	12.17
	SGA-REA-MC-CV-11	11.11
	SGA-REA-MC-CV-12	12.81
Cama baja	SGA-REA-MC-CB-01	28.34
Cisterna de agua	SGA-REA-MC-CA-01	16.02
	SGA-REA-MC-CA-02	13.83
	SGA-REA-MC-CA-03	12.81

	SGA-REA-MC-CA-04	15.88
	SGA-REA-MC-CA-05	12.81
Retroexcavadora	SGA-REA-MC-RE-01	108.06
	SGA-REA-MC-RE-02	98.58
	SGA-REA-MC-RE-03	108.06
	SGA-REA-MC-RE-04	113.74
	SGA-REA-MC-RE-05	98.58
Rodillo liso vibratorio	SGA-REA-MC-RV-01	582.77
	SGA-REA-MC-RV-02	531.65
	SGA-REA-MC-RV-03	613.44
	SGA-REA-MC-RV-04	531.65
	SGA-REA-MC-RV-05	582.77
Minicargador	SGA-REA-MC-MC-01	3.20
	SGA-REA-MC-MC-02	3.20
	SGA-REA-MC-MC-03	3.20
	SGA-REA-MC-MC-04	3.20
Motoniveladora	SGA-REA-MC-MN-01	341.79
	SGA-REA-MC-MN-02	374.65
	SGA-REA-MC-MN-03	374.65
	SGA-REA-MC-MN-04	341.79
	SGA-REA-MC-MN-05	341.79

Nota. Esta tabla muestra del Rendimiento de cada una de maquinarias en el proyecto de construcción vial que está en función de toneladas métricas por hora.

La tabla proporciona una perspectiva detallada del Rendimiento en toneladas métricas por hora (Tm/hr) de las distintas maquinarias empleadas en el tramo de 10 km TANGUCHE-PAMPA BLANCA. Al evaluar las cifras presentadas, se observa una serie de resultados preocupantes que sugieren que la rentabilidad de estas máquinas estuvo por debajo de lo esperado.

Tabla 29

Tabla de Observaciones del Rendimiento

Flota Maquinarias	Observaciones
Excavadora de oruga	Uniformidad en 101.63 Tm/hr sugiere posibles ineficiencias operativas o mantenimiento subóptimo
Cargador frontal	Variabilidad entre 29.35 y 32.17 Tm/hr indica condiciones operativas desiguales o problemas de maquinaria.
Tractor oruga	Diferencia de 188.94 a 207.11 Tm/hr sugiere inconsistencias en el rendimiento o en las condiciones operativas.
Camión volquete	Variabilidad entre 11.11 y 14.52 Tm/hr refleja potenciales problemas mecánicos o cargas incorrectas.
Cama baja	Rendimiento de 28.34 Tm/hr sugiere subutilización o problemas de mantenimiento.
Cisterna de agua	Variación de 12.81 a 16.02 Tm/hr puede indicar problemas en la eficiencia del sistema.
Retroexcavadora	Fluctuación de 98.58 a 113.74 Tm/hr muestra potenciales ineficiencias operativas.
Rodillo liso vibratorio	A pesar de ser elevados (531.65-613.44 Tm/hr), los valores están por debajo de estándares óptimos
Minicargador	Uniformidad en 3.20 Tm/hr indica operación subóptima o problemas mecánicos.
Motoniveladora	Rango de 341.79 a 374.65 Tm/hr está por debajo de rendimientos ideales para este equipo.

Nota. Esta tabla muestra las observaciones de cada una de las maquinarias analizadas según su Rendimiento, según las condiciones operativas.

El análisis técnico indica un Rendimiento generalmente baja en todas las categorías de maquinaria, sugiriendo ineficiencias operativas y potenciales problemas de mantenimiento. Es esencial investigar y rectificar estas ineficiencias.

Ahora, para la segunda etapa de la rentabilidad se realiza la evaluación del coste horario de cada activo. El costo horario incluye todos los factores tanto de mantenimiento como los consumibles generados por el activo durante su proceso de operación.

Pero, tras la evaluación de resultados se obtención de resultados que evidenciaron costos operativos elevados frente a un rendimiento inesperadamente baja. Así como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 30

Costo horario inicial por activo

Flota Maquinarias	Maquinaria	Costo horario inicial (\$/hr)
Excavadora de oruga	EO-01	119.67
	EO-02	138.43
	EO-03	138.13
	EO-04	161.86
	EO-05	119.56
Cargador frontal	CF-01	136.85
	CF-02	162.66
	CF-03	165.58
	CF-04	147.59
	CF-05	131.91
Tractor oruga	TO-01	61.39
	TO-02	70.11
Camión volquete	CV-01	156.23
	CV-02	173.79
	CV-03	151.03
	CV-04	175.23
	CV-05	159.86
	CV-06	572.06
	CV-07	223.88
	CV-08	296.59
	CV-09	173.31
	CV-10	304.24
	CV-11	282.81
	CV-12	245.70

Cama baja	CB-01	288.26
	CA-01	128.18
	CA-02	219.93
Cisterna de agua	CA-03	168.56
	CA-04	146.49
	CA-05	202.81
	RE-01	84.90
	RE-02	110.58
Retroexcavadora	RE-03	86.06
	RE-04	84.26
	RE-05	108.08
	RV-01	45.38
	RV-02	86.65
Rodillo liso vibratorio	RV-03	46.13
	RV-04	117.49
	RV-05	87.84
	MC-01	143.50
	MC-02	122.75
Minicargador	MC-03	117.45
	MC-04	155.97
	MN-01	55.04
	MN-02	42.63
Motoniveladora	MN-03	49.63
	MN-04	47.77
	MN-05	55.61

Más aún, los costos variables, que fluctúan con la operación, y especialmente el mantenimiento correctivo no programado, que implica reparaciones imprevistas, también resultaron ser más altos de lo habitual.

Las tablas resumen se visualizan a continuación:

Tabla 31*Resumen de la rentabilidad (Cama Baja)*

Resumen Cama Baja		
Maquinaria	Cama Baja 1	
	SGA-REA-MC-CB-01	
Rendimiento (Tm/hr)		28.34
	Consumible	\$10,000.00
Costo Operación	Neumáticos	\$6,000.00
	Operador	\$3,750.00
Subtotal costo de operación		\$19,750.00
	Mano de	
Costo de Mantenimiento	Obra	\$155.00
Preventivo	Filtros	\$385.72
	Repuestos	\$447.67
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$988.39
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$593.03
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$593.03
Costo de Mantenimiento Total		\$1,581.42
Horas Trabajadas		74
Costo de Operación & Mantenimiento		\$21,331.42
costo horario		\$288.26
Rentabilidad (\$/Tm)		10.17
Rentabilidad promedio (\$/Tm)		10.17

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad de la maquinaria Cama Baja, durante la ejecución del proyecto de construcción vial.

Tabla 32*Resumen de la rentabilidad (Camión Volquete)*

		Resumen Camion Volquete		
Maquinaria		Camión Volquete 1	Camión Volquete 2	Camión Volquete 3
		SGA-REA-MC-CV-01	SGA-REA-MC-CV-02	SGA-REA-MC-CV-03
Rendimiento (Tm/hr)		12.59	14.52	12.59
Costo Operación	Consumible	\$20,002.00	\$19,700.00	\$20,300.00
	Neumáticos	\$1,754.15	\$1,725.00	\$1,780.00
	Operador	\$6,171.00	\$6,100.00	\$6,250.00
Subtotal costo de operación		\$27,927.15	\$27,525.00	\$28,330.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$650.00	\$640.00	\$660.00
	Filtros	\$854.89	\$845.00	\$865.00
	Repuestos	\$765.25	\$755.00	\$780.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$2,270.14	\$2,240.00	\$2,305.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$1,362.08	\$1,344.00	\$1,383.00
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$1,362.08	\$1,344.00	\$1,383.00
Costo de Mantenimiento Total		\$3,632.22	\$3,584.00	\$3,688.00
Horas Trabajadas		202	179	212
Costo de Operación & Mantenimiento		31559.374	31109	32018
Costo horario		\$156.23	\$173.79	\$151.03
Rentabilidad (\$/Tm)		12.41	11.97	12.00

Maquinaria		Camión Volquete 4	Camión Volquete 5	Camión Volquete 6
		SGA-REA-MC-CV-04	SGA-REA-MC-CV-05	SGA-REA-MC-CV-06
Rendimiento (Tm/hr)		13.80	12.59	14.52
Costo Operación	Consumible	\$19,650.00	\$20,150.00	\$18,700.00
	Neumáticos	\$1,720.00	\$1,740.00	\$1,675.00
	Operador	\$6,085.00	\$6,155.00	\$5,900.00
Subtotal costo de operación		\$27,455.00	\$28,045.00	\$26,275.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$635.00	\$645.00	\$615.00
	Filtros	\$840.00	\$850.00	\$820.00
	Repuestos	\$750.00	\$760.00	\$735.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$2,225.00	\$2,255.00	\$2,170.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$1,335.00	\$1,353.00	\$1,302.00
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$1,335.00	\$1,353.00	\$1,302.00
Costo de Mantenimiento Total		\$3,560.00	\$3,608.00	\$3,472.00
Horas Trabajadas		177	198	52
Costo de Operación & Mantenimiento		31015	31653	29747
Costo horario		\$175.23	\$159.86	\$572.06
Rentabilidad (\$/Tm)		12.70	12.70	39.39

Maquinaria		Camión Volquete 7	Camión Volquete 8	Camión Volquete 9
		SGA-REA-MC-CV-07	SGA-REA-MC-CV-08	SGA-REA-MC-CV-09
Rendimiento (Tm/hr)		12.81	11.11	12.81
Costo Operación	Consumible	\$19,400.00	\$19,050.00	\$19,900.00
	Neumáticos	\$1,705.00	\$1,690.00	\$1,735.00
	Operador	\$6,030.00	\$6,000.00	\$6,140.00
Subtotal costo de operación		\$27,135.00	\$26,740.00	\$27,775.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$630.00	\$625.00	\$640.00
	Filtros	\$835.00	\$830.00	\$848.00
	Repuestos	\$745.00	\$740.00	\$758.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$2,210.00	\$2,195.00	\$2,246.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$1,326.00	\$1,317.00	\$1,347.60
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$1,326.00	\$1,317.00	\$1,347.60
Costo de Mantenimiento Total		\$3,536.00	\$3,512.00	\$3,593.60
Horas Trabajadas		137	102	181
Costo de Operación & Mantenimiento		30671	30252	31368.6
Costo horario		\$223.88	\$296.59	\$173.31
Rentabilidad (\$/Tm)		17.47	26.71	13.53

Maquinaria		Camión Volquete 10	Camión Volquete 11	Camión Volquete 12
		SGA-REA-MC-CV-10	SGA-REA-MC-CV-11	SGA-REA-MC-CV-12
Rendimiento (Tm/hr)		12.17	11.11	12.81
Costo Operación	Consumible	\$18,950.00	\$19,700.00	\$17,450.15
	Neumáticos	\$1,685.00	\$1,725.00	\$1,524.60
	Operador	\$5,990.00	\$6,100.00	\$5,458.75
Subtotal costo de operación		\$26,625.00	\$27,525.00	\$24,433.50
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$620.00	\$640.00	\$610.15
	Filtros	\$827.00	\$845.00	\$782.25
	Repuestos	\$737.00	\$755.00	\$689.15
	Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo	\$2,184.00	\$2,240.00	\$2,081.55
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$1,310.40	\$1,344.00	\$1,248.93
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$1,310.40	\$1,344.00	\$1,248.93
Costo de Mantenimiento Total		\$3,494.40	\$3,584.00	\$3,330.48
Horas Trabajadas		99	110	113
Costo de Operación & Mantenimiento		30119.4	31109	27763.98
Costo horario		\$304.24	\$282.81	\$245.70
Rentabilidad (\$/Tm)		24.99	25.47	19.17
Rentabilidad promedio (\$/Tm)				19.043

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad de la maquinaria Camión Volquete en promedio de las 12 máquinas en estudio, durante la ejecución del proyecto de construcción vial.

Tabla 33*Resumen de la rentabilidad (Retroexcavadora)*

Resumen Retroexcavadora				
Maquinaria		Retroexcavadora 1	Retroexcavadora 2	Retroexcavadora 3
		SGA-REA-MC-RE-01	SGA-REA-MC-RE-02	SGA-REA-MC-RE-03
Rendimiento (Tm/hr)		108.06	98.58	108.06
Costo Operación	Consumible	\$21,056.50	\$20,050.00	\$20,800.00
	Neumáticos	\$1,284.50	\$1,230.00	\$1,270.00
	Operador	\$6,462.85	\$6,200.00	\$6,400.00
Subtotal costo de operación		\$28,803.85	\$27,480.00	\$28,470.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$370.50	\$360.00	\$368.00
	Filtros	\$938.65	\$900.00	\$930.00
	Repuestos	\$6,423.50	\$6,170.00	\$6,350.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$7,732.65	\$7,430.00	\$7,648.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$4,639.59	\$4,458.00	\$4,588.80
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$4,639.59	\$4,458.00	\$4,588.80
Costo de Mantenimiento Total		\$12,372.24	\$11,888.00	\$12,236.80
Horas Trabajadas		485	356	473
Costo de Operación & Mantenimiento		\$41,176.09	\$39,368.00	\$40,706.80
Costo horario		\$84.90	\$110.58	\$86.06
Rentabilidad (\$/Tm)		0.79	1.12	0.80

Maquinaria		Retroexcavadora 4	Retroexcavadora 5
		SGA-REA-MC-RE-04	SGA-REA-MC-RE-05
Rendimiento (Tm/hr)		113.74	98.58
Costo Operación	Consumible	\$21,300.00	\$20,400.00
	Neumáticos	\$1,295.00	\$1,245.00
	Operador	\$6,520.00	\$6,300.00
Subtotal costo de operación		\$29,115.00	\$27,945.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$372.00	\$363.00
	Filtros	\$945.00	\$915.00
	Repuestos	\$6,450.00	\$6,250.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$7,767.00	\$7,528.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$4,660.20	\$4,516.80
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$4,660.20	\$4,516.80
Costo de Mantenimiento Total		\$12,427.20	\$12,044.80
Horas Trabajadas		493	370
Costo de Operación & Mantenimiento		\$41,542.20	\$39,989.80
Costo horario		\$84.26	\$108.08
Rentabilidad (\$/Tm)		0.74	1.10
Rentabilidad promedio (\$/Tm)			0.91

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad de la maquinaria Retroexcavadora en promedio de las 5 máquinas en estudio, durante la ejecución del proyecto de construcción vial.

Tabla 34*Resumen de la rentabilidad (Excavadora sobre orugas)*

Resumen Excavadora sobre Orugas				
Maquinaria		Excavadora sobre orugas 1	Excavadora sobre orugas 2	excavadora sobre orugas 3
		SGA-REA-MC-EO-01	SGA-REA-MC-EO-02	SGA-REA-MC-EO-03
Rendimiento (Tm/hr)		101.63	101.63	101.63
Costo Operación	Consumible	\$24,067.84	\$23,150.00	\$23,200.00
	Neumáticos	\$1,560.00	\$1,500.00	\$1,510.00
	Operador	\$5,058.50	\$4,900.00	\$4,920.00
Subtotal costo de operación		\$30,686.34	\$29,550.00	\$29,630.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$355.20	\$340.00	\$342.00
	Filtros	\$938.00	\$900.00	\$910.00
	Repuestos	\$8,473.00	\$8,150.00	\$8,200.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$9,766.20	\$9,390.00	\$9,452.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$5,859.72	\$5,634.00	\$5,671.20
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$5,859.72	\$5,634.00	\$5,671.20
Costo de Mantenimiento Total		\$15,625.92	\$15,024.00	\$15,123.20
Horas Trabajadas		387	322	324
Costo de Operación & Mantenimiento		\$46,312.26	\$44,574.00	\$44,753.20
Costo horario		\$119.67	\$138.43	\$138.13
Rentabilidad (\$/Tm)		1.18	1.36	1.36

Maquinaria	Excavadora sobre orugas 4		Excavadora sobre orugas 5	
	SGA-REA-MC-EO-04		SGA-REA-MC-EO-05	
Rendimiento (Tm/hr)		101.63		101.63
Costo Operación	Consumible	\$22,600.00		\$23,800.00
	Neumáticos	\$1,470.00		\$1,550.00
	Operador	\$4,800.00		\$5,030.00
Subtotal costo de operación		\$28,870.00		\$30,380.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$330.00		\$352.00
	Filtros	\$890.00		\$930.00
	Repuestos	\$8,050.00		\$8,350.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$9,270.00		\$9,632.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$5,562.00		\$5,779.20
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$5,562.00		\$5,779.20
Costo de Mantenimiento Total		\$14,832.00		\$15,411.20
Horas Trabajadas		270		383
Costo de Operación & Mantenimiento		\$43,702.00		\$45,791.20
Costo horario		\$161.86		\$119.56
Rentabilidad (\$/Tm)		1.59		1.18
Rentabilidad promedio (\$/Tm)				1.33

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad de la maquinaria Excavadora sobre orugas en promedio de las 5 máquinas en estudio, durante la ejecución del proyecto de construcción vial.

Tabla 35*Resumen de la rentabilidad (Tractor orugas)*

Resumen tractor orugas			
Maquinaria		Tractor orugas 1	Tractor orugas 2
		SGA-REA-MC-TO-01	SGA-REA-MC-TO-02
Rendimiento (Tm/hr)		188.94	207.11
Costo Operación	Consumible	\$15,547.00	\$15,900.00
	Neumáticos	\$1,140.00	\$1,180.00
	Operador	\$5,413.00	\$5,520.00
Subtotal costo de operación		\$22,100.00	\$22,600.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$375.80	\$385.00
	Filtros	\$980.00	\$1,010.00
	Repuestos	\$754.68	\$780.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$2,110.48	\$2,175.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$1,266.29	\$1,305.00
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$1,266.29	\$1,305.00
Costo de Mantenimiento Total		\$3,376.77	\$3,480.00
Horas Trabajadas		415	372
Costo de Operación & Mantenimiento		\$25,476.77	\$26,080.00
Costo horario		\$61.39	\$70.11
Rentabilidad (\$/Tm)		0.32	0.34
Rentabilidad promedio (\$/Tm)			0.33

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad de la maquinaria Tractor orugas en promedio de las 2 máquinas en estudio, durante la ejecución del proyecto de construcción vial.

Tabla 36*Resumen de la rentabilidad (Motoniveladora)*

Resumen motoniveladora				
Maquinaria		Motoniveladora 1	Motoniveladora 2	Motoniveladora 3
		SGA-REA-MC-MN-01	SGA-REA-MC-MN-02	SGA-REA-MC-MN-03
Rendimiento (Tm/hr)		341.79	374.65	374.65
Costo Operación	Consumible	\$17,487.15	\$16,900.00	\$17,900.00
	Neumáticos	\$1,130.00	\$1,080.00	\$1,180.00
	Operador	\$5,645.20	\$5,500.00	\$5,800.00
Subtotal costo de operación		\$24,262.35	\$23,480.00	\$24,880.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$345.12	\$330.00	\$360.00
	Filtros	\$945.75	\$920.00	\$980.00
	Repuestos	\$642.00	\$620.00	\$665.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$1,932.87	\$1,870.00	\$2,005.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$1,159.72	\$1,122.00	\$1,203.00
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$1,159.72	\$1,122.00	\$1,203.00
Costo de Mantenimiento Total		\$3,092.59	\$2,992.00	\$3,208.00
Horas Trabajadas		497	621	566
Costo de Operación & Mantenimiento		\$27,354.94	\$26,472.00	\$28,088.00
Costo horario		\$55.04	\$42.63	\$49.63
Rentabilidad (\$/Tm)		0.16103674	0.113780857	0.132458073

Maquinaria	Motoniveladora 4	Motoniveladora 5
	SGA-REA-MC-MN-04	SGA-REA-MC-MN-05
Rendimiento (Tm/hr)	341.79	341.79
Costo Operación		
Consumible	\$17,200.00	\$17,800.00
Neumáticos	\$1,100.00	\$1,160.00
Operador	\$5,650.00	\$5,750.00
Subtotal costo de operación	\$23,950.00	\$24,710.00
Costo de Mantenimiento Preventivo		
Mano de Obra	\$340.00	\$355.00
Filtros	\$930.00	\$965.00
Repuestos	\$630.00	\$650.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo	\$1,900.00	\$1,970.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado	\$1,140.00	\$1,182.00
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo	\$1,140.00	\$1,182.00
Costo de Mantenimiento Total	\$3,040.00	\$3,152.00
Horas Trabajadas	565	501
Costo de Operación & Mantenimiento	\$26,990.00	\$27,862.00
Costo horario	\$47.77	\$55.61
Rentabilidad (\$/Tm)	0.139765505	0.162712202
Rentabilidad promedio (\$/Tm)		0.141950675

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad de la maquinaria Motoniveladora en promedio de las 5 máquinas en estudio, durante la ejecución del proyecto de construcción vial.

Tabla 37*Resumen de la rentabilidad (Cisterna)*

Resumen cisterna				
Maquinaria		Cisterna 1	Cisterna 2	Cisterna 3
		SGA-REA-MC-CA-01	SGA-REA-MC-CA-02	SGA-REA-MC-CA-03
Rendimiento (Tm/hr)		16.02	13.83	12.81
Costo Operación	Consumible	\$10,829.15	\$10,300.00	\$10,550.00
	Neumáticos	\$990.00	\$950.00	\$965.00
	Operador	\$5,629.50	\$5,400.00	\$5,500.00
Subtotal costo de operación		\$17,448.65	\$16,650.00	\$17,015.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$210.00	\$200.00	\$205.00
	Filtros	\$456.35	\$440.00	\$448.00
	Repuestos	\$525.16	\$500.00	\$512.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$1,191.51	\$1,140.00	\$1,165.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$714.91	\$684.00	\$699.00
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$714.91	\$684.00	\$699.00
Costo de Mantenimiento Total		\$1,906.42	\$1,824.00	\$1,864.00
Horas Trabajadas		151	84	112
Costo de Operación & Mantenimiento		\$19,355.07	\$18,474.00	\$18,879.00
Costo horario		\$128.18	\$219.93	\$168.56
Rentabilidad (\$/Tm)		8.00	15.90	13.16

Maquinaria	Cisterna 4		Cisterna 5	
		SGA-REA-MC-CA-04		SGA-REA-MC-CA-05
Rendimiento (Tm/hr)		15.88		12.81
Costo Operación	Consumible	\$10,750.00		\$10,425.00
	Neumáticos	\$980.00		\$955.00
	Operador	\$5,575.00		\$5,435.00
Subtotal costo de operación		\$17,305.00		\$16,815.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$208.00		\$202.00
	Filtros	\$452.00		\$444.00
	Repuestos	\$518.00		\$506.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$1,178.00		\$1,152.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$706.80		\$691.20
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$706.80		\$691.20
Costo de Mantenimiento Total		\$1,884.80		\$1,843.20
Horas Trabajadas		131		92
Costo de Operación & Mantenimiento		\$19,189.80		\$18,658.20
Costo horario		\$146.49		\$202.81
Rentabilidad (\$/Tm)		9.23		15.83
Rentabilidad promedio (\$/Tm)				12.42

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad de la maquinaria Cisterna en promedio de las 5 máquinas en estudio, durante la ejecución del proyecto de construcción vial.

Tabla 38*Resumen de la rentabilidad (Rodillo Vibratorio)*

Resumen rodillo vibratorio				
Maquinaria		Rodillo vibratorio 1	Rodillo vibratorio 2	Rodillo vibratorio 3
		SGA-REA-MC-RV-01	SGA-REA-MC-RV-02	SGA-REA-MC-RV-03
Rendimiento (Tm/hr)		582.77	531.65	613.44
Costo Operación	Consumible	\$10,983.42	\$10,850.00	\$11,600.00
	Neumáticos	\$4,098.75	\$4,050.00	\$3,840.00
	Operador	\$3,350.00	\$3,250.00	\$3,450.00
Subtotal costo de operación		\$18,432.17	\$18,150.00	\$18,890.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$350.00	\$345.00	\$355.00
	Filtros	\$500.00	\$470.00	\$620.00
	Repuestos	\$450.00	\$460.00	\$480.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$1,300.00	\$1,275.00	\$1,455.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$780.00	\$765.00	\$873.00
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$780.00	\$765.00	\$873.00
Costo de Mantenimiento Total		\$2,080.00	\$2,040.00	\$2,328.00
Horas Trabajadas		452	233	460
Costo de Operación & Mantenimiento		\$20,512.17	\$20,190.00	\$21,218.00
Costo horario		\$45.38	\$86.65	\$46.13
Rentabilidad (\$/Tm)		0.08	0.16	0.08

Maquinaria		Rodillo vibratorio 4	Rodillo vibratorio 5
		SGA-REA-MC-RV-04	SGA-REA-MC-RV-05
Rendimiento (Tm/hr)		531.65	582.77
Costo Operación	Consumible	\$10,900.00	\$10,050.00
	Neumáticos	\$4,070.00	\$5,120.00
	Operador	\$3,300.00	\$3,400.00
Subtotal costo de operación		\$18,270.00	\$18,570.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$348.00	\$352.00
	Filtros	\$475.00	\$798.00
	Repuestos	\$462.00	\$475.00
	Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo	\$1,285.00	\$1,625.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$771.00	\$975.00
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$771.00	\$975.00
Costo de Mantenimiento Total		\$2,056.00	\$2,600.00
Horas Trabajadas		173	241
Costo de Operación & Mantenimiento		\$20,326.00	\$21,170.00
Costo horario		\$117.49	\$87.84
Rentabilidad (\$/Tm)		0.22	0.15
Rentabilidad promedio (\$/Tm)			0.138

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad de la maquinaria Rodillo Vibratorio en promedio de las 5 máquinas en estudio, durante la ejecución del proyecto de construcción vial.

Tabla 39*Resumen de la rentabilidad (Minicargador)*

Resumen Minicargador					
Maquinaria		Minicargador 1	Minicargador 2	Minicargador 3	Minicargador 4
		SGA-REA-MC-MC-01	SGA-REA-MC-MC-02	SGA-REA-MC-MC-03	SGA-REA-MC-MC-04
Rendimiento (Tm/hr)		3.20	3.20	3.20	3.20
Costo Operación	Consumible	\$17,652.00	\$17,800.00	\$17,900.00	\$17,500.00
	Neumáticos	\$1,245.00	\$1,265.00	\$1,280.00	\$1,230.00
	Operador	\$5,413.00	\$5,480.00	\$5,525.00	\$5,380.00
Subtotal costo de operación		\$24,310.00	\$24,545.00	\$24,705.00	\$24,110.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$421.00	\$428.00	\$435.00	\$415.00
	Filtros	\$938.00	\$945.00	\$950.00	\$930.00
	Repuestos	\$847.15	\$855.00	\$865.00	\$840.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$2,206.15	\$2,228.00	\$2,250.00	\$2,185.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$1,323.69	\$1,336.80	\$1,350.00	\$1,311.00
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$1,323.69	\$1,336.80	\$1,350.00	\$1,311.00
Costo de Mantenimiento Total		\$3,529.84	\$3,564.80	\$3,600.00	\$3,496.00
Horas Trabajadas		194	229	241	177
Costo de Operación & Mantenimiento		\$27,839.8	\$28,109.8	\$28,305.0	\$27,606.0
Costo horario		\$143.5	\$122.8	\$117.4	\$156.0
Rentabilidad (\$/Tm)		44.8	38.3	36.7	48.7
Rentabilidad promedio (\$/Tm)					42.14

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad de la maquinaria Minicargador en promedio de las 4 máquinas en estudio, durante la ejecución del proyecto de construcción vial.

Tabla 40*Resumen de la rentabilidad (Cargador Frontal)*

Resumen Cargador Frontal				
Maquinaria		Cargador frontal 1	Cargador Frontal 2	Cargador Frontal 3
		SGA-REA-MC-CF-01	SGA-REA-MC-CF-02	SGA-REA-MC-CF-03
Rendimiento (Tm/hr)		32.17	32.17	29.35
Costo Operación	Consumible	\$12,325.80	\$11,950.40	\$12,100.20
	Neumáticos	\$6,243.58	\$6,345.20	\$6,150.50
	Operador	\$4,131.89	\$4,200.00	\$4,185.30
Subtotal costo de operación		\$22,701.27	\$22,495.60	\$22,436.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$352.70	\$345.80	\$360.40
	Filtros	\$476.35	\$490.10	\$482.20
	Repuestos	\$464.00	\$455.50	\$450.90
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$1,293.05	\$1,291.40	\$1,293.50
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$775.83	\$774.84	\$776.10
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$775.83	\$774.84	\$776.10
Costo de Mantenimiento Total		\$2,068.88	\$2,066.24	\$2,069.60
Horas Trabajadas		181	151	148
Costo de Operación & Mantenimiento		\$24,770.15	\$24,561.84	\$24,505.60
Costo horario		\$136.85	\$162.66	\$165.58
Rentabilidad (\$/Tm)		4.25	5.06	5.64

Maquinaria		Cargador Frontal 4	Cargador Frontal 5
		SGA-REA-MC-CF-04	SGA-REA-MC-CF-05
Rendimiento (Tm/hr)		29.35	32.17
Costo Operación	Consumible	\$12,045.50	\$11,800.00
	Neumáticos	\$6,200.30	\$6,000.00
	Operador	\$4,190.00	\$4,100.00
Subtotal costo de operación		\$22,435.80	\$21,900.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$355.00	\$335.00
	Filtros	\$475.00	\$465.00
	Repuestos	\$460.00	\$435.00
	Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo	\$1,290.00	\$1,235.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$774.00	\$741.00
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$774.00	\$741.00
Costo de Mantenimiento Total		\$2,064.00	\$1,976.00
Horas Trabajadas		166	181
Costo de Operación & Mantenimiento		\$24,499.80	\$23,876.00
Costo horario		\$147.59	\$131.91
Rentabilidad (\$/Tm)		5.03	4.10
Rentabilidad promedio (\$/Tm)			4.82

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad de la maquinaria Cargador Frontal en promedio de las 5 máquinas en estudio, durante la ejecución del proyecto de construcción vial.

Mientras se evaluaba la rentabilidad, el panorama no fue más alentador. La rentabilidad promedio mostró que, a pesar de los costos elevados en operaciones y mantenimiento, el rendimiento de los activos era deficiente. Al relacionar esta insatisfactoria rentabilidad con los costos desmesurados, la "eficiencia de costos" resultó ser desfavorable, manifestando una limitada rentabilidad por cada unidad monetaria empleada.

Tabla 41

Resumen de Rentabilidad Promedio Inicial

Flota Maquinarias	Rentabilidad promedio inicial (\$/Tm)
Excavadora de oruga	1.33
Cargador frontal	4.82
Tractor oruga	0.33
Camión volquete	19.043
Cama baja	10.17
Cisterna de agua	16.02
Retroexcavadora	0.91
Rodillo liso vibratorio	0.138
Minicargador	42.14
Motoniveladora	0.14

Esta introspección detallada revela un escenario crítico para la maquinaria pesada en dicho tramo. La combinación de alta inversión y baja eficiencia subraya la imperante necesidad de reevaluar y reajustar las estrategias de gestión, operación y mantenimiento, con el fin de asegurar una mayor rentabilidad y eficacia en proyectos futuros.

4.3. Implementar el sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial

Se presenta la siguiente información pertinente:

- **Requisito 4.1 Comprensión de la organización y su contexto**

Para el cumplimiento de este requisito se han realizado 2 análisis: El análisis FODA y el análisis PESTE.

Tabla 42

Fortalezas y debilidades

Fortalezas			
F	Factores Internos	Pertinente	
		SI	NO
F1	La tecnología de punta utilizada hace posible la explotación económica óptima.	X	
F2	El uso de una tecnología más amplia en el aspecto ambiental.	X	
F3	Fuerte énfasis en las políticas de seguridad que beneficien un trabajo seguro.	X	
F4	Una gestión con los stakeholders o grupo de interés.	X	
F5	Empresa socialmente responsable (Código de responsabilidad).		X
Debilidades			
D	Factores Internos	Pertinente	
		Si	No
D1	Conflicto y diferencia de intereses con las comunidades.	X	
D2	Incomprensión y diferentes interpretaciones sobre el proceso de la minería.	X	
D3	Formación de sindicatos y paralizaciones de huelgas de sus trabajadores.	X	
D4	Yacimiento con minerales muy complejos.		X

Nota. Esta tabla muestra la situación real de la organización constructora internamente con un análisis FODA, con los factores internos que son las Fortalezas y Debilidades.

Tabla 43*Oportunidades y amenazas*

Oportunidades			
O	Factores Externos	Pertinente	
		Si	No
O1	Altos precios de los metales con tendencia estable.		X
O2	Intercambio de experiencia profesional dentro de la corporación para el crecimiento de desarrollo.	X	
O3	Alianzas estratégicas: Fusiones y adquisiciones para ingresar a nuevos mercados o ampliar la capacidad de negociación.		X
O4	El Perú es un país con tradición minera donde se encuentran trabajadores de todo nivel desde los ejecutivos, profesionales, técnicos y obreros con experiencia minera.	X	
O5	El Perú es uno de los países con mayor atractivo para la inversión minera.		X
Amenazas			
A	Factores Externos	Pertinente	
		Si	No
A1	Se observa cierta fragilidad en la política en el entorno del país.	X	
A2	Los centros mineros están ubicados en zona rurales que en su mayoría carecen de servicios.	X	
A3	Presencia de conflictos sociales entre comunidades y empresas mineras.	X	
A4	El precio de los metales puede variar.		X
A5	Perdida de profesionales altamente calificados por migración a otras empresas.	X	

Nota. Esta tabla muestra la situación real de la organización constructora externamente con un análisis FODA, con los factores externos que son las Fortalezas y Debilidades.

Además, se presenta el análisis PESTE:

Tabla 44*Análisis PESTE*

P	Factores Políticos, Gubernamentales y Legales	Pertinente	
		Si	No
P1	Cumplimiento de la ley 29783	X	
P2	Cumplimiento del D.S 003.98-SA	X	
P3	Cumplimiento del D.S 005-2012	X	
P4	Actualización del reglamento interno del trabajo	X	
P5	Cumplimiento de la Matriz IPERC	X	
P6	Cumplimiento de la Lay 28611 - Ley General del Ambiente	X	
P7	Cumplimiento del D.S. 016-93-EM	X	
E	Factores Económicos	Pertinente	
		Si	No
E1	Contexto económico y financiero variable	X	
E2	Incremento de la extracción de los minerales (4.1%)	X	
E3	Incremento de tecnología amigable con el medio ambiente	X	
E4	Inestabilidad del cobre	X	
S	Factores Sociales, Culturales y Demográficos	Pertinente	
		Si	No
S1	Crecimiento del mercado empresarial, industrial y económico	X	
S2	Descontento en la comunidad por falta de participación en proyectos	X	
S3	Demanda de la sociedad por el cuidado de los trabajadores (familiares)	X	
S4	Necesidad de profesionales certificados por competencias		X
T	Factores Tecnológicos	Pertinente	
		Si	No
T1	Tecnología que garantiza la seguridad y salud del trabajador	X	
T2	Tecnología amigable con el medio ambiente	X	
E	Factores Ecológicos y Ambientales	Pertinente	
		Si	No
E1	Desarrollo sostenible	X	
E2	D.S. 085-2003-PCM. Reglamento de estándares de calidad de ruido	X	

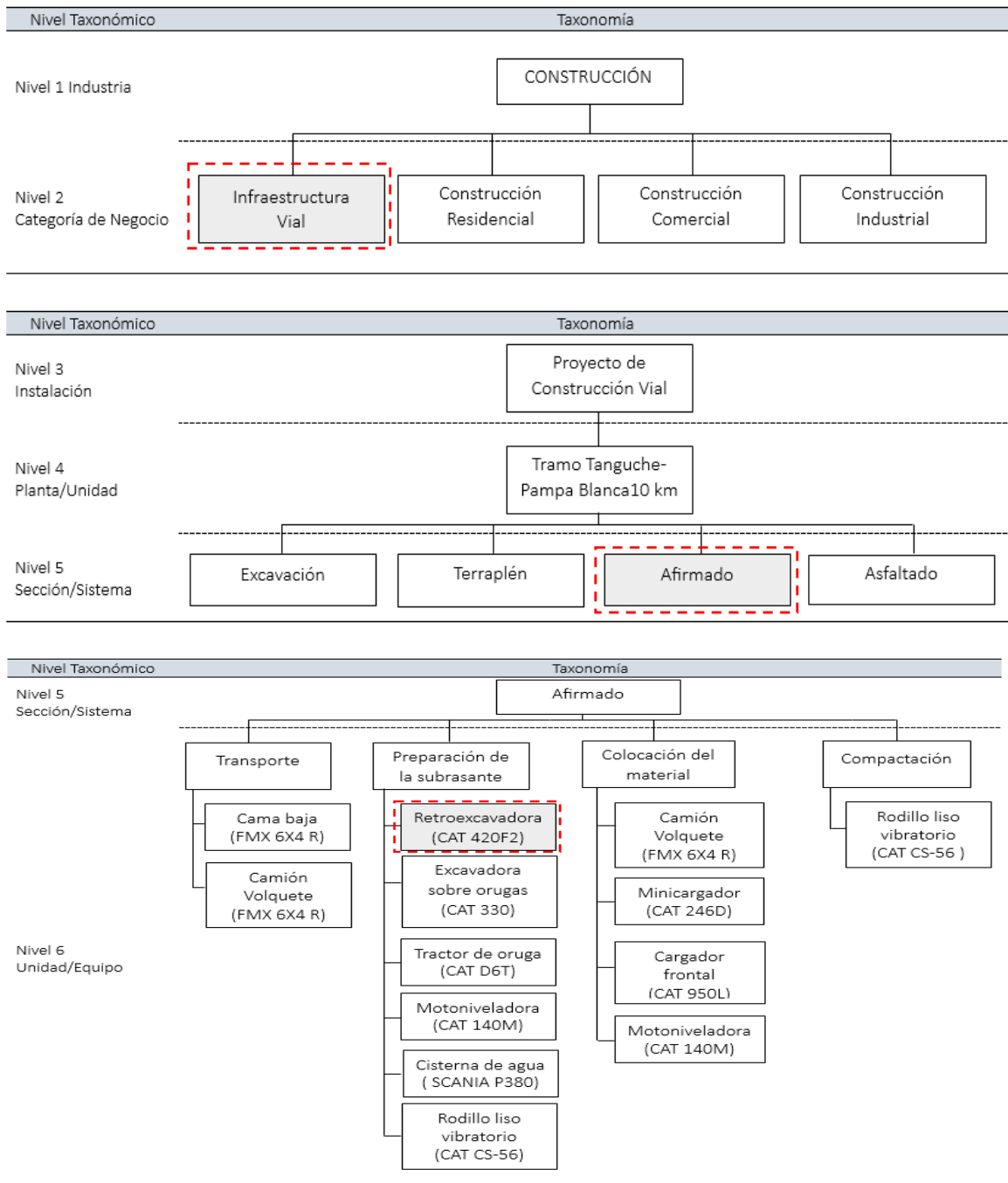
Nota. Esta tabla muestra el análisis PESTE en un entorno macroeconómico de la organización, en el aspecto Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y ambiental.

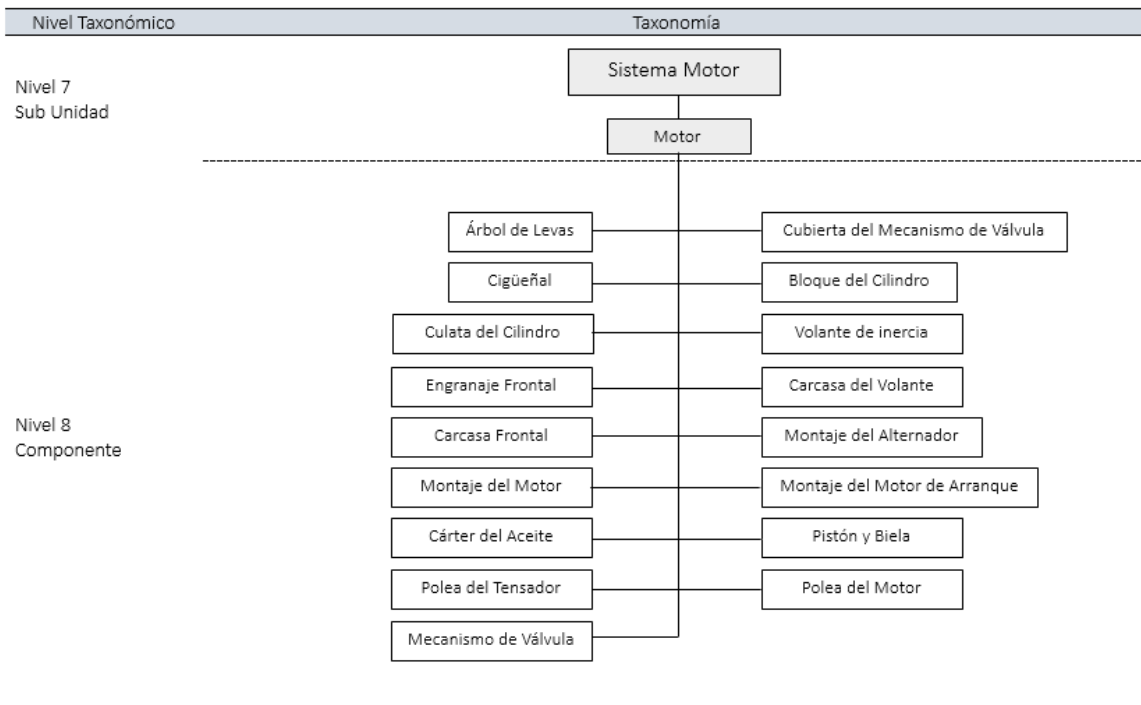
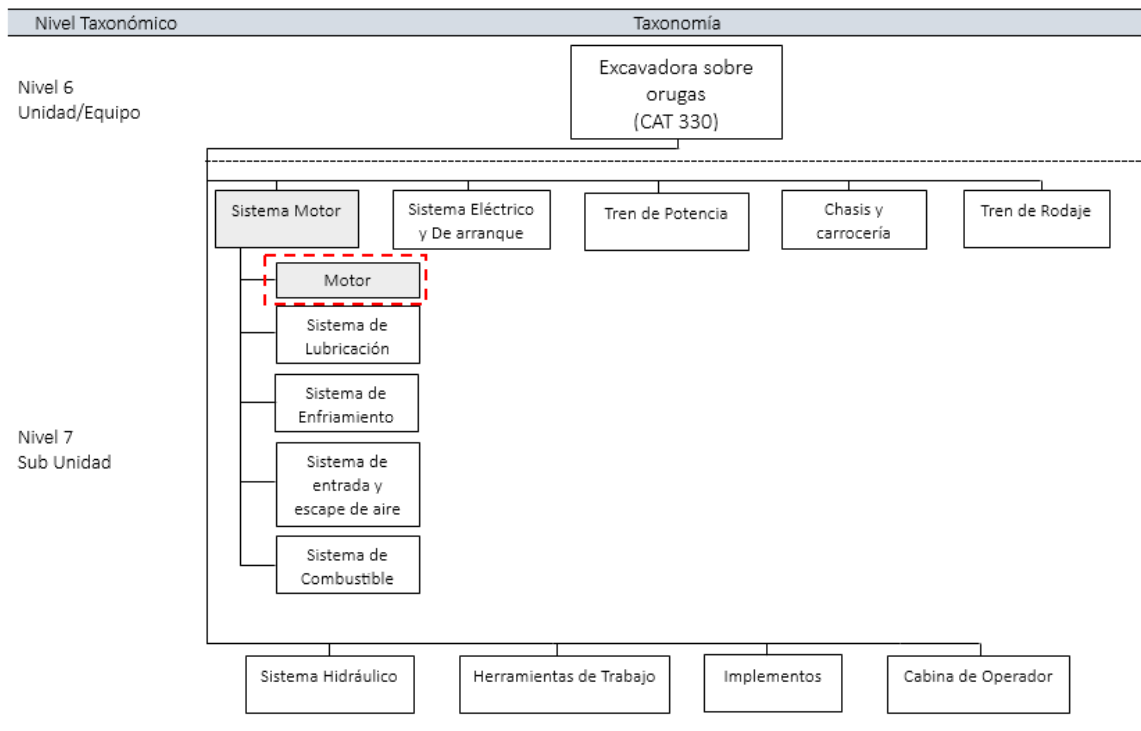
Taxonomía de activos según la ISO 14224

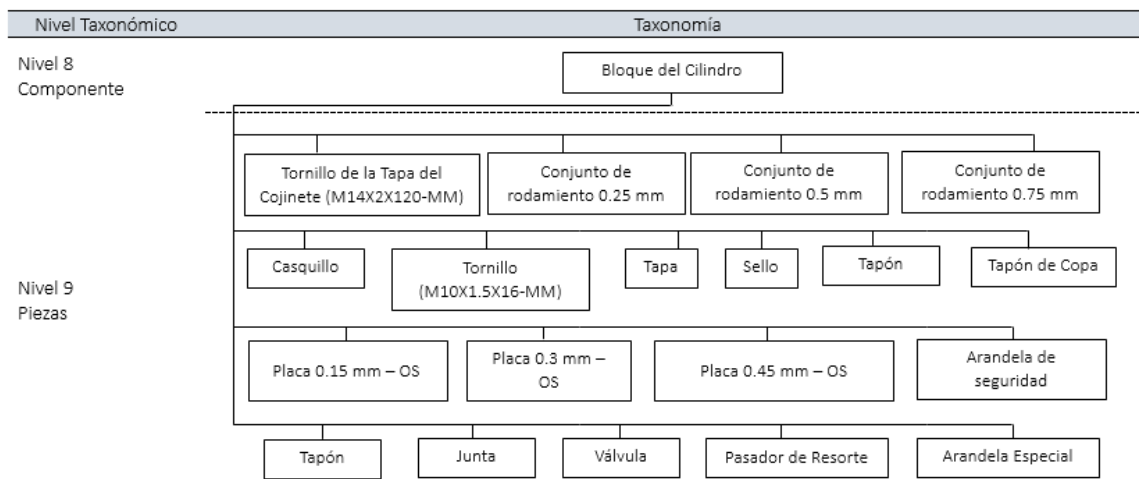
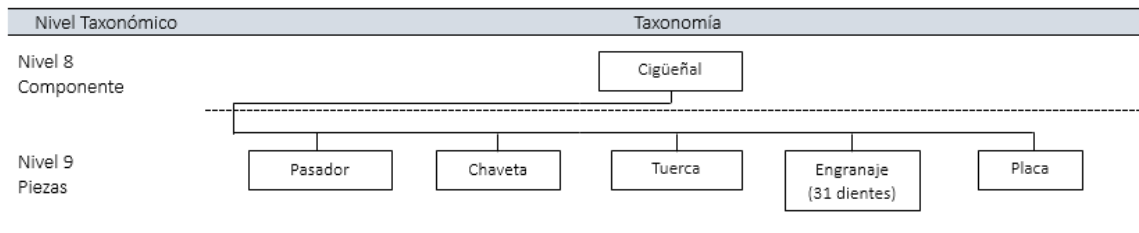
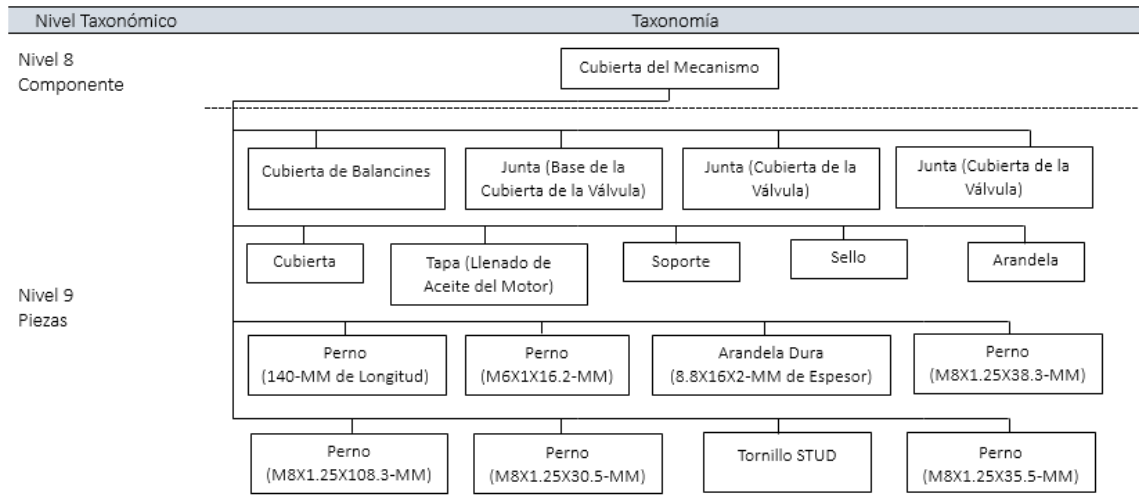
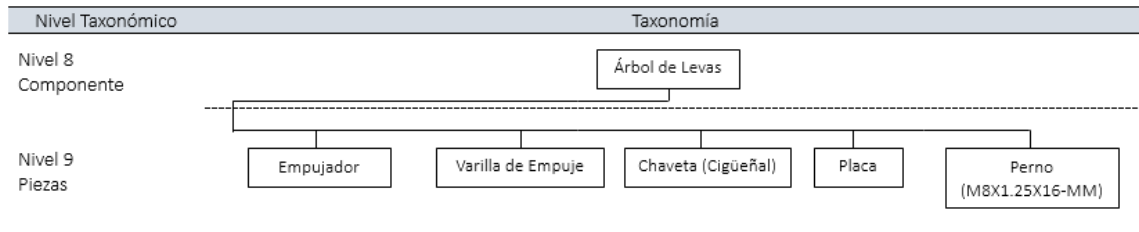
Dentro de la implementación del sistema de gestión de activos, es importante poder categorizar no solo nuestro equipo sino también conocer la ubicación y datos de uso, los cuales abarca la industria, la idea de negocio, la instalación, la planta, el proceso y luego descomponer el equipo hasta el nivel de pieza. A continuación, se muestra la taxonomía realizada para la retroexcavadora CAT 420F2.

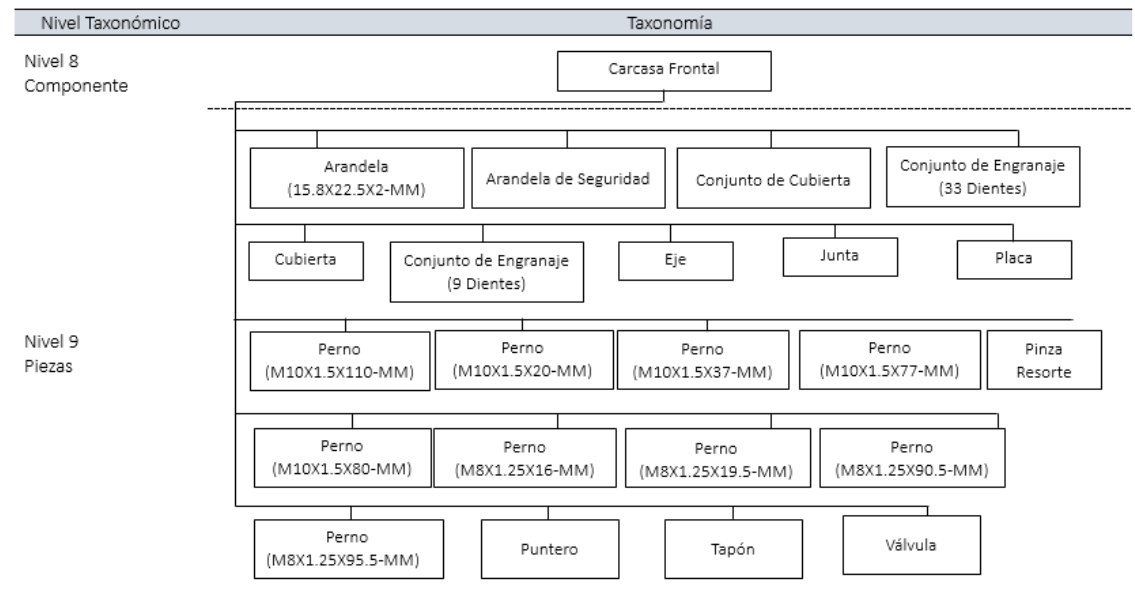
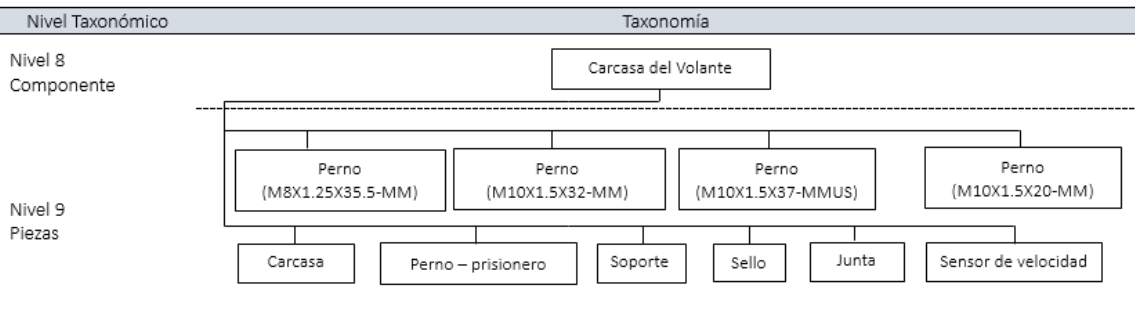
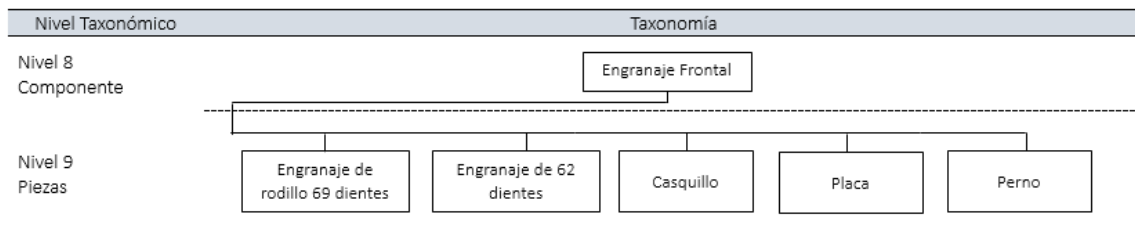
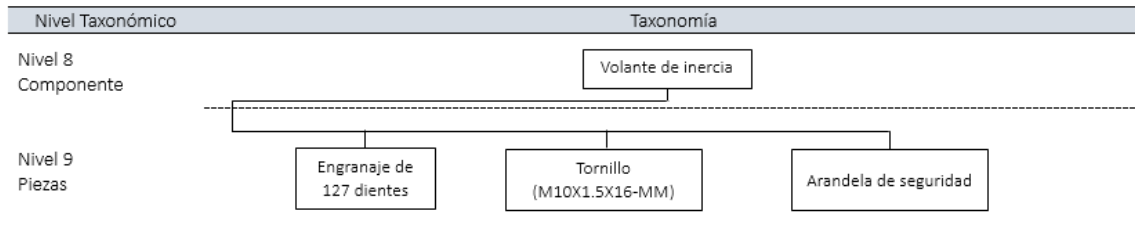
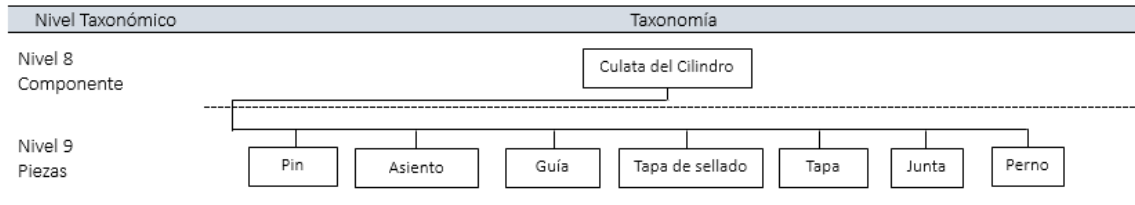
Figura 19

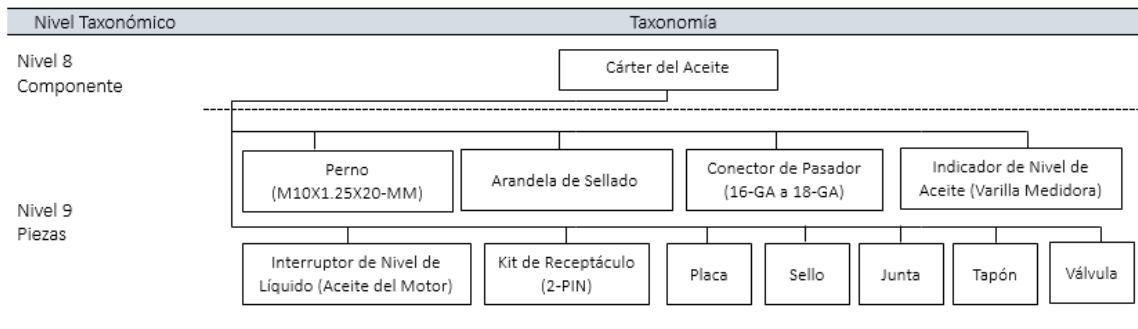
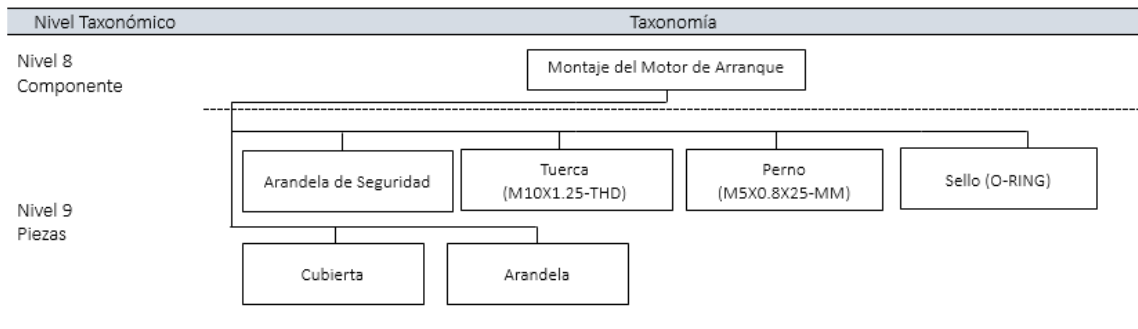
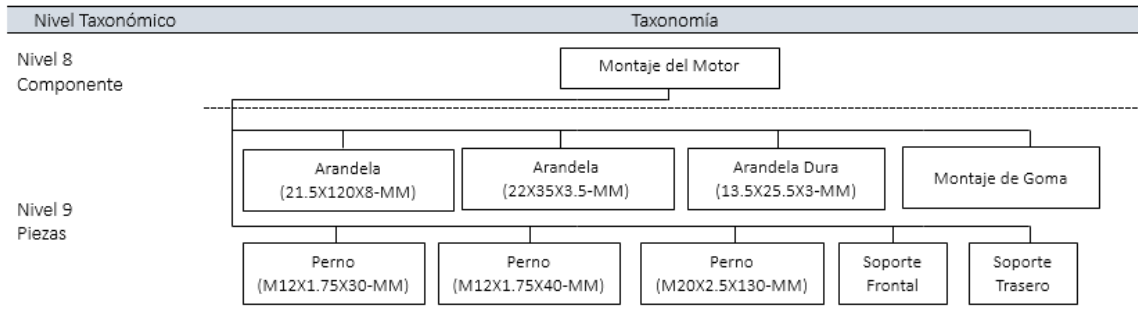
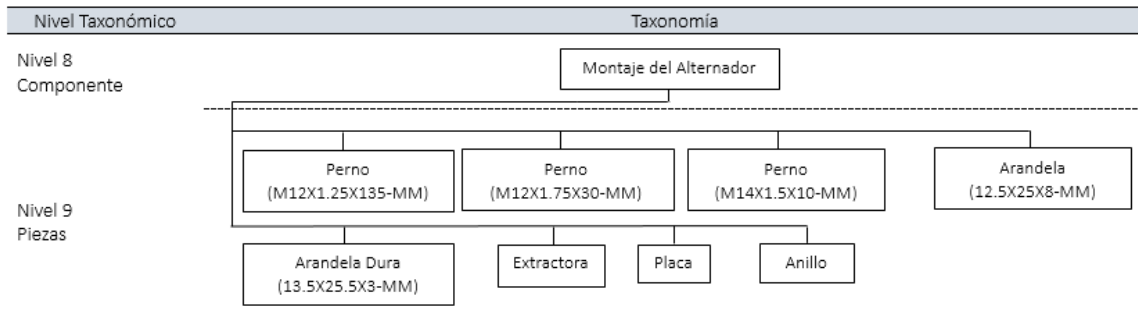
Taxonomía según ISO 14224

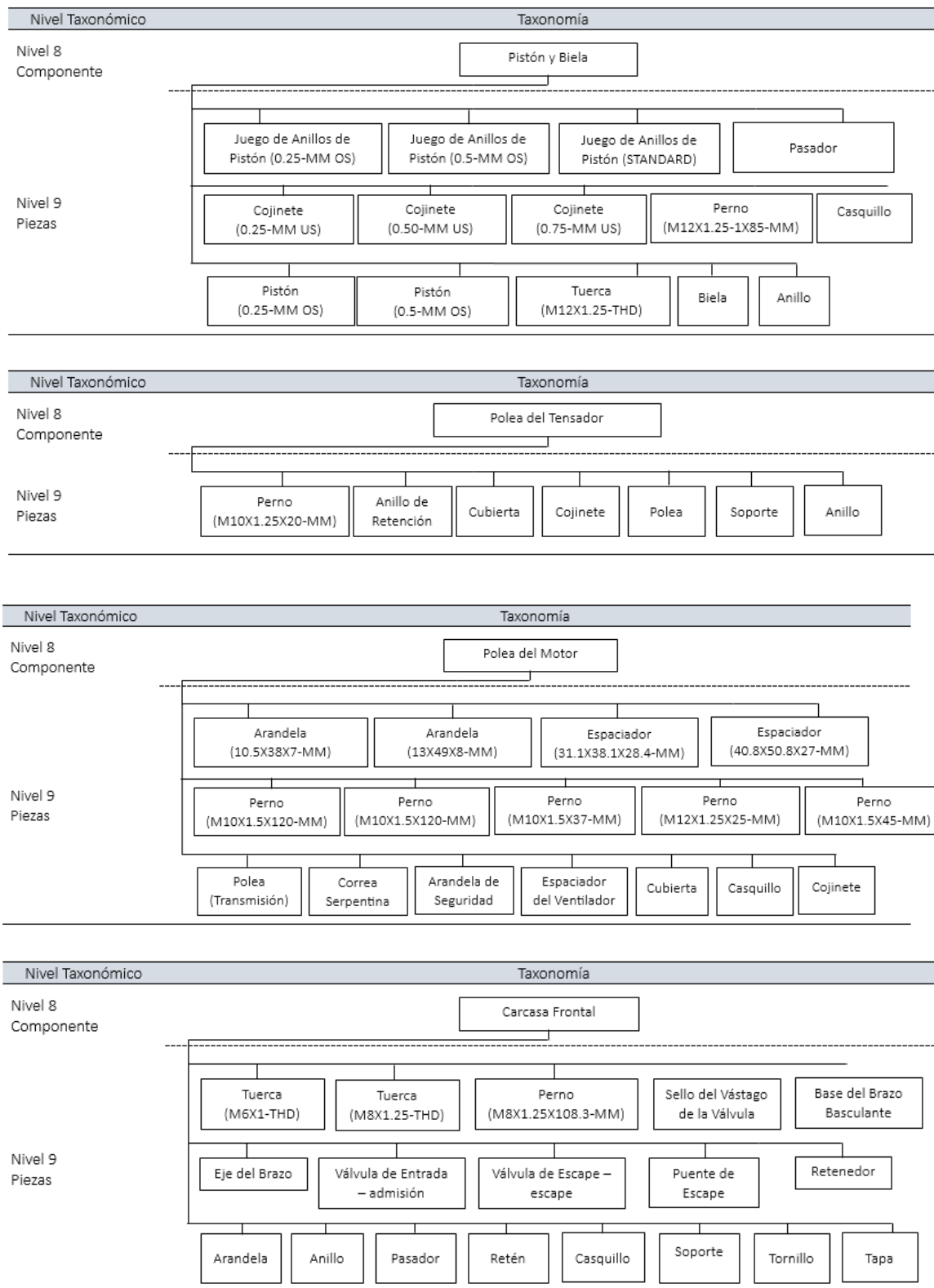












Nota. La figura muestra el desarrollo a detalle de la taxonomía para la retroexcavadora según la norma ISO 14224.

- **Requisito 4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas**

Se presenta la lista de partes interesadas internas y externas a la organización, además, sus necesidades y expectativas que deben ser gestionadas por ser causa de posibles riesgos.

Tabla 45

Matriz de necesidades y expectativas de las partes interesadas

Parte Interesada	Necesidades y Expectativas	Pertinencia Si/No
Internos		
	Estabilidad laboral	SI
Empleados	Información de estados financieros	NO
	Utilidades justas.	SI
Sindicatos	Estabilidad	SI
	Seguridad	SI
Externos		
	Colaboración en temas de salud, infraestructura	SI
Gobierno	Participación activa en campañas.	SI
	Facilidad de acceso trabajadores-comunidades.	SI
Sociedad/Comunidad	Desarrollo de su comunidad, capacitación, estudios, infraestructura.	SI
	Puestos de trabajo	SI
	Cuidar el medio ambiente que los rodea.	SI
	Espacio social.	SI
Medios de comunicación	Recursos económicos	NO
	Espacios de encuentro para el diálogo.	SI
	Información veraz.	SI
Organismos fiscalizadores	Cumplimiento de la normatividad legal en seguridad y salud de los trabajadores	SI
	Cumplimiento de la normatividad legal vigente en medio ambiente.	SI

Nota. Esta tabla muestra las necesidades y expectativas de las partes interesadas en el contexto interno y externo de la organización.

- **Requisito 4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos**

El Alcance del SGA de la organización se define como sigue:

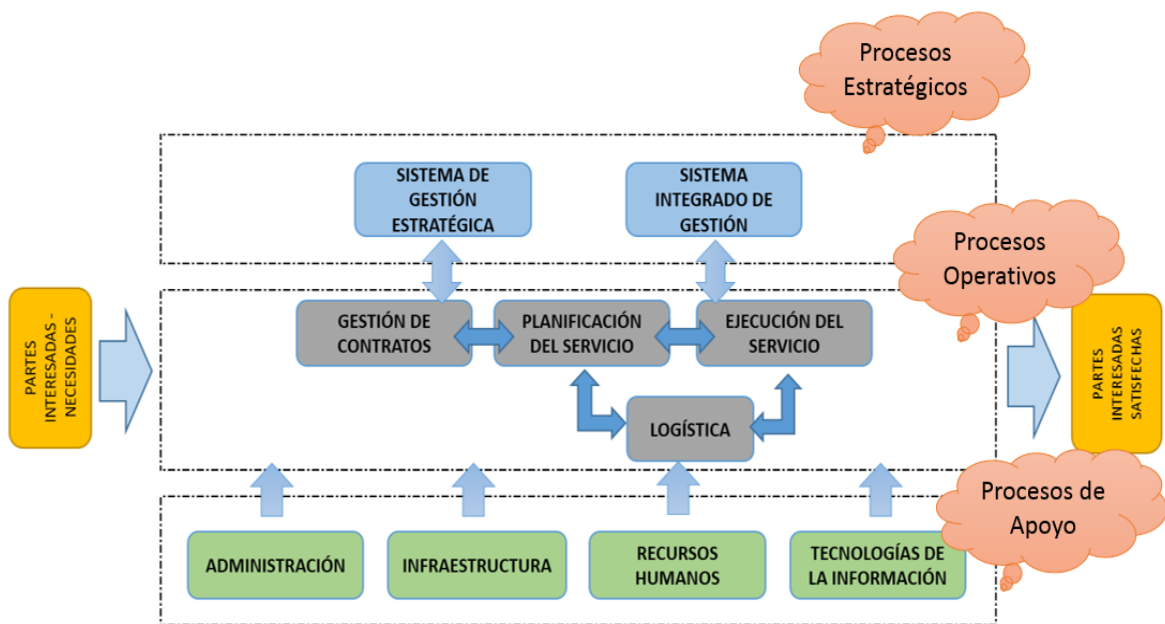
“Activos propios (propios o concesionados) y activos no propios (arrendamiento, mandato o comodato) bajo contrato de operación y mantenimiento”

- **Requisito 4.4 Sistema de gestión de activos**

La organización define sus interrelaciones a través del siguiente diagrama

Figura 20

Mapa de procesos Estratificado



Nota. La figura muestra las interrelaciones que se dan entre los procesos dentro de la organización.

- **Requisito 5.1 Liderazgo y compromiso**

Procedimiento de Liderazgo y Compromiso

La alta dirección demuestra liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión de activos a través de las siguientes acciones:

La Alta dirección mantiene la Planificación para lograr los Objetivos de Activos donde se realizan las mediciones de los objetivos y se evalúa su eficacia.

La Alta dirección ha identificado las Caracterizaciones para cada proceso donde además de indicar las actividades propias de cada proceso, los documentos relacionados e indicadores.

La Alta dirección mantiene un Programa Anual de Charlas de Sensibilización donde determinan charlas para que los trabajadores puedan interiorizarlo.

La Alta dirección ha establecido el Procedimiento de Revisión por la Dirección, donde al finalizar el proceso se informa sobre las actividades realizadas, los planes siguientes y los recursos necesarios para la ejecución.

Además, la Alta dirección mantiene una Matriz de Gestión de Riesgos y Oportunidades donde se ha identificado como riesgo la disponibilidad de los recursos.

La Alta dirección mantiene un Programa Anual de Charlas de Sensibilización donde determinan charlas para que los trabajadores puedan interiorizar la importancia de una gestión de la calidad eficaz.

La Alta dirección mantiene un Programa Anual de Auditorías donde se determina la frecuencia de revisiones periódicas del sistema de gestión de la calidad respecto al cumplimiento de los requisitos de la ISO 9001 y los indicadores propios de los procesos.

La Alta dirección realiza charlas de sensibilización para que los trabajadores puedan interiorizar la calidad y además comunica en toda la organización la misión, la visión, las políticas y objetivos de la organización de manera física y virtual.

i) promoviendo la mejora;

La Alta dirección promueve la colaboración en toda la organización, facilita el diálogo abierto y que se compartan los conocimientos y la experiencia. Además, la Alta Dirección reconoce y agradece la contribución, el aprendizaje y la mejora de las personas

La Alta Dirección comparte responsabilidades de supervisión de los objetivos e indicadores de los procesos. Así como, delega otras responsabilidades y empodera a los trabajadores para tomar iniciativas sin temor.

- **Requisito 5.2 Política de Gestión de Activos**

Los compromisos de la gestión de activos se describen en su Política de Activos:

Política de Gestión de Activos

La misión de Construcciones & Servicios Dieguito SAC especializada en construcción de proyectos de servicio público como construcción de edificios residenciales, edificios no residenciales, y construcción de sistemas de electricidad, gas y agua es ser una empresa responsable realizando proyectos de ejecución de electrificación, saneamiento básico, colegios, municipalidades y canales irrigación, en varios distritos de la provincia de Pataz y también en varias provincias y distritos de la ciudad de Trujillo.

Como empresa nos comprometemos a:

- Incrementar la satisfacción de los clientes respecto a los proyectos de infraestructura vial.
- Ejecutar obras de calidad respetando los intereses de las partes interesadas pertinentes y el agregado e valor de nuestros activos.
- Llevar a cabo capacitaciones que permitan mantener un personal competente de acuerdo a las últimas tecnologías.
- Velar por nuestros proveedores al respetar los contratos y llevar una comunicación efectiva con ellos.

- **Requisito 5.3 Roles, responsabilidades y autoridad en la organización**

Se ha desarrollado la siguiente matriz de roles responsabilidades y autoridad.

Tabla 46*Roles, responsabilidades y autoridad*

Rol	Responsabilidad
Gerente de operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">*Participar y liderar de las actividades de operación y mantenimiento.* Establecer planes de mantenimiento preventivos y correctivos.* Garantizar la disponibilidad y confiabilidad del sistema eléctrico.* Inspirar y motivar al equipo.
Gerente de equipos	<ul style="list-style-type: none">* Supervisar el proceso de planeamiento de mantenimiento, mantenimiento correctivo y en general de los diferentes equipos e instalaciones de la empresa.* Supervisar el proceso de generación de energía y el mantenimiento de las redes y subestaciones.* Controlar la labor de los contratistas de mantenimiento de toda la unidad.
Especialista de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">*Realizar inspecciones de mantenimiento y diagnóstico de los activos.*Proporcionar recomendaciones para mejora de los equipos y sistemas eléctricos.*Capacitar a los ingenieros y técnicos de la empresa.*Mantener registros precisos y documentación completa.
Jefe de flota y componentes	<p>Coordinar con el área de Planificación la programación de la Flota y componentes de las obras.</p> <p>Revisar y coordinar mejoras a los Planes de Mantenimiento de la Flota y componentes de las obras.</p>

<p>Jefe de taller central</p>	<p>Gestionar la ejecución del plan de mantenimiento del Taller central.</p> <p>Coordinar con el área de Planificación la programación del Taller central.</p> <p>Revisar y coordinar mejoras a los Planes del Taller central Asegurar el cumplimiento de los Planes de desarrollo y capacitación del personal a su cargo y del personal del Taller central.</p> <p>Procesar y analizar indicadores de gestión y toma de decisiones del Taller central.</p> <p>Coordinar la elaboración del presupuesto anual de Mantenimiento del Taller central.</p>
<p>Jefe de administración de equipos</p>	<p>Evaluar y seleccionar proveedores de servicio de Equipos asegurando el cumplimiento de los acuerdos.</p> <p>Pago a Proveedores</p> <p>Pagos de Planilla</p> <p>Administra estados contables y financieros del area de equipos</p> <p>Administra cobros a clientes internos y externos.</p>
<p>Analista de mantenimiento</p>	<p>*Realizar análisis de Fallas.</p> <p>*Desarrollar planes de mantenimiento.</p> <p>*Monitorear el rendimiento del equipo.</p> <p>*Proporcionar recomendaciones para mejoras.</p>
<p>Supervisor de servicios generales</p>	<p>Implementar servicios de infraestructura en taller y obras</p> <p>Mantener las instalaciones en buenas condiciones ejecutando el presupuesto</p>

Planificador de flota y componentes	<p>Planificación de Mantenimiento de corto y largo plazo, de la flota y componentes.</p> <p>Cumplir con los objetivos y realizar el seguimiento y reporte de los indicadores de Planificación y Programación.</p> <p>Asegurar el cumplimiento de los Planes de desarrollo y capacitación del personal a su cargo.</p> <p>Realizar la evaluación y gestión del abastecimiento de repuestos nacionales, de importación y estratégicos para la Flota.</p>
Planificador de taller central	<p>Planificación de Mantenimiento de corto y largo plazo del taller central</p> <p>Cumplir con los objetivos y realizar el seguimiento y reporte de los indicadores de Planificación y Programación del taller central</p> <p>Asegurar el cumplimiento de los Planes de desarrollo y capacitación del personal a su cargo.</p> <p>Realizar la evaluación y gestión del abastecimiento de repuestos nacionales, de importación y estratégicos, Para la Flota.</p>
Supervisor mecánico de flota y componentes	<p>Reporte de ejecución de trabajos de la Flota</p> <p>Reporte de trabajos programados significativos de la Flota</p> <p>Cierre de OT de la Flota</p> <p>Notificación de horas trabajadas.</p> <p>Planificación de trabajos diario, semanal</p>
Supervisor mecánico de taller central	<p>Reporte de ejecución de trabajos del taller central</p> <p>Reporte de trabajos programados significativos del taller central</p> <p>Cierre de OT del taller central</p> <p>Notificación de horas trabajadas.</p> <p>Planificación de trabajos diario, semanal</p> <p>Velar por la SSOMA</p>

Supervisor eléctrico de flota y componentes	<p>Reporte de ejecución de trabajos</p> <p>Reporte de trabajos programados significativos</p> <p>Cierre de OT (SAP)</p> <p>Notificación de horas trabajadas.</p> <p>Planificación de trabajos diario, semanal</p>
Supervisor eléctrico de taller central	<p>Reporte de ejecución de trabajos</p> <p>Reporte de trabajos programados significativos</p> <p>Cierre de OT (SAP)</p> <p>Notificación de horas trabajadas.</p> <p>Planificación de trabajos diario, semanal</p>
Técnicos de flota y componentes	<p>Notificaciones de horas trabajadas OT</p> <p>Reporte SAP de cierre de OT</p> <p>Cumplir con los Trabajos bajo la dirección del Supervisor.</p>
Técnicos de taller central	<p>Notificaciones de horas trabajadas OT</p> <p>Reporte SAP de cierre de OT</p> <p>Cumplir con los Trabajos bajo la dirección del Supervisor</p>
Jefe de mantenimiento obra	<p>Gestionar la ejecución del plan de mantenimiento equipos en el proyecto</p> <p>Asesorar al Proyecto en equipos</p> <p>Revisar y coordinar mejoras a los Planes de Mantenimiento de la Flota y componentes de las obras.</p> <p>Procesar y analizar indicadores de gestión y toma de decisiones de la flota de equipos de obra</p> <p>Tener Equipos Disponibles y confiables en el proyecto</p>

<p>Planner de mantenimiento obra</p>	<p>Planificación de Mantenimiento de corto y largo plazo de la obra</p> <p>Cumplir con los objetivos y realizar el seguimiento y reporte de los indicadores de Planificación y Programación de obra</p> <p>Realizar la evaluación y gestión del abastecimiento de repuestos nacionales, de importación y estratégicos de la obra.</p> <p>Tener al día el Software de gestión de mantenimiento en la obra</p>
<p>Supervisor de taller mecánico obra</p>	<p>Reporte de ejecución de trabajos del taller central, en trabajos mecánicos.</p> <p>Reporte de trabajos programados significativos del taller central, en trabajos mecánicos.</p> <p>Cierre de OT del taller central, en trabajos mecánicos.</p> <p>Notificación de horas trabajadas, en trabajos mecánicos.</p> <p>Planificación de trabajos diario, semanal, en trabajos mecánicos.</p> <p>Velar por la SSOMA, en trabajos mecánicos.</p>
<p>Supervisor de taller eléctrico obra</p>	<p>Reporte de ejecución de trabajos, en trabajos eléctricos</p> <p>Reporte de trabajos programados significativos, en trabajos eléctricos</p> <p>Cierre de OT (SAP), en trabajos eléctricos</p> <p>Notificación de horas trabajadas, en trabajos eléctricos</p> <p>Planificación de trabajos diario, semanal, en trabajos eléctricos</p> <p>Velar por la SSOMA, en trabajos eléctricos</p>

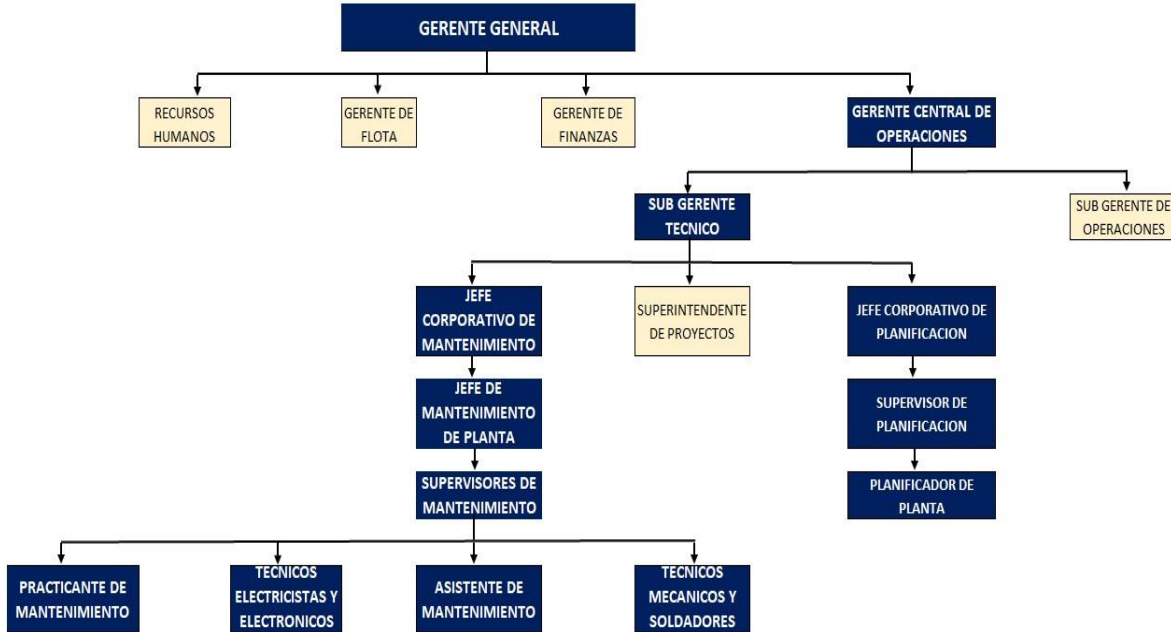
	Reporte de ejecución de trabajos en Soldadura y Torno
	Reporte de trabajos programados significativos en Soldadura y Torno
Supervisor de taller de soldadura y torno obra	Cierre de OT (SAP) en Soldadura y Torno
	Notificación de horas trabajadas, en Soldadura y Torno
	Planificación de trabajos diario, semanal, en Soldadura y Torno
	Velar por la SSOMA en Soldadura y Torno
	Notificaciones de horas trabajadas OT
Técnicos	Reporte SAP de cierre de OT
	Cumplir con los Trabajos bajo la dirección del Supervisor
	*Realizar tareas de mantenimiento preventivo.
	*Ayudar en la reparación de equipos.
Asistente de mantenimiento.	*Registrar información de mantenimiento.
	*Mantener el orden y la limpieza del área del trabajo.
	*Proporcionar soporte en actividades de capacitación.
	Notificaciones de horas trabajadas OT
Soldador obra	Reporte SAP de cierre de OT
	Cumplir con los Trabajos bajo la dirección del Supervisor
Conductor de camioneta obra	Conducir la camioneta del área respetando todos los estándares de seguridad
	Velar por el bien del equipo.

Nota. Esta tabla muestra los roles, responsabilidades y autoridad para la implementación del sistema de gestión de activos en la organización.

Diagrama de Área de Mantenimiento

Figura 21

Diagrama de Área de mantenimiento



Nota. La figura muestra el organigrama exclusivamente del área de mantenimiento de la organización.

- **Requisito 6.1 Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades para el sistema de gestión de activos**

Se desarrolla la Matriz de Gestión de Riesgos:

Tabla 47

Análisis cualitativo de los riesgos

Origen: FODA y Matriz de Partes Interesadas	R / O	Riesgo	Causas	Efectos
(A2) Contexto económico desfavorable (CE)*	R	Escasez de recursos económicos	No disponer de los recursos necesarios para las operaciones	Bajo desempeño del sistema de gestión
(A7) Cambios en la certificación profesional por la globalización (CE)	R	No se incorporan los cambios en los esquemas a tiempo	Desconocimiento de las nuevas estructuras de esquemas de certificación	Insatisfacción del cliente

(D3) Dificultad de engranarse al sistema del nuevo personal (CI)*	R	No hay evidencia de las actividades a través de información documentada	Desconocimiento de procedimientos y formatos	Incumplimiento de los requisitos ISO 55001:2014 (7.5)
(D9) Rotación de Personal (CI)	R	No se asegura el desempeño adecuado del sistema de gestión	Desconocimiento de procedimientos y operaciones	No se logra los objetivos del sistema de gestión
Profesional a certificarse no recibe un producto de calidad (E)*	R	No desarrolle las competencias del esquema de certificación	El esquema no haya pasado la validación	Bajo desempeño del sistema de gestión
No se cumplen con estándares de INACAL (E)*	R	Niegue la certificación de personas	No se entendieron los requisitos de INACAL	La organización no puede operar
No se genera fidelización entre Proveedor TI (E)*	R	Proveedor opta por otros clientes	Falta de gestión de relación con el proveedor	Buscar nuevo proveedor
Coordinadores no desempeñan las actividades descritas en su caracterización	R	No se asegura el desempeño adecuado del sistema de gestión	Falta de cultura organizacional	No se logra los objetivos del sistema de gestión

Nota. Esta tabla muestra la identificación de los riesgos en la organización donde fueron analizados cualitativamente identificando el efecto que tienen cada una de ellas.

Tabla 48*Análisis cuantitativo de los riesgos*

Origen: FODA y Matriz de Partes Interesadas	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Factor de Riesgo (IxP)	Nivel del Riesgo
(A2) Contexto económico desfavorable (CE)*	3	4	12	Alto
(A7) Cambios en la certificación profesional por la globalización (CE)	4	5	20	Muy Alto
(D3) Dificultad de engranarse al sistema del nuevo personal (CI)*	3	5	15	Alto
(D9) Rotación de Personal (CI)	4	5	20	Muy Alto
Profesional a certificarse no recibe un producto de calidad (E)*	3	4	12	Alto
No se cumplen con estándares de INACAL (E)*	5	5	25	Muy Alto
No se genera fidelización entre Proveedor TI	3	4	12	Alto
Coordinadores no desempeñan las actividades descritas en su caracterización	3	4	12	Alto

Nota. Esta tabla muestra el análisis cuantitativo obteniendo el nivel de impacto que tiene cada riesgo en la organización.

Tabla 49*Tratamiento de los riesgos*

Origen: FODA y Matriz de Partes Interesadas	Plan de tratamiento de Riesgos			
	Respuesta al riesgo	Plan de acción	Responsable	Recursos
(A2) Contexto económico desfavorable (CE)*	Reducir riesgo	Solicitar préstamos	Coordinador de Procesos de Apoyo	Familiares Entidades bancarias
(A7) Cambios en la certificación profesional por la globalización (CE)	Reducir riesgo	Revisar actualización de normas ISO	Coordinador de Activos	Normas ISO
(D3) Dificultad de engranarse al sistema del nuevo personal (CI)*	Reducir riesgo	Realizar charlas de sensibilización	Coordinador de Procesos de Apoyo	Know-how del director académico
(D9) Rotación de Personal (CI)	Reducir riesgo	Definir los perfiles para cada uno de los puestos y su interacción entre ellos.	Coordinador de Procesos de Apoyo	Curriculum vitae, Certificados que evidencien sus habilidades
Profesional a certificarse no recibe un producto de calidad (E)*	Reducir riesgo	Elaborar procedimiento de gestión del cambio	Coordinador de Diseño y Desarrollo	Expertos validadores
No se cumplen con estándares de INACAL (E)*	Eliminar riesgo	Sistemas de Gestión de Calidad siga madurando a través de los programas de auditorías y acciones correctivas	Coordinador de Calidad	Auditorías internas y externas (seguimiento)
No se genera fidelización entre Proveedor TI (E)*	Reducir riesgo	Realizar reevaluación al proveedor y mantener comunicación	Coordinador de Procesos de Apoyo	Formato de evaluaciones
Coordinadores no desempeñan las actividades descritas en su caracterización	Reducir riesgo	Realizar charlas de sensibilización Elaborar matriz de planificación de actividades	Coordinador de Procesos de Apoyo	Caracterización

Nota. Esta tabla muestra plan para el tratamiento de los riesgos para así disminuir o eliminar el impacto negativo en la organización.

Adicionalmente, se realiza el análisis FMECA:

Tabla 50

Análisis FMECA para las fallas en el periodo de estudio

Análisis		Componente		Fecha:				Acciones			
FMECA		Bomba hidráulico		7/07/2022							
Sistema		Función		Página		Indice de criticidad		Preventivo programado			
Sistema hidraulico		Generar el flujo y la presión del fluido hidráulico necesarios para operar los diversos componentes hidráulicos de la máquina.		1 de 1							
Falla funcional	Modo de Fallo	Efecto de fallo	Causa de fallo	D	O	S	RPN				
A1	Incapacidad para mantener la presión hidráulica requerida.	1	Desgaste excesivo	Pérdida de presión hidráulica, disminución en la eficiencia de la excavación	Operación continua en condiciones extremas		5	8	7	280	Inspección y lubricación cada 100 horas de operación
		2	Fugas internas	Pérdida de presión, rendimiento reducido	Desgaste de sellos o juntas		7	3	6	126	Reemplazo de sellos y juntas cada 1000 horas
Análisis		Componente		Fecha:				Acciones			
FMECA		Cilindros Hidráulicos		7/07/2022							
Sistema		Función		Página		Indice de criticidad		Preventivo programado			
Sistema hidraulico		Convierte la presión del fluido hidráulico en movimiento mecánico, permitiendo el levantamiento, extensión y retracción del brazo y la pala.		1 de 1							
Falla funcional	Modo de Fallo	Efecto de fallo	Causa de fallo	D	O	S	RPN				
A2	Incapacidad para mover la pala o el brazo de manera efectiva	1	Fugas externas	Movimiento lento o ineficiente del brazo/pala	Desgaste de sellos o juntas					0	Inspección de sellos cada 150 horas
		2	Desgaste del vástago	Movimiento irregular o atascamiento del brazo/pala	Desgaste mecánico o falta de lubricación					0	Lubricación y revisión del vástago cada 200 horas
Análisis		Componente		Fecha:				Acciones			
FMECA		Válvulas de Control Hidráulico		7/07/2022							
Sistema		Función		Página		Indice de criticidad		Preventivo programado			
Sistema hidraulico		Regulan el flujo y la dirección del fluido hidráulico a diferentes componentes, como el brazo, la cuchara y los motores de desplazamiento.		1 de 1							
Falla funcional	Modo de Fallo	Efecto de fallo	Causa de fallo	D	O	S	RPN				
A3	Incapacidad para controlar el flujo de fluido hidráulico	1	Obstrucción	Flujo restringido, control inadecuado del equipo	Contaminantes en el fluido hidráulico Desgaste de la válvula					0	Limpieza y revisión de la válvula cada 100 horas
		2	Desgaste de la válvula	Fugas internas, control inadecuado	Desgaste mecánico o corrosión					0	Inspección y prueba de válvulas cada 300 horas
Análisis		Componente		Fecha:				Acciones			
FMECA		Depósito de Fluido Hidráulico		7/07/2022							
Sistema		Función		Página		Indice de criticidad		Preventivo programado			
Sistema hidraulico				1 de 1							
Falla funcional	Modo de Fallo	Efecto de fallo	Causa de fallo	D	O	S	RPN				
A4	Incapacidad para almacenar y suministrar fluido hidráulico de manera efectiva	1	Contaminación del fluido	Desgaste acelerado de componentes, fallos del sistema	Falta de mantenimiento, contaminantes externos					0	Cambio de fluido y limpieza del depósito cada 400 horas
		2	Fugas en el depósito	Niveles bajos de fluido, pérdida de presión	Corrosión o daño físico al depósito					0	Inspección visual cada 50 horas
Análisis		Componente		Fecha:				Acciones			
FMECA		Mangueras y Conexiones		7/07/2022							
Sistema		Función		Página		Indice de criticidad		Preventivo programado			
Sistema hidraulico		Transportan fluido hidráulico bajo presión entre componentes, como bombas y cilindros, permitiendo movimientos precisos y potentes.		1 de 1							
Falla funcional	Modo de Fallo	Efecto de fallo	Causa de fallo	D	O	S	RPN				
A5	Incapacidad para transportar fluido hidráulico entre componentes	1	Fugas en las conexiones	Pérdida de fluido, disminución de la presión del sistema	Conexiones flojas o dañadas					0	Ajuste de conexiones cada 100 horas
		2	Desgaste o rotura de la manguera	Pérdida de fluido, posible parada del sistema	Desgaste por abrasión o envejecimiento del material					0	Inspección visual y pruebas de presión cada 200 horas

Análisis				Componente	Fecha:					Acciones
FMECA				Bomba de Combustible	7/07/2022					
Sistema				Función	Página	Indice de criticidad				Preventivo programado
Sistema de Combustible				Suministra combustible desde el tanque hasta el motor bajo una presión específica, asegurando una combustión eficiente.	1 de 1					
Falla funcional	Modo de Fallo		Efecto de fallo	Causa de fallo	D	O	S	RPN		
A6	Incapacidad para suministrar combustible al motor de manera adecuada	1	Desgaste mecánico	Suministro de combustible irregular, pérdida de potencia del motor	Desgaste por uso prolongado				0	Inspección cada 100 horas, reemplazo cada 1000 horas
		2	Obstrucción	Suministro de combustible reducido, pérdida de eficiencia	Contaminantes en el combustible				0	Limpieza y revisión del filtro cada 200 horas
Análisis				Componente	Fecha:					Acciones
FMECA				Inyectores de Combustible	7/07/2022					
Sistema				Función	Página	Indice de criticidad				Preventivo programado
Sistema de Combustible				Pulverizan combustible a alta presión en las cámaras de combustión, permitiendo una combustión eficiente y controlada del motor.	1 de 1					
Falla funcional	Modo de Fallo		Efecto de fallo	Causa de fallo	D	O	S	RPN		
A7	Incapacidad para inyectar combustible en las cámaras de combustión de manera eficiente	1	Obstrucción	Combustión ineficiente, pérdida de potencia	Acumulación de residuos o contaminantes				0	Limpieza cada 300 horas, reemplazo cada 1000 horas
		2	Desgaste	Inyección irregular, pérdida de eficiencia	Desgaste mecánico o corrosión				0	Inspección y calibración cada 500 horas
Análisis				Componente	Fecha:					Acciones
FMECA				Filtro de Combustible	7/07/2022					
Sistema				Función	Página	Indice de criticidad				Preventivo programado
Sistema de Combustible				Elimina contaminantes e impurezas del combustible antes de que llegue al motor, mejorando la eficiencia y longevidad del mismo.	1 de 1					
Falla funcional	Modo de Fallo		Efecto de fallo	Causa de fallo	D	O	S	RPN		
A8	Incapacidad para filtrar contaminantes del combustible	1	Obstrucción	Flujo de combustible restringido, pérdida de eficiencia	Acumulación de contaminantes				0	Reemplazo del filtro cada 250 horas
		2	Desgaste o Daño	Paso de contaminantes, daño a otros componentes	Desgaste o daño físico al filtro				0	Inspección visual cada 100 horas
Análisis				Componente	Fecha:					Acciones
FMECA				Tanque de Combustible	7/07/2022					
Sistema				Función	Página	Indice de criticidad				Preventivo programado
Sistema de Combustible				Almacena el combustible necesario para el motor, asegurando un suministro constante para el funcionamiento eficiente de la máquina.	1 de 1					
Falla funcional	Modo de Fallo		Efecto de fallo	Causa de fallo	D	O	S	RPN		
A9	Incapacidad para almacenar combustible de manera segura y eficiente	1	Fugas	Pérdida de combustible, riesgo ambiental	Corrosión o daño físico al tanque				0	Inspección visual cada 50 horas
		2	Contaminación	Contaminantes en el combustible, daño a otros componentes	Falta de mantenimiento, contaminación externa				0	Drenaje y limpieza cada 500 horas
Análisis				Componente	Fecha:					Acciones
FMECA				Líneas de Combustible	7/07/2022					
Sistema				Función	Página	Indice de criticidad				Preventivo programado
Sistema de Combustible				Transportan combustible desde el tanque hasta los componentes del motor, como la bomba y los inyectores, para facilitar la combustión.	1 de 1					
Falla funcional	Modo de Fallo		Efecto de fallo	Causa de fallo	D	O	S	RPN		
A10	Incapacidad para transportar combustible desde el tanque a los componentes del motor	1	Fugas	Pérdida de combustible, riesgo de incendio	Desgaste, conexiones flojas o daño físico				0	Inspección visual y pruebas de presión cada 100 horas
		2	Obstrucción	Flujo de combustible restringido, pérdida de eficiencia	Acumulación de contaminantes o corrosión interna				0	Limpieza y/o reemplazo cada 400 horas

Análisis		Componente		Fecha:				Acciones				
FMECA		Radiador		7/07/2022								
Sistema		Función		Página								
Sistema de refrigeración		Disipa el calor del motor al enfriar el refrigerante que circula a través del sistema, evitando así el sobrecalentamiento del motor.		1 de 1				Índice de criticidad	Preventivo programado			
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	
A11	Incapacidad para disipar el calor del motor de manera eficiente	1	Obstrucción	Sobrecalentamiento del motor		Acumulación de suciedad o residuos					0	Limpieza y revisión cada 100 horas
		2	Fugas	Niveles bajos de refrigerante, sobrecalentamiento		Desgaste de sellos o daño físico					0	Inspección visual cada 50 horas
Análisis		Componente		Fecha:				Acciones				
FMECA		Bomba de Agua		7/07/2022								
Sistema		Función		Página								
Sistema de refrigeración		Circula el refrigerante entre el motor y el radiador para regular la temperatura del motor.		1 de 1				Índice de criticidad	Preventivo programado			
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	
A12	Incapacidad para circular el refrigerante a través del sistema	1	Desgaste del Impulsor	Circulación ineficiente de refrigerante, sobrecalentamiento		Desgaste mecánico					0	Inspección cada 200 horas, reemplazo cada 1000 horas
		2	Fugas	Niveles bajos de refrigerante, sobrecalentamiento		Sellos desgastados o daño físico					0	Inspección visual cada 50 horas
Análisis		Componente		Fecha:				Acciones				
FMECA		Termostato		7/07/2022								
Sistema		Función		Página								
Sistema de refrigeración		Regula el flujo de refrigerante entre el motor y el radiador, manteniendo la temperatura óptima del motor.		1 de 1				Índice de criticidad	Preventivo programado			
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	
A13	Incapacidad para regular el flujo de refrigerante según la temperatura del motor	1	Atascamiento en Posición Abierta/Cerrada	Sobrecalentamiento o funcionamiento a baja temperatura		Desgaste mecánico o acumulación de residuos					0	Inspección y prueba cada 300 horas
Análisis		Componente		Fecha:				Acciones				
FMECA		Ventilador de Refrigeración		7/07/2022								
Sistema		Función		Página								
Sistema de refrigeración		Ayuda a disipar el calor del motor al forzar el flujo de aire a través del radiador, evitando el sobrecalentamiento.		1 de 1				Índice de criticidad	Preventivo programado			
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	
A14	Incapacidad para proporcionar flujo de aire suficiente a través del radiador	1	Desgaste del Motor del Ventilador	Insuficiente enfriamiento del radiador, sobrecalentamiento		Desgaste del motor del ventilador					0	Inspección cada 200 horas, reemplazo cada 1000 horas
		2	Aspas Dañadas	Flujo de aire reducido, sobrecalentamiento		Daño físico a las aspas del ventilador					0	Inspección visual cada 100 horas
Análisis		Componente		Fecha:				Acciones				
FMECA		Mangueras de Refrigerante		7/07/2022								
Sistema		Función		Página								
Sistema de refrigeración		Transportan el líquido refrigerante entre los componentes clave del sistema de refrigeración, como el radiador y la bomba de agua.		1 de 1				Índice de criticidad	Preventivo programado			
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	
A15	Incapacidad para transportar refrigerante entre componentes del sistema de refrigeración	1	Fugas	Niveles bajos de refrigerante, sobrecalentamiento		Desgaste o daño físico a las mangueras					0	Inspección visual cada 50 horas
		2	Obstrucción	Flujo de refrigerante restringido, sobrecalentamiento		Acumulación de residuos o corrosión interna					0	Inspección y limpieza cada 200 horas

Análisis		Componente		Fecha:				Acciones				
FMECA		Alternador		7/07/2022								
Sistema		Función		Página				Indice de criticidad				
Sistema Eléctrico		Genera energía eléctrica para cargar la batería y alimentar otros sistemas eléctricos de la máquina durante su operación.		1 de 1				Preventivo programado				
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	
A16	Incapacidad para generar energía eléctrica para cargar la batería y alimentar otros sistemas	1	Desgaste de las Escobillas	Generación eléctrica ineficiente		Desgaste por uso prolongado					0	Inspección cada 100 horas, reemplazo cada 500 horas
		2	Fallo del Rodamiento	Ruido y eventual fallo del alternador		Desgaste mecánico					0	Inspección cada 200 horas
FMECA		Batería		7/07/2022								
Sistema		Función		Página				Indice de criticidad				
Sistema Eléctrico		Almacena y suministra energía eléctrica necesaria para arrancar el motor y alimentar otros sistemas eléctricos de la máquina.		1 de 1				Preventivo programado				
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	
A17	Incapacidad para almacenar y suministrar energía eléctrica	1	Descarga	Fallo al arrancar, sistemas eléctricos inoperables		Uso prolongado sin carga adecuada					0	Verificación de carga cada 50 horas
		2	Corrosión de Terminales	Conexión eléctrica deficiente		Acumulación de ácido o sal					0	Limpieza cada 100 horas
FMECA		Motor de Arranque		7/07/2022								
Sistema		Función		Página				Indice de criticidad				
Sistema Eléctrico		Tiene la función de iniciar el motor principal al convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotativa.		1 de 1				Preventivo programado				
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	
A18	Incapacidad para iniciar el motor de la excavadora	1	Desgaste del Solenoide	Fallo al arrancar		Desgaste mecánico					0	Inspección cada 200 horas
		2	Dientes de Engranaje Desgastados	Fallo al arrancar, ruido al intentar arrancar		Desgaste mecánico					0	Inspección cada 200 horas
FMECA		Luces y Señales		7/07/2022								
Sistema		Función		Página				Indice de criticidad				
Sistema Eléctrico		Proporcionan iluminación para la operación y señalización para la seguridad, incluyendo luces de trabajo, indicadores y luces de advertencia.		1 de 1				Preventivo programado				
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	
A19	Incapacidad para iluminar y señalizar adecuadamente	1	Bombilla Fundida	Visibilidad reducida, señalización inadecuada		Vida útil de la bombilla alcanzada					0	Inspección visual cada 50 horas
		2	Cableado Dañado	Luces intermitentes o inoperables		Desgaste, daño físico o corrosión					0	Inspección visual y de continuidad cada 100 horas
FMECA		Fusibles y Relés		7/07/2022								
Sistema		Función		Página				Indice de criticidad				
Sistema Eléctrico		Protegen y controlan los circuitos eléctricos, previniendo sobrecargas y cortocircuitos, y permitiendo la operación segura de sistemas eléctricos.		1 de 1				Preventivo programado				
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	
A20	Incapacidad para proteger y controlar circuitos eléctricos	1	Fusible Quemado	Interrupción del circuito protegido, fallo del sistema		Sobrecarga o cortocircuito					0	Inspección cada 50 horas
		2	Relé Defectuoso	Fallo en el sistema controlado por el relé		Desgaste mecánico o eléctrico					0	Inspección y prueba cada 200 horas

Análisis		Componente		Fecha:				Acciones			
FMECA		Cigüeñal		7/07/2022							
Sistema		Función		Página							
Motor		Convierte el movimiento lineal de los pistones en movimiento rotativo, impulsando así el motor y la maquinaria asociada.		1 de 1				Indice de criticidad			
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN
A21	Incapacidad para convertir el movimiento lineal de los pistones en movimiento rotativo	1	Desgaste de Cojinetes	Vibraciones y daño potencial al motor	Desgaste por uso prolongado					0	Inspección cada 200 horas, reemplazo cada 1000 horas
		2	Fisuras o Daños	Falla catastrófica del motor	Fatiga del material o impacto					0	Inspección visual y de integridad cada 500 horas
FMECA		Pistones		7/07/2022							
Sistema		Función		Página							
Motor		Comprimen la mezcla de aire y combustible en los cilindros, generando la fuerza que mueve el cigüeñal.		1 de 1				Indice de criticidad			
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN
A22	Incapacidad para comprimir la mezcla aire-combustible y transmitir fuerza al cigüeñal	1	Desgaste de Anillos	Pérdida de compresión y eficiencia	Desgaste por uso prolongado					0	Inspección cada 300 horas, reemplazo cada 1000 horas
		2	Calentamiento Excesivo	Daño al pistón y cilindro	Fallo en el sistema de refrigeración o lubricación					0	Inspección del sistema de refrigeración cada 100 horas
FMECA		Válvulas de Admisión y Escape		7/07/2022							
Sistema		Función		Página							
Motor		Regulan la entrada de la mezcla aire-combustible y la salida de gases de escape en los cilindros.		1 de 1				Indice de criticidad			
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN
A23	Incapacidad para permitir la entrada y salida de la mezcla aire-combustible y gases de escape	1	Desgaste del Asiento de la Válvula	Pérdida de compresión y eficiencia	Desgaste mecánico					0	Inspección y ajuste cada 300 horas
		2	Residuos o Carbonilla	Flujo de aire restringido, pérdida de eficiencia	Acumulación de residuos					0	Limpieza cada 400 horas
FMECA		Sistema de Lubricación		7/07/2022							
Sistema		Función		Página							
Motor		Distribuye aceite para reducir el desgaste y la fricción entre las partes móviles del motor.		1 de 1				Indice de criticidad			
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN
A24	Incapacidad para lubricar adecuadamente las partes móviles del motor	1	Presión de Aceite Insuficiente	Desgaste acelerado de componentes, sobrecalentamiento	Bomba de aceite defectuosa o filtro de aceite obstruido					0	Verificación de presión cada 100 horas
		2	Contaminación del Aceite	Desgaste acelerado y posible daño al motor	Falta de mantenimiento o ingreso de contaminantes					0	Cambio de aceite y filtro cada 200 horas
FMECA		Sistema de Escape		7/07/2022							
Sistema		Función		Página							
Motor		Dirige y expulsa los gases de combustión fuera del motor, reduciendo la contrapresión y las emisiones nocivas.		1 de 1				Indice de criticidad			
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN
A25	Incapacidad para expulsar eficientemente los gases de escape	1	Obstrucción del Catalizador	Contrapresión excesiva, pérdida de eficiencia	Acumulación de residuos o fallo del material del catalizador					0	Inspección cada 300 horas
		2	Fugas en el Sistema de Escape	Ruido excesivo y posible entrada de gases en la cabina	Desgaste o daño físico a las juntas o tuberías					0	Inspección visual cada 100 horas

Análisis				Componente		Fecha:				Acciones		
FMECA				Sistema de monitoreo y diagnóstico.		7/07/2022				Preventivo programado		
Sistema				Función		Página						
Sistema electrónico				Supervisa el rendimiento del equipo, proporcionando datos en tiempo real y alertas para prevenir fallos.		1 de 1						Indice de criticidad
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	Acciones
A26	No muestra datos correctos	1	Fallo en la pantalla	No se puede leer la información		Humedad o daño en los circuitos					0	
		2	Fallo en la memoria	No almacena datos históricos		Sobrecalentamiento o cortocircuito					0	Verificar y limpiar el sistema de enfriamiento del módulo, cada 150 horas
Análisis				Componente		Fecha:				Acciones		
FMECA				Sistema de control electrónico.		7/07/2022				Preventivo programado		
Sistema				Función		Página						
Sistema electrónico				Coordina y regula las operaciones, optimizando el rendimiento, eficiencia y respuesta a comandos del operador.		1 de 1						Indice de criticidad
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	Acciones
A27	No responde a comandos	1	Fallo en el procesador	Retraso o ausencia de respuesta a los controles		Daño por vibración o sobrecarga eléctrica					0	
Análisis				Componente		Fecha:				Acciones		
FMECA				Sensores de la máquina.		7/07/2022				Preventivo programado		
Sistema				Función		Página						
Sistema electrónico				Monitorean condiciones operativas, proporcionando datos en tiempo real al sistema electrónico para optimizar rendimiento y garantizar seguridad durante la operación.		1 de 1						Indice de criticidad
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	Acciones
A28	Lecturas incorrectas	1	Desajuste o descalibración	Datos incorrectos al operador		Vibraciones, polvo o desgaste por uso					0	
		2	Falla total del sensor	Falta de información en el sistema		Cortocircuito o daño físico					0	Inspección física y prueba de continuidad cada 100 horas
Análisis				Componente		Fecha:				Acciones		
FMECA				Cableado eléctrico y conectores.		7/07/2022				Preventivo programado		
Sistema				Función		Página						
Sistema electrónico				Transmiten señales y energía entre componentes electrónicos, facilitando la comunicación y control de las operaciones del equipo.		1 de 1						Indice de criticidad
Falla funcional		Modo de Fallo		Efecto de fallo		Causa de fallo		D	O	S	RPN	Acciones
A29	Interrupción de señales	1	Cables cortados o desconectados	Falta de comunicación entre componentes		Manipulación incorrecta o desgaste					0	

Nota. Esta tabla muestra el análisis FMECA para las fallas identificadas en los sistemas de las maquinarias en estudio.

Como parte de la implementación del sistema de gestión se realizó un análisis de FMECA con la finalidad de poder detectar la falla funcional, el modo de falla, el efecto y la causa de la falla, cabe resaltar que todas aquellas fallas fueron sacadas del historial de fallas que registran las maquinarias en estudio, todo ello con la finalidad de poder realizar las mejoras.

Tabla 51

Análisis FMECA con historial de fallas de hace 2 años para el RCM

Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla	P	S	R = P X S	Tipo de decisión	Tarés de mantenimiento	Frecuencia (Hr)
Suministrar aire limpio a una presión máxima de 20 psi	No suministra aire a la cámara de combustión	Conducto de Entrada del Cap as - Air Cleaner (245 - 3816) completamente obstruido por contaminación o agentes externos	Motor se apaga al acelerar, motor se apaga derrepente, motor no arranca, indicador de suciedad de filtros de aire en la franja roja, sonido de aire a presión en la zona del turbocompresor, presión de aire a la salida del aftercooler cae por debajo de 20 psi y sigue disminuyendo hasta que el motor se detiene, abrazaderas rotas de sujeción de manguera (10cm) a la entrada del turbocompresor, abrazaderas rotas de sujeción de manguera (10cm) a la entrada del aftercooler, abrazaderas rotas de sujeción de manguera (10cm) a la entrada del manifold de admisión de aire a las cámaras de combustión, si el problema es para un solo cilindro por causa de la obstrucción mecánica o el mal ajuste del claro de válvula de admisión de aire, entonces se tendrá la disminución de la potencia del motor, y la disminución de vibraciones mecánicas	4	1.45	5.8	Basadas en condición	Inspección del estado del Cap as - Air cleaner (245 - 3816)	300
		Filtros de aire Obstruidos (Filtro primario SA17228 / Filtro secundario SA17237) por contaminación o agentes externos		5	2.00	10	Preventivo (Reemplazo Programado)	Cambio de Filtros de Aire (Filtro SA 17228 / Filtro secundario SA17237)	300
		Fuga en la uniones ajustadas por abrazaderas de la manguera (10cm) que une el air cleaner gp (245 - 3815) con el turbocompresor		3	1.50	4.5	Basadas en condición	Inspección del estado de las uniones por abrazaderas de la manguera que une el air cleaner gp - Turbocompresor	300
		Fuga en la uniones ajustadas por abrazaderas de la manguera (10cm) que une la salida del turbocompresor con la entrada del aftercooler		3	1.50	4.5	Basadas en condición	Inspección del estado de las uniones por abrazaderas de la manguera que une la salida del turbocompresor con la entrada del aftercooler	300
		Aletas (fins) del ATAAC obstruidos por partículas contaminantes en suspensión arrastradas por el aire		2	1.80	3.6	Preventivo (Reacondicionamiento)	Limpieza por aire a presión de las aletas del turbocompresor	12 000
		Válvulas de admisión de aire (262-2957) de la cámara de combustión no abren por atascamiento		2	2.10	4.2	Correctiva (no programado)	Desmontar la tapa del mecanismo de válvulas, evaluar el libre desplazamiento de las válvulas de admisión y corregir	NA
		Válvulas de admisión de aire (262-2957) de la cámara de combustión no abren por mala calibración del claro de válvulas		3	2.10	6.3	Preventiva (reacondicionamiento)	Calibración del claro de válvulas	2000

Suministrar aire limpio a una presión máxima de 20 psi	Suministra aire a una presión por debajo de 20 psi	Filtros de aire parcialmente Obstruidos (Filtro primario SA17228 / Filtro secundario SA17237) por contaminación o agentes externos	Caída de presión de aire a la salida del Turbocompresor, disminución la presión media del ciclo, disminución de la Potencia del motor, la rueda del compresor se desliza suavemente hasta que se detiene cuando el motor se detiene, gira fácilmente con la mano, la rueda del compresor no gira o vibra durante la desaceleración, tiene dificultad de movimiento cuando uno lo gira con la mano, humo negro a la salida de los gases producto de combustión, ruido excesivo al acelerar, aumento en la cantidad de ppm de Aluminio, Níquel, Hierro, Cobre y Plomo tras realizar el análisis de aceite	5	2.00	10	Basadas en condición	Inspección del estado de los filtros de aire, utilizando el indicador de obstrucción	300
		Insuficiente energía de gases producto de combustión por restricción aguas arriba del turbocompresor		3	2.00	6	Basadas en condición	Inspección máquina encendida del sonido en el múltiple de escape	300
		Acumulación de carbonilla por aceite quemado en los asientos del eje de la turbina		3	2.35	7.05	Preventiva (reacondicionamiento)	Cambio de Componente a media vida del motor	6000
		Falla de cojinetes debido a desgaste normal		3	1.95	5.85	Preventiva (reemplazo programado)	Cambio de Componente a media vida del motor	6000
		Falla de cojinetes debido a mala lubricación		3	2.05	6.15	Basados en Condición	Análisis de Aceite, Revisar la presión en la galería principal del motor con el ET	250
		Falla de cojinetes debido a exceso de temperatura del aceite lubricante		3	2.05	6.15	Correctiva (cambio de especificaciones)	Cambiar el aceite lubricante por uno que cumpla estrictamente las especificaciones que da el fabricante	NA
		Rotación desbalanceada de la turbina		3	2.05	6.15	Basadas en Condición	Inspección del estado de los filtros de aire, utilizando el indicador de obstrucción	300
		Malas prácticas de operación arranques con el acelerador a full		5	1.95	9.75	Correctiva (cambio de especificaciones)	Capacitar al personal de operación sobre el cuidado del turbocompresor	NA
		Malas prácticas de operación apagado en caliente		5	1.95	9.75	Correctiva (cambio de especificaciones)	Capacitar al personal de operación sobre el cuidado del turbocompresor	NA
		Wastegate no cierra porque el resorte de recuperación del actuador se encuentra fatigado		4	2.05	8.2	Correctiva (no programado)	Cambio de resorte de recuperación del wastegate de la turbina	NA
	Suministra aire por encima de 20 psi	Wastegate no abre porque la línea de presión que alimenta al actuador se encuentra obstruida	Alta exposición del turbocompresor a elevadas temperaturas, ruido excesivo y aumento de vibraciones en el turbocompresor, aumento rápido en la cantidad de ppm de Aluminio, Níquel, Hierro, Cobre y Plomo tras realizar el análisis de aceite	3	1.75	5.25	Tareas de detección de fallas	Prueba de funcionamiento del Turbo con unidad de pruebas	1000
		Clip que une la varilla del actuador con la compuerta está roto		3	1.75	5.25	Correctivo (no programado)	Cambio de la varilla del actuador	NA
		Clip que une la varilla del actuador con la compuerta no está		3	1.75	5.25	Preventivo (Reacondicionamiento)	Colocar clip que une la varilla del actuador con la compuerta	1000
	Contener Aire en el Sistema de Admisión	No contiene aire en sistema de Admisión	Fuga en la uniones ajustadas por abrazaderas de la manguera (10cm) que une el air cleaner gp (245 - 3815) con el turbocompresor	Motor se apaga al acelerar, motor se apaga derrepente, motor no arranca, baja de presión de inyección de aire a la cámara de combustión y disminución de la potencia del motor	3	1.40	4.2	Basadas en condición	Inspección del estado de las uniones por abrazaderas de la manguera que une el air cleaner gp - Turbocompresor
Fuga de aire en la unión del housing del compresor con su voluta por mal ajuste de la abrazadera			3		1.40	4.2	Inspección Operativa (Tareas de TPM)	Reajuste del tornillo de la abrazadera al torque adecuado	1000
Fuga en la uniones ajustadas por abrazaderas de la manguera (10cm) que une la salida del turbocompresor con la entrada del aftercooler			3		1.40	4.2	Basadas en condición	Inspección del estado de las uniones por abrazaderas de la manguera que une la salida del turbocompresor con el aftercooler	300
Fuga en la uniones ajustadas por abrazaderas de la manguera (10cm) que une la salida del ATAAC con la entrada del manifold de admisión de aire			3		1.40	4.2	Basadas en condición	Inspección del estado de las uniones por abrazaderas de la manguera que une el ATAAC con la entrada al Manifold de admisión de aire	300

Extraer del aire de admisión partículas en suspensión (polvo, tierra, abrasión de llantas, hollín, etc) y humedad	No extrae partículas en suspensión presentes en el aire de admisión con una eficiencia de 99.99%	No tiene filtros de aire (ni primario ni secundario)	Desgaste prematuro del motor, incremento del consumo de aceite tras el aumento del desgaste, incremento del consumo de combustible, caída de potencia del motor e aumento de la frecuencia de fallas en el motor	1	1.40	1.4	Correctivo (no programado)	Colocar filtros de aire	NA
		Solo posee un filtro (O bien el primario solamente o bien el secundario solamente)		1	1.40	1.4	Correctivo (no programado)	Colocar filtros de aire	NA
		Filtros de aire no son los adecuados (No son SA17228 ni SA17237)		3	1.40	4.2	Correctivo (cambio de especificaciones)	Cambio de filtros por los adecuados de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante	NA
		Filtros de aire reutilizados		4	1.40	5.6	Preventivo (Reemplazo Programado)	Cambio de Filtros de aire	300
Conducir sin Restricción los gases producto de Combustión para impulsar las aspas de la turbina del turbocompresor	Incapaz de conducir los gases producto de Combustión para impulsar las aspas de la turbina del turbocompresor	Mal ajuste del claro de las válvulas de escape (248 - 1467)	Ruido excesivo a la salida del turbocompresor (gases de escape), como consecuencia del aumento de la velocidad producida por la reducción de la sección transversal del conducto por el que pasan los gases producto de combustión, erosión de los asientos de válvulas de escape, caída de presión de aire a la salida del Turbocompresor, disminución la presión media del ciclo, disminución de la potencia del motor, debido a que no hay un correcto intercambio de la cantidad de movimiento entre los gases de escape y la rueda de la turbina, humo negro a la salida de los gases producto de combustión, aumento en la cantidad de ppm de Aluminio, Níquel, Hierro, Cobre y Plomo tras realizar el análisis de aceite	4	1.65	6.6	Preventivo (Reacondicionamiento)	Calibración del claro de válvulas	2000
		Restricción en la unión culata - múltiple de gases de escape por acumulación excesiva de hollín y carbonilla		4	1.65	6.6	Basadas en condición	Inspección por técnicas windrock para hacer el seguimiento de la calidad de la combustión	2000
		Elementos Rotativos del Turbocompresor tienen rozamiento con el housing debido a falla en los cojinetes		3	2.05	6.15	Basadas en condición	Análisis de Aceite, Revisar la presión en la galería principal del motor con el ET	250
		Elementos Rotativos del Turbocompresor tienen rozamiento con el housing debido a montaje inadecuado		3	2.05	6.15	Correctiva (cambio de especificaciones)	Capacitar al personal de operación sobre el cuidado del turbocompresor	NA
		Restricción en tubería que une el turbocompresor con el silenciador (231-2160) por acumulación excesiva de hollín y carbonilla		4	1.65	6.6	Preventiva (reacondicionamiento)	Limpieza de la tubería que une el turbocompresor con el silenciador	2000
		Silenciador (231 - 2160) obstruido por acumulación excesiva de hollín y carbonilla		4	1.65	6.6	Preventiva (reacondicionamiento)	Limpieza de la tubería que une el turbocompresor con el silenciador	2000
Contener los gases de escape	No contiene los gases de escape	Fuga en la unión culata - múltiple de gases de escape por malas prácticas de mantenimiento	Ruidos molestos en la zona correspondiente a la unión de la culata con el manifold (380-8509), cantidad excesiva de gases saliendo de la parte frontal del Cargador frontal 966H, caída de presión de aire a la salida del Turbocompresor, disminución de la potencia del motor	3	1.65	4.95	Correctiva (cambio de especificaciones)	Capacitar al personal sobre el correcto montaje del múltiple de gases de escape	NA
		Fuga de gases de escape en la unión del housing de la turbina con su voluta por malas prácticas de mantenimiento		3	1.65	4.95	Correctiva (cambio de especificaciones)	Capacitar al personal sobre el correcto montaje del turbocompresor	NA
		Fuga en las uniones por abrazaderas en la tubería que une el turbocompresor con el silenciador (231-2160)		3	1.65	4.95	Inspección Operativa (Tareas de TPM)	Reajuste del tornillo de la abrazadera que une el turbocompresor con el silenciador	1000
		Silenciador (231 - 2160) perforado por corrosión excesiva		3	1.95	5.85	Preventiva (reemplazo programado)	Reemplazo del silenciador (231 -2160)	6000
		Fuga en las uniones por abrazaderas del silenciador con la extensión		2	1.10	2.2	Inspección Operativa (Tareas de TPM)	Reajuste del tornillo de la abrazadera que une el silenciador con la extensión	1000

Nota. Esta tabla muestra el análisis FMECA para las fallas de la maquinaria Cargador Frontal CAT 950L en un periodo de evaluación de dos años.

- **Requisito 6.2 Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos**

Se han considerado los siguientes objetivos de gestión de activos:

Tabla 52

Objetivos del Sistema de Gestión de Activos

Dimensión	N°	Objetivos del SGA
Financiero	O1	Reducir los gastos operativos sin afectar la Utilidad y Calidad (al mejor Costo)
	O2	Cumplir con los contratos de acuerdo al presupuesto asignado
	O3	Tener una disponibilidad mayor al 85% para valorizar las horas proyectadas o las horas operativas.
Cliente	O4	Cumplimiento de los requerimientos del servicio (Tiempo, repuestos y personal)
	O5	Reducir el número de reclamaciones de clientes internos.
	O6	Diagnosticar e implementar un SGA según ISO 55001
Procesos	O7	Implementar el proceso de gestión de riesgos
	O8	Adquirir nuevos activos y mantener los actuales en óptimas condiciones.
	O9	Reducir el número de no conformidades en el pedido de materiales y repuestos.
	O10	Implementar el proceso de gestión de baja de equipos.
	O11	Mejorar la disponibilidad de los activos.
	O12	Distribuir y no concentrar la carga laboral en pequeños grupos.

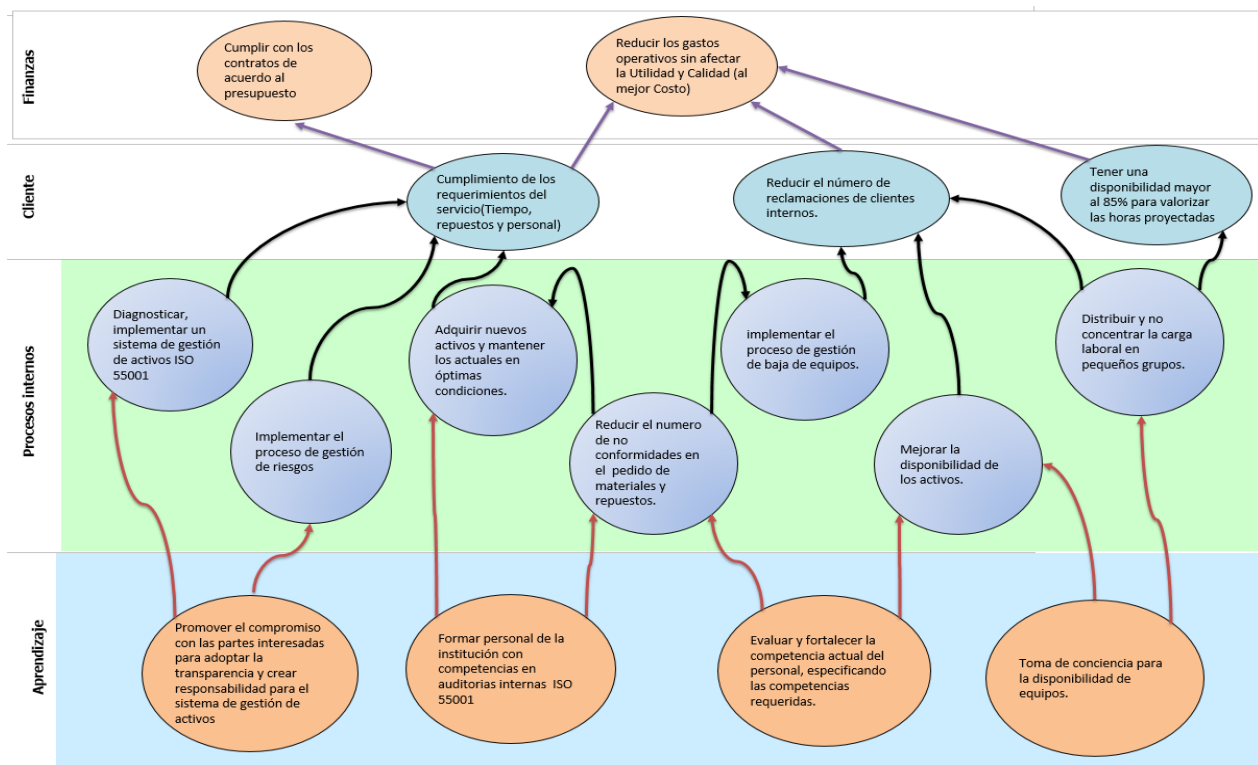
- O13 Formar personal de la institución con competencias en auditorías internas ISO 55001
- Aprendizaje
- O14 Evaluar y fortalecer la competencia actual del personal, especificando las competencias requeridas.
 - O15 Toma de conciencia para la disponibilidad de equipos.

Nota. Esta tabla muestra los objetivos del Sistema de Gestión de Activos que fueron establecidos e implementados en la organización.

Los objetivos del SGA identificados son clasificados de acuerdo a las 4 perspectivas de Kaplan & Norton:

Figura 22

Objetivos del SGA según 4 Perspectivas



Nota. La figura muestra los objetivos establecidos por cada perspectiva y como estos están relacionados estratégicamente.

- **Requisito 7.1 Competencia**

Procedimiento de Capacitación y Charlas

1. Objetivo

Planificar, ejecutar y evaluar las capacitaciones y las charlas de sensibilizaciones que se realiza al personal.

2. Alcance

Abarca el proceso de Recursos Humanos, aplicado a todos los procesos de la organización.

3. Responsables

Involucrados: Colaboradores de todos los procesos de la organización.

5. Desarrollo del Procedimiento

5.1 Acta de Capacitación

Con el Formato de Asistencia de Capacitaciones se mantiene el registro de las capacitaciones realizadas donde se ponen en manifiesto el día, el tema y los asistentes a la capacitación.

5.3 Selección del Capacitador

Se mantiene el Curriculum Vitae del expositor como evidencia de las competencias para brindar la capacitación.

5.4 Capacitaciones por otras Entidades

Los temas de capacitación irán actualizándose de acuerdo al contexto organizacional de la empresa y los requerimientos que disponga el Gobierno a través del diario “El Peruano”. Estos temas pueden ser proporcionados por la organización o por alguna Entidad que brinde las capacitaciones en temas actualizados.

5.5 Medir la Efectividad de la Capacitación

Con el Formato de Cumplimiento de Efectividad de Capacitaciones, se analiza cuan efectivo fue la capacitación impartida de acuerdo a resultados en un periodo de 2 semanas.

5.6 Registrar el indicador de capacitación

Se manifiesta el indicador clave siguiente:

Cumplimiento de Efectividad de las Capacitaciones del Personal

$$= (\text{Efectividad de las Capacitaciones del Personal}) / (\text{Capacitaciones del Personal}) \times 100$$

5.7 Acta de Sensibilización

Con el Formato de Asistencia de Sensibilizaciones se mantiene el registro de las sensibilizaciones realizadas donde se ponen en manifiesto el día, el tema y los asistentes a la sensibilización.

5.8 Programa de sensibilización

Se elaboran mediante una matriz el día y el tema y las horas de sensibilización.

5.9 Ejecución de la sensibilización

Se realiza tomando como referencia la matriz de sensibilización con respecto al día y hora programada.

5.10 Registrar el Indicador de Sensibilización

Se manifiesta el indicador clave siguiente:

$$\text{Cumplimiento de sensibilizaciones realizadas} = (\text{N}^\circ \text{ de Sensibilizaciones realizadas del Personal}) / (\text{N}^\circ \text{ Sensibilizaciones Programadas del Personal}) \times 100$$

Además, se presenta la siguiente matriz de planificación de capacitaciones:

Tabla 53

Matriz de Capacitación

N°	Curso	Temas	Tiempo	Meses													
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
				P= Programado E = Ejecutado													
1		Cláusula 4 contexto de la organización	8 Horas		P												
2	ISO 55001:2014	Cláusula 5 Liderazgo	8 Horas		E												
		Cláusula 6 Planificación				P											
3		Cláusula 7 Apoyo	8 Horas			E											
		Cláusula 8 Operación					P										
4	ISO 19011:2018	Cláusula 9 Evaluación del Desempeño	8 Horas					E									
		Cláusula 10 Mejora							P								
4		Programa de Auditoria	8 Horas						P								

5		Revisión por la dirección	8 Horas	
6		Revisión De Mejora del Programa de Auditoría Preparación de las actividades de Auditoría Preparación y distribución del informe de Auditoría Realización de las Actividades de Seguimiento de una Auditoría	8 Horas	
7	Indicadores de Gestión	¿Qué es un indicador? Indicadores de gestión Indicadores de operación Indicadores de eficacia Indicadores de eficiencia Indicadores de efectividad	8 Horas	
8	Gestión por Procesos	Liderazgo y compromiso Mejora continua ARC SIPOC	8 Horas	
9	ISO 31000	Riesgo Inherente Riesgo Residual	8 Horas	
10		Evaluación cuantitativa y cualitativa	8 Horas	

Nota. Esta tabla muestra el registro de la capacitación a la parte interesadas sobre los cursos en ISO 55001:2014, ISO 19011:2018, Indicadores de Gestión, Gestión por Procesos e ISO 31000.

Para verificar que la capacitación se ha llevado a cabo, se proporciona el siguiente formato de asistencia a la capacitación.

Formato de Acta de Reunión

Acta de Reunión

Capacitación Organizacional Interno

En los horarios de [Hora inicio] a [Hora final] del día [Fecha] y a través de la plataforma Zoom, se da por iniciado la capacitación “[Tema de capacitación]”;

El personal encargado de la capacitación fue: “[Nombre del capacitador]”

Lista de asistentes:

Nombres y Apellidos	Área	Firma

- **Requisito 7.2 Toma de conciencia**

Tabla 54

Matriz de Charlas de Sensibilización

N°	Tópicos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Beneficio de ISO 55001:2011	■	■										
2	Ciclo PHVA	■	■										
3	Política de gestión de activos		■	■									
4	Cultura Organizacional		■	■									
5	Misión- Visión Organizacional		■	■									
6	Ciclo de vida de los activos			■	■								
7	Cultura Organizacional			■	■								
8	Gestión de riesgos			■	■								
9	Triple restricción de los activos				■	■							
10	Prevención de errores humanos				■	■							
14	Cómo afrontar una auditoría									■			

Nota. Esta tabla muestra el registro de las charlas durante los meses de implementación del sistema de gestión de activos.

- **Requisito 7.3 Comunicación**

Se identifica la necesidad de comunicar los siguientes documentos:

- Misión, Visión, Políticas y Objetivos Corporativos
- PEI y POI
- Política y Objetivos de Gestión de Activos
- Manual de Gestión de Activos
- Mapa de procesos
- Diversos procedimientos son instructivos
- Responsabilidad y autoridad con el SGA
- Indicadores de procesos
- Reporte de actividades
- Reportes de avance en archivos digitales
- Comunicación de estado o disponibilidad de Identidades Gráficas
- Formato de seguimiento de ventas
- Órdenes de trabajo
- Órdenes de servicio

- **Requisito 7.4 Requisitos para la información**

Se presenta el siguiente procedimiento:

Procedimiento de Control de la Información

1. Objetivo

Garantizar el empleo de la documentación vigente, preservando la información relevante para el funcionamiento en todos los procesos de la empresa.

2. Alcance

Este procedimiento identifica a los documentos del Sistema de Gestión de Activos a controlar e incluye las actividades de elaboración, revisión, aprobación, distribución, acceso, protección y actualización de la información, incluyendo el tratamiento y control de documentos vigentes. Este procedimiento aplica a toda la documentación correspondiente al Sistema de Gestión de Activos.

3. Desarrollo del Procedimiento

3.1 Codificación

El código se obtiene de la siguiente manera:

SGA – [CODIGO PROCESO] - [TIPO DOCUMENTO] - NN

Donde:

SGA: Sistema de Gestión de Activos

Ejemplo:

SGA-PR-GA-01

Donde:

SGC : Sistema de Gestión de Activos

PR : Procedimiento

GC01 : GA (Gestión de Activos) + 01(Documento N°01 de tipo Procedimiento del proceso)

Finalmente se incluye como pie de página el siguiente cuadro, colocando al responsable de su elaboración, revisión y aprobación, así como su respectiva firma en cada casilla, dejando listo el documento para su respectiva publicación.

3.2 Almacenamiento Digital y Organización

Toda la información documentada que es revisada y aprobada por el representante de la Alta Dirección y será custodiada por el Coordinador de SGA en la LISTA MAESTRA DE DOCUMENTOS.

El Coordinador SGA se encargará de mantener organizada y actualizada la Lista Maestra de Documentos.

Cada vez que se actualice un documento en la LISTA MAESTRA DE DOCUMENTOS, se comunica al coordinador de proceso responsable para que verifique que se está trabajando con la última versión del documento.

3.3. Modificaciones de la Información Documentada

Todas las modificaciones realizadas a los documentos del Sistema de Gestión de Activos, por el Coordinador responsable del Proceso involucrado, se evidenciarán en la versión del documento, la cual tendrá que ser actualizada por parte del Coordinador SGA en el campo de versión en la Lista Maestra de Documentos, así como en el encabezado del documento.

Un documento se convierte en obsoleto cuando ha cambiado de versión, por lo que su uso ya no es aceptado por la organización.

El documento modificado debidamente revisado y aprobado con la versión actualizada reemplaza al documento de versión anterior, por lo que el Coordinador SGA debe guardar en el servidor interno los documentos que se encuentran obsoletos en la carpeta denominada “OBSOLETOS”.

Aquí se registran los cambios realizados en los procedimientos según la fecha (Si es un nuevo documento se registra la fecha de creación del documento) en que se ha realizado la modificación, la versión actual del procedimiento, la persona (Si es un nuevo documento se registra la persona que creó el documento) que ha realizado la modificación y finalmente una breve descripción de la modificación realizada.

5.4. Documentos Físicos

Los documentos impresos o descargados desde la LISTA MAESTRA DE DOCUMENTOS que sean guardados en las PCs de los colaboradores para el desarrollo de sus funciones se consideran copias no controladas y serán los responsables de almacenar y gestionar dichas copias según su conveniencia en su carpeta local. Por ende, el SGA no se hace responsable de cualquier actualización o modificación externa.

Los documentos que sean puestos a disposición externa con el consentimiento tendrán que ser modificados y reemplazados en cuanto al encabezado del SGA por la Identidad gráfica correspondiente.

5.5. Control de Registros

Los registros llevarán un código de registro que será un código único y la fecha de emisión del registro que hace referencia a la fecha en que, dado que se utilizó un formato correspondiente, se emitió dicho registro; y se colocarán dentro del documento en una parte que se vea conveniente. Ejemplo:

En caso el registro no haga referencia a ningún formato establecido, se utilizará la fecha de actualización que hace referencia a la última vez en que ese registro fue modificado. La fecha de actualización del registro será colocada en cualquier parte del documento, según la conveniencia de la persona que realiza el registro.

- **Requisito 7.6 Información documentada**

Se presenta la siguiente matriz de información documentada:

Tabla 55

Lista Maestra de información

Proceso	Nombre del Documento	Tipo de documento
Gestión de Activos	Caracterización Macro proceso Gestión de Activos	Caracterización
	Procedimiento de Control de Información Documentada	Procedimiento
	Procedimiento de Control de Salidas No Conformes	Procedimiento
	Procedimiento de Auditoría	Procedimiento
	Procedimiento de Elaboración de Acciones Correctivas	Procedimiento
	Procedimiento de Gestión de las Comunicaciones	Procedimiento
	Procedimiento de Gestión de Riesgos Institucionales	Procedimiento
	Formato de Asistencia a Reunión de Apertura y Cierre de Auditoría Interna	Formato
	Formato de Salidas No Conformes	Formato
	Formato de Plan de Auditoría	Formato
	Formato Programa Anual de Auditoría	Formato
	Formato de Administración de Firmas	Formato
	Formato de Lista Maestra de Documentos	Formato
	Formato de Matriz de Identificación, Valoración, Análisis y Tratamiento de Riesgos	Formato
	Formato de Elaboración de Acciones Correctivas	Formato
	Formato de Lista Maestra de Documentos Externos	Formato
	PLANIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS	Formato
	Matriz de Comunicación Interna y Externa	Matriz
	Matriz de Seguimiento a los Objetivos de Activos	Matriz
	Manual de Gestión de Activos	Manual
	Objetivos de Activos	Objetivos
	Política de Activos	Política
	MATRIZ DE ANÁLISIS FODA	Matriz
	MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PARTES INTERESADAS	Matriz
MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES (NORMOGRAMA)	Matriz	

Gestión Estratégica	Caracterización Macro proceso Gestión de Estratégica	Caracterización
	Procedimiento de Elaboración y Revisión de la Política y Objetivos de Activos	Procedimiento
	Procedimiento de Revisión por la Dirección	Procedimiento
	Procedimiento de Liderazgo y Compromiso	Procedimiento
	Informe de Revisión por la Dirección	Informe
	Plan Estratégico Institucional	Plan
	Plan Operativo Institucional	Plan
	Formato de Matriz de Necesidades y Expectativas de Partes Interesadas	Formato
	Formato de Matriz de Requisitos Legales (Normograma)	Formato
	Formato de Acta de Aprobación de la Política y Objetivos de Activos	Formato
	MATRIZ DE ANÁLISIS FODA	Formato
	Formato de Ficha Indicadores de Cumplimiento	Formato
	Formato de Matriz de Planificación de Actividades	Formato
	Formato Matriz de Seguimiento, Medición, Análisis y Evaluación por Procesos	Formato
	Formato de Acta de Reunión de Revisión por la Dirección	Formato
	Formato de Matriz de Verificación de Indicadores por Proceso	Formato
	Política de Gestión del Riesgo	Política
	Mapa de Procesos	Mapa de Procesos
	Organigrama	Organigrama

Administración y Finanzas	Caracterización Macroproceso de Administración y Finanzas	Caracterización
	Procedimiento de Adquisición de Bienes y Servicios	Procedimiento
	Procedimiento de Elaboración de Especificaciones de Bienes y Servicios	Procedimiento
	Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores	Procedimiento
	Procedimiento de Reevaluación de Proveedores	Procedimiento
	Formato de Solicitud de Disponibilidad Presupuestal	Formato
	Formato de Solicitud de Contratación	Formato
	Formato de Acta de Inicio de Contrato	Formato
	Formato de Acuerdo de Nivel de Servicio para Proveedores (SLA)	Formato
	Formato de Solicitud de Tramite Contractual	Formato
	Formato de Acta de Suspensión de Contrato	Formato
	Formato de Acta de Liquidación de Contrato	Formato
	Formato de Inscripción de Proveedores	Formato
	Formato de Evaluación de Proveedores	Formato
	Formato de Declaración Jurada de Datos del Postor	Formato
	Formato Declaración Jurada de Cumplimiento de los TdR del Servicio	Formato
	Formato Declaración Jurada sobre Plazos de Entrega	Formato
	Formato de Homologación de Proveedores	Formato
	Términos de Referencia - Auditor	Términos de Referencia
	Términos de Referencia - Tecnologías de la Información	Términos de Referencia

Tecnologías de Información	Caracterización Macroproceso de Tecnologías de Información	Caracterización
	Procedimiento de Actualización de Contenido en Pagina Web	Procedimiento
	Procedimiento de Asignación de Cuentas de Usuario	Procedimiento
	Procedimiento de Cumplimiento de la Ley N° 29733 - Ley de Protección de Datos Personales	Procedimiento
	Procedimiento de Generación de Copias de Respaldo	Procedimiento
	Procedimiento de Gestión Operativa de los Sistemas de Información	Procedimiento
	Formato de Programa Anual de Actualización de Página Web	Formato
	Formato de Requerimientos Mínimos de HW Y SW de acceso al Aula Virtual	Formato
	Formato de Acta de Aprobación de Capacitación ERP y CRM	Formato
	Formato de Matriz de Capacitación ERP y CRM	Formato
	Formato de Acta de Capacitación ERP y CRM	Formato
	Formato de Solicitud de Requerimientos de Software	Formato
	Formato de Solicitud de Instalación de Software	Formato
	Matriz de Registro de Incidencias de Sistemas de Información	Matriz
	Matriz de Verificación de Actualización de la Pagina Web	Matriz
	Matriz de Registro de Backup	Matriz
	Matriz de Registro Semanal de Actualización de la Pagina Web	Matriz
	Política de Uso y Tratamiento de Datos Personales	Política
	Manual de Usuario CRM Marketing	Manual

Recursos Humanos	Procedimiento de Reclutamiento, Selección y Contratación de Personal	Procedimiento
	Procedimiento de Capacitación por Competencias	Procedimiento
	Procedimiento de Charlas de Sensibilización	Procedimiento
	Procedimiento de Evaluación de Perfiles Laborales de Colaboradores	Procedimiento
	Formato de Registro de Personal y Cargos por Proceso	Formato
	Formato de Matriz de Roles, Responsabilidades y Autoridades	Formato
	Formato de Ficha de Datos Personales	Formato
	Formato de Perfiles de Puestos Laborales	Formato
	Formato de Evaluación de Perfiles Laborales	Formato
	Formato de Solicitud de Capacitación y Sensibilización	Formato
	Formato de Matriz del Programa de Capacitación por Competencias	Formato
	Formato de Acta de Capacitaciones	Formato
	Formato de Cumplimiento de Efectividad de Capacitaciones	Formato
	Formato de Matriz del Programa de Charlas de Sensibilización	Formato
	Formato de Acta de Sensibilización	Formato
	Formato de Datos Personales de Docentes	Formato
	Formato de Evaluación de Docentes por Competencias	Formato
	Plan de Capacitación Organizacional Interno	Plan
	Plan de Implementación de Charlas de Sensibilización	Plan
	Directrices para Asistencia de Reloj Biométrico (DRA)	Reglamento

Nota. Esta tabla muestra el registro de la documentación que se realizaron durante el proceso de la implementación del sistema de gestión de activos.

- **Requisito 8.1 Planificación y control operacional**

La organización mantiene caracterizaciones y procedimientos para todos sus procesos, se presenta el procedimiento de mantenimiento de equipos de cómputo.

Procedimiento de Mantenimiento Preventivo

1. Objetivo

Establecer las actividades para la elaboración de un plan de mantenimiento del equipo

2. Alcance

Todos los equipos prensa doble tornillo de la empresa

3. Responsables

Superintendente de Mantenimiento: Es el responsable de revisar y validar el plan de mantenimiento.

Jefe de Mantenimiento: Es el responsable de elaborar el plan de mantenimiento y brindar conformidad de su ejecución.

Planificador de Mantenimiento: Es el responsable de elaborar y programar el plan de mantenimiento, y generar en el SAP lo siguiente: ingresar el Plan de Mantenimiento, generar la Orden de Trabajo, actualizar el avance, dar conformidad y cerrar de la orden de trabajo.

Supervisor de mantenimiento: Es el responsable de Elaborar el plan de mantenimiento, coordinar su ejecución y supervisar su avance.

4. Definiciones

Prensa doble tornillo: Prensa doble tornillo Marca MYRENS, Modelo BP652. Equipo utilizado en la industria pesquera, y tiene como objetivo la eliminación de líquidos de la MP cocida. Utilizando medios mecánicos, los cuales son más eficientes y económico en comparación con el uso del sistema térmico.

La MP cocida ingresa al equipo con un 70% de humedad, luego de ser procesada se tienen 2 productos, líquidos con alto contenido de grasa y MP cocida con un 44% de humedad.

SAP: Es un sistema de información que permite gestionar las diferentes acciones de una empresa.

SAP Módulo PM: Modulo del sistema SAP enfocado al área de mantenimiento.

Orden de trabajo (OT): Es un documento utilizado para controlar las actividades de mantenimiento, los cuales ayudan a generar data histórica de los equipos.

5. Desarrollo del Procedimiento

N°	Responsable	Descripción de Actividad
1	Jefe de Mantenimiento, Planificador de Mantenimiento y Supervisor de Mantenimiento	Elaborar el Plan de Mantenimiento preventivo de la Prensa doble tornillo MYRENS BP 652.
2	Superintendente de Mantenimiento	Revisar y aprobar Plan de Mantenimiento. En caso de existir observaciones informa a jefe de Mantenimiento (se vuelve al punto 1)
3	Planificador de Mantenimiento	Ingresar El Plan de Mantenimiento al sistema SAP – Módulo PM.
4	Planificador de Mantenimiento	Programar en SAP las actividades de acuerdo con las frecuencias establecidas en el plan de mantenimiento, generando la Orden de Trabajo (OT).
5	Supervisor de Mantenimiento	Coordinar la ejecución del plan de mantenimiento.
6	Personal técnico o personal tercero	Ejecutar las actividades de mantenimiento contempladas en la programación.
7	Supervisor de Mantenimiento	Supervisar el avance de la ejecución de las actividades de mantenimiento.
8	Jefe de Mantenimiento	Brindar la conformidad en campo al finalizar la ejecución del mantenimiento e indica al planificador de mantenimiento actualice el status de conformidad de servicio en SAP, actualice status y cierre la Orden de Trabajo
9	Planificador de Mantenimiento	Actualizar el status de la Orden de Trabajo (OT), genera conformidades para servicios terceros y realiza el cierre de la Orden de Trabajo. FIN

Adicionalmente, para este requisito se realiza el Programa de Mantenimiento Preventivo.

Programa de mantenimiento preventivo

En base al análisis de falla realizado, así como la descomposición de las maquinarias se realizó un programa de mantenimiento preventivo con el objetivo de mejorar la disponibilidad de las maquinarias y esto contribuya al aumento del rendimiento de las maquinarias.

Tabla 56

Programa de mantenimiento preventivo

Programa de mantenimiento preventivo programado - Excavadoras de orugas CAT 330																	
Proceso	IDMaquinaria	Horómetro (Hrs)	Sistema	Componente	Descripción de la actividad	Frecuencia	Responsable	HH	Repuesto	Combustible	Herramientas y equipo	Horometro programado (Hrs)					
Afirmado	SGA-REA-MC-EO-01	2400	Sistema hidráulico	Bomba hidráulico	Inspección y lubricación de la bomba hidráulica	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Acete hidráulico Líquido limpiador/degreaser Trapos o paños Recipientes o bandejas de drenaje	Juego de llaves y herramientas manuales Equipo de inspección Bombas o dispositivos de llenado	2500	2600	2700	2800	2900	3000
			Sistema de refrigeración	Mangueras de Refrigerante	Inspección y limpieza de las mangueras	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Solución limpiadora Trapos o paños Refrigerante	Juego de llaves y herramientas manuales Linternas o lámparas de inspección Recipiente de drenaje Máquina de limpieza de circuitos de refrigeración Pistola de aire	2600	2800	3000	3200	3400	3600
Afirmado	SGA-REA-MC-EO-02	2560	Sistema hidráulico	Cilindros Hidráulicos	Inspección de sellos de los Cilindros Hidráulicos	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	-	Acete hidráulico Trapos o paños Líquido limpiador o desengrasante	Juego de llaves y herramientas manuales Extractor de sellos Herramientas de inserción de sellos Pistola de aire comprimido y compresor Bandeja o recipiente de drenaje Gafas de seguridad, guantes y otros EPP	2710	2860	3010	3160	3310	3460
			Sistema de Combustible	Bomba de Combustible	Cambiodel filtro del sistema de combustible	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	Filtro de combustible	Trapos o paños Líquido limpiador o desengrasante	Juego de llaves y herramientas manuales Recipiente de drenaje Gafas de seguridad y guantes Llave para filtro de aceite/combustible	2760	2960	3160	3360	3560	3760
			Sistema de refrigeración	Radiador	Inspección visual del radiador, reparación o reemplazo si es necesario	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Anticongelante/refrigerante Trapos o paños Líquido limpiador o desengrasante Sellador de radiadores	Juego de llaves y herramientas manuales Recipiente de drenaje Equipos de pruebas de presión Gafas de seguridad, guantes y otros EPP Sopladora o aire comprimido	2660	2760	2860	2960	3060	3160
Afirmado	SGA-REA-MC-EO-03	2854	Sistema Eléctrico	Alternador	Inspección del alternador	100	Técnico Electromecánico Ayudante Mecánico	3	-	Trapos o paños Líquido limpiador eléctrico	Juego de llaves y herramientas manuales Multímetro Probador de baterías y alternadores Gafas de seguridad y guantes de electricidad Alicates y destornilladores	2954	3054	3154	3254	3354	3454
			Motor	Pistones	Inspección de los pistones	300	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	10	-	Acete de motor Trapos o paños Líquido limpiador para partes de motor	Juego de llaves y herramientas manuales Compresómetro Extractor de pistones Herramientas de inspección Gafas de seguridad y guantes Grúa o elevador de motor	3154	3454	3754	4054	4354	4654

Afirmado	SGA-REA-MC-EO-04	2741	Sistema de refrigeración	Ventilador de Refrigeración	Inspección visual del ventilador de refrigeración, cambio de las aspas	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	Aspa(s) del ventilador Embrague del ventilador	Trapos o paños Líquido limpiador	Linterna o lámpara de inspección Juego de herramientas manuales Gafas de seguridad Guantes de trabajo	2841	2941	3041	3141	3241	3341	
			Sistema de Combustible	Líneas de Combustible	Inspección visual y pruebas de presión de la Línea de Combustible, cambio de mangueras	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	Mangueras o tubos de combustible Conectores y abrazaderas Filtros de combustible	Trapos o paños: Líquido limpiador para partes de motor Lubricante o sellador de roscas	Linterna o lámpara de inspección: Juego de herramientas manuales: Gafas de seguridad Guantes de trabajo Manómetro de presión	2841	2941	3041	3141	3241	3341	
			Motor	Sistema de Escape	Inspección y limpieza del sistema de escape	300	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Trapos o paños: Líquido limpiador para sistemas de escape Protectores térmicos o cintas reflectantes de calor	Linterna o lámpara de inspección Juego de herramientas manuales Gafas de seguridad Guantes de trabajo Escalera o plataforma de acceso Cepillo metálico	3041	3341	3641	3941	4241	4541	
Afirmado	SGA-REA-MC-EO-05	2189	Sistema hidráulico	Válvulas de Control Hidráulico	Inspección y prueba de válvulas, reemplazo si es necesario, cambio de sellos y O-rings	300	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	Juegos de sellos y O-rings para válvulas Válvulas de control hidráulico	Aceite hidráulico Trapos o paños limpios Limpiador para componentes hidráulicos	Juego de herramientas manuales Gafas de seguridad Guantes de trabajo Manómetro de presión hidráulica Equipo de bloqueo y etiquetado	2489	2789	3089	3389	3689	3989	
			Sistema de refrigeración	Termostato	Inspección visual del termostato, reemplazo si es necesario	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Anticongelante/Refrigerante Trapos o paños limpios	Juego de herramientas manuales Gafas de seguridad Guantes de trabajo Bandeja de drenaje Termómetro	2289	2389	2489	2589	2689	2789	
Programa de mantenimiento preventivo programado - Cargador frontal CAT 950L																		
Afirmado	SGA-REA-MC-CF-01	1800	Sistema de Combustible	Inyectores de Combustible	Inspección y calibración de los inyectores	250	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Limpiador para inyectores. Lubricantes o antioxidados para los componentes y tornillos.	Kit de Pruebas para Inyectores Diésel Equipo de Calibración para Inyectores Diésel Conjunto de Herramientas Manuales Equipo de Protección Personal (EPP) Máquina de Ultrasonido para Limpieza de Inyectores	2050	2300	2550	2800	3050	3300	
			Sistema de refrigeración	Bomba de Agua	Inspección de la bomba de agua	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	-	Líquido refrigerante (en caso de tener que drenar el sistema para acceder a la bomba). Lubricantes o antioxidados para los tornillos y tuercas. Trapo o paños de limpieza.	Conjunto de Herramientas Manuales Recipiente para Drenar el Líquido Refrigerante Equipo de Protección Personal (EPP) Lámpara de inspección o linterna Kit de Prueba de Presión del Sistema de Enfriamiento	1950	2100	2250	2400	2550	2700	
Afirmado	SGA-REA-MC-CF-02	1460	Sistema Eléctrico	Batería	Verificación de carga de la batería	50	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Solución limpiadora de baterías o bicarbonato de sodio Grasa dieléctrica o protector de terminales de batería	Multímetro o Voltímetro Probador de Carga de Batería Juego de Llaves y Destornilladores Cepillo de Terminales de Batería Equipo de Protección Personal (EPP)	1510	1560	1610	1660	1710	1760	
			Motor	Válvulas de Admisión y Escape	Inspección y ajuste de las Válvulas de Admisión y Escape	230	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Limpiador de sistemas de escape Lubricantes o antioxidados para los tornillos y tuercas. Toallas o trapos de taller.	Conjunto de Herramientas Manuales Equipo de Elevación Máquina de Inspección por Cámara Equipo de Protección Personal (EPP) Soplete o Lámpara de Calor	1690	1920	2150	2380	2610	2840	
			Sistema electrónico	Sensores de la máquina.	Calibración y limpieza de sensores	75	Técnico Electromecánico Ayudante Mecánico	5	-	Limpiador electrónico o spray limpiador de contactos Paños limpios y sin pelusa Aire comprimido	Equipo de Calibración Multímetro Kit de Herramientas Básicas Equipo de Protección Personal (EPP) Lámpara de inspección o linterna	1535	1610	1685	1760	1835	1910	

Afirmado	SGA-REA-MC-CF-03	1300	Motor	Sistema de Lubricación	Cambio de aceite y filtro	200	Técnico Mecánico	3	Filtro de aceite compatible con el CAT 950L. Aceite de motor recomendado para el CAT 950L.	Paños o trapos limpios. Envases o recipientes para recolectar el aceite usado. Materiales absorbentes para cualquier derrame accidental.	Llave de Filtro de Aceite Juego de Llaves y Destornilladores Embudo Recipiente de Drenaje Gato o Elevador Equipo de Protección Personal (EPP)	1500	1700	1900	2100	2300	2500
			Motor	Pistones	Inspección del sistema de refrigeración	100	Técnico Mecánico	3	-	Líquido refrigerante/anticongelante compatible con el CAT 950L. Agua destilada (si es necesario para mezclar con el refrigerante). Paños limpios.	Medidor de Presión del Radiador Termómetro Herramientas Básicas Lámpara de Inspección o linterna Recipiente de Drenaje Equipo de Protección Personal (EPP)	1400	1500	1600	1700	1800	1900
			Sistema hidráulico	Depósito de Fluido Hidráulico	Cambio de fluido y limpieza del depósito	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	5	Sellos o juntas para el depósito Filtros hidráulicos	Fluido hidráulico compatible con el CAT 950L (consultar el manual para conocer la cantidad y especificaciones). Paños limpios y sin pelusa.	Equipo de Drenaje Herramientas Básicas Lámpara de Inspección o linterna Equipo de Protección Personal (EPP) Equipos de Bombeo Cepillos y Herramientas de Limpieza Recipientes	1500	1700	1900	2100	2300	2500
Afirmado	SGA-REA-MC-CF-04	1570	Sistema hidráulico	Cilindros Hidráulicos	Lubricación y revisión del vástago	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Grasa o lubricante compatible con el CAT 950L. Paños limpios y sin pelusa. Limpiador o desengrasante	Pistola Engrasadora Herramientas Básicas Lámpara de Inspección o linterna Equipo de Protección Personal (EPP)	1720	1870	2020	2170	2320	2470
			Sistema de Combustible	Filtro de Combustible	Reemplazo del filtro de combustible	200	Técnico Mecánico	2	Filtro de combustible nuevo, compatible con el CAT 950L.	Paños limpios. Contenedores o bandejas Guantes desechables	Llave para Filtros Herramientas Básicas Equipo de Protección Personal (EPP): Lámpara de Inspección o linterna Recipientes	1770	1970	2170	2370	2570	2770
Afirmado	SGA-REA-MC-CF-05	1250	Sistema de refrigeración	Mangueras de Refrigerante	Inspección y limpieza de la manguera de refrigerante	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	Manguera de refrigerante nueva Abrazaderas o sujetadores	Solución de limpieza Paños limpios y sin pelusa. Agua destilada Contenedores o bandejas	Juego de Herramientas Básicas Lámpara de Inspección o linterna Equipo de Protección Personal (EPP) Recipientes	1450	1650	1850	2050	2250	2450
			Sistema Eléctrico	Motor de Arranque	Inspección del motor de arranque	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	-	Paños limpios y sin pelusa. Solvente o limpiador eléctrico para eliminar grasa o suciedad. Grasa dieléctrica	Juego de Herramientas Básicas Multímetro Lámpara de Inspección o linterna Equipo de Protección Personal (EPP) Extractor de Engranajes	1450	1650	1850	2050	2250	2450
Programa de mantenimiento preventivo programado - Tractor oruga CAT D6T																	
Afirmado	SGA-REA-MC-TO-01	3200	Sistema hidráulico	Cilindros Hidráulicos	Inspección de sellos de los Cilindros Hidráulicos	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	Kits de sellos para cilindros hidráulicos	Aceite o fluido hidráulico Paños limpios y sin pelusa. Líquido limpiador o desengrasante	Juego de Herramientas Básicas Lámpara de Inspección o linterna Equipo de Protección Personal (EPP) Extractores de Sellos Bandejas o contenedores	3350	3500	3650	3800	3950	4100
			Sistema de Combustible	Líneas de Combustible	Limpieza y/o reemplazo	400	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	5	Conexiones Abrazaderas Acopladores	Solvente o limpiador de líneas de combustible Paños limpios y sin pelusa. Recipientes para drenar el combustible	Juego de Herramientas Básicas Equipo de Protección Personal (EPP) Bandejas o contenedores Máquina de purgado de líneas	3600	4000	4400	4800	5200	5600
Afirmado	SGA-REA-MC-TO-02	3100	Sistema de refrigeración	Radiador	Limpieza y revisión del radiador	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Solución limpiadora de radiadores. Agua destilada Anticongelante/refrigerante	Juego de Herramientas Básicas Equipo de Protección Personal (EPP) Sopladora de aire Manguera con agua Bandejas o contenedores Termómetro	3200	3300	3400	3500	3600	3700
			Motor	Sistema de Lubricación	Verificación de presión del Sistema de Lubricación	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Aceite de motor	Manómetro de Presión de Aceite Equipo de Protección Personal (EPP) Juego de Herramientas Básicas Lámpara de Inspección Detector de Fugas	3200	3300	3400	3500	3600	3700
			Sistema electrónico	Sistema de control electrónico.	Revisión de montajes y conexiones; prueba de carga eléctrica del sistema electrónico	150	Técnico Electromecánico Ayudante Mecánico	4	Fusibles o relés Cables o arneses Conectores	Limpiador de contactos eléctricos. Cintas aislantes y bridas	Equipo de Protección Personal (EPP) Multímetro Digital Probador de Carga de Baterías Juego de Herramientas Básicas Lámpara de Inspección Equipo para pruebas de diagnóstico electrónico	3250	3400	3550	3700	3850	4000

Programa de mantenimiento preventivo programado - Camión Volquete FMX 6X4 R																	
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-01	2430	Sistema hidráulico	Depósito de Fluido Hidráulico	Cambio de fluido y limpieza del depósito de Fluido Hidráulico	230	Técnico Mecánico	5	-	Fluido hidráulico adecuado para el CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R Desengrasantes para sistemas hidráulicos. Trapos o paños limpios.	Equipo de Protección Personal (EPP) Conjunto de llaves y destornilladores Recipiente de Drenaje Embudo Bombas o extractores de fluido Cepillos y herramientas de limpieza	2660	2890	3120	3350	3580	3810
			Sistema de Combustible	Tanque de Combustible	Drenaje y limpieza del Tanque de Combustible	200	Técnico Mecánico	4	Juntas o sellos del tanque Filtro de combustible	Productos de limpieza Combustible nuevo Paños y trapos limpios.	Equipo de Protección Personal (EPP) Juego de llaves y destornilladores Recipiente de Drenaje Bombas o extractores de combustible Cepillos y herramientas de limpieza	2630	2830	3030	3230	3430	3630
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-02	2520	Sistema de refrigeración	Mangueras de Refrigerante	Inspección visual de las Mangueras de Refrigerante	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Paños limpios para limpiar las mangueras	Equipo de Protección Personal (EPP) Linterna o lámpara de inspección Juego de destornilladores o llaves	2620	2720	2820	2920	3020	3120
			Motor	Válvulas de Admisión y Escape	Inspección y ajuste de las Válvulas de Admisión y Escape	250	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	Juegos de juntas para la tapa de válvulas	Grasa lubricante Limpiador de partes del motor Toallas/paños industriales Sellador de juntas	Equipo de Protección Personal (EPP) Calibrador de galgas o galga feeler Llave de torque Juego de llaves y destornilladores Linterna o lámpara de inspección Compresor de muelles de válvulas Gatos o soportes de motor	2770	3020	3270	3520	3770	4020
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-03	2340	Sistema Eléctrico	Alternador	Reemplazo del alternador	400	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	Alternador	Grasa dieléctrica Limpiador de contactos eléctricos Toallas/paños industriales Cintas aislantes	Equipo de Protección Personal (EPP) Multímetro Llaves de diferentes tamaños y destornilladores Llave de torque Linterna o lámpara de inspección	2740	3140	3540	3940	4340	4740
			Sistema electrónico	Cableado eléctrico y conectores.	Inspección visual y prueba de resistencia de cables y conectores	75	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	Cables de diferentes calibres y longitudes. Conectores y terminales eléctricas.	Limpiador de contactos eléctricos. Cintas aislantes. Toallas/paños industriales. Grasa dieléctrica. Bridas o abrazaderas de plástico.	Multímetro. Pinzas o alicates. Linterna o lámpara de inspección. Juego de destornilladores. Cortador de cables.	2415	2490	2565	2640	2715	2790
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-04	2430	Sistema hidráulico	Cilindros Hidráulicos	Reemplazo de sellos y juntas de los Cilindros Hidráulicos	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	9	Sellos para cilindros hidráulicos. Juntas hidráulicas.	Acete hidráulico. Limpiador para piezas y componentes hidráulicos. Grasa lubricante.	Set de herramientas para cilindros hidráulicos. Gato hidráulico. Llaves ajustables. Pinzas o alicates de anillo de retención.	2580	2730	2880	3030	3180	3330
			Sistema de Combustible	Inyectores de Combustible	Inspección y calibración de los Inyectores de Combustible	400	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	5	-	Limpiador especializado para inyectores. Lubricante para inyectores.	Equipo de prueba y calibración para inyectores. Juego de llaves y destornilladores adecuados.	2830	3230	3630	4030	4430	4830
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-05	2700	Motor	Cigüeñal	Inspección del Cigüeñal	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	12	Retenes del cigüeñal. Cojinetes de bancada. Cojinetes de biela.	Lubricante para montaje. Líquido limpiador de componentes del motor. Pasta para pruebas de contacto en superficies.	Juego de llaves y dados. Grúa o polipasto para extraer partes pesadas. Micrómetro. Reloj comparador con base magnética. Cepillo de alambre. Extractor de retenes.	2900	3100	3300	3500	3700	3900
			Sistema de refrigeración	Radiador	Limpieza y revisión del radiador	100	Técnico Mecánico	5	-	Solución limpiadora de radiadores. Agua destilada. Anticongelante/refrigerante específico para camiones Volvo FMX.	Manguera con agua a presión. Kit de prueba de presión para radiadores.	2800	2900	3000	3100	3200	3300
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-06	1800	Sistema Eléctrico	Batería	Verificación de carga de la batería	50	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Solución limpiadora para bornes de batería Grasa dieléctrica o protector de bornes.	Multímetro o voltímetro. Tester o probador de baterías.	1850	1900	1950	2000	2050	2100
			Sistema Eléctrico	Motor de Arranque	Inspección del Motor de Arranque	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	-	Spray limpiador para contactos eléctricos. Grasa dieléctrica.	Multímetro digital. Juego de llaves y destornilladores.	1950	2100	2250	2400	2550	2700

Afirmado	SGA-REA-MC-CV-07	1440	Sistema Eléctrico	Luces y Señales	Inspección visual y de continuidad de las Luces y Señales	100	Técnico Electromecánico Ayudante Mecánico	3	Bombillas/focos. Fusibles. Relevadores o relés.	Limpia contactos eléctricos. Cinta aislante. Grasa dieléctrica.	Multímetro digital. Kit básico de herramientas (destornilladores, alicates, llaves). Probador de luces. Linterna o lámpara de inspección.	1540	1640	1740	1840	1940	2040		
			Sistema de refrigeración	Termostato	Inspección y prueba del Termostato	140	Técnico Mecánico	2	-	Refrigerante (del tipo adecuado para el camión). Junta o sellador para el alojamiento del termostato.	Kit básico de herramientas (llaves, destornilladores, alicates). Recipiente para drenar el refrigerante. Termómetro (para probar el termostato fuera del vehículo).	1580	1720	1860	2000	2140	2280		
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-08	1350	Motor	Sistema de Lubricación	Verificación de presión del Sistema de Lubricación	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	5	-	Aceite motor (del tipo específico recomendado para el CAMIÓN VOLQUETE FMX GX4 R).	Manómetro de presión de aceite. Kit básico de herramientas (llaves, destornilladores, alicates). Recipiente para drenar aceite (en caso de ser necesario). Lámpara o linterna para inspección visual.	1450	1550	1650	1750	1850	1950		
			Sistema de Combustible	Filtro de Combustible	Reemplazo del Filtro de Combustible	250	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	1	Filtro de combustible para CAMIÓN VOLQUETE FMX GX4 R.	Toallas absorbentes o paños Recipiente o bandeja para recoger el combustible	Kit básico de herramientas (juego de llaves, destornilladores). Llave para filtro de combustible o correa de filtro. Lámpara o linterna para inspección visual.	1600	1850	2100	2350	2600	2850		
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-09	1980	Sistema Eléctrico	Motor de Arranque	Inspección del Motor de Arranque	150	Técnico Mecánico	3	-	Lubricante dieléctrico Spray limpiador de contactos eléctricos	Multímetro Juego básico de herramientas Linterna o lámpara de inspección Banco de pruebas para motores de arranque	2130	2280	2430	2580	2730	2880		
			Sistema hidráulico	Válvulas de Control Hidráulico	Limpieza y revisión de la válvula de Control Hidráulico	75	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	-	Fluido hidráulico Limpiador de sistemas hidráulicos Paños o trapos limpios Lubricante dieléctrico	Juego de llaves de boca y estrella Destornilladores Alicates o pinzas Manómetro	2055	2130	2205	2280	2355	2430		
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-10	1530	Sistema electrónico	Sistema de control electrónico.	Revisión de montajes y conexiones; prueba de carga eléctrica del Sistema de control electrónico.	100	Técnico Electromecánico Ayudante Mecánico	5	-	Limpiador de contactos eléctricos Cintas aislantes Bridas o amarras de plástico	Multímetro digital Probador de carga Juego de destornilladores Alicates de punta y corte Linterna o lámpara de inspección	1630	1730	1830	1930	2030	2130		
			Sistema de refrigeración	Mangueras de Refrigerante	Inspección y limpieza Mangueras de Refrigerante	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Solución limpiadora para sistemas de refrigeración Refrigerante Lubricante a base de silicona	Juego de destornilladores Alicates de punta y corte Bandeja de drenaje Linterna o lámpara de inspección Brocha o cepillo pequeño Embudo y manguera fina	1680	1830	1980	2130	2280	2430		
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-11	1350	Motor	Válvulas de Admisión y Escape	Inspección y ajuste de las Válvulas de Admisión y Escape	250	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	5	-	Limpiador de componentes de motor Grasa lubricante	Juego de llaves de boca fija y estrella Galga de espesores Linterna o lámpara de inspección Juego de destornilladores Llave dinamométrica	1600	1850	2100	2350	2600	2850		
			Sistema hidráulico	Cilindros Hidráulicos	Lubricación y revisión del vástago de los Cilindros Hidráulicos	120	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	5	Retenes para el vástago del cilindro	Aceite o grasa hidráulica Limpiador de componentes hidráulicos	Juego de llaves de boca fija y estrella Linterna o lámpara de inspección Paños limpios o trapos Pistola engrasadora Juego de destornilladores	1470	1590	1710	1830	1950	2070		
Afirmado	SGA-REA-MC-CV-12	1450	Sistema Eléctrico	Fusibles y Relés	Inspección y prueba de los Fusibles y Relés	150	Técnico Electromecánico Ayudante Mecánico	2	-	Limpiador eléctrico Spray dieléctrico	Multímetro o probador de continuidad Pinzas o extractor de fusibles Linterna o lámpara de inspección Juego de destornilladores	1600	1750	1900	2050	2200	2350		
			Motor	Sistema de Escape	Inspección del Sistema de Escape	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Spray penetrante Pasta selladora de escape	Elevador o gatos hidráulicos Llave de torque Juego completo de llaves y destornilladores. Lámpara de inspección o linterna Detector de fugas de escape Guantes resistentes al calor	1650	1850	2050	2250	2450	2650		
Programa de mantenimiento preventivo programado - Cama baja FMXGX4 R																			
Afirmado	SGA-REA-MC-CB-01	900	Sistema de Combustible	Inyectores de Combustible	Inspección y calibración de los Inyectores de Combustible	400	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	5	-	Limpiador de inyectores Lubricante diésel Toallas absorbentes	Herramienta de extracción de inyectores Máquina de prueba y calibración de inyectores Juego completo de llaves y destornilladores Llave de torque Manómetro Recipiente para recoger el combustible	1300	1700	2100	2500	2900	3300		
			Sistema de refrigeración	Radiador	Limpieza y revisión del radiador	40	Técnico Mecánico	3	-	Solución limpiadora específica para radiadores de combustible Toallas absorbentes Agua destilada	Herramientas básicas de mano Equipo de soplado o compresor de aire Recipientes Linterna o lámpara de inspección Herramienta de medición de flujo	940	980	1020	1060	1100	1140		

Programa de mantenimiento preventivo programado - Cisterna de agua P380																	
Afirmado	SGA-REA-MC-CA-01	1710	Sistema de Combustible	Bomba de Combustible	Limpieza y revisión del filtro de la Bomba de Combustible	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Solución limpiadora específica para filtros de combustible. Toallas o trapos absorbentes.	Juego de llaves Recipiente adecuado para drenar combustible. Linterna o lámpara de inspección	1860	2010	2160	2310	2460	2610
			Sistema de refrigeración	Radiador	Inspección visual del radiador	50	Técnico Mecánico	1	-	Agua destilada o desmineralizada Líquido refrigerante	Linterna o lámpara de inspección. Espejo de inspección	1760	1810	1860	1910	1960	2010
Afirmado	SGA-REA-MC-CA-02	1530	Sistema Eléctrico	Batería	Verificación de carga de la batería	50	Técnico Mecánico	1	-	Agua destilada	Voltímetro o multímetro digital. Hidrómetro Equipo de carga para baterías	1580	1630	1680	1730	1780	1830
			Motor	Pistones	Inspección visual de los pistones	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	5	-	Lubricante de motor o aceite específico Limpiador de partes del motor o desengrasante.	Juego de llaves y herramientas de mano (destornilladores, alicates, etc.). Compresómetro Linterna o lámpara de inspección. Equipo de elevación o gato	1680	1830	1980	2130	2280	2430
Afirmado	SGA-REA-MC-CA-03	1350	Sistema electrónico	Cableado eléctrico y conectores.	Inspección visual y prueba de resistencia de cables y conectores	75	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	Cables de repuesto Conectores y terminales eléctricas.	Spray limpiador de contactos eléctricos. Cintas aislantes.	Multímetro o tester (para medir resistencia y continuidad). Juego de destornilladores. Pinzas o alicates de corte y crimpado. Linterna o lámpara de inspección.	1425	1500	1575	1650	1725	1800
			Sistema Eléctrico	Motor de Arranque	Inspección del motor de arranque	120	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Spray limpiador de contactos eléctricos. Grasa dieléctrica.	Multímetro o tester. Juego de llaves y destornilladores. Pinza o alicate. Linterna o lámpara de inspección	1470	1590	1710	1830	1950	2070
Afirmado	SGA-REA-MC-CA-04	1800	Motor	Sistema de Lubricación	Cambio de aceite y filtro del sistema de lubricación	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	Filtro de aceite para CISTERNA DE AGUA P380.	Aceite de motor adecuado Trapo o paño limpio.	Llave para filtro de aceite o cinturón de filtro. Recipiente o bandeja de drenaje con suficiente capacidad. Embudo. Juego de llaves o herramientas básicas.	1950	2100	2250	2400	2550	2700
			Sistema de Combustible	Filtro de Combustible	Reemplazo del Filtro de Combustible	175	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	1.5	Filtro de combustible para CISTERNA DE AGUA P380.	Trapo o paño limpio. Contenedor adecuado para el combustible residual	Llaves o herramientas específicas para remover y ajustar el filtro Bandeja de drenaje o recipiente.	1975	2150	2325	2500	2675	2850
Afirmado	SGA-REA-MC-CA-05	1760	Sistema Eléctrico	Motor de Arranque	Inspección del motor de arranque	120	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Limpiador de contactos eléctricos.	Multímetro o tester para medir resistencia y voltaje. Juego de llaves y destornilladores. Linterna o lámpara de inspección.	1880	2000	2120	2240	2360	2480
			Sistema de refrigeración	Bomba de Agua	Inspección visual del de la bomba de agua	50	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	1	-	Paños de limpieza o trapos.	Linterna o lámpara de inspección. Espejo de inspección	1810	1860	1910	1960	2010	2060
Programa de mantenimiento preventivo programado - Retroexcavadoras CAT 420F5																	
Afirmado	SGA-REA-MC-RE-01	3100	Sistema hidráulico	Cilindros Hidráulicos	Inspección de sellos de los Cilindros Hidráulicos	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	-	Aceite hidráulico Trapos o paños Líquido limpiador o desengrasante	Juego de llaves y herramientas manuales Extractor de sellos Herramientas de inserción de sellos Pistola de aire comprimido y compresor Bandeja o recipiente de drenaje Gafas de seguridad, guantes y otros EPP	3250	3400	3550	3700	3850	4000
			Motor	Sistema de Lubricación	Cambio de aceite y filtro	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	Filtro de aceite Aceite de motor	Trapos o paños limpios Recipientes para recolección de aceite usado Absorbentes	Llave de filtro de aceite Juego de llaves y cubos Embudo Gafas de seguridad y guantes Gato hidráulico y soportes Lámpara de inspección	3300	3500	3700	3900	4100	4300
Afirmado	SGA-REA-MC-RE-02	2610	Sistema Eléctrico	Alternador	Inspección del alternador	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	6	-	Trapos o paños Líquido limpiador eléctrico	Juego de llaves y herramientas manuales Multímetro Probador de baterías y alternadores Gafas de seguridad y guantes de electricista Alicates y destornilladores	2710	2810	2910	3010	3110	3210
			Sistema de Combustible	Líneas de Combustible	Reemplazo de línea dañada	300	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	Línea de Combustible Conectores y abrazaderas	Trapos o paños limpios Recipientes para drenar el combustible Selador de roscas	Juego de llaves Alicates Gafas de seguridad y guantes resistentes al combustible Linterna o lámpara de inspección Bandeja de drenaje Juego de destornilladores	2910	3210	3510	3810	4110	4410

Afirmado	SGA-REA-MC-RE-03	3190	Sistema Eléctrico	Motor de Arranque	Inspección del motor de arranque	200	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	4	-	Spray limpiador eléctrico Trapos o paños limpios Grasa dieléctrica	Juego de herramientas básicas Multímetro Gafas de seguridad y guantes Lámpara de inspección	3390	3590	3790	3990	4190	4390
			Motor	Pistones	Inspección de los pistones	230	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2,5	-	Lubricante de motor Limpiador de partes de motor Líquido refrigerante	Equipo de protección individual (EPI) Juego de llaves de tubo y combinadas Herramienta de compresión de anillos Calibrador Lámpara de inspección Bandeja de drenaje	3420	3650	3880	4110	4340	4570
Afirmado	SGA-REA-MC-RE-04	3200	Sistema Eléctrico	Luces y Señales	Inspección visual	150	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	2	-	Limpiacantactos eléctrico	Multímetro Juego de destornilladores Pinzas o alicates Lámpara de inspección o linterna Gafas de seguridad	3350	3500	3650	3800	3950	4100
			Sistema de refrigeración	Mangueras de Refrigerante	Inspección y limpieza de mangueras de refrigerante	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Solución limpiadora para sistemas de refrigeración. Refrigerante (anticongelante)	Juego de llaves Cubeta o recipiente Cepillo de cerdas suaves Bombas o equipo de soplado Linterna o lámpara de inspección Gafas de seguridad y guantes	3400	3600	3800	4000	4200	4400
Afirmado	SGA-REA-MC-RE-05	2560	Sistema Eléctrico	Fusibles y Relés	Inspección de fusibles y relés	100	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	2	-	Limpiador de contactos eléctricos. Grasa dieléctrica.	Multímetro Pinzas de punta fina Juego de destornilladores Lámpara de inspección o linterna	2660	2760	2860	2960	3060	3160
			Sistema de Combustible	Bomba de Combustible	Cambiodel filtro del sistema de combustible	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	Filtro de combustible	Trapos o paños Líquido limpiador o desengrasante	Juego de llaves y herramientas manuales Recipiente de drenaje Gafas de seguridad y guantes Llave para filtro de aceite/combustible	2760	2960	3160	3360	3560	3760
Programa de mantenimiento preventivo programado - Rordillo Liso Vibratorio CAT C5-56																	
Afirmado	SGA-REA-MC-RV-01	3180	Sistema electrónico	Sistema de control electrónico.	Revisión de montajes y conexiones; prueba de carga eléctrica	100	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	3	-	Limpiador de contactos eléctricos. Grasa dieléctrica. Cintas aislantes. Bridas o amarracables.	Multímetro Equipo de prueba de carga eléctrica Juego de destornilladores Pinzas o alicates Crimpador Juego de llaves	3280	3380	3480	3580	3680	3780
			Motor	Sistema de Lubricación	Cambio de aceite y filtro	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	Filtro de aceite Aceite de motor	Trapos o paños limpios Recipientes para recolección de aceite usado Absorbentes	Llave de filtro de aceite Juego de llaves y cubos Embudo Gafas de seguridad y guantes Gato hidráulico y soportes Lámpara de inspección	3380	3580	3780	3980	4180	4380
Afirmado	SGA-REA-MC-RV-02	2160	Sistema Eléctrico	Fusibles y Relés	Inspección de fusibles y relés	75	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	2	-	Limpiador de contactos eléctricos. Grasa dieléctrica.	Multímetro Pinzas de punta fina Juego de destornilladores Lámpara de inspección o linterna	2235	2310	2385	2460	2535	2610
			Sistema de refrigeración	Mangueras de Refrigerante	Inspección y limpieza de mangueras de refrigerante	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Solución limpiadora para sistemas de refrigeración. Refrigerante (anticongelante)	Juego de llaves Cubeta o recipiente Cepillo de cerdas suaves Bombas o equipo de soplado Linterna o lámpara de inspección Gafas de seguridad y guantes	2360	2560	2760	2960	3160	3360
Afirmado	SGA-REA-MC-RV-03	3450	Sistema de Combustible	Líneas de Combustible	Reemplazo de línea dañada	400	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3,5	Línea de Combustible Conectores y abrazaderas	Trapos o paños limpios Recipientes para drenar el combustible Sellador de rosas	Juego de llaves Alicates Gafas de seguridad y guantes resistentes al combustible Linterna o lámpara de inspección Bandeja de drenaje Juego de destornilladores	3850	4250	4650	5050	5450	5850
			Sistema hidraulico	Bomba hidráulico	Inspección y lubricación de la bomba hidráulica	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Aceite hidráulico Líquido limpiador/degreaser Trapos o paños Recipientes o bandejas de drenaje	Juego de llaves y herramientas manuales Equipo de inspección Bombas o dispositivos de llenado	3550	3650	3750	3850	3950	4050
Afirmado	SGA-REA-MC-RV-04	1720	Sistema electrónico	Sistema de monitoreo y diagnóstico.	Inspección y limpieza de los circuitos y conexiones	100	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	3,5	Terminales y conectores eléctricos Fusibles	Spray limpiador eléctrico Trapos o paños limpios Grasa dieléctrica	Multímetro Kit de herramientas básicas Gafas de seguridad y guantes dieléctricos Lámpara de inspección Tester de continuidad	1820	1920	2020	2120	2220	2320
			Sistema Eléctrico	Batería	Verificación de carga	50	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	1	Bornes o terminales de batería	Solución limpiadora para bornes de batería Grasa dieléctrica o vaselina	Equipo de protección individual (EPI) Tester o multímetro Hidrómetro Cepillo para bornes Juego de llaves o alicates	1770	1820	1870	1920	1970	2020
Afirmado	SGA-REA-MC-RV-05	1670	Sistema hidraulico	Válvulas de Control hidráulico	Limpieza y revisión de la válvula	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	Juntas y sellos	Líquido limpiador hidráulico Aceite hidráulico Trapos o toallas industriales	Juego de llaves y destornilladores Recipiente de drenaje Cepillo de alambre Pistola de aire comprimido Gafas de seguridad y guantes	1770	1870	1970	2070	2170	2270
			Sistema de refrigeración	Termostato	Inspección y prueba al termostato	250	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Refrigerante Sellador de juntas	Kit de prueba para termostato Juego de llaves y destornilladores Recipiente Lámpara de inspección o linterna Guantes de protección	1920	2170	2420	2670	2920	3170

Programa de mantenimiento preventivo programado - Minicargador CAT CS-61																	
Afirmado	SGA-REA-MC-MC-01	1560	Sistema hidráulico	Depósito de Fluido Hidráulico	Cambio de fluido y limpieza del depósito	250	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	-	Fluido hidráulico Detergente específico para sistemas hidráulicos Trapos o paños limpios	Juego de llaves (fijas y ajustables) Bandeja de drenaje Embudo con filtro Equipo de protección individual (EPI) Soplete de aire Lámpara de inspección	1810	2060	2310	2560	2810	3060
			Sistema de Combustible	Filtro de Combustible	Reemplazo del filtro	250	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	Filtro de combustible	Trapos o paños limpios Recipientes adecuados	Juego de llaves (fijas y ajustables) Alicates de anillo de retención Equipo de protección individual (EPI) Lámpara de inspección	1810	2060	2310	2560	2810	3060
Afirmado	SGA-REA-MC-MC-02	1670	Sistema de refrigeración	Radiador	Limpieza y revisión del radiador	100	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Solución limpiadora para radiadores Agua destilada	Equipo de protección individual (EPI) Juego de llaves y destornilladores Cepillo de cerdas suaves o aire comprimido Recipiente adecuado Lámpara de inspección Manguera	1770	1870	1970	2070	2170	2270
			Sistema Eléctrico	Batería	Verificación de carga	50	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	1	Bornes o terminales de batería	Solución limpiadora para bornes de batería Grasa dieléctrica o vaselina	Equipo de protección individual (EPI) Tester o multímetro Hidrómetro Cepillo para bornes Juego de llaves o alicates	1720	1770	1820	1870	1920	1970
Afirmado	SGA-REA-MC-MC-03	1560	Sistema Eléctrico	Luces y Señales	Inspección visual	50	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	2	-	Limpiacircuitos eléctrico	Multímetro Juego de destornilladores Pinzas o alicates Lámpara de inspección o linterna Gafas de seguridad	1610	1660	1710	1760	1810	1860
			Sistema de Combustible	Bomba de Combustible	Cambio del filtro del sistema de combustible	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	Filtro de combustible	Trapos o paños Líquido limpiador o desengrasante	Juego de llaves y herramientas manuales Recipiente de drenaje Gafas de seguridad y guantes Llave para filtro de aceite/combustible	1760	1960	2160	2360	2560	2760
Afirmado	SGA-REA-MC-MC-04	1870	Motor	Pistones	Inspección de los pistones	300	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2.5	-	Lubricante de motor Limpiador de partes de motor Líquido refrigerante	Equipo de protección individual (EPI) Juego de llaves de tubo y combinadas Herramienta de compresión de anillos Calibrador Lámpara de inspección Bandeja de drenaje	2170	2470	2770	3070	3370	3670
			Sistema electrónico	Cableado eléctrico y conectores.	Inspección visual y prueba de resistencia de cables y conectores	75	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	3	Cables de diferentes medidas Conectores de diversos tipos	Limpia contactos eléctricos Cintas aislantes y termocontraíbles	Equipo de protección individual (EPI) Multímetro Alicate pelacables Alicate de punta fina Lámpara de inspección Soldador y estaño	1945	2020	2095	2170	2245	2320

Programa de mantenimiento preventivo programado - Motoniveladora CAT 140M																	
Afirmado	SGA-REA-MC-MN-01	2840	Sistema Eléctrico	Alternador	Inspección del alternador	150	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	2	-	Spray limpiador eléctrico Trapos o paños limpios Grasa dieléctrica	Juego de herramientas básicas Multímetro Gafas de seguridad y guantes Tester para alternadores	2990	3140	3290	3440	3590	3740
			Sistema Eléctrico	Motor de Arranque	Inspección del motor de arranque	200	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	4	-	Spray limpiador eléctrico Trapos o paños limpios Grasa dieléctrica	Juego de herramientas básicas Multímetro Gafas de seguridad y guantes Lámpara de inspección	3040	3240	3440	3640	3840	4040
Afirmado	SGA-REA-MC-MN-02	3160	Motor	Sistema de Lubricación	Cambio de aceite y filtro	200	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	Filtro de aceite Aceite de motor	Trapos o paños limpios Recipientes para recolección de aceite usado Absorbentes	Llave de filtro de aceite Juego de llaves y cubos Embudo Gafas de seguridad y guantes Gato hidráulico y soportes Lámpara de inspección	3360	3560	3760	3960	4160	4360
			Sistema electrónico	Sistema de monitoreo y diagnóstico.	Inspección y limpieza de los circuitos y conexiones	150	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	4	Terminales y conectores eléctricos Fusibles	Spray limpiador eléctrico Trapos o paños limpios Grasa dieléctrica	Multímetro Kit de herramientas básicas Gafas de seguridad y guantes dieléctricos Lámpara de inspección Tester de continuidad	3310	3460	3610	3760	3910	4060
Afirmado	SGA-REA-MC-MN-03	3240	Sistema de refrigeración	Mangueras de Refrigerante	Inspección visual	150	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	2	-	Trapos o paños limpios	Linterna o lámpara de inspección Juego de llaves y destornilladores Alicates	3390	3540	3690	3840	3990	4140
			Sistema electrónico	Sensores de la máquina.	Inspección física y prueba de continuidad	175	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	3	-	Trapos o paños limpios Limpiador de contactos eléctricos	Multímetro Juego de destornilladores Alicates de punta fina Lámpara de inspección o linterna	3415	3590	3765	3940	4115	4290
Afirmado	SGA-REA-MC-MN-04	3060	Sistema de Combustible	Líneas de Combustible	Reemplazo de línea dañada	400	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	4	Línea de Combustible Conectores y abrazaderas	Trapos o paños limpios Recipientes para drenar el combustible Sellador de roscas	Juego de llaves Alicates Gafas de seguridad y guantes resistentes al combustible Linterna o lámpara de inspección Bandeja de drenaje Juego de destornilladores	3460	3860	4260	4660	5060	5460
			Sistema hidráulico	Mangueras y Conexiones	Ajuste de conexiones	175	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3	Conectores y abrazaderas hidráulicas Mangueras hidráulicas	Fluido hidráulico Trapos o paños limpios Sellador de roscas	Juego de llaves Alicates Gafas de seguridad y guantes Linterna o lámpara de inspección Bandeja de drenaje Manguera de purga	3235	3410	3585	3760	3935	4110
Afirmado	SGA-REA-MC-MN-05	3160	Sistema de Combustible	Inyectores de Combustible	Limpieza de los inyectores	300	Técnico Mecánico Ayudante Mecánico	3.5	Sellos o anillos tóricos de inyectores	Solución limpiadora para inyectores Trapos o paños limpios	Kit de limpieza para inyectores Compresor de aire Juego de llaves y destornilladores Bandeja de recolección Gafas de seguridad y guantes resistentes	3460	3760	4060	4360	4660	4960
			Sistema Eléctrico	Luces y Señales	Inspección visual	150	Técnico electromecánico Ayudante mecánico	2	-	Limpiacntactos eléctrico	Multímetro Juego de destornilladores Pinzas o alicates Lámpara de Inspección o linterna Gafas de seguridad	3310	3460	3610	3760	3910	4060

Nota. Esta tabla muestra el programa de mantenimiento preventivo que fue implementado en la organización para incrementar la disponibilidad inicial de las maquinarias.

- **Requisito 8.2 Gestión del Cambio**

La "Gestión del Cambio" es un proceso esencial en cualquier organización que busca implementar modificaciones en sus operaciones, estructura o cultura. Respetando los pasos que has proporcionado, aquí tienes una explicación detallada de cómo llevar a cabo una gestión efectiva del cambio:

Paso 1: Identificar el Cambio

El primer paso en la gestión del cambio es identificar claramente qué cambio es necesario o deseado en la organización. Esto puede incluir cambios en los procesos, en la tecnología, en la estructura organizativa o en la cultura. Para identificar el cambio, es crucial entender por qué se necesita y cuáles son los objetivos que se esperan alcanzar con él. Esto a menudo implica la evaluación de los desafíos y oportunidades actuales de la organización.

Paso 2: Analizar si el Cambio es Favorable

Una vez que se ha identificado el cambio, es necesario analizar si es favorable para la organización. Esto implica considerar los posibles beneficios y riesgos asociados con el cambio. Se deben evaluar los impactos financieros, operativos, y culturales que el cambio puede tener en la organización. Esta etapa permite tomar decisiones informadas sobre la viabilidad del cambio.

Paso 3: Planificar el Cambio

En esta etapa, se desarrolla un plan detallado para implementar el cambio de manera efectiva. Esto incluye la definición de los roles y responsabilidades de las personas involucradas, la asignación de recursos necesarios y la creación de un cronograma. También es esencial establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) que ayuden a medir el progreso y el éxito del cambio.

Paso 4: Comunicar el Cambio

La comunicación es un componente crítico de la gestión del cambio. Se debe desarrollar una estrategia de comunicación clara y efectiva que informe a todos los miembros de la organización sobre el cambio planeado. Esto implica explicar por qué se está realizando el cambio, cuáles son los beneficios esperados y cómo afectará a los empleados. La comunicación abierta y bidireccional es esencial para abordar preguntas y preocupaciones.

Paso 5: Implementar el Cambio

La fase de implementación es donde se lleva a cabo el cambio real. Esto puede implicar la reorganización de procesos, la introducción de nuevas tecnologías o la adopción de una nueva cultura organizativa. Es fundamental seguir el plan establecido en el paso 3 y garantizar que se cumplan los plazos y los objetivos establecidos. Además, es importante proporcionar el apoyo necesario a los empleados durante la transición.

Paso 6: Realizar Seguimiento y Control al Cambio

Una vez que el cambio se ha implementado, es esencial realizar un seguimiento y control continuo. Esto implica monitorear el progreso a través de los KPIs establecidos y realizar ajustes según sea necesario. También es importante recopilar retroalimentación de los empleados para evaluar la efectividad del cambio y hacer mejoras si es necesario. El seguimiento y control son procesos iterativos que aseguran que el cambio se mantenga en el tiempo y se integre completamente en la organización.

- **Requisito 8.3 Contrato a Terceros**

La organización ha determinado la Norma Internacional Europea UNE-EN 13269 Guía para la preparación de contratos de mantenimiento.

El propósito de esta norma es:

- promover relaciones transfronterizas entre contratantes/contratistas de mantenimiento, y crear una clara relación entre el contratante y el contratista de mantenimiento para los servicios de mantenimiento;
- mejorar la calidad de los contratos de mantenimiento de tal modo que se minimicen los litigios y los ajustes;
- destacar el objeto y campo de aplicación de los servicios de mantenimiento e identificar opciones para su suministro;
- asistir y asesorar en los borradores y la negociación de los contratos de mantenimiento y en la especificación de los acuerdos en caso de litigio;
- identificar tipos de contrato de mantenimiento y hacer recomendaciones para la atribución de derechos y obligaciones entre las partes del contrato, incluyendo los riesgos;
- simplificar la comparación entre contratos de mantenimiento.

Cuando se use la norma debería seguirse un enfoque basado en los tres pasos siguientes:

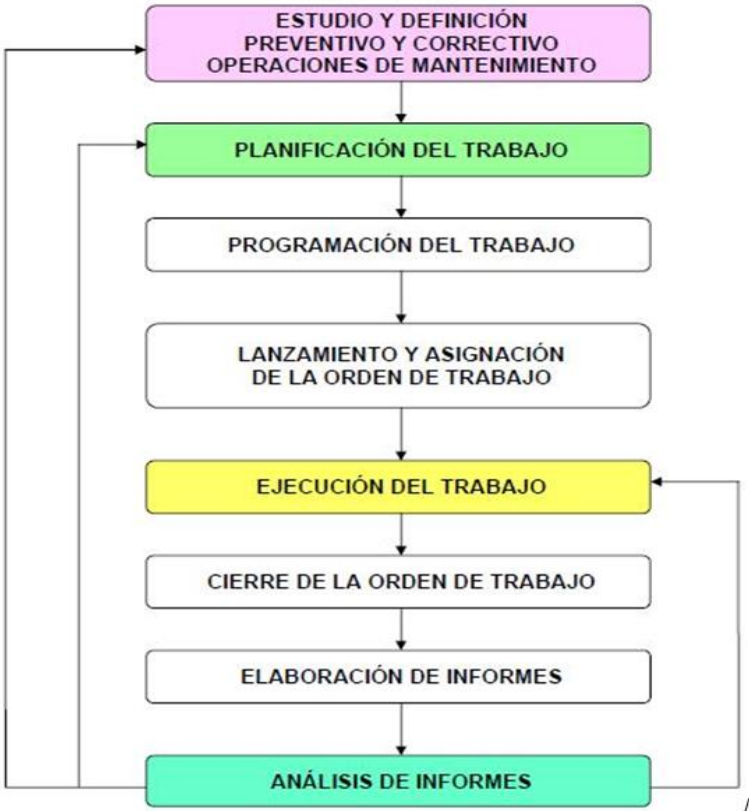
P1. Paso 1: El contratante debería decidir qué servicios de mantenimiento se ejecutarán por la organización propia y cuáles se contratarán externamente; es decir, qué servicios de mantenimiento deberían comprarse a un contratista de mantenimiento, y por tanto estarían sujetos a un contrato de mantenimiento.

P2. Paso 2: Una fase de calificación previa sigue a cualquier decisión de contratar una parte o todo el mantenimiento, y es durante este período cuando el contratante identificará cualquier contratista o contratistas con la capacidad para llevar a cabo las tareas de mantenimiento requeridas.

P3. Paso 3: El contrato puede prepararse usando la guía de esta norma, y el contratista de mantenimiento seleccionarse, bien por negociación de precios, o bien mediante un proceso competitivo de oferta.

Figura 23

Flujo de trabajo



Nota. La figura muestra la secuencia o el flujo de trabajo que se plantea dar en la organización.

Tabla 57*Formato Plan de calibración*

	PLAN DE CALIBRACIÓN		VERSION V.1		
			FECHA		
EQUIPOS E INSTRUMENTOS SUJETOS A CALIBRACIÓN					
Año:			Departamento:		
Código Equipo	Rangos de medida		Fecha de calibración		Validez

Nota. Esta tabla muestra el formato del plan de calibración de los equipos e instrumentos.

Tabla 58*Formato de Ficha de personal*

		FICHAS DE PERSONAL		VERSION V.1	
				FECHA	
DATOS PERSONALES					
Apellidos					
Nombre					
Fecha de Nacimiento					
Dirección					
Teléfono		Móvil			
Persona de contacto		Teléfono			
Tallas	Mono		Botas		
DATOS SEGURIDAD SOCIAL					
Categoría		Número de matrícula			
No. de afiliación S.S.		Tarifa			
Base de cotización		Base de cotización AT y EP			
Otros (bajas por enfermedad, accidentes, absentismo,...)					
EXPERIENCIA PROFESIONAL PREVIA					
Inicio	Fin	Empresa	Puesto	Salario	Causa de la baja
FORMACION ACADEMICA					
Inicio	Fin	Centro	Título	Especialidad	
OTRA FORMACION (relacionada con el puesto, idiomas, la recibida en la empresa)					
Inicio	Fin	Centro	Título	Observaciones	
CARGOS OCUPADOS EN LA EMPRESA					
Inicio	Fin	Puesto	Salario	promoción traslado	
OBSERVACIONES (desde la polivalencia, valorable, hasta las actitudes más destacadas)					

Nota. Esta tabla muestra el formato de ficha personal.

- **Requisito 9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación**

Se han identificado los siguientes índices e indicadores para medir el desempeño de los procesos:

Tabla 59

Índices de desempeño

Categoría	Índice	Unidad
P	OEE	%
P	Disponibilidad	%
Q	Cantidad de quejas del cliente	Número/año
Q	Tasa de defectos en línea	%
C	Índice de Costos	Costo/unidad
D	Plazo de producción	Días
D	Rendimiento de entrega	%
S	Número de accidentes de trabajo que requieren días de descanso.	Casos/año
S	Número de accidentes de trabajo que no requieren días de descanso.	Casos/año
M	Número de sugerencias de los empleados	Número/año
M	Índice de ausencia	%

Nota. Esta tabla muestra los índices de desempeño de acuerdo a su categoría.

Tabla 60*Objetivos vs Indicadores*

Objetivos	Estrategias	Kpi
Incrementar la disponibilidad del portafolio de activos de la planta	Implementar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad	$D = (MTBF / (MTBF + MMTTR)) * 100\%$
Disminuir los costos de mantenimiento por tonelada producida	Implementación de un plan financiero para disminuir los costos x tonelada producida	$CTM = (CMP + CMC + CMPD) / \text{Total Tn Producidas}$
Aumentar el cumplimiento del plan de mantenimiento anual	Implementar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad	$MP = (MP \text{ realizados} / MP \text{ programados}) * 100\%$
Retirar la mayor cantidad de requerimientos de materiales de almacén	Mejorar los requerimientos solicitados de acuerdo a las actividades realizadas con el fin de mapear todos los repuestos	$CR = (\text{Materiales Solicitados} / \text{Materiales consumidos}) * 100\%$
Disminuir el índice de accidentabilidad en todas las plantas	implementar charlas de seguridad semanales, concientizando al personal del uso adecuado de los EPP, llenados de formatos de permisos	$IA = (\text{Cantidad de accidentes} / \# \text{ de trabajadores}) * 100$
Disminuir el número de fallos que pueden causar lesiones leves al personal	Implementar capacitaciones de ejecución de actividades recurrentes y éstas conlleve tener mayor control de las acciones realizadas	$NL = (\# \text{ fallos que pueden causar lesiones} / \text{Número total de Fallos}) * 100 \%$
Disminuir los fallos que pueden causar los daños al medio ambiente	Implementar estrategias para disminuir el impacto ambiental.	$NA = (\# \text{ fallos que pueden causar daños al MA} / \text{Número total de Fallos}) * 100 \%$

Disminuir los costos de mantenimiento Correctivos	Mejorar las frecuencias de mantenimiento preventivos estipulados en el plan anual, teniendo en consideración las actividades de sustitución de repuestos	$CMC = (\text{Costo de correctivo} / \text{costo total de mantenimientos}) \times 100$
Reducir el costo del stock de repuesto innecesarios	Implementar un Excel de registros de repuestos que lleven en almacén más de 5 años	$\text{Stock promedio} = (\text{Stock inicial} + \text{Stock final}) / 2$
Mejorar el índice de asistencias a las capacitaciones del total del personal	: Implementar un sistema de control de asistencias de capacitaciones	$As = \frac{N^{\circ} \text{ personas convocadas}}{N^{\circ} \text{ personas efectivas que asistieron al curso}} \times 100$
Disminuir los reclamos por defectos en las láminas	Implementación de reuniones de ACR con las áreas involucradas en el proceso con el fin de detallar las actividades que pudieron ocasionar observación en el producto por ende llevo a un reclamo	$IR = \frac{\text{cantidad de Tn Observadas}}{\text{Cantidad Tn Producidas}} \times 100$
Cambiar el modelo del Chill Roll usado en el proceso de estiramiento longitudinal para disminuir defectos de moldeo en el polímero fundido	Evaluar los modelos de Chill Roll existentes en el mercado y seleccionar el que sea compatible con la tecnología aplicada y brinde beneficios a largo plazo.	Aceptación de equipo: Compatibilidad con tecnología y necesidad de producción
Mejorar el índice de satisfacción de ambiente laboral del personal	Implementar encuestas de ambiente laboral al personal y nivel de satisfacción dentro de su trabajo	$\% \text{ SATISFACCION} = \frac{\# \text{Trabajadores satisfechos}}{\text{total de trabajadores}}$

Nota. Esta tabla muestra los objetivos alineados a las estrategias y a su correspondiente KPI.

- **Requisito 9.2 Auditoría interna**

La Auditoría Interna basada en la norma ISO 19011 es una práctica clave en el mundo empresarial que tiene como objetivo evaluar y mejorar la eficacia de los sistemas de gestión y los procesos internos de una organización. A continuación, se proporciona una explicación detallada de la Auditoría Interna en función de la norma ISO 19011, junto con sus ventajas y desventajas.

Pasos clave de una Auditoría Interna basada en la ISO 19011:

- **Planificación de la Auditoría:** En este paso, se establecen los objetivos, el alcance y los criterios de la auditoría. Se identifican los recursos necesarios y se crea un plan de auditoría detallado.
- **Ejecución de la Auditoría:** Los auditores internos llevan a cabo la auditoría según el plan establecido. Esto implica la recopilación de evidencia, entrevistas con el personal y la revisión de documentación relevante.
- **Informe de Auditoría:** Después de la auditoría, se emite un informe que resume los hallazgos, las no conformidades identificadas y las recomendaciones para la mejora. Este informe es compartido con la alta dirección y las partes interesadas pertinentes.
- **Seguimiento y Acciones Correctivas:** La organización toma medidas para abordar las no conformidades identificadas durante la auditoría y realiza un seguimiento para garantizar que se implementen las acciones correctivas.

Ventajas de la Auditoría Interna según la ISO 19011:

- **Mejora Continua:** La Auditoría Interna proporciona una herramienta esencial para la mejora continua al identificar áreas en las que se pueden realizar mejoras en procesos y sistemas.
- **Conformidad:** Ayuda a asegurar que la organización cumple con estándares y regulaciones internos y externos, reduciendo el riesgo de incumplimiento.
- **Transparencia:** Fomenta la transparencia en las operaciones de la organización y demuestra su compromiso con la calidad y la excelencia.
- **Optimización de Recursos:** Permite la optimización de recursos al identificar ineficiencias y áreas de ahorro potencial.

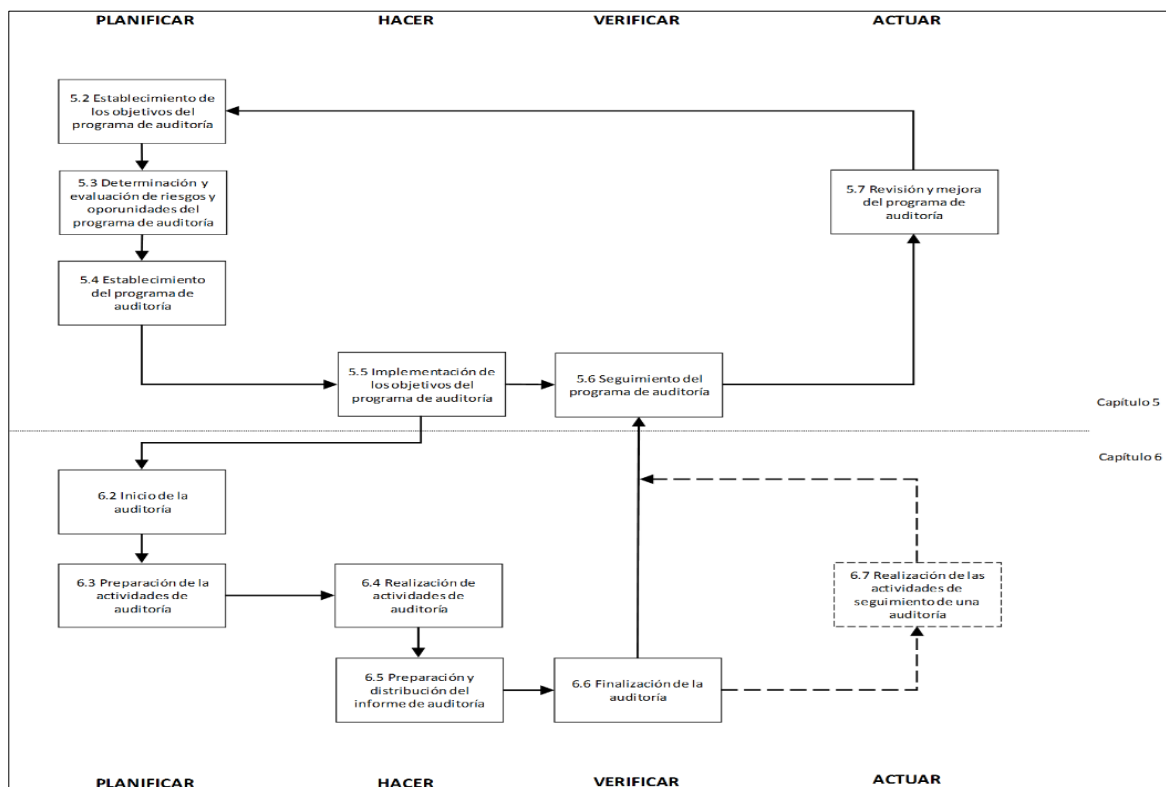
- Toma de Decisiones Informadas: Proporciona información objetiva a la alta dirección para tomar decisiones fundamentadas y estratégicas.

Desventajas de la Auditoría Interna según la ISO 19011:

- Costos: La realización de auditorías internas puede ser costosa en términos de tiempo y recursos. Esto puede ser una barrera para organizaciones más pequeñas.
- Resistencia al Cambio: A menudo, los empleados pueden sentirse amenazados o resistir la Auditoría Interna, lo que dificulta su efectividad.
- Falta de Recursos y Competencias: La falta de recursos y competencias adecuadas en el equipo de auditoría puede limitar la calidad de la auditoría.
- Posible Sesgo: Existe el riesgo de que los auditores internos puedan mostrar un sesgo debido a su conocimiento interno de la organización.
- Pérdida de Productividad Temporal: Durante el proceso de auditoría, la organización puede experimentar una pérdida temporal de productividad mientras los empleados colaboran con los auditores.

Figura 24

Proceso de Gestión de un Programa de Auditoría ISO 19011:2018



Nota. La figura muestra el proceso de gestión de un programa de auditoría ISO 19011:2018 alineada al ciclo PHVA.

- **Requisito 9.3 Revisión por la dirección**

La revisión por la dirección es un proceso fundamental en la norma ISO 55001:2014, que se refiere a la gestión de activos.

Pasos para llevar a cabo una revisión por la dirección de acuerdo con la ISO 55001:2014:

- **Preparación para la Revisión:** Antes de llevar a cabo la revisión por la dirección, es importante realizar una preparación adecuada. Esto implica recopilar y analizar la información relevante, que incluye el desempeño del sistema de gestión de activos, los resultados de las auditorías internas y externas, la retroalimentación de los clientes, la conformidad con los requisitos legales y regulatorios, y cualquier otro dato pertinente. Además, se deben identificar los temas críticos que requieren atención en la revisión.
- **Convocatoria de la Revisión:** El responsable del sistema de gestión de activos debe convocar a la revisión por la dirección. Esto implica la programación de la reunión y la invitación de los participantes clave, que generalmente incluyen la alta dirección y otros interesados relevantes. La reunión debe tener un objetivo claro y una agenda definida.
- **Conducción de la Revisión:** Durante la reunión de revisión por la dirección, se deben abordar los siguientes aspectos clave:
 - ✓ Examinar el desempeño del sistema de gestión de activos, incluyendo los indicadores clave de rendimiento (KPIs) y objetivos.
 - ✓ Evaluar el grado de cumplimiento de los requisitos y regulaciones aplicables.
 - ✓ Analizar las no conformidades y acciones correctivas y preventivas tomadas.
 - ✓ Revisar las oportunidades de mejora en el sistema de gestión de activos.
 - ✓ Evaluar cualquier cambio en el contexto de la organización que pueda afectar la gestión de activos.
 - ✓ Discutir cualquier asunto crítico identificado durante la preparación.
- **Identificación de Acciones y Decisiones:** Durante la revisión, se deben identificar las acciones y decisiones necesarias para mejorar el sistema de gestión de activos y lograr los objetivos establecidos. Estas acciones pueden

incluir la asignación de responsabilidades, la definición de plazos y la asignación de recursos.

- **Generación de un Informe de Revisión:** Después de la reunión, se debe generar un informe de revisión por la dirección que resuma los resultados de la revisión, las acciones acordadas y las decisiones tomadas. Este informe debe ser compartido con todas las partes interesadas pertinentes.
- **Seguimiento y Ejecución de Acciones:** Es crucial dar seguimiento a las acciones acordadas durante la revisión por la dirección. Esto implica asegurarse de que se implementen las acciones y que se logren los resultados deseados. También es importante hacer un seguimiento continuo del progreso y medir el impacto de las acciones tomadas.
- **Mejora Continua:** La revisión por la dirección no debe ser vista como un evento aislado, sino como parte de un proceso de mejora continua. La retroalimentación y los aprendizajes de cada revisión deben alimentar futuras revisiones y ajustes en el sistema de gestión de activos.
- **Documentación y Registro:** Es importante mantener registros adecuados de las revisiones por la dirección, incluyendo los informes, las acciones tomadas y el seguimiento. Esta documentación respalda la trazabilidad y la transparencia del proceso.
- **La revisión por la dirección es esencial para garantizar que el sistema de gestión de activos sea eficaz, cumpla con los objetivos de la organización y se mantenga alineado con las necesidades cambiantes del entorno empresarial. Proporciona una oportunidad para evaluar y mejorar continuamente la gestión de activos en línea con los principios de la norma ISO 55001:2014.**

- **Requisito 10.1 No conformidad y acciones correctivas**

Declarar la no conformidad y tomar acciones correctivas es una parte esencial de la gestión de activos según la norma ISO 55001:2014.

Se deben seguir los siguientes pasos.

P1. Identificación de No Conformidades: El primer paso es identificar cualquier no conformidad en el sistema de gestión de activos. Esto puede incluir incumplimientos de políticas, procedimientos o requisitos legales, así como problemas operativos, fallas de activos, incidentes o cualquier desviación que afecte negativamente el desempeño de los activos.

- P2.** Registro de No Conformidades: Todas las no conformidades identificadas deben ser registradas y documentadas. Esto incluye detalles sobre la naturaleza de la no conformidad, la ubicación, la fecha de detección y cualquier evidencia que respalde la identificación.
- P3.** Evaluación de Impacto y Causas: Se debe evaluar el impacto de la no conformidad en la gestión de activos y en los objetivos de la organización. Además, es importante determinar las causas subyacentes de la no conformidad. Esto implica analizar por qué ocurrió la no conformidad y cómo se pudo prevenir.
- P4.** Clasificación y Priorización: Las no conformidades se deben clasificar y priorizar según su gravedad y su impacto en la gestión de activos y en la organización en su conjunto. Esto ayudará a asignar recursos y tiempo de manera efectiva para abordar las no conformidades más críticas primero.
- P5.** Acciones Correctivas: Con base en la evaluación de impacto y causas, se deben definir y llevar a cabo acciones correctivas. Estas acciones tienen como objetivo corregir la no conformidad y prevenir su recurrencia. Las acciones correctivas pueden incluir cambios en políticas, procedimientos, capacitación, asignación de recursos o cualquier otro ajuste necesario.
- P6.** Registro de Acciones Correctivas: Todas las acciones correctivas deben ser registradas y documentadas adecuadamente. Esto incluye detalles sobre las acciones tomadas, los responsables, los plazos y cualquier evidencia relacionada.
- P7.** Seguimiento y Verificación: Una vez que se han implementado las acciones correctivas, es esencial realizar un seguimiento y verificar su efectividad. Esto implica asegurarse de que las acciones corrijan la no conformidad y de que no se repita. El seguimiento también incluye la medición de los resultados y la revisión de los indicadores clave de rendimiento (KPIs) relacionados.
- P8.** Cierre de No Conformidad: Cuando se ha confirmado que las acciones correctivas son efectivas y que la no conformidad se ha abordado de manera satisfactoria, se puede cerrar el caso de no conformidad. Esto implica documentar el cierre y archivar todos los registros relacionados.

P9. Comunicación y Retroalimentación: Es importante comunicar la no conformidad, las acciones correctivas tomadas y los resultados a todas las partes interesadas pertinentes. La retroalimentación de las partes interesadas puede proporcionar información valiosa para mejorar el proceso.

P10. Mejora Continua: La gestión de activos se basa en el principio de mejora continua. Cada no conformidad y el proceso de acciones correctivas deben contribuir a mejorar el sistema de gestión de activos y prevenir futuras no conformidades.

Es fundamental que todo el proceso de declaración de no conformidad y acciones correctivas se lleve a cabo de manera sistemática y que se cumplan todos los procedimientos y registros requeridos por la norma ISO 55001:2014. Esto asegura que la organización pueda mantener un sistema de gestión de activos efectivo y en constante mejora.

- **Requisito 10.2 Acciones Preventivas**

El requisito 10.2 de la norma ISO 55001:2014 se refiere a la "Acción Preventiva", que es un componente importante de la gestión de activos. Se proporcionan los siguientes pasos para cumplir con el requisito.

P1. Identificación de la Necesidad de Acciones Preventivas: El primer paso es identificar la necesidad de acciones preventivas. Esto implica la detección de situaciones, tendencias, riesgos o eventos potenciales que podrían afectar negativamente la gestión de activos o los objetivos de la organización. Estos eventos pueden incluir cambios en el entorno operativo, avances tecnológicos, requisitos legales o reglamentarios cambiantes, entre otros.

P2. Recopilación de Información: Reúne información relevante que respalde la necesidad de acciones preventivas. Esto puede incluir datos de desempeño de activos, resultados de auditorías, retroalimentación de partes interesadas y cualquier otra evidencia que respalde la identificación de la necesidad.

P3. Evaluación de Riesgos y Oportunidades: Realiza una evaluación de riesgos y oportunidades para determinar la probabilidad y el impacto de los eventos potenciales identificados. Esto te ayudará a priorizar las acciones preventivas en función de su importancia.

- P4.** Definición de Acciones Preventivas: Con base en la evaluación de riesgos y oportunidades, define las acciones preventivas necesarias. Estas acciones deben estar diseñadas para evitar o reducir los riesgos identificados y aprovechar las oportunidades para mejorar la gestión de activos.
- P5.** Asignación de Responsabilidades: Asegúrate de asignar responsabilidades claras a las personas o equipos que serán responsables de implementar las acciones preventivas. Esto incluye la designación de líderes de proyecto y la identificación de quienes participarán en la ejecución de las acciones.
- P6.** Establecimiento de Plazos: Define plazos realistas para la implementación de las acciones preventivas. Establece fechas límite específicas para cada acción y asegúrate de que se cumplan.
- P7.** Recursos y Presupuesto: Identifica los recursos necesarios para llevar a cabo las acciones preventivas. Esto puede incluir recursos financieros, técnicos, humanos y tecnológicos. Asigna un presupuesto adecuado para respaldar la implementación de las acciones.
- P8.** Documentación: Documenta todas las acciones preventivas, incluyendo los detalles de lo que se debe hacer, quién es responsable, cuándo se llevará a cabo y cuáles son los recursos asignados. Esta documentación es esencial para un seguimiento y control efectivos.
- P9.** Implementación: Lleva a cabo las acciones preventivas de acuerdo con el plan establecido. Asegúrate de que se cumplan los plazos y que se utilicen los recursos de manera eficiente.
- P10.** Seguimiento y Evaluación: Realiza un seguimiento constante del progreso de las acciones preventivas. Mide su efectividad en la mitigación de riesgos o la captura de oportunidades. Ajusta las acciones si es necesario.
- P11.** Comunicación y Retroalimentación: Comunica el progreso y los resultados de las acciones preventivas a las partes interesadas relevantes. Recopila retroalimentación de aquellos involucrados en la implementación para obtener información valiosa sobre su eficacia.
- P12.** Registro y Documentación: Registra y documenta todas las acciones preventivas tomadas, así como los resultados y lecciones aprendidas. Esta documentación respalda la trazabilidad y la mejora continua.

P13. Mejora Continua: El proceso de acciones preventivas es parte de la mejora continua en la gestión de activos. Utiliza la retroalimentación y los resultados para ajustar y mejorar el sistema de gestión de activos a lo largo del tiempo.

Las acciones preventivas son esenciales para anticiparse a los riesgos y aprovechar las oportunidades en la gestión de activos. Siguiendo estos pasos, las organizaciones pueden fortalecer su capacidad para mantener y mejorar la eficacia de su sistema de gestión de activos según la norma ISO 55001:2014.

- **Requisito 10.3 Mejora Continua**

El requisito 10.3 de la norma ISO 55001:2014 se refiere a la "Mejora Continua" en la gestión de activos. La mejora continua es un proceso fundamental para garantizar que la organización mantenga y mejore constantemente su sistema de gestión de activos. Aquí tienes los pasos para llevar a cabo la mejora continua de acuerdo con este requisito:

P1. Comprensión del Contexto: El primer paso es comprender el contexto en el que opera la organización, incluyendo sus objetivos estratégicos, políticas, partes interesadas, entorno operativo y desafíos. Esto proporciona una base sólida para la mejora continua.

P2. Recopilación de Información: Reúne datos relevantes sobre el desempeño de los activos, incluyendo indicadores clave de rendimiento (KPIs), resultados de auditorías, retroalimentación de partes interesadas y otros datos relacionados con la gestión de activos.

P3. Evaluación de Desempeño: Evalúa el desempeño actual del sistema de gestión de activos en comparación con los objetivos y requisitos establecidos. Identifica áreas en las que se pueden realizar mejoras.

P4. Establecimiento de Objetivos: Define objetivos específicos y medibles para la mejora del sistema de gestión de activos. Estos objetivos deben estar alineados con los objetivos estratégicos de la organización y enfocarse en áreas críticas.

P5. Planificación de Acciones: Desarrolla un plan detallado que incluya las acciones necesarias para lograr los objetivos de mejora. Esto puede implicar cambios en políticas, procedimientos, recursos, capacitación y otras áreas relacionadas con la gestión de activos.

- P6.** Asignación de Responsabilidades: Define quiénes serán responsables de la implementación de las acciones de mejora. Asegúrate de asignar roles y responsabilidades claras a las personas o equipos adecuados.
- P7.** Establecimiento de Plazos: Define plazos realistas para la implementación de las acciones de mejora. Establece fechas límite específicas y asegúrate de que se cumplan.
- P8.** Recursos y Presupuesto: Identifica los recursos necesarios para llevar a cabo las acciones de mejora. Esto puede incluir recursos financieros, técnicos, humanos y tecnológicos. Asigna un presupuesto adecuado para respaldar la implementación de las acciones.
- P9.** Implementación: Lleva a cabo las acciones de mejora de acuerdo con el plan establecido. Asegúrate de que se cumplan los plazos y que se utilicen los recursos de manera eficiente.
- P10.** Seguimiento y Evaluación: Realiza un seguimiento constante del progreso de las acciones de mejora. Mide su efectividad en la consecución de los objetivos establecidos. Ajusta las acciones si es necesario.
- P11.** Comunicación y Retroalimentación: Comunica el progreso y los resultados de las acciones de mejora a las partes interesadas pertinentes. Recopila retroalimentación de aquellos involucrados en la implementación para obtener información valiosa sobre su eficacia.
- P12.** Registro y Documentación: Registra y documenta todas las acciones de mejora tomadas, así como los resultados y lecciones aprendidas. Esta documentación respalda la trazabilidad y la mejora continua.
- P13.** Mejora Continúa Sostenida: La mejora continua no es un evento único, sino un proceso continuo. Es importante que la organización establezca un ciclo de mejora continua sostenida en la gestión de activos.

La mejora continua es esencial para garantizar que el sistema de gestión de activos evolucione con el tiempo y siga siendo eficaz en el logro de los objetivos de la organización. Siguiendo estos pasos, las organizaciones pueden fortalecer su capacidad para mantener y mejorar su sistema de gestión de activos según la norma ISO 55001:2014.

4.4. Evaluar la disponibilidad y confiabilidad post implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.

Luego de la implementación del sistema de gestión de activos, se evaluó el estado situacional final de cada una de las flotas de las maquinarias de la empresa Dieguito construcciones y servicios S.A.C.

Dentro de la planificación se realizó la taxonomía de los activos en el cual se detalla la ubicación de la empresa (del nivel 1 al nivel 5) y la subdivisión de las maquinarias (del nivel 6 al nivel 9) especificando la maquinaria, sus sistemas, sus componentes y sus piezas mantenibles. Luego de ello se realizó un análisis de causa, efecto y fallas (FMECA) donde se identificaron las fallas funcionales más comunes de las maquinarias en el cual se tomaron acciones preventivas que fueron programados e implementados en la empresa para el segundo tramo correspondiente al segundo análisis del proyecto considerando la duración de la implementación de 6 meses, durante la ejecución del proyecto de construcción vial. Durante la implementación del programa se priorizaron las maquinarias con niveles de criticidad altos en el cual se realizaron mantenimientos preventivos con mayores exigencias para su cumplimiento de los horómetros programados para cada maquinaria en específico con la acciones preventivas donde los responsables realizan dichas actividades empleando repuestos, consumibles, herramientas y equipos necesarios, todo ello permitió reducir los tiempos correctivos, el tiempo de Stand By, además programar los tiempos preventivos y por efecto incrementar el tiempo de operación de las maquinarias, disminuir el tiempo de mantenimiento y disminuir el número de fallas, como consecuencia de la implementación y cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo se pudo evidenciar un incremento del MTBF, una disminución del MTTR y un incremento de la disponibilidad.

En la siguiente tabla se muestra los resultados del diagnóstico final de la flota de cada una de las maquinarias, donde se observa una mejora considerable de la disponibilidad a diferencia del diagnóstico inicial antes de la implantación del programa.

Tabla 61*Registros operativos de las maquinarias - Final*

Flota Maquinarias	IDMAQUINARIA	Dias trabajados	Horas diarias (hrs)	Horas de proyecto (hrs)	T. de Mantto. Correctivo (hrs)	T. de Mantto. Preventivo (hrs)	T. de Stand By (hrs)	T. de Operación (hrs)	Tiempo de Mantto. (hrs)	Número de fallas
Excavadora de oruga	SGA-REA-MC-EO-01	57	9	513	56	19	2	436	75	3
	SGA-REA-MC-EO-02	60	9	540	60	31	5	444	91	2
	SGA-REA-MC-EO-03	59	9	531	65	25	3	438	90	3
	SGA-REA-MC-EO-04	55	9	495	70	23	4	398	93	2
	SGA-REA-MC-EO-05	59	9	531	63	14	2	452	77	2
Cargador frontal	SGA-REA-MC-CF-01	32	9	288	35	7	5	241	42	3
	SGA-REA-MC-CF-02	27	9	243	19	25	4	195	44	3
	SGA-REA-MC-CF-03	24	9	216	20	14	5	177	34	3
	SGA-REA-MC-CF-04	29	9	261	32	5	5	219	37	4
	SGA-REA-MC-CF-05	23	9	207	22	7	3	175	29	2
Tractor de orugas	SGA-REA-MC-TO-01	59	9	531	61	17	8	445	78	3
	SGA-REA-MC-TO-02	57	9	513	41	37	7	428	78	2
Camión Volquete	SGA-REA-MC-CV-01	27	9	243	25	9	2	207	34	3
	SGA-REA-MC-CV-02	28	9	252	30	8	2	212	38	2
	SGA-REA-MC-CV-03	26	9	234	19	12	3	200	31	2
	SGA-REA-MC-CV-04	27	9	243	31	9	2	201	40	3
	SGA-REA-MC-CV-05	30	9	270	20	22	2	226	42	4
	SGA-REA-MC-CV-06	20	9	180	15	10	2	153	25	3
	SGA-REA-MC-CV-07	16	9	144	14	5	4	121	19	2
	SGA-REA-MC-CV-08	15	9	135	16	5	4	110	21	2
	SGA-REA-MC-CV-09	22	9	198	20	11	4	163	31	3
	SGA-REA-MC-CV-10	17	9	153	14	8	2	129	22	2
	SGA-REA-MC-CV-11	15	9	135	17	5	2	111	22	3
	SGA-REA-MC-CV-12	15	9	135	13	5	3	114	18	2
Cama baja	SGA-REA-MC-CB-01	10	9	90	7	6	2	75	13	2
Cisterna de agua	SGA-REA-MC-CA-01	19	9	171	20	5	5	141	25	3
	SGA-REA-MC-CA-02	17	9	153	16	8	2	127	24	2
	SGA-REA-MC-CA-03	15	9	135	19	6	3	107	25	2
	SGA-REA-MC-CA-04	20	9	180	25	3.5	2	149.5	28.5	3
	SGA-REA-MC-CA-05	14	9	126	12	4	3	107	16	3
Retroexcavadora	SGA-REA-MC-RE-01	69	9	621	70	22	8	521	92	2
	SGA-REA-MC-RE-02	58	9	522	48	34	10	430	82	2
	SGA-REA-MC-RE-03	71	9	639	85	17	9	528	102	3
	SGA-REA-MC-RE-04	67	9	603	81	17	6	499	98	3
	SGA-REA-MC-RE-05	57	9	513	70	14	5	424	84	2
Rodillo liso vibratorio	SGA-REA-MC-RV-01	59	9	531	61	19	5	446	80	4
	SGA-REA-MC-RV-02	40	9	360	41	11	4	304	52	2
	SGA-REA-MC-RV-03	64	9	576	65	18.5	7	485.5	83.5	2
	SGA-REA-MC-RV-04	32	9	288	36	12	6	234	48	3
	SGA-REA-MC-RV-05	31	9	279	31	9	7	232	40	3
Minicargador	SGA-REA-MC-MC-01	29	9	261	37	6	5	213	43	2
	SGA-REA-MC-MC-02	31	9	279	29	9	5	236	38	2
	SGA-REA-MC-MC-03	29	9	261	31	12	4	214	43	3
	SGA-REA-MC-MC-04	34	9	306	29	17.5	4	255.5	46.5	2
Motoniveladora	SGA-REA-MC-MN-01	79	9	711	87	20	11	593	107	2
	SGA-REA-MC-MN-02	88	9	792	109	22	9	652	131	2
	SGA-REA-MC-MN-03	90	9	810	106	20	10	674	126	3
	SGA-REA-MC-MN-04	85	9	765	98	16	9	642	114	3
	SGA-REA-MC-MN-05	88	9	792	95	17	12	668	112	3

Nota. Esta tabla muestra los registros operativos, de mantenimiento y el número de fallas de cada flota de las maquinarias para la evaluación final del rendimiento.

Tabla 62*Indicadores de mantenimiento post implementación*

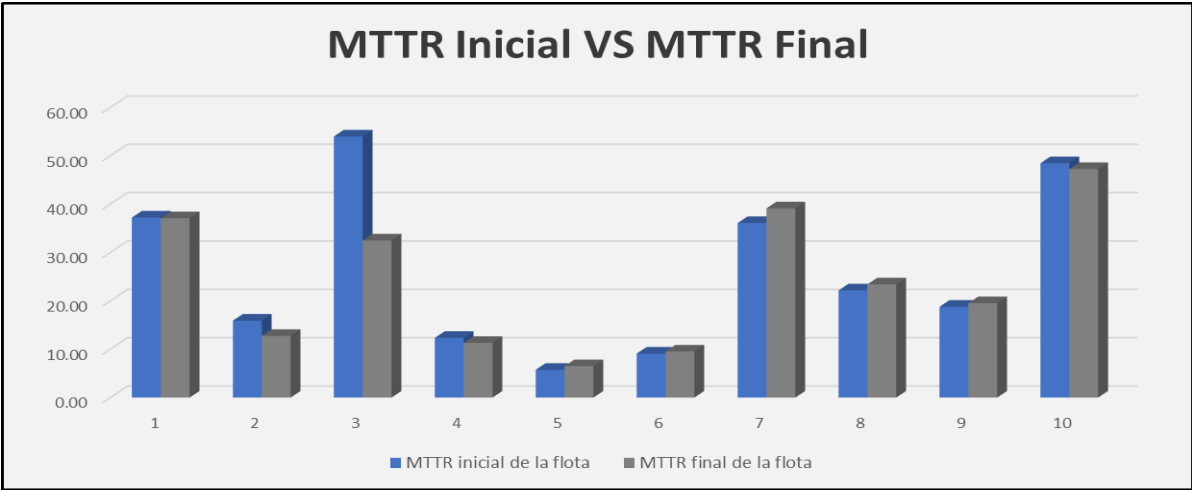
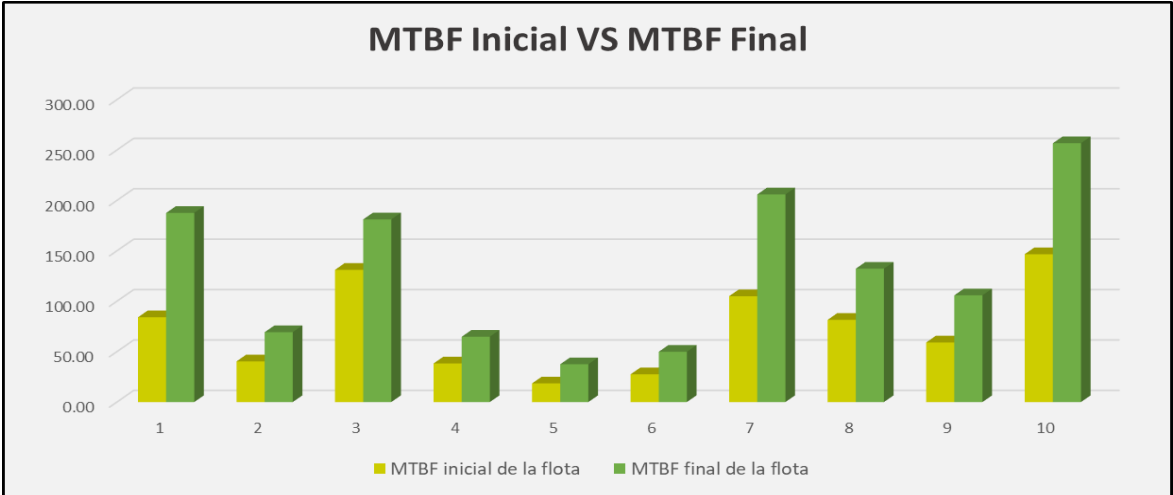
Flota Maquinarias	MTBF	MTBF final de la flota	MTTR	MTTR final de la flota	Disponibilidad mensual	Disponibilidad final de la flota
Excavadora de oruga	145.33	187.67	25.00	37.10	85.32%	83.55%
	222.00		45.50		82.99%	
	146.00		30.00		82.95%	
	199.00		46.50		81.06%	
	226.00		38.50		85.44%	
Cargador frontal	80.33	69.32	14.00	12.75	85.16%	84.39%
	65.00		14.67		81.59%	
	59.00		11.33		83.89%	
	54.75		9.25		85.55%	
	87.50		14.50		85.78%	
Tractor de orugas	148.33	181.17	26.00	32.50	85.09%	84.84%
	214.00		39.00		84.58%	
Camión Volquete	69.00	64.82	11.33	11.31	85.89%	85.05%
	106.00		19.00		84.80%	
	100.00		15.50		86.58%	
	67.00		13.33		83.40%	
	56.50		10.50		84.33%	
	51.00		8.33		85.96%	
	60.50		9.50		86.43%	
	55.00		10.50		83.97%	
	54.33		10.33		84.02%	
	64.50		11.00		85.43%	
	37.00		7.33		83.46%	
	57.00		9.00		86.36%	
	Cama baja		37.50		37.50	
Cisterna de agua	47.00	49.90	8.33	9.53	84.94%	84.22%
	63.50		12.00		84.11%	
	53.50		12.50		81.06%	
	49.83		9.50		83.99%	
	35.67		5.33		86.99%	
Retroexcavadora	260.50	205.97	46.00	39.13	84.99%	83.97%
	215.00		41.00		83.98%	
	176.00		34.00		83.81%	
	166.33		32.67		83.58%	
	212.00		42.00		83.46%	
Rodillo liso vibratorio	111.50	132.32	20.00	23.42	84.79%	84.76%
	152.00		26.00		85.39%	
	242.75		41.75		85.33%	
	78.00		16.00		82.98%	
	77.33		13.33		85.29%	
Minicargador	106.50	105.90	21.50	19.52	83.20%	84.30%
	118.00		19.00		86.13%	
	71.33		14.33		83.27%	
	127.75		23.25		84.60%	
Motoniveladora	296.50	256.77	53.50	47.27	84.71%	84.56%
	326.00		65.50		83.27%	
	224.67		42.00		84.25%	
	214.00		38.00		84.92%	
	222.67		37.33		85.64%	

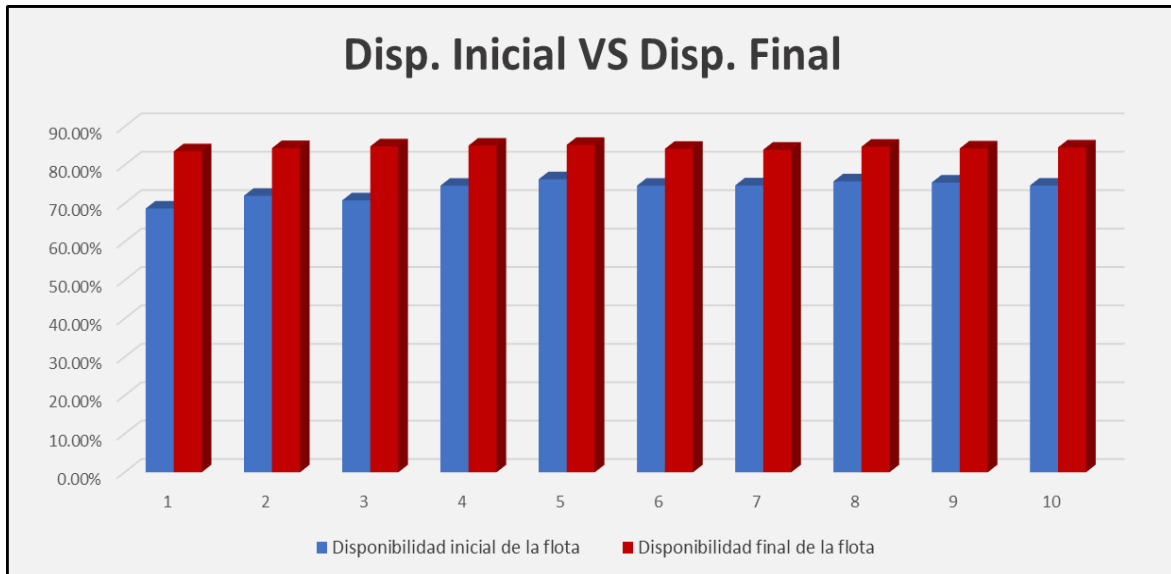
Nota. Esta tabla ilustra los resultados de los indicadores de mantenimiento finales como el MTBF, MTTR y la disponibilidad de cada flota de las maquinarias en promedio.

Con estos datos obtenidos de los indicadores de mantenimiento podemos apreciar un incremento significativo cuando se aplica un sistema de gestión de activos. Aplicando dicho sistema se pudo ver mejoras en todas las flotas de las maquinarias, la flota de excavadora de oruga ascendió a una disponibilidad del 83.55%, la flota del cargador frontal mejoró en 84.39%, la flota de tractor oruga tuvo una disponibilidad del 84.84%, el camión volquete un 85.05%, la cama baja un 85.23%, la cisterna de agua un 84.22%, la retroexcavadora un 83.97%, la flota de rodillo liso vibratorio subió a 84.76%, el mini cargador mejoró en 84.30% y finalmente la flota de motoniveladora ascendió al 84.56%.

A continuación, se presenta un gráfico comparativo entre el diagnóstico situacional inicial y los valores obtenidos luego de implementar un sistema de gestión de activos basado en la ISO 55001:2014.

Figura 25
Comparación entre indicadores de mantenimiento





Nota. La figura muestra las comparaciones entre los indicadores de mantenimiento antes de la implementación y después del proceso de implementación, observando una mejora evidente.

Asimismo, para el diagnóstico final de la confiabilidad después de la implementación del sistema de gestión de activos se fueron registrando las fallas, las fechas en que ocurrieron dichas fallas y los horómetros de cada cargador frontal (Anexo 18), puesto que en el diagnóstico inicial esta flota de maquinaria mostró ser una de las más críticas. En un periodo de 6 meses se dio seguimiento a estas maquinarias post implementación evidenciando mejoras significativas en la confiabilidad lo cual se registraron los siguientes resultados.

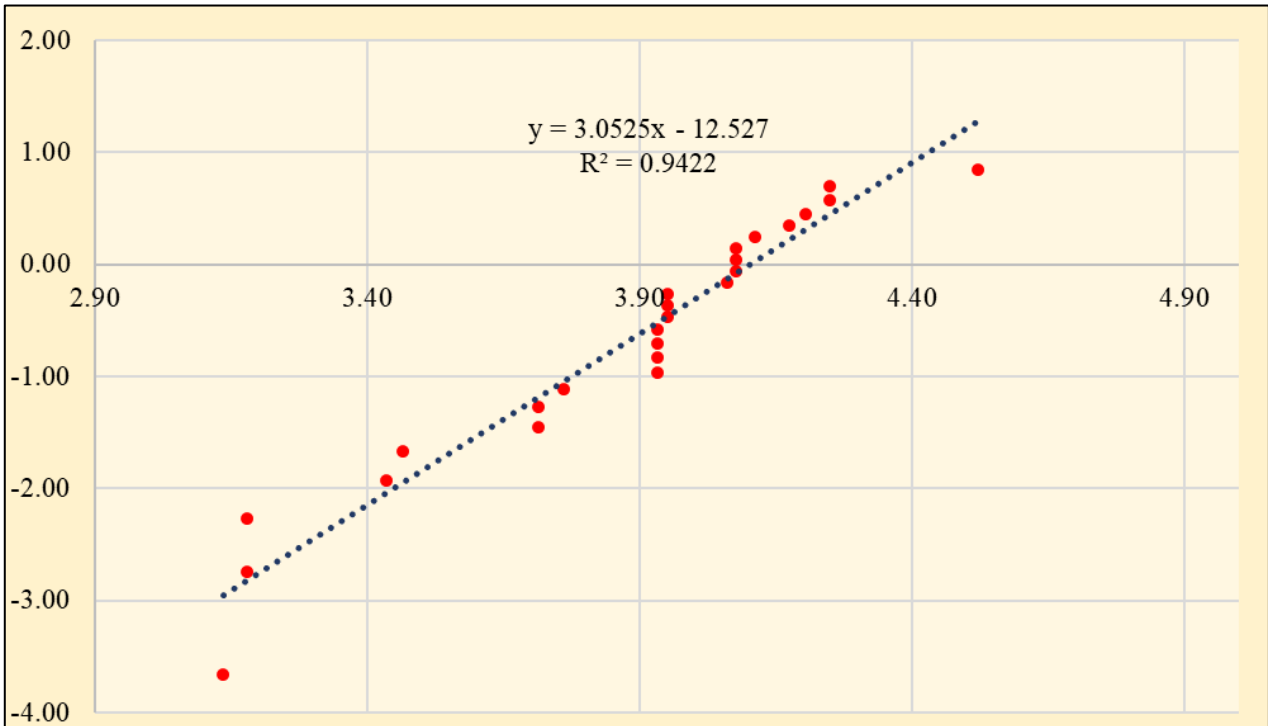
Tabla 63*Distribución de Weibull – confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-01*

Empresa		Construcciones & Servicios Dieguito SAC		Parametros de Weibull			
Maquinaria		Cargador Frontal					
Código		SGA-REA-MC-CF-01					
Sistema		General		Parámetro de forma (β)		2.670600	
Fecha de inicio		26/04/2023		Constante de la ecuacion de la recta (a)		-11.095903	
Fecha de fin		25/10/2023		Eta (η)		63.741502	
N	TBF	R	Xi	Yi	Xi*Yi	Xi ²	Yi ²
1	23	0.025547	3.135494	-3.654306	-11.458056	9.831324	13.353953
2	24	0.062044	3.178054	-2.748060	-8.733482	10.100026	7.551832
3	24	0.098540	3.178054	-2.265870	-7.201056	10.100026	5.134166
4	31	0.135036	3.433987	-1.930553	-6.629494	11.792268	3.727035
5	32	0.171533	3.465736	-1.670366	-5.789049	12.011325	2.790124
6	41	0.208029	3.713572	-1.455727	-5.405947	13.790617	2.119141
7	41	0.244526	3.713572	-1.271505	-4.721825	13.790617	1.616725
8	43	0.281022	3.761200	-1.108892	-4.170764	14.146626	1.229641
9	51	0.317518	3.931826	-0.962284	-3.783532	15.459253	0.925990
10	51	0.354015	3.931826	-0.827872	-3.255047	15.459253	0.685371
11	51	0.390511	3.931826	-0.702926	-2.763783	15.459253	0.494105
12	51	0.427007	3.931826	-0.585401	-2.301696	15.459253	0.342695
13	52	0.463504	3.951244	-0.473698	-1.871695	15.612327	0.224389
14	52	0.500000	3.951244	-0.366513	-1.448182	15.612327	0.134332
15	52	0.536496	3.951244	-0.262741	-1.038154	15.612327	0.069033
16	58	0.572993	4.060443	-0.161397	-0.655343	16.487197	0.026049
17	59	0.609489	4.077537	-0.061557	-0.251001	16.626312	0.003789
18	59	0.645985	4.077537	0.037698	0.153713	16.626312	0.001421
19	59	0.682482	4.077537	0.137342	0.560016	16.626312	0.018863
20	61	0.718978	4.110874	0.238483	0.980375	16.899284	0.056874
21	65	0.755474	4.174387	0.342480	1.429642	17.425509	0.117292
22	67	0.791971	4.204693	0.451125	1.896840	17.679440	0.203513
23	70	0.828467	4.248495	0.567006	2.408922	18.049712	0.321496
24	70	0.864964	4.248495	0.694252	2.949525	18.049712	0.481985
25	92	0.901460	4.521789	0.840399	3.800106	20.446572	0.706270
26	119	0.937956	4.779123	1.022420	4.886273	22.840021	1.045343
27	130	0.974453	4.867534	1.299433	6.325036	23.692892	1.688527
		TOTAL	106.609149	-14.879030	-46.087657	425.686097	45.069955

Nota. Esta tabla muestra el registro de los datos para poder calcular la confiabilidad final de la maquinaria SGA-REA-MC-CF-01 utilizando la distribución de Weibull biparamétrica en un periodo de 6 meses, post implementación del SGA.

Figura 26

Recta de regresión de confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-01



Nota. Esta figura muestra la recta de regresión biparamétrica que representa el comportamiento de las fallas en un diagnóstico final utilizando la distribución de Weibull para SGA-REA-MC-CF-01.

Tabla 64

Resultados del análisis de confiabilidad final para SGA-REA-MC-CF-01

Confiabilidad [R(t)]	81.73%
Probabilidad de fallo [F(t)]	18.27%
MTBF (horas)	56.66
Tasa de fallo [$\lambda(t)$]	0.01539001

Nota. Esta tabla muestra el valor de la confiabilidad final (post implementación del SGA) de SGA-REA-MC-CF-01 en un periodo de 6 meses utilizando la distribución de Weibull.

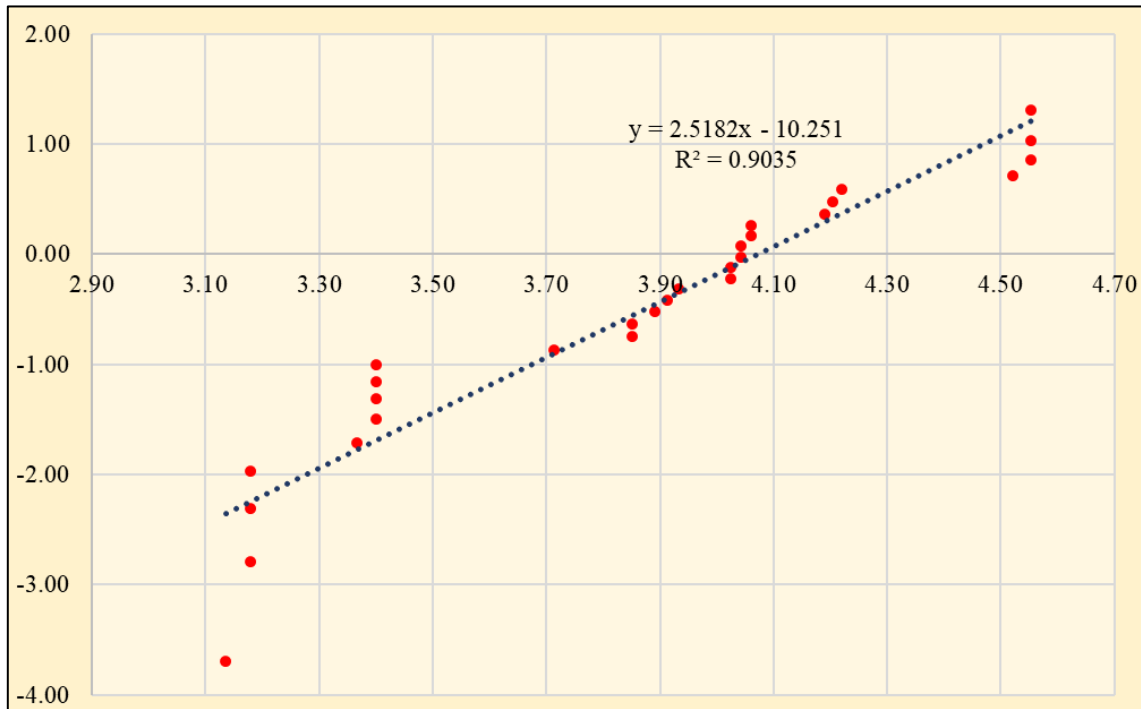
Tabla 65*Distribución de Weibull – confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-02*

Empresa		Construcciones & Servicios Dieguito SAC		Parametros de Weibull			
Maquinaria		Cargador Frontal					
Código		SGA-REA-MC-CF-02					
Sistema		General		Parámetro de forma (β)		2.518230	
Fecha de inicio		26/04/2023		Constante de la ecuacion de la recta (a)		-10.251135	
Fecha de fin		25/10/2023		Eta (η)		58.602021	
N	TBF	R	Xi	Yi	Xi*Yi	Xi ²	Yi ²
1	23	0.024648	3.135494	-3.690612	-11.571892	9.831324	13.620615
2	24	0.059859	3.178054	-2.785057	-8.851061	10.100026	7.756542
3	24	0.095070	3.178054	-2.303604	-7.320978	10.100026	5.306592
4	24	0.130282	3.178054	-1.969075	-6.257827	10.100026	3.877257
5	29	0.165493	3.367296	-1.709733	-5.757177	11.338681	2.923187
6	30	0.200704	3.401197	-1.496001	-5.088195	11.568144	2.238019
7	30	0.235915	3.401197	-1.312758	-4.464949	11.568144	1.723334
8	30	0.271127	3.401197	-1.151205	-3.915476	11.568144	1.325273
9	30	0.306338	3.401197	-1.005749	-3.420751	11.568144	1.011531
10	41	0.341549	3.713572	-0.872595	-3.240446	13.790617	0.761423
11	47	0.376761	3.850148	-0.749031	-2.883880	14.823637	0.561047
12	47	0.411972	3.850148	-0.633030	-2.437259	14.823637	0.400727
13	49	0.447183	3.891820	-0.523019	-2.035496	15.146265	0.273549
14	50	0.482394	3.912023	-0.417728	-1.634160	15.303924	0.174496
15	51	0.517606	3.931826	-0.316091	-1.242814	15.459253	0.099913
16	56	0.552817	4.025352	-0.217177	-0.874216	16.203456	0.047166
17	56	0.588028	4.025352	-0.120135	-0.483587	16.203456	0.014433
18	57	0.623239	4.043051	-0.024144	-0.097614	16.346264	0.000583
19	57	0.658451	4.043051	0.071635	0.289624	16.346264	0.005132
20	58	0.693662	4.060443	0.168109	0.682599	16.487197	0.028261
21	58	0.728873	4.060443	0.266332	1.081428	16.487197	0.070933
22	66	0.764085	4.189655	0.367612	1.540168	17.553207	0.135139
23	67	0.799296	4.204693	0.473699	1.991757	17.679440	0.224390
24	68	0.834507	4.219508	0.587135	2.477419	17.804245	0.344727
25	92	0.869718	4.521789	0.711997	3.219498	20.446572	0.506939
26	95	0.904930	4.553877	0.855749	3.896978	20.737795	0.732307
27	95	0.940141	4.553877	1.035233	4.714321	20.737795	1.071706
28	95	0.975352	4.553877	1.309161	5.961756	20.737795	1.713902
		TOTAL	107.846244	-15.450083	-45.722228	420.860674	46.949122

Nota. Esta tabla muestra el registro de los datos para poder calcular la confiabilidad final de la maquinaria SGA-REA-MC-CF-02 utilizando la distribución de Weibull biparamétrica en un periodo de 6 meses, post implementación del SGA.

Figura 27

Recta de regresión de confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-02



Nota. Esta figura muestra la recta de regresión biparamétrica que representa el comportamiento de las fallas en un diagnóstico final utilizando la distribución de Weibull para SGA-REA-MC-CF-02.

Tabla 66

Resultados del análisis de confiabilidad final para SGA-REA-MC-CF-02

Confiabilidad [R(t)]	76.10%
Probabilidad de fallo [F(t)]	23.90%
MTBF (horas)	52.00
Tasa de fallo [$\lambda(t)$]	0.01964877

Nota. Esta tabla muestra el valor de la confiabilidad final (post implementación del SGA) de SGA-REA-MC-CF-02 en un periodo de 6 meses utilizando la distribución de Weibull.

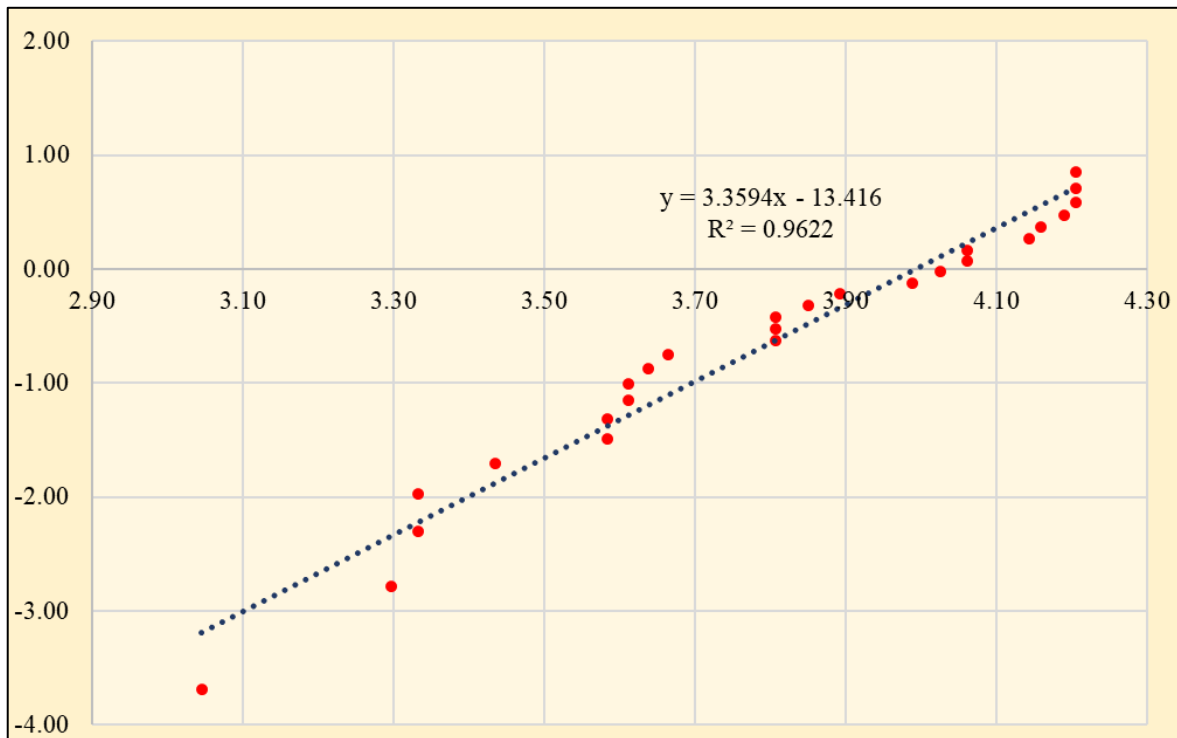
Tabla 67*Distribución de Weibull – confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-03*

Empresa		Construcciones & Servicios Dieguito SAC		Parametros de Weibull			
Maquinaria		Cargador Frontal					
Código		SGA-REA-MC-CF-03					
Sistema		General		Parámetro de forma (β)		3.356883	
Fecha de inicio		26/04/2023		Constante de la ecuacion de la recta (a)		-13.405664	
Fecha de fin		25/10/2023		Eta (η)		54.243635	
N	TBF	R	X_i	Y_i	$X_i * Y_i$	X_i^2	Y_i^2
1	21	0.024648	3.044522	-3.690612	-11.236150	9.269117	13.620615
2	27	0.059859	3.295837	-2.785057	-9.179093	10.862541	7.756542
3	28	0.095070	3.332205	-2.303604	-7.676080	11.103587	5.306592
4	28	0.130282	3.332205	-1.969075	-6.561361	11.103587	3.877257
5	31	0.165493	3.433987	-1.709733	-5.871201	11.792268	2.923187
6	36	0.200704	3.583519	-1.496001	-5.360948	12.841608	2.238019
7	36	0.235915	3.583519	-1.312758	-4.704294	12.841608	1.723334
8	37	0.271127	3.610918	-1.151205	-4.156907	13.038728	1.325273
9	37	0.306338	3.610918	-1.005749	-3.631678	13.038728	1.011531
10	38	0.341549	3.637586	-0.872595	-3.174141	13.232033	0.761423
11	39	0.376761	3.663562	-0.749031	-2.744121	13.421684	0.561047
12	45	0.411972	3.806662	-0.633030	-2.409732	14.490679	0.400727
13	45	0.447183	3.806662	-0.523019	-1.990957	14.490679	0.273549
14	45	0.482394	3.806662	-0.417728	-1.590148	14.490679	0.174496
15	47	0.517606	3.850148	-0.316091	-1.216996	14.823637	0.099913
16	49	0.552817	3.891820	-0.217177	-0.845216	15.146265	0.047166
17	54	0.588028	3.988984	-0.120135	-0.479218	15.911994	0.014433
18	56	0.623239	4.025352	-0.024144	-0.097187	16.203456	0.000583
19	58	0.658451	4.060443	0.071635	0.290870	16.487197	0.005132
20	58	0.693662	4.060443	0.168109	0.682599	16.487197	0.028261
21	63	0.728873	4.143135	0.266332	1.103451	17.165565	0.070933
22	64	0.764085	4.158883	0.367612	1.528856	17.296309	0.135139
23	66	0.799296	4.189655	0.473699	1.984634	17.553207	0.224390
24	67	0.834507	4.204693	0.587135	2.468720	17.679440	0.344727
25	67	0.869718	4.204693	0.711997	2.993727	17.679440	0.506939
26	67	0.904930	4.204693	0.855749	3.598164	17.679440	0.732307
27	72	0.940141	4.276666	1.035233	4.427344	18.289873	1.071706
28	82	0.975352	4.406719	1.309161	5.769103	19.419175	1.713902
		TOTAL	107.215090	-15.450083	-48.077959	413.839722	46.949122

Nota. Esta tabla muestra el registro de los datos para poder calcular la confiabilidad final de la maquinaria SGA-REA-MC-CF-03 utilizando la distribución de Weibull biparamétrica en un periodo de 6 meses, post implementación del SGA.

Figura 28

Recta de regresión de confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-03



Nota. Esta figura muestra la recta de regresión biparamétrica que representa el comportamiento de las fallas en un diagnóstico final utilizando la distribución de Weibull para SGA-REA-MC-CF-03.

Tabla 68

Resultados del análisis de confiabilidad final para SGA-REA-MC-CF-03

Confiabilidad [R(t)]	79.47%
Probabilidad de fallo [F(t)]	20.53%
MTBF (horas)	48.70
Tasa de fallo [$\lambda(t)$]	0.02203525

Nota. Esta tabla muestra el valor de la confiabilidad final (post implementación del SGA) de SGA-REA-MC-CF-03 en un periodo de 6 meses utilizando la distribución de Weibull.

Tabla 69

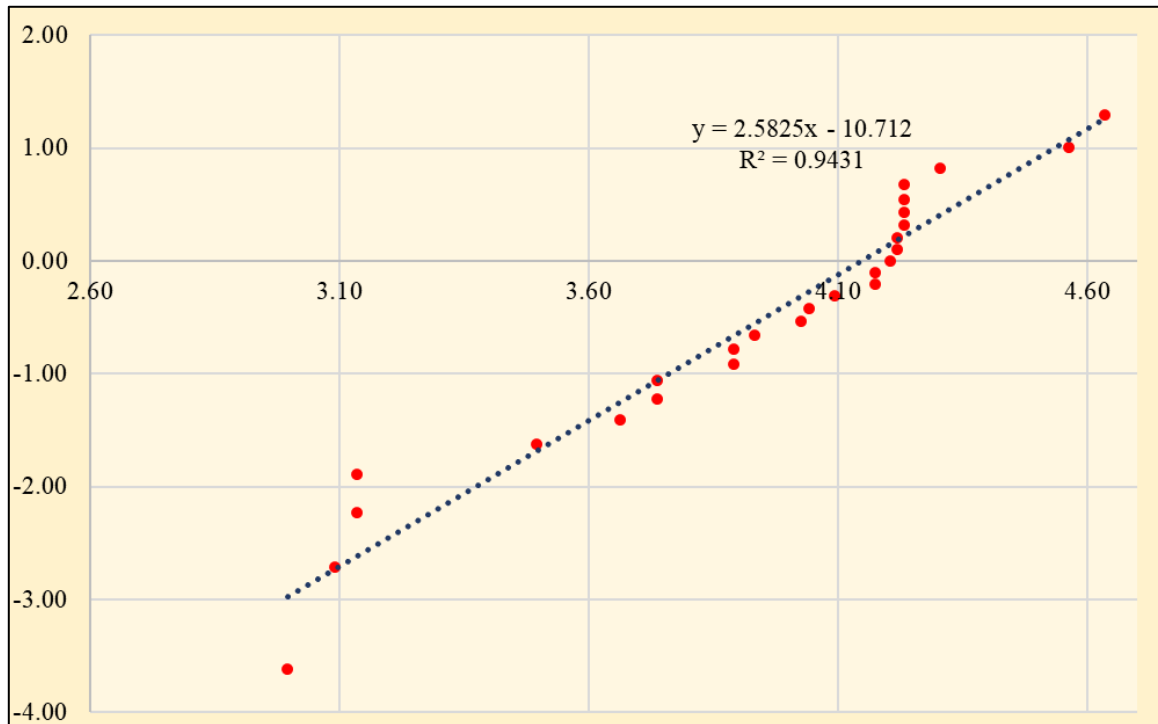
Distribución de Weibull – confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-04

Empresa		Construcciones & Servicios Dieguito SAC		Parametros de Weibull			
Maquinaria		Cargador Frontal					
Código		SGA-REA-MC-CF-04					
Sistema		General		Parámetro de forma (β)		2.582484	
Fecha de inicio		26/04/2023		Constante de la ecuacion de la recta (a)		-10.711740	
Fecha de fin		25/10/2023		Eta (η)		63.297315	
N	TBF	R	Xi	Yi	Xi*Yi	Xi ²	Yi ²
1	20	0.026515	2.995732	-3.616633	-10.834463	8.974412	13.080031
2	22	0.064394	3.091042	-2.709640	-8.375612	9.554543	7.342149
3	23	0.102273	3.135494	-2.226653	-6.981657	9.831324	4.957982
4	23	0.140152	3.135494	-1.890481	-5.927594	9.831324	3.573920
5	33	0.178030	3.496508	-1.629377	-5.697128	12.225565	2.654868
6	39	0.215909	3.663562	-1.413747	-5.179347	13.421684	1.998679
7	42	0.253788	3.737670	-1.228452	-4.591548	13.970174	1.509095
8	42	0.291667	3.737670	-1.064673	-3.979397	13.970174	1.133529
9	49	0.329545	3.891820	-0.916792	-3.567991	15.146265	0.840508
10	49	0.367424	3.891820	-0.780984	-3.039448	15.146265	0.609936
11	51	0.405303	3.931826	-0.654497	-2.573369	15.459253	0.428367
12	56	0.443182	4.025352	-0.535261	-2.154613	16.203456	0.286504
13	57	0.481061	4.043051	-0.421643	-1.704724	16.346264	0.177783
14	60	0.518939	4.094345	-0.312300	-1.278664	16.763657	0.097531
15	65	0.556818	4.174387	-0.206071	-0.860221	17.425509	0.042465
16	65	0.594697	4.174387	-0.101900	-0.425368	17.425509	0.010384
17	67	0.632576	4.204693	0.001237	0.005203	17.679440	0.000002
18	68	0.670455	4.219508	0.104397	0.440504	17.804245	0.010899
19	68	0.708333	4.219508	0.208755	0.880845	17.804245	0.043579
20	69	0.746212	4.234107	0.315727	1.336824	17.927658	0.099684
21	69	0.784091	4.234107	0.427160	1.808641	17.927658	0.182466
22	69	0.821970	4.234107	0.545692	2.310516	17.927658	0.297779
23	69	0.859848	4.234107	0.675508	2.860173	17.927658	0.456311
24	74	0.897727	4.304065	0.824225	3.547517	18.524976	0.679346
25	96	0.935606	4.564348	1.008956	4.605226	20.833274	1.017992
26	103	0.973485	4.634729	1.289243	5.975294	21.480713	1.662148
		TOTAL	102.303436	-14.308202	-43.400402	407.532905	43.193937

Nota. Esta tabla muestra el registro de los datos para poder calcular la confiabilidad final de la maquinaria SGA-REA-MC-CF-04 utilizando la distribución de Weibull biparamétrica en un periodo de 6 meses, post implementación del SGA.

Figura 29

Recta de regresión de confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-04



Nota. Esta figura muestra la recta de regresión biparamétrica que representa el comportamiento de las fallas en un diagnóstico final utilizando la distribución de Weibull para SGA-REA-MC-CF-04.

Tabla 70

Resultados del análisis de confiabilidad final para SGA-REA-MC-CF-04

Confiabilidad [R(t)]	80.53%
Probabilidad de fallo [F(t)]	19.47%
MTBF (horas)	56.21
Tasa de fallo [$\lambda(t)$]	0.01597541

Nota. Esta tabla muestra el valor de la confiabilidad final (post implementación del SGA) de SGA-REA-MC-CF-04 en un periodo de 6 meses utilizando la distribución de Weibull.

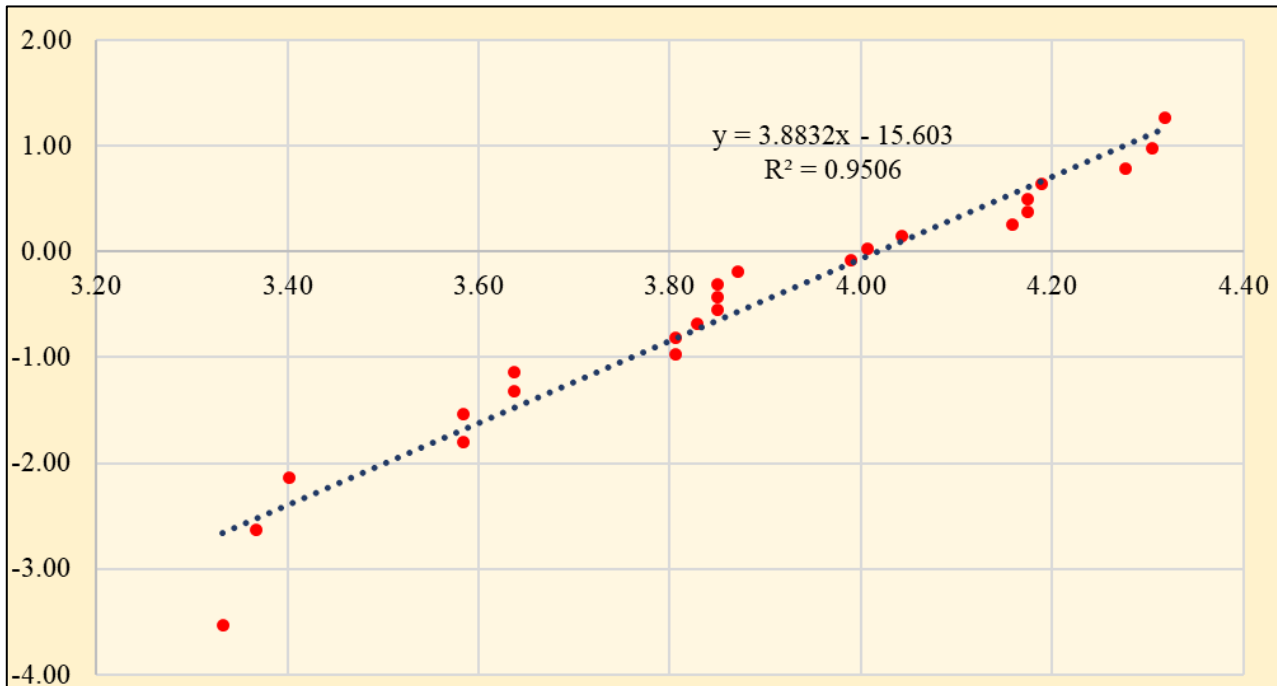
Tabla 71*Distribución de Weibull – confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-05*

Empresa		Construcciones & Servicios Dieguito SAC		Parametros de Weibull			
Maquinaria		Cargador Frontal					
Código		SGA-REA-MC-CF-05					
Sistema		General		Parámetro de forma (β)		3.883172	
Fecha de inicio		26/04/2023		Constante de la ecuacion de la recta (a)		-15.602632	
Fecha de fin		25/10/2023		Eta (η)		55.590457	
N	TBF	R	X_i	Y_i	$X_i * Y_i$	X_i^2	Y_i^2
1	28	0.028689	3.332205	-3.536739	-11.785139	11.103587	12.508525
2	29	0.069672	3.367296	-2.628063	-8.849466	11.338681	6.906716
3	30	0.110656	3.401197	-2.143269	-7.289680	11.568144	4.593601
4	36	0.151639	3.583519	-1.805152	-6.468797	12.841608	3.258574
5	36	0.192623	3.583519	-1.541945	-5.525590	12.841608	2.377595
6	38	0.233607	3.637586	-1.324035	-4.816291	13.232033	1.753068
7	38	0.274590	3.637586	-1.136257	-4.133231	13.232033	1.291079
8	45	0.315574	3.806662	-0.969759	-3.691545	14.490679	0.940432
9	45	0.356557	3.806662	-0.818886	-3.117224	14.490679	0.670575
10	46	0.397541	3.828641	-0.679766	-2.602580	14.658495	0.462082
11	47	0.438525	3.850148	-0.549588	-2.115997	14.823637	0.302047
12	47	0.479508	3.850148	-0.426207	-1.640960	14.823637	0.181652
13	47	0.520492	3.850148	-0.307893	-1.185432	14.823637	0.094798
14	48	0.561475	3.871201	-0.193173	-0.747811	14.986197	0.037316
15	54	0.602459	3.988984	-0.080714	-0.321968	15.911994	0.006515
16	55	0.643443	4.007333	0.030781	0.123352	16.058719	0.000947
17	57	0.684426	4.043051	0.142682	0.576870	16.346264	0.020358
18	64	0.725410	4.158883	0.256559	1.067001	17.296309	0.065823
19	65	0.766393	4.174387	0.374399	1.562886	17.425509	0.140174
20	65	0.807377	4.174387	0.498968	2.082886	17.425509	0.248969
21	66	0.848361	4.189655	0.634591	2.658717	17.553207	0.402706
22	72	0.889344	4.276666	0.789062	3.374556	18.289873	0.622619
23	74	0.930328	4.304065	0.979812	4.217174	18.524976	0.960031
24	75	0.971311	4.317488	1.267302	5.471561	18.640704	1.606054
		TOTAL	93.041418	-13.167290	-43.156709	362.727717	39.452258

Nota. Esta tabla muestra el registro de los datos para poder calcular la confiabilidad final de la maquinaria SGA-REA-MC-CF-05 utilizando la distribución de Weibull biparamétrica en un periodo de 6 meses, post implementación del SGA.

Figura 30

Recta de regresión de confiabilidad final de SGA-REA-MC-CF-05



Nota. Esta figura muestra la recta de regresión biparamétrica que representa el comportamiento de las fallas en un diagnóstico final utilizando la distribución de Weibull para SGA-REA-MC-CF-05.

Tabla 72

Resultados del análisis de confiabilidad final para SGA-REA-MC-CF-05

Confiabilidad [R(t)]	84.72%
Probabilidad de fallo [F(t)]	15.28%
MTBF (horas)	50.30
Tasa de fallo [$\lambda(t)$]	0.01840197

Nota. Esta tabla muestra el valor de la confiabilidad final (post implementación del SGA) de SGA-REA-MC-CF-05 en un periodo de 6 meses utilizando la distribución de Weibull.

Tabla 73

Resumen del análisis de confiabilidad inicial y final de la flota de cargadores frontales

Maquinaria	Confiabilidad Inicial R(t)	Confiabilidad Final R(t)
SGA-REA-MC-CF-01	72.94%	81.73%
SGA-REA-MC-CF-02	68.44%	76.10%
SGA-REA-MC-CF-03	72.13%	79.47%
SGA-REA-MC-CF-04	72.56%	80.53%
SGA-REA-MC-CF-05	75.05%	84.72%
PROMEDIO	72.23%	80.51%
INCREMENTO	8.29%	

Nota. Esta tabla muestra la comparativa de la confiabilidad inicial y final de la flota cargadores frontales, maquinarias críticas identificadas inicialmente antes de la implementación del SGA.

En el periodo de mejora se obtuvo un incremento significativo de la confiabilidad de la flota de cargadores frontales, inicialmente la confiabilidad de la flota en promedio estaba en un 72.23%; luego de implementar el Sistema de Gestión de Activos y aplicar las técnicas de mantenimiento en base a la criticidad de las fallas en sistemas de la maquinaria se produjo un incremento de un 8.29% logrando obtener una confiabilidad final promedio del 80.51%, logrando así contribuir a al incremento tanto del rendimiento de la maquinaria como la rentabilidad.

4.5.Evaluar el costo horario, rendimiento y rentabilidad post la implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para proyectos de infraestructura vial.

Una vez implementado el sistema de gestión de activos físicos basado en ISO 55001 y realizado el diagnóstico de la disponibilidad y confiabilidad post implementación de los activos. Se vuelve a realizar la evaluación de las variables económica y operativas (costo horario, rendimiento y rentabilidad), a fin de validar la eficacia del sistema de gestión de activos implementado en el inciso 4.3.

Por otro lado, el costo horario, el rendimiento y la rentabilidad de los activos, nos dan un panorama financiero y operativo para futuros proyectos de infraestructura vial. Por lo que de igual manera realizado en el inciso 4.2 se realiza un desglose de estos indicadores,

para asegurarse que la evaluación sea precisa y confiable, por lo que primero se inicia evaluando la rentabilidad de cada activo que se aprecia en el anexo 20, para después completar las en las siguientes tablas resúmenes de evaluación con los valores de costo horario para evaluar la rentabilidad de cada activo:

Tabla 74

Tabla de resumen de la rentabilidad (Cama baja)

Resumen Cama Baja		
Maquinaria	Cama Baja 1	
	SGA-REA-MC-CB-01	
Rendimiento (Tm/hr)		42.51
Costo Operación	Consumible	\$3,600.00
	Neumáticos	\$2,575.00
	Operador	\$1,750.00
Subtotal costo de operación		\$7,925.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$75.00
	Filtros	\$160.00
	Repuestos	\$170.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$405.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$60.75
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$60.75
Costo de Mantenimiento Total		\$465.75
Horas Trabajadas		75
Costo de Operación & Mantenimiento		\$8,390.75
Costo horario		\$111.88
Rentabilidad (\$/Tm)		2.63
Rentabilidad promedio (\$/Tm)		2.63

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad final de la maquinaria Cama Baja.

Tabla 75*Tabla de resumen de la rentabilidad (Camión volquete)*

Resumen Camion Volquete				
Maquinaria		Camión Volquete 1	Camión Volquete 2	Camión Volquete 3
		SGA-REA-MC-CV-01	SGA-REA-MC-CV-02	SGA-REA-MC-CV-03
Rendimiento (Tm/hr)		18.88	20.09	18.88
Costo Operación	Consumible	\$7,600.76	\$7,486.00	\$7,714.00
	Neumáticos	\$666.58	\$655.50	\$676.40
	Operador	\$2,344.98	\$2,318.00	\$2,375.00
Subtotal costo de operación		\$10,612.32	\$10,459.50	\$10,765.40
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$247.00	\$243.20	\$250.80
	Filtros	\$324.86	\$321.10	\$328.70
	Repuestos	\$290.80	\$286.90	\$296.40
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$862.65	\$851.20	\$875.90
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$129.40	\$127.68	\$131.39
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$129.40	\$127.68	\$131.39
Costo de Mantenimiento Total		\$992.05	\$978.88	\$1,007.29
Horas Trabajadas		207	212	200
Costo de operación & Mantenimiento		\$11,604.37	\$11,438.38	\$11,772.69
Costo horario		\$56.06	\$53.95	\$58.86
Rentabilidad (\$/Tm)		2.97	2.69	3.12

Maquinaria	Camión Volquete 4	Camión Volquete 5	Camión Volquete 6
	SGA-REA-MC-CV-04	SGA-REA-MC-CV-05	SGA-REA-MC-CV-06
Rendimiento (Tm/hr)	18.88	18.15	20.09
Costo Operación			
Consumible	\$7,467.00	\$7,657.00	\$7,106.00
Neumáticos	\$653.60	\$661.20	\$636.50
Operador	\$2,312.30	\$2,338.90	\$2,242.00
Subtotal costo de operación	\$10,432.90	\$10,657.10	\$9,984.50
Costo de Mantenimiento Preventivo			
Mano de Obra	\$241.30	\$245.10	\$233.70
Filtros	\$319.20	\$323.00	\$311.60
Repuestos	\$285.00	\$288.80	\$279.30
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo	\$845.50	\$856.90	\$824.60
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado	\$126.83	\$128.54	\$123.69
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo	\$126.83	\$128.54	\$123.69
Costo de Mantenimiento Total	\$972.33	\$985.44	\$948.29
Horas Trabajadas	201	226	153
Costo de operación & Mantenimiento	\$11,405.23	\$11,642.54	\$10,932.79
Costo horario	\$56.74	\$51.52	\$71.46
Rentabilidad (\$/Tm)	3.01	2.84	3.56

Maquinaria		Camión Volquete 7	Camión Volquete 8	Camión Volquete 9
		SGA-REA-MC-CV-07	SGA-REA-MC-CV-08	SGA-REA-MC-CV-09
Rendimiento (Tm/hr)		17.73	16.02	17.73
Costo Operación	Consumible	\$7,372.00	\$7,239.00	\$7,562.00
	Neumáticos	\$647.90	\$642.20	\$659.30
	Operador	\$2,291.40	\$2,280.00	\$2,333.20
Subtotal costo de operación		\$10,311.30	\$10,161.20	\$10,554.50
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$239.40	\$237.50	\$243.20
	Filtros	\$317.30	\$315.40	\$322.24
	Repuestos	\$283.10	\$281.20	\$288.04
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$839.80	\$834.10	\$853.48
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$125.97	\$125.12	\$128.02
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$125.97	\$125.12	\$128.02
Costo de Mantenimiento Total		\$965.77	\$959.22	\$981.50
Horas Trabajadas		121	110	163
Costo de operación & Mantenimiento		\$11,277.07	\$11,120.42	\$11,536.00
Costo horario		\$93.20	\$101.09	\$70.77
Rentabilidad (\$/Tm)		5.26	6.31	3.99

Maquinaria	Camión Volquete 10	Camión Volquete 11	Camión Volquete 12
	SGA-REA-MC-CV-10	SGA-REA-MC-CV-11	SGA-REA-MC-CV-12
Rendimiento (Tm/hr)	16.66	16.02	17.73
Costo Operación			
Consumible	\$7,201.00	\$7,486.00	\$6,631.06
Neumáticos	\$640.30	\$655.50	\$579.35
Operador	\$2,276.20	\$2,318.00	\$2,074.33
Subtotal costo de operación	\$10,117.50	\$10,459.50	\$9,284.73
Costo de Mantenimiento Preventivo			
Mano de Obra	\$235.60	\$243.20	\$231.86
Filtros	\$314.26	\$321.10	\$297.26
Repuestos	\$280.06	\$286.90	\$261.88
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo	\$829.92	\$851.20	\$790.99
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado	\$124.49	\$127.68	\$118.65
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo	\$124.49	\$127.68	\$118.65
Costo de Mantenimiento Total	\$954.41	\$978.88	\$909.64
Horas Trabajadas	129	111	114
Costo de operación & Mantenimiento	\$11,071.91	\$11,438.38	\$10,194.37
Costo horario	\$85.83	\$103.05	\$89.42
Rentabilidad (\$/Tm)	5.15	6.43	5.04
Rentabilidad promedio (\$/Tm)			4.20

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad final de la maquinaria Camión Volquete.

Tabla 76*Tabla de resumen de la rentabilidad (Retroexcavadora)*

Resumen de Retroexcavadora				
Maquinaria		Retroexcavadora 1	Retroexcavadora 2	Retroexcavadora 3
		SGA-REA-MC-RE-01	SGA-REA-MC-RE-02	SGA-REA-MC-RE-03
Rendimiento (Tm/hr)		157.35	147.87	147.87
Costo Operación	Consumible	\$8,001.47	\$7,619.00	\$7,904.00
	Neumáticos	\$488.11	\$467.40	\$482.60
	Operador	\$2,455.88	\$2,356.00	\$2,432.00
Subtotal costo de operación		\$10,945.46	\$10,442.40	\$10,818.60
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$140.79	\$136.80	\$139.84
	Filtros	\$356.69	\$342.00	\$353.40
	Repuestos	\$2,440.93	\$2,344.60	\$2,413.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$2,938.41	\$2,823.40	\$2,906.24
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$440.76	\$423.51	\$435.94
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$440.76	\$423.51	\$435.94
Costo de Mantenimiento Total		\$3,379.17	\$3,246.91	\$3,342.18
Horas Trabajadas		521	430	528
Costo de operación & Mantenimiento		\$14,324.63	\$13,689.31	\$14,160.78
Costo horario		\$27.49	\$31.84	\$26.82
Rentabilidad (\$/Tm)		0.17	0.22	0.18

Maquinaria	Retroexcavadora 4	Retroexcavadora 5
	SGA-REA-MC-RE-04	SGA-REA-MC-RE-05
Rendimiento (Tm/hr)	157.35	138.39
Costo Operación		
Consumible	\$8,094.00	\$7,752.00
Neumáticos	\$492.10	\$473.10
Operador	\$2,477.60	\$2,394.00
Subtotal costo de operación	\$11,063.70	\$10,619.10
Costo de Mantenimiento		
Mano de Obra	\$141.36	\$137.94
Preventivo		
Filtros	\$359.10	\$347.70
Repuestos	\$2,451.00	\$2,375.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo	\$2,951.46	\$2,860.64
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado	\$442.72	\$429.10
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo	\$442.72	\$429.10
Costo de Mantenimiento Total	\$3,394.18	\$3,289.74
Horas Trabajadas	499	424
Costo de operación & Mantenimiento	\$14,457.88	\$13,908.84
Costo horario	\$28.97	\$32.80
Rentabilidad (\$/Tm)	0.18	0.24
Rentabilidad promedio (\$/Tm)		0.20

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad final de la maquinaria Retroexcavadora.

Tabla 77

Tabla de resumen de la rentabilidad (Excavadora sobre orugas)

Resumen de Excavadora sobre Orugas				
Maquinaria		Excavadora sobre orugas 1	Excavadora sobre orugas 2	Excavadora sobre orugas 3
		SGA-REA-MC-EO-01	SGA-REA-MC-EO-02	SGA-REA-MC-EO-03
Rendimiento (Tm/hr)		146.58	152.44	162.21
Costo Operación	Consumible	\$9,145.78	\$8,797.00	\$8,816.00
	Neumáticos	\$592.80	\$570.00	\$573.80
	Operador	\$1,922.23	\$1,862.00	\$1,869.60
Subtotal costo de operación		\$11,660.81	\$11,229.00	\$11,259.40
Costo de	Mano de Obra	\$134.98	\$129.20	\$129.96
Mantenimiento	Filtros	\$356.44	\$342.00	\$345.80
Preventivo	Repuestos	\$3,219.74	\$3,097.00	\$3,116.00
Subtotal costo de Mantenimiento				
Preventivo		\$3,711.16	\$3,568.20	\$3,591.76
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$556.67	\$535.23	\$538.76
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$556.67	\$535.23	\$538.76
Costo de Mantenimiento Total		\$4,267.83	\$4,103.43	\$4,130.52
Horas Trabajadas		436	444	438
Costo de operación & Mantenimiento		\$15,928.64	\$15,332.43	\$15,389.92
Costo horario		\$36.53	\$34.53	\$35.14
Rentabilidad (\$/Tm)		0.25	0.23	0.22

Maquinaria	Excavadora sobre orugas 4	Excavadora sobre orugas 5
	SGA-REA-MC-EO-04	SGA-REA-MC-EO-05
Rendimiento (Tm/hr)	146.58	152.44
Costo Operación		
Consumible	\$8,588.00	\$9,044.00
Neumáticos	\$558.60	\$589.00
Operador	\$1,824.00	\$1,911.40
Subtotal costo de operación	\$10,970.60	\$11,544.40
Costo de Mantenimiento		
Mano de Obra	\$125.40	\$133.76
Preventivo		
Filtros	\$338.20	\$353.40
Repuestos	\$3,059.00	\$3,173.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo	\$3,522.60	\$3,660.16
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado	\$528.39	\$549.02
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo	\$528.39	\$549.02
Costo de Mantenimiento Total	\$4,050.99	\$4,209.18
Horas Trabajadas	398	452
Costo de operación & Mantenimiento	\$15,021.59	\$15,753.58
Costo horario	\$37.74	\$34.85
Rentabilidad (\$/Tm)	0.26	0.23
Rentabilidad promedio (\$/Tm)		0.24

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad final de la maquinaria Excavadora sobre orugas.

Tabla 78*Tabla de resumen de la rentabilidad (Tractor orugas)*

Resumen de Tractor Orugas			
Maquinaria		Tractor orugas 1	Tractor orugas 2
		SGA-REA-MC-TO-01	SGA-REA-MC-TO-02
Rendimiento (Tm/hr)		283.42	301.58
Costo Operación	Consumible	\$5,907.86	\$6,042.00
	Neumáticos	\$433.20	\$448.40
	Operador	\$2,056.94	\$2,097.60
Subtotal costo de operación		\$8,398.00	\$8,588.00
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$142.80	\$146.30
	Filtros	\$372.40	\$383.80
	Repuestos	\$286.78	\$296.40
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$801.98	\$826.50
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$120.30	\$123.98
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$120.30	\$123.98
Costo de Mantenimiento Total		\$922.28	\$950.48
Horas Trabajadas		445	428
Costo de operación & Mantenimiento		\$9,320.28	\$9,538.48
Costo horario		\$20.94	\$22.29
Rentabilidad (\$/Tm)		0.07	0.07
Rentabilidad promedio (\$/Tm)			0.07

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad final de la maquinaria Tractor orugas.

Tabla 79*Tabla de resumen de la rentabilidad (Motoniveladora)*

Resumen de Motoniveladora				
Maquinaria		Motoniveladora 1	Motoniveladora 2	Motoniveladora 3
		SGA-REA-MC-MN-01	SGA-REA-MC-MN-02	SGA-REA-MC-MN-03
Rendimiento (Tm/hr)		512.68	545.54	525.82
Costo Operación	Consumible	\$6,645.12	\$6,422.00	\$6,802.00
	Neumáticos	\$429.40	\$410.40	\$448.40
	Operador	\$2,145.18	\$2,090.00	\$2,204.00
Subtotal costo de operación		\$9,219.69	\$8,922.40	\$9,454.40
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$131.15	\$125.40	\$136.80
	Filtros	\$359.39	\$349.60	\$372.40
	Repuestos	\$243.96	\$235.60	\$252.70
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$734.49	\$710.60	\$761.90
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$110.17	\$106.59	\$114.29
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$110.17	\$106.59	\$114.29
Costo de Mantenimiento Total		\$844.66	\$817.19	\$876.19
Horas Trabajadas		593	652	674
Costo de operación & Mantenimiento		\$10,064.36	\$9,739.59	\$10,330.59
Costo horario		\$16.97	\$14.94	\$15.33
Rentabilidad (\$/Tm)		0.03	0.03	0.03

Maquinaria	Motoniveladora 4		Motoniveladora 5	
		SGA-REA-MC-MN-04		SGA-REA-MC-MN-05
Rendimiento (Tm/hr)		512.68		492.96
Costo Operación	Consumible	\$6,536.00		\$6,764.00
	Neumáticos	\$418.00		\$440.80
	Operador	\$2,147.00		\$2,185.00
Subtotal costo de operación		\$9,101.00		\$9,389.80
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$129.20		\$134.90
	Filtros	\$353.40		\$366.70
	Repuestos	\$239.40		\$247.00
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$722.00		\$748.60
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$108.30		\$112.29
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$108.30		\$112.29
Costo de Mantenimiento Total		\$830.30		\$860.89
Horas Trabajadas		642		668
Costo de operación & Mantenimiento		\$9,931.30		\$10,250.69
Costo horario		\$15.47		\$15.35
Rentabilidad (\$/Tm)		0.03		0.03
Rentabilidad promedio (\$/Tm)				0.03

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad final de la maquinaria Motoniveladora.

Tabla 80*Tabla de resumen de la rentabilidad (Cisterna)*

Resumen de Cisterna				
Maquinaria		Cisterna 1	Cisterna 2	Cisterna 3
		SGA-REA-MC-CA-01	SGA-REA-MC-CA-02	SGA-REA-MC-CA-03
Rendimiento (Tm/hr)		\$23.33	\$18.93	\$17.72
Costo Operación	Consumible	\$4,115.08	\$3,914.00	\$4,009.00
	Neumáticos	\$376.20	\$361.00	\$366.70
	Operador	\$2,139.21	\$2,052.00	\$2,090.00
Subtotal costo de operación		\$6,630.49	\$6,327.00	\$6,465.70
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$79.80	\$76.00	\$77.90
	Filtros	\$173.41	\$167.20	\$170.24
	Repuestos	\$199.56	\$190.00	\$194.56
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$452.77	\$433.20	\$442.70
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$67.92	\$64.98	\$66.41
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$67.92	\$64.98	\$66.41
Costo de Mantenimiento Total		\$520.69	\$498.18	\$509.11
Horas Trabajadas		141	127	107
Costo de operación & Mantenimiento		\$7,151.18	\$6,825.18	\$6,974.81
Costo horario		\$50.72	\$53.74	\$65.19
Rentabilidad (\$/Tm)		2.17	2.84	3.68

Maquinaria	Cisterna 4		Cisterna 5	
		SGA-REA-MC-CA-04		SGA-REA-MC-CA-05
Rendimiento (Tm/hr)		\$23.82		\$16.65
Costo Operación	Consumible	\$4,085.00		\$3,961.50
	Neumáticos	\$372.40		\$362.90
	Operador	\$2,118.50		\$2,065.30
Subtotal costo de operación		\$6,575.90		\$6,389.70
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$79.04		\$76.76
	Filtros	\$171.76		\$168.72
	Repuestos	\$196.84		\$192.28
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$447.64		\$437.76
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$67.15		\$65.66
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$67.15		\$65.66
Costo de Mantenimiento Total		\$514.79		\$503.42
Horas Trabajadas		149.5		107
Costo de operación & Mantenimiento		\$7,090.69		\$6,893.12
Costo horario		\$47.43		\$64.42
Rentabilidad (\$/Tm)		1.99		3.87
Rentabilidad promedio (\$/Tm)				2.91

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad final de la maquinaria Cisterna.

Tabla 81*La rentabilidad (Rodillo vibratorio)*

Resumen de Rodillo Vibratorio				
Maquinaria		Rodillo Vibratorio 1	Rodillo Vibratorio 2	Rodillo Vibratorio 3
		SGA-REA-MC-RV-01	SGA-REA-MC-RV-02	SGA-REA-MC-RV-03
Rendimiento (Tm/hr)		766.80	766.80	848.59
Costo Operación	Consumible	\$4,173.70	\$4,123.00	\$4,408.00
	Neumáticos	\$1,557.53	\$1,539.00	\$1,459.20
	Operador	\$1,273.00	\$1,235.00	\$1,311.00
Subtotal costo de operación		\$7,004.22	\$6,897.00	\$7,178.20
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$133.00	\$131.10	\$134.90
	Filtros	\$190.00	\$178.60	\$235.60
	Repuestos	\$171.00	\$174.80	\$182.40
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$494.00	\$484.50	\$552.90
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$74.10	\$72.68	\$82.94
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$74.10	\$72.68	\$82.94
Costo de Mantenimiento Total		\$568.10	\$557.18	\$635.84
Horas Trabajadas		446	304	485.5
Costo de operación & Mantenimiento		\$7,572.32	\$7,454.18	\$7,814.04
Costo horario		\$16.98	\$24.52	\$16.09
Rentabilidad (\$/Tm)		0.02	0.03	0.02

Maquinaria	Rodillo Vibratorio 4		Rodillo Vibratorio 5	
	SGA-REA-MC-RV-04		SGA-REA-MC-RV-05	
Rendimiento (Tm/hr)		797.47		848.59
Costo Operación	Consumible	\$4,142.00		\$3,819.00
	Neumáticos	\$1,546.60		\$1,945.60
	Operador	\$1,254.00		\$1,292.00
Subtotal costo de operación		\$6,942.60		\$7,056.60
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$132.24		\$133.76
	Filtros	\$180.50		\$303.24
	Repuestos	\$175.56		\$180.50
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$488.30		\$617.50
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$73.25		\$92.63
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$73.25		\$92.63
Costo de Mantenimiento Total		\$561.55		\$710.13
Horas Trabajadas		234		232
Costo de operación & Mantenimiento		\$7,504.15		\$7,766.73
Costo horario		\$32.07		\$33.48
Rentabilidad (\$/Tm)		0.04		0.04
Rentabilidad promedio (\$/Tm)				0.03

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad final de la maquinaria Rodillo Vibratorio.

Tabla 82*La rentabilidad (Minicargador)*

Resumen de Minicargador				
Maquinaria		Minicargador 1	Minicargador 2	Minicargador 3
		SGA-REA-MC-MC-01	SGA-REA-MC-MC-02	SGA-REA-MC-MC-03
Rendimiento (Tm/hr)		4.80	5.11	4.62
Costo Operación	Consumible	\$6,707.76	\$6,764.00	\$6,802.00
	Neumáticos	\$473.10	\$480.70	\$486.40
	Operador	\$2,056.94	\$2,082.40	\$2,099.50
Subtotal costo de operación		\$9,237.80	\$9,327.10	\$9,387.90
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$159.98	\$162.64	\$165.30
	Filtros	\$356.44	\$359.10	\$361.00
	Repuestos	\$321.92	\$324.90	\$328.70
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$838.34	\$846.64	\$855.00
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$125.75	\$127.00	\$128.25
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$125.75	\$127.00	\$128.25
Costo de Mantenimiento Total		\$964.09	\$973.64	\$983.25
Horas Trabajadas		213	236	214
Costo de operación & Mantenimiento		\$10,201.89	\$10,300.74	\$10,371.15
Costo horario		\$47.90	\$43.65	\$48.46
Rentabilidad (\$/Tm)		9.97	8.54	10.50

Maquinaria		Minicargador 4
		SGA-REA-MC-MC-04
Rendimiento (Tm/hr)		4.80
Costo Operación	Consumible	\$6,650.00
	Neumáticos	\$467.40
	Operador	\$2,044.40
Subtotal costo de operación		\$9,161.80
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$157.70
	Filtros	\$353.40
	Repuestos	\$319.20
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$830.30
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$124.55
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$124.55
Costo de Mantenimiento Total		\$954.85
Horas Trabajadas		255.5
Costo de operación & Mantenimiento		\$10,116.65
Costo horario		\$39.60
Rentabilidad (\$/Tm)		8.25
Rentabilidad promedio (\$/Tm)		9.31

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad final de la maquinaria Minicargador.

Tabla 83*La rentabilidad (Cargador frontal)*

Resumen de cargador Frontal				
Maquinaria		Cargador frontal 1	Cargador frontal 2	Cargador frontal 3
		SGA-REA-MC-CF-01	SGA-REA-MC-CF-02	SGA-REA-MC-CF-03
Rendimiento (Tm/hr)		44.02	40.63	42.33
Costo Operación	Consumible	\$4,683.80	\$4,541.15	\$4,598.08
	Neumáticos	\$2,372.56	\$2,411.18	\$2,337.19
	Operador	\$1,570.12	\$1,596.00	\$1,590.41
Subtotal costo de operación		\$8,626.48	\$8,548.33	\$8,525.68
Costo de Mantenimiento Preventivo	Mano de Obra	\$134.03	\$131.40	\$136.95
	Filtros	\$181.01	\$186.24	\$183.24
	Repuestos	\$176.32	\$173.09	\$171.34
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo		\$491.36	\$490.73	\$491.53
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado		\$73.70	\$73.61	\$73.73
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo		\$73.70	\$73.61	\$73.73
Costo de Mantenimiento Total		\$565.06	\$564.34	\$565.26
Horas Trabajadas		241	195	177
Costo de operación & Mantenimiento		\$9,191.55	\$9,112.67	\$9,090.94
Costo horario		\$38.14	\$46.73	\$51.36
Rentabilidad (\$/Tm)		0.87	1.15	1.21

Maquinaria	Cargador Frontal 4	Cargador Frontal 5
	SGA-REA-MC-CF-04	SGA-REA-MC-CF-05
Rendimiento (Tm/hr)	39.51	41.20
Costo Operación		
Consumible	\$4,577.29	\$4,484.00
Neumáticos	\$2,356.11	\$2,280.00
Operador	\$1,592.20	\$1,558.00
Subtotal costo de operación	\$8,525.60	\$8,322.00
Costo de Mantenimiento		
Mano de Obra	\$134.90	\$127.30
Preventivo		
Filtros	\$180.50	\$176.70
Repuestos	\$174.80	\$165.30
Subtotal costo de Mantenimiento Preventivo	\$490.20	\$469.30
Costo Mantenimiento Correctivo No Programado	\$73.53	\$70.40
Subtotal Costo de Mantenimiento Correctivo	\$73.53	\$70.40
Costo de Mantenimiento Total	\$563.73	\$539.70
Horas Trabajadas	219	175
Costo de operación & Mantenimiento	\$9,089.33	\$8,861.70
Costo horario	\$41.50	\$50.64
Rentabilidad (\$/Tm)	1.05	1.23
Rentabilidad promedio (\$/Tm)		1.10

Nota. Esta tabla muestra la rentabilidad final de la maquinaria Cargador Frontal.

Por lo que realizando un análisis comparativo entre las variables más influyentes obtenemos lo siguiente primeramente con el Rendimiento, que es el comienzo para la determinación de la rentabilidad:

Tabla 84

Rendimiento inicial vs final

Flota Maquinarias	Maquinaria	Rendimiento inicial (Tm/hr)	Rendimiento final (Tm/hr)
Excavadora de Oruga	EO-01	101.63	146.58
	EO-02	101.63	152.44
	EO-03	101.63	162.21
	EO-04	101.63	146.58
	EO-05	101.63	152.44
Cargador Frontal	CF-01	32.17	44.02
	CF-02	32.17	40.63
	CF-03	29.35	42.33
	CF-04	29.35	39.51
	CF-05	32.17	41.20
Tractor Oruga	TO-01	188.94	283.42
	TO-02	207.11	283.42
Camión Volquete	CV-01	12.59	18.88
	CV-02	14.52	20.09
	CV-03	12.59	18.88
	CV-04	13.8	18.88
	CV-05	12.59	18.15
	CV-06	14.52	20.09
	CV-07	12.81	17.73
	CV-08	11.11	16.02
	CV-09	12.81	17.73
	CV-10	12.17	16.66
	CV-11	11.11	16.02
	CV-12	12.81	17.73
Cama baja	CB-01	28.34	42.51
Cisterna de agua	CA-01	16.02	23.33
	CA-02	13.83	18.93
	CA-03	12.81	17.72
	CA-04	15.88	23.82
	CA-05	12.81	16.65
Retroexcavadora	RE-01	108.06	157.35
	RE-02	98.58	147.87

	RE-03	108.06	147.87
	RE-04	113.74	157.35
	RE-05	98.58	138.39
	RV-01	582.77	766.80
	RV-02	531.65	766.80
Rodillo liso Vibratorio	RV-03	613.44	848.59
	RV-04	531.65	797.47
	RV-05	582.77	848.59
	MC-01	3.2	4.80
	MC-02	3.2	5.11
Minicargador	MC-03	3.2	4.62
	MC-04	3.2	4.80
	MN-01	341.79	512.68
	MN-02	374.65	545.54
Motoniveladora	MN-03	374.65	525.82
	MN-04	341.79	512.68
	MN-05	341.79	492.96

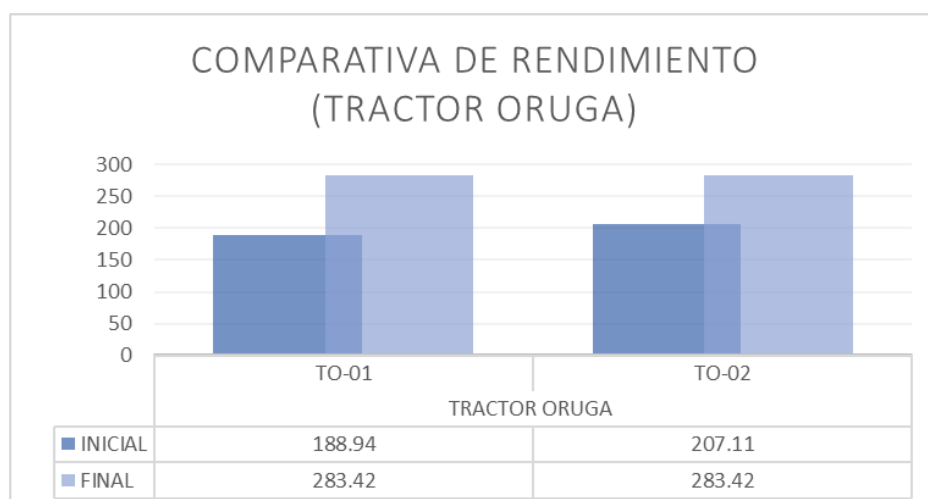
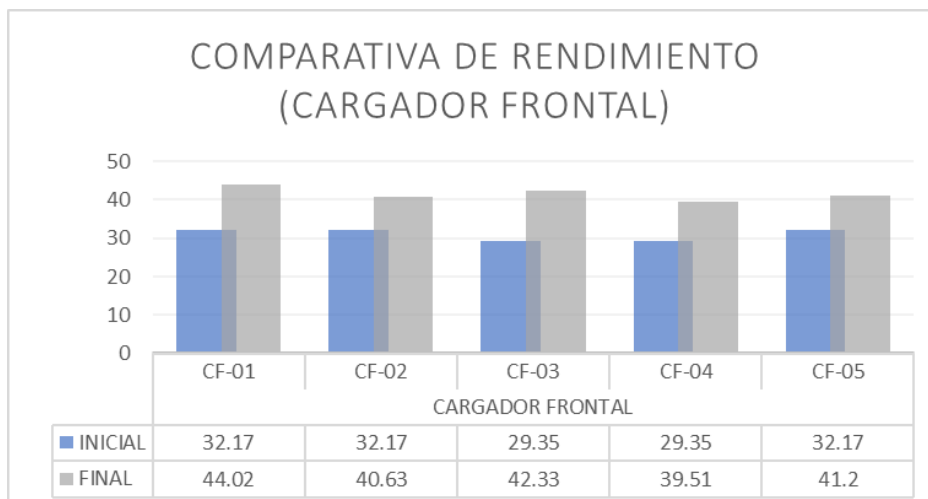
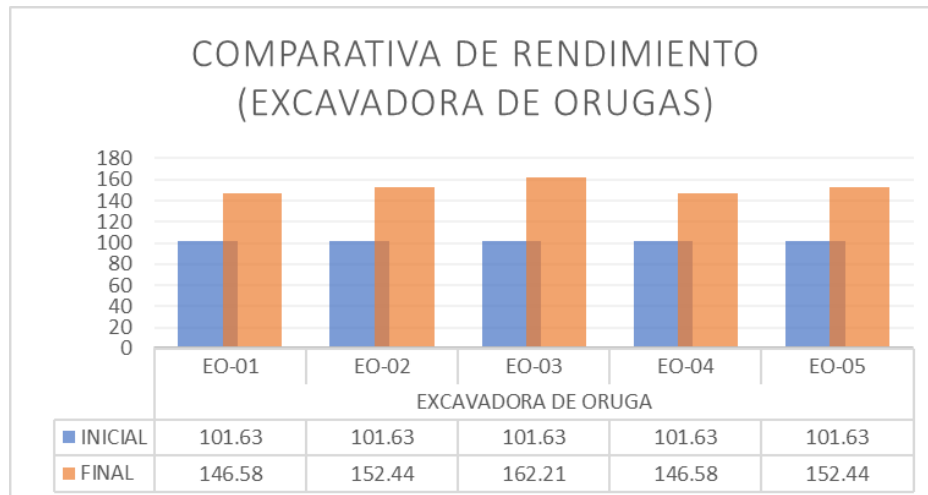
Nota. Esta tabla resume los valores obtenidos para el rendimiento inicial y final.

La tabla presentada muestra el rendimiento, tanto inicial como final, de diversas máquinas de un parque de maquinaria pesada. Se pueden observar varios tipos de equipos, desde excavadoras hasta motoniveladoras. Lo primero que destaca es la notable mejora en el rendimiento en casi todos los equipos.

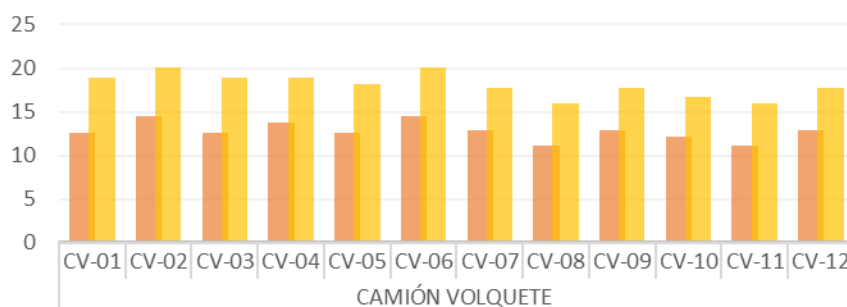
Como se muestra en las siguientes graficas a continuación:

Figura 31

Comparación entre Rendimiento Inicial vs Final

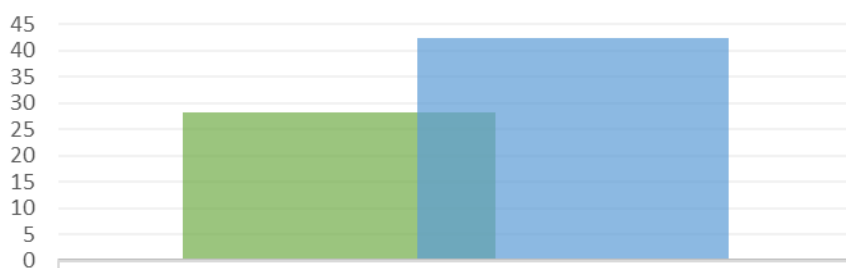


COMPARATIVA DE RENDIMIENTO (CAMIÓN VOLQUETE)



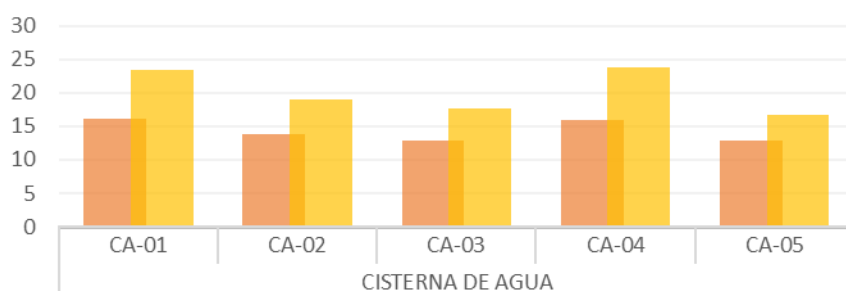
	CV-01	CV-02	CV-03	CV-04	CV-05	CV-06	CV-07	CV-08	CV-09	CV-10	CV-11	CV-12
INICIAL	12.59	14.52	12.59	13.8	12.59	14.52	12.81	11.11	12.81	12.17	11.11	12.81
FINAL	18.88	20.09	18.88	18.88	18.15	20.09	17.73	16.02	17.73	16.66	16.02	17.73

COMPARATIVA DE RENDIMIENTO (CAMA BAJA)



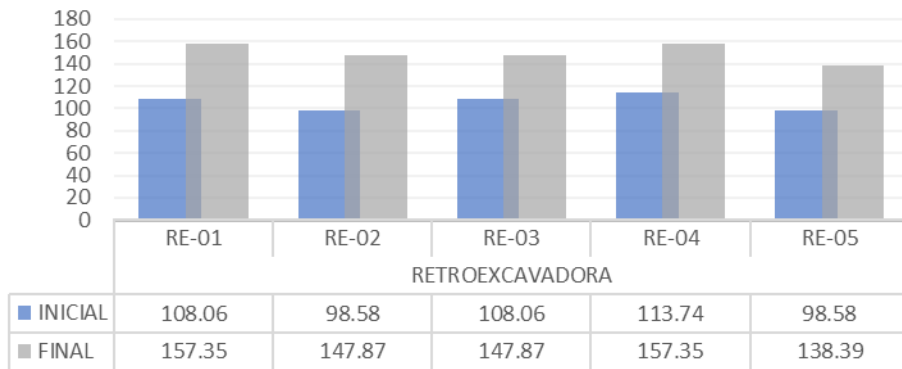
	CAMA BAJA
INICIAL	28.34
FINAL	42.51

COMPARATIVA DE RENDIMIENTO (CISTERNA DE AGUA)

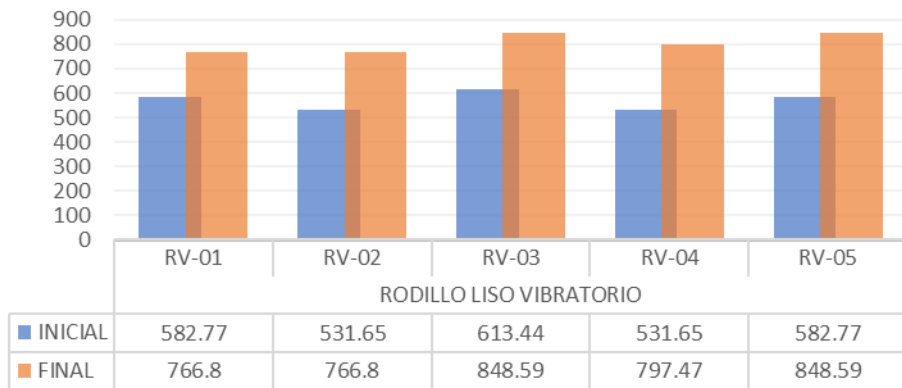


	CA-01	CA-02	CA-03	CA-04	CA-05
INICIAL	16.02	13.83	12.81	15.88	12.81
FINAL	23.33	18.93	17.72	23.82	16.65

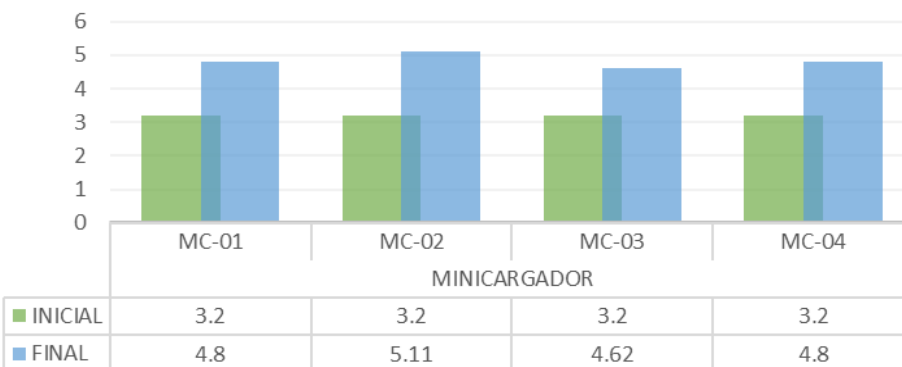
COMPARATIVA DE RENDIMIENTO (RETROEXCAVADORA)

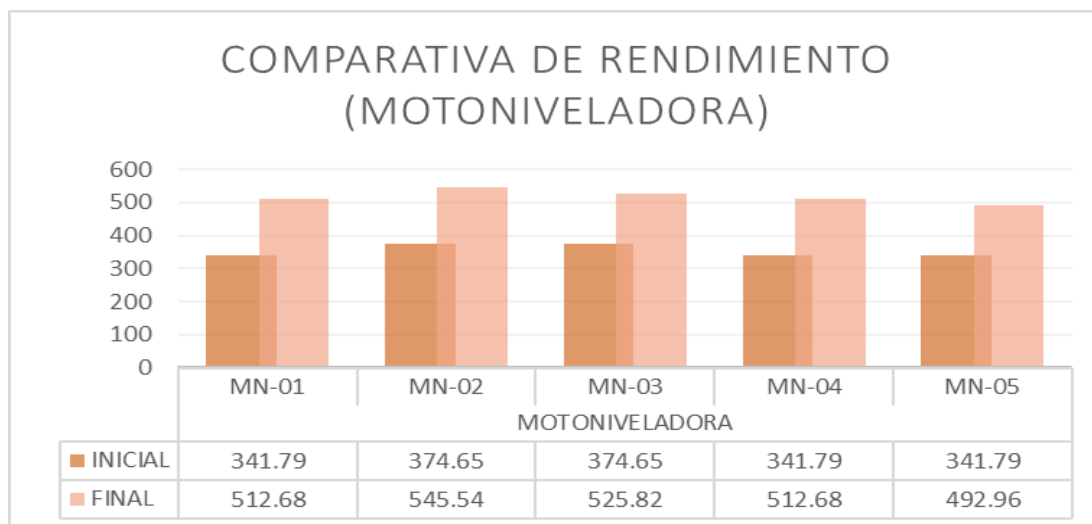


COMPARATIVA DE RENDIMIENTO (RODILLO LISO VIBRATORIO)



COMPARATIVA DE RENDIMIENTO (MINICARGADOR)





Nota. La figura muestra las comparaciones entre el Rendimiento antes de la implementación y después del proceso de implementación, observando una mejora evidente.

Las Excavadoras de Oruga (EO) presentan un rendimiento inicial uniforme de 101.63 Tm/hr. Sin embargo, el rendimiento final varía, con la EO-03 mostrando la mayor eficiencia con 162.21 Tm/hr, lo que representa un aumento del 59.6%. Los Cargadores Frontales (CF) también muestran una mejora significativa, aunque con variaciones entre modelos; el CF-01 experimentó un incremento del 36.8%, mientras que el CF-04 tuvo el menor aumento, con un 34.6%. En cuanto a los Camiones Volquete (CV), aunque hay fluctuaciones entre las distintas unidades, en promedio, el incremento de Rendimiento se encuentra en torno al 48%.

Por otro lado, el Rodillo Liso Vibratorio (RV) es uno de los equipos con mayor Rendimiento inicial y final. Es notable que, a pesar de sus altos valores iniciales (que van desde 531.65 hasta 613.44 Tm/hr), todos los rodillos vieron aumentos significativos, con la RV-03 alcanzando un sorprendente valor final de 848.59 Tm/hr.

La Motoniveladora (MN) es otro equipo con alto rendimiento. Aunque todos comenzaron con valores entre 341.79 y 374.65 Tm/hr, hubo aumentos sustanciales en el rendimiento final, siendo la MN-02 la que alcanzó la cifra más alta con 545.54 Tm/hr. Esto representa un incremento del aproximadamente 45.6% sobre su rendimiento inicial.

Por otro lado, los Minicargadores (MC) tienen los valores más bajos del Rendimiento en la tabla, lo cual es esperable dada su naturaleza de máquina más pequeña y menos potente. A pesar de ello, todos mostraron mejoras en su rendimiento, destacándose el MC-02 con un aumento del 59.7% en su Rendimiento.

Las Retroexcavadoras (RE) y la Cisterna de Agua (CA) también presentan mejoras en su rendimiento, aunque con valores variados entre las distintas unidades. Por ejemplo, la RE-05 solo tuvo un incremento del 40.3%, mientras que la RE-01 alcanzó un aumento del 54.8%. Por su parte, las cisternas mostraron mejoras más uniformes, con incrementos en torno al 50%.

Por lo que se demuestra de la tabla una clara tendencia hacia la mejora de la Rendimiento en la mayoría de las máquinas, lo cual es un indicativo positivo de una gestión de mantenimiento eficiente. De igual manera en que se calculó en el diagnóstico inicial, la rentabilidad generada por cada máquina, el diagnóstico final obtenemos lo siguiente:

Tabla 85

Tabla de resumen comparativa del costo horario

Flota Maquinarias	Maquinaria	Costo horario inicial	Costo horario final
		(\$/hr)	(\$/hr)
Excavadora de Oruga	EO-01	119.67	36.53
	EO-02	138.43	34.53
	EO-03	138.13	35.14
	EO-04	161.86	37.74
	EO-05	119.56	34.85
Cargador Frontal	CF-01	136.85	38.14
	CF-02	162.66	46.73
	CF-03	165.58	51.36
	CF-04	147.59	41.50
	CF-05	131.91	50.64
Tractor Oruga	TO-01	61.39	20.94
	TO-02	70.11	22.29
Camión Volquete	CV-01	156.23	56.06
	CV-02	173.79	53.95
	CV-03	151.03	58.86
	CV-04	175.23	56.74
	CV-05	159.86	51.52
	CV-06	572.06	71.46

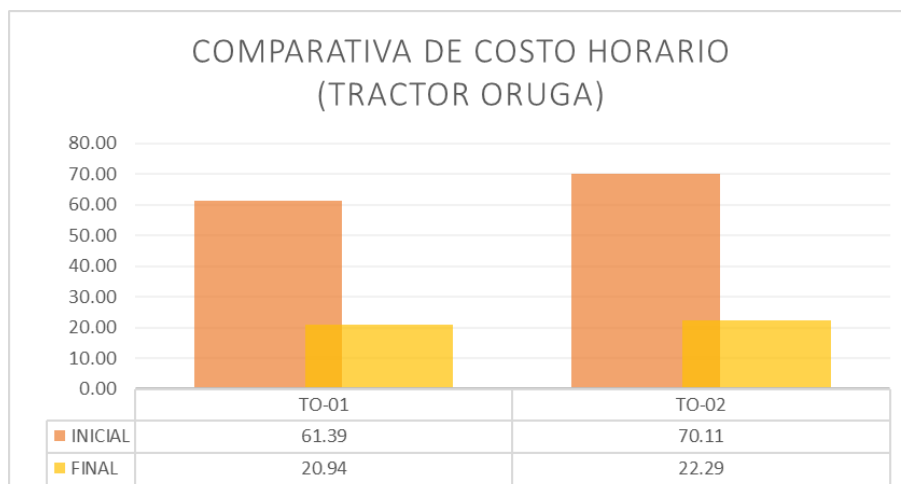
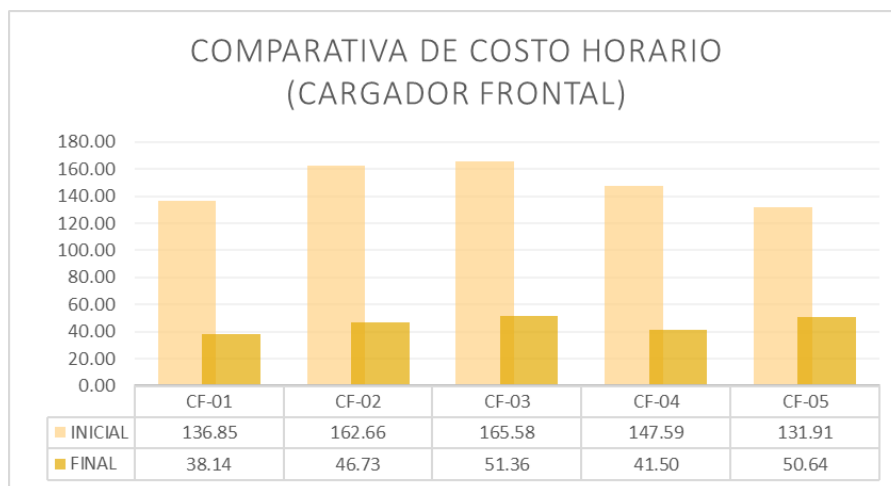
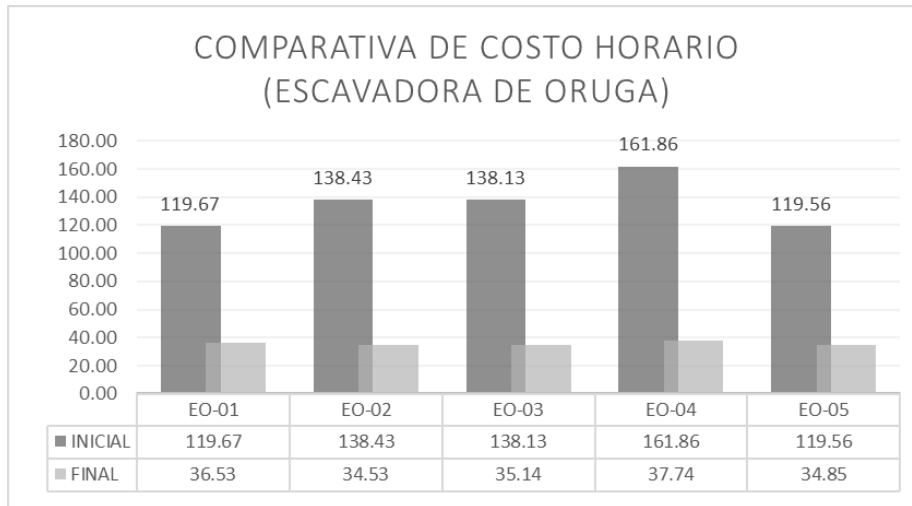
	CV-07	223.88	93.20
	CV-08	296.59	101.09
	CV-09	173.31	70.77
	CV-10	304.24	85.83
	CV-11	282.81	103.05
	CV-12	245.70	89.42
Cama Baja	CB-01	288.26	111.88
	CA-01	128.18	50.72
	CA-02	219.93	53.74
Cisterna de Agua	CA-03	168.56	65.19
	CA-04	146.49	47.43
	CA-05	202.81	64.42
	RE-01	84.90	27.49
	RE-02	110.58	31.84
Retroexcavadora	RE-03	86.06	26.82
	RE-04	84.26	28.97
	RE-05	108.08	32.80
	RV-01	45.38	16.98
	RV-02	86.65	24.52
Rodillo liso vibratorio	RV-03	46.13	16.09
	RV-04	117.49	32.07
	RV-05	87.84	33.48
	MC-01	143.50	47.90
	MC-02	122.75	43.65
Minicargador	MC-03	117.45	48.46
	MC-04	155.97	39.60
	MN-01	55.04	16.97
	MN-02	42.63	14.94
Motoniveladora	MN-03	49.63	15.33
	MN-04	47.77	15.47
	MN-05	55.61	15.35

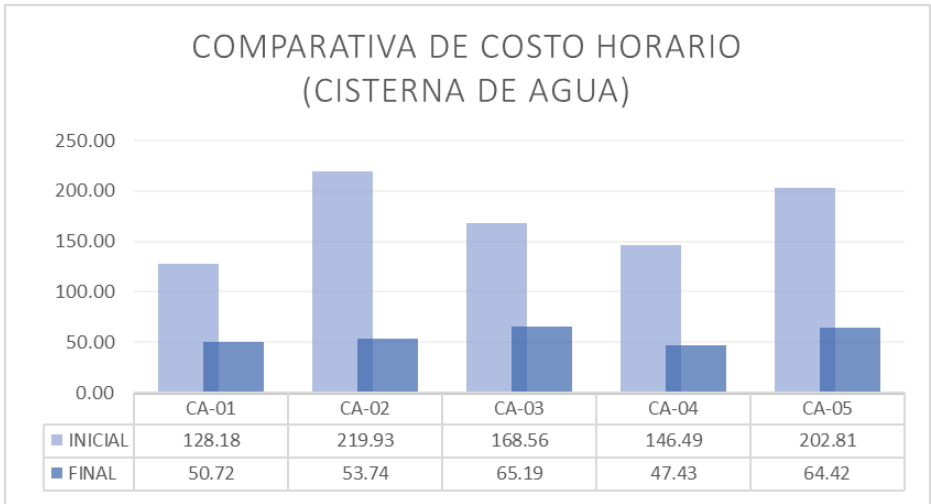
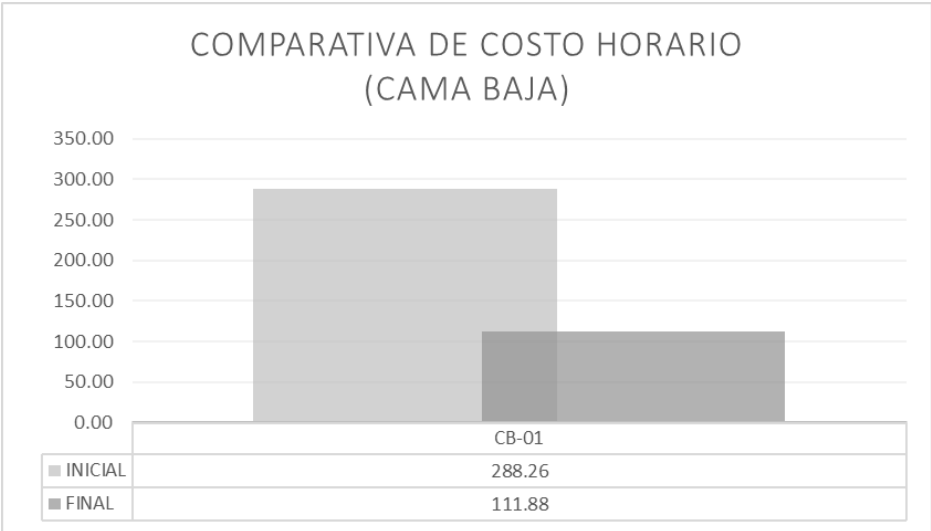
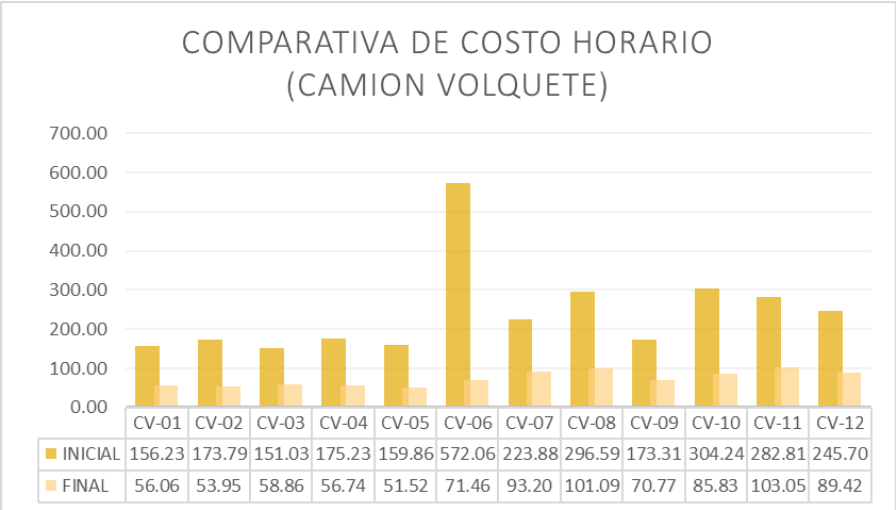
Nota. Esta tabla resume los valores obtenidos para el costo horario inicial y final

Gráficamente la comparativa de costos horarios se verá:

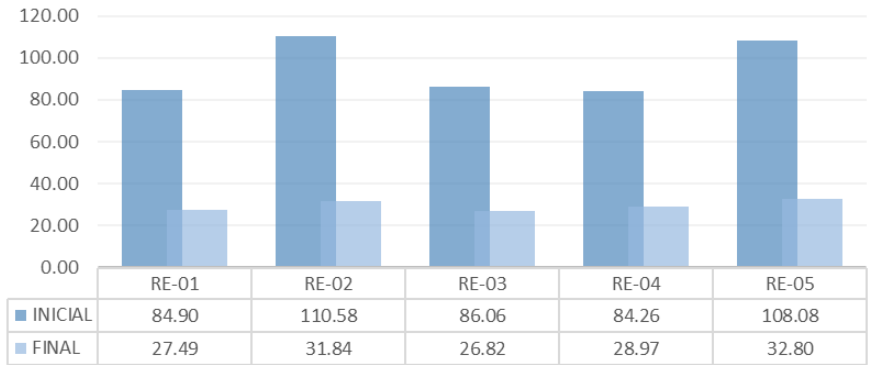
Figura 32

Comparación entre el costo horario Inicial vs Final

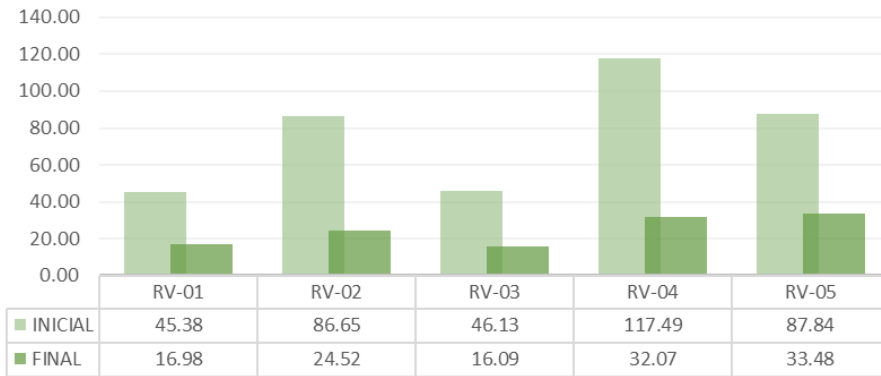




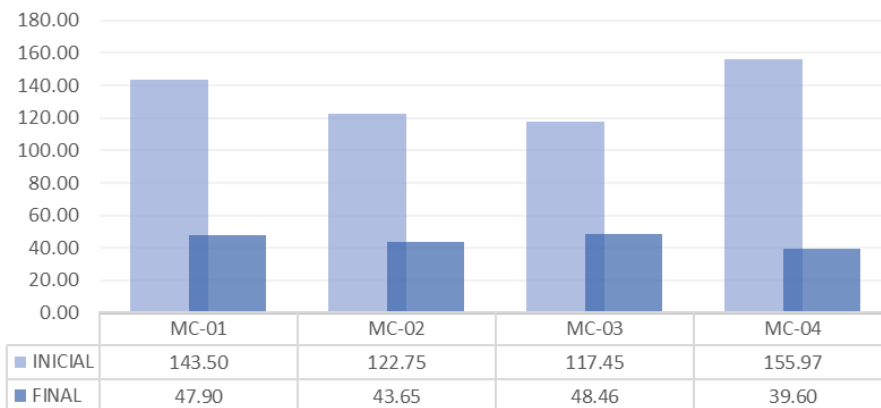
COMPARATIVA DE COSTO HORARIO (RETROEXCAVADORA)

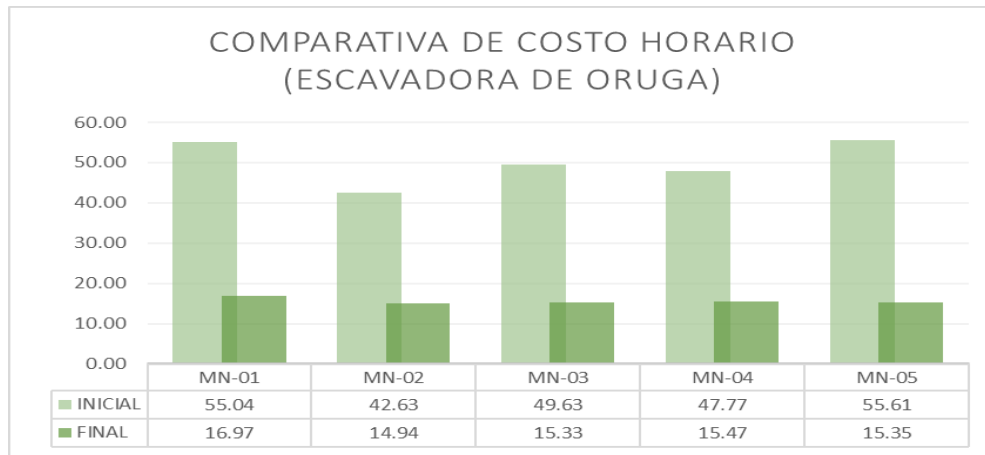


COMPARATIVA DE COSTO HORARIO (RODILLO DE USO VIBRATORIO)



COMPARATIVA DE COSTO HORARIO (MINICARGADOR)





Nota. La figura muestra las comparaciones entre el costo horario antes de la implementación y después del proceso de implementación, observando una mejora evidente.

Tabla 86

Tabla de resumen comparativa de la rentabilidad promedio

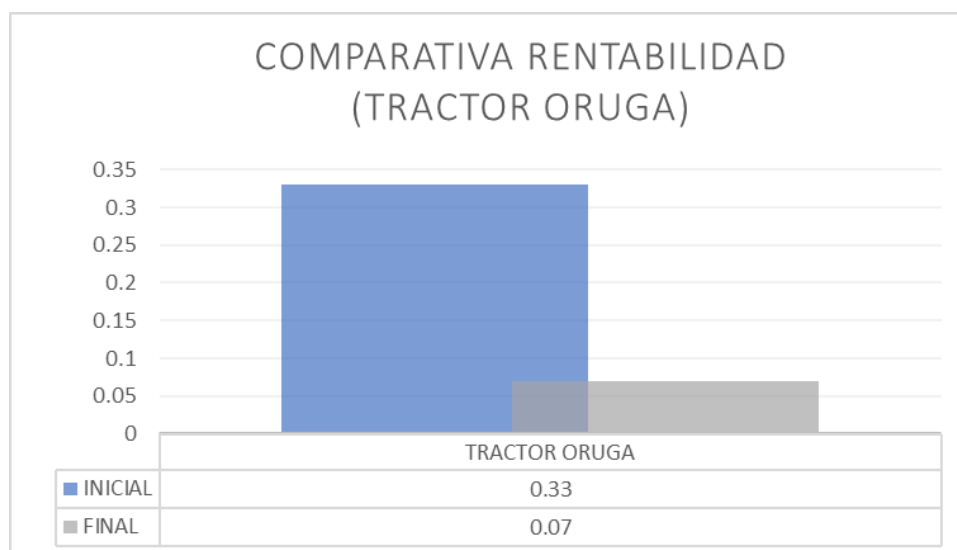
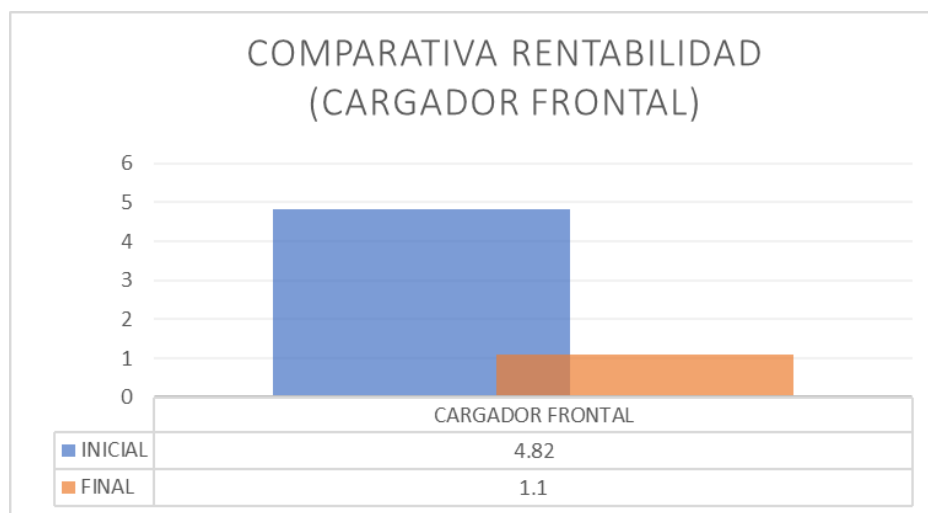
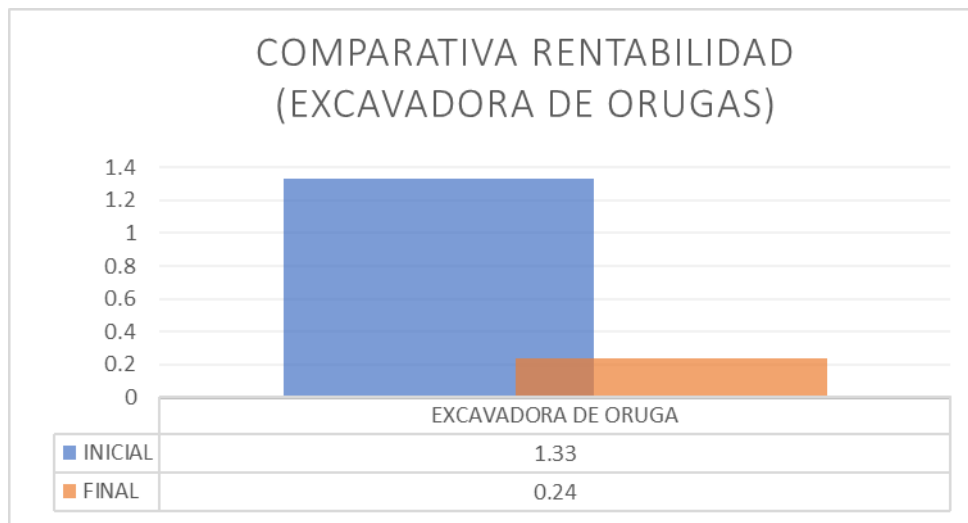
Flota de maquinarias	Rentabilidad promedio Inicial (\$/tm)	Rentabilidad promedio final (\$/tm)
Excavadora de oruga	1.33	0.24
Cargador frontal	4.82	1.10
Tractor oruga	0.33	0.07
Camión volquete	19.043	4.20
Cama baja	10.17	2.63
Cisterna de agua	16.02	2.91
Retroexcavadora	0.91	0.20
Rodillo liso vibratorio	0.138	0.03
Minicargador	42.14	9.31
Motoniveladora	0.14	0.03

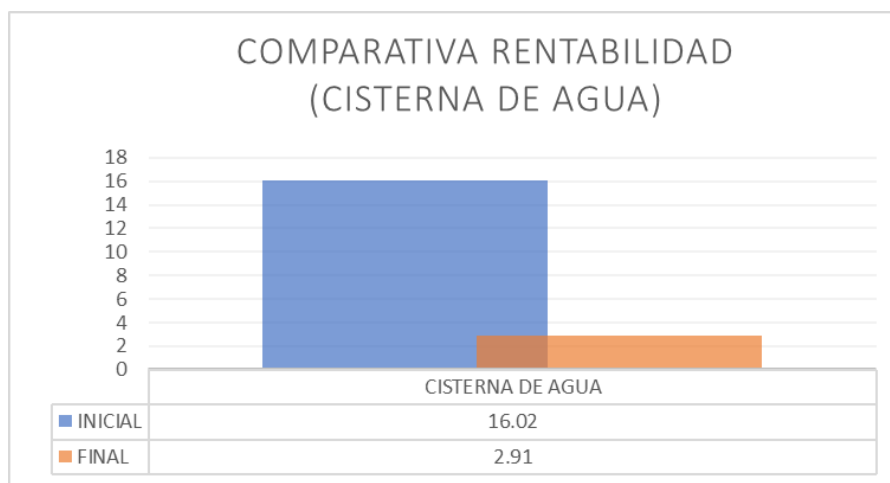
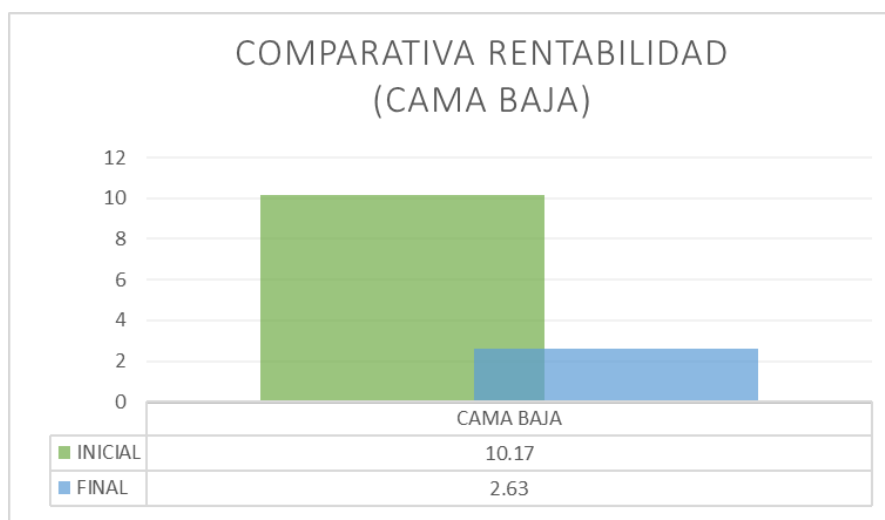
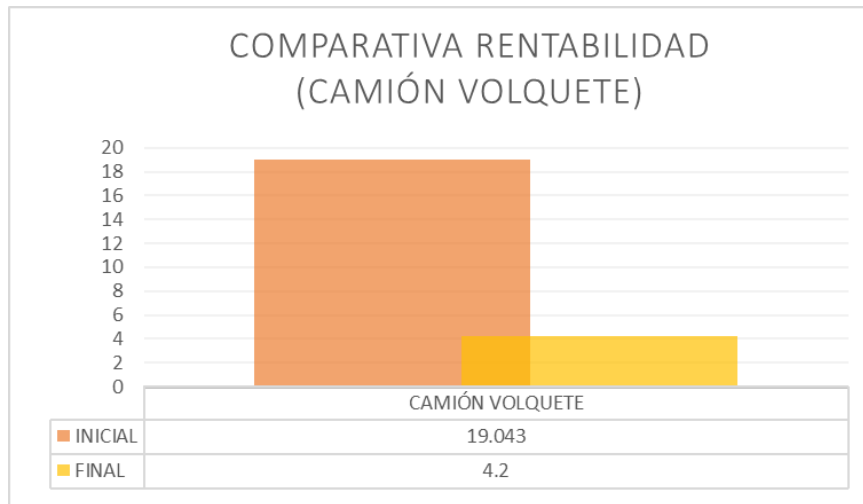
Nota. Esta tabla resume los valores obtenidos promedio para la rentabilidad promedio final e inicial.

Realizando una comparativa analítica de la rentabilidad entre cada activo influyente en el proyecto, observamos lo siguiente:

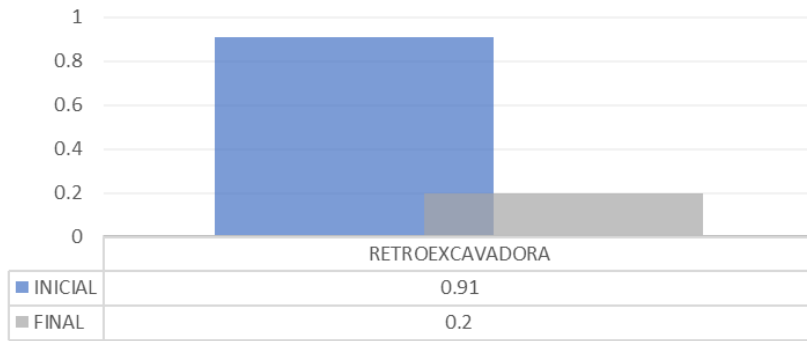
Figura 33

Comparación entre rentabilidad Inicial vs Final

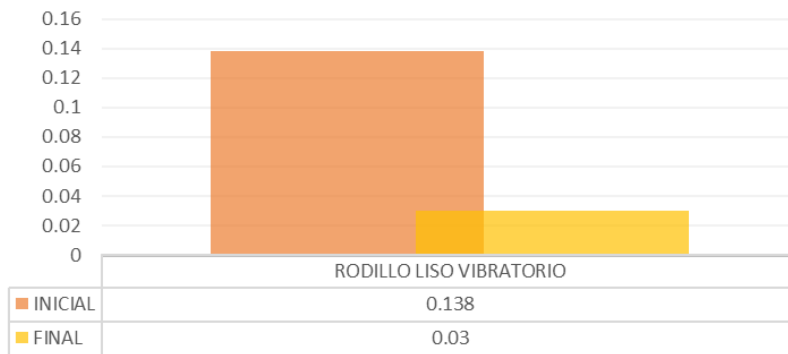




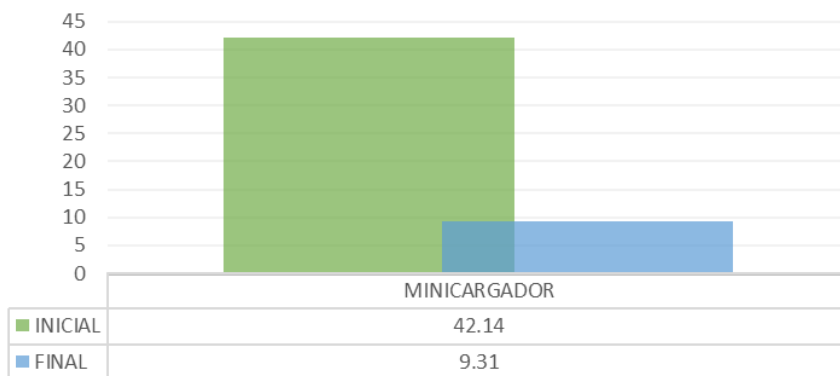
COMPARATIVA RENTABILIDAD (RETROEXCAVADORA)

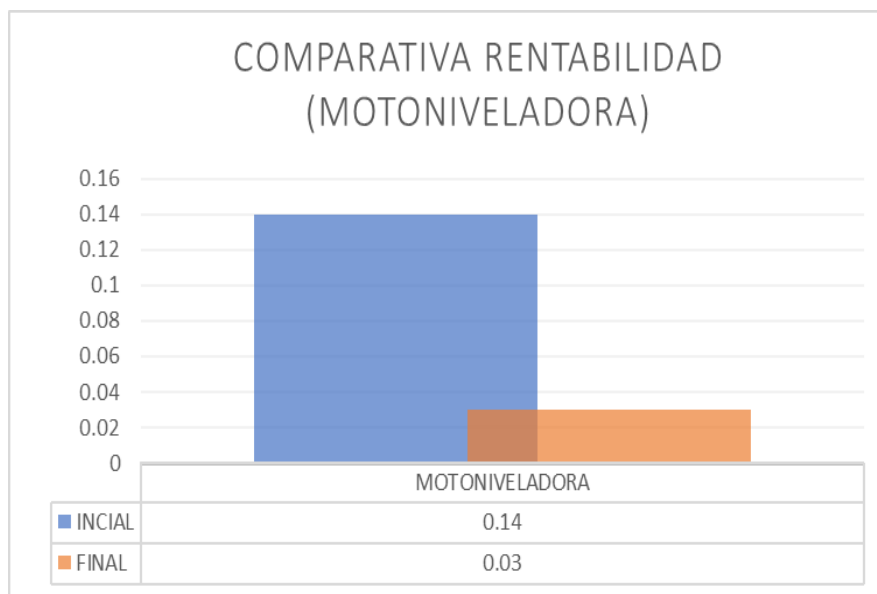


COMPARATIVA RENTABILIDAD (RODILLO LISO VIBRATORIO)



COMPARATIVA RENTABILIDAD (MINICARGADOR)





Nota. La figura muestra las comparaciones entre la rentabilidad antes de la implementación y después del proceso de implementación, observando una mejora evidente.

Por lo que realizando una comparativa con la rentabilidad diagnosticada al inicio. La tabla muestra el diagnostico después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo adecuado para los diferentes tipos de activos. En general, el costo de rentabilidad promedio (\$/Tm) de cada técnica disminuyó significativamente desde el valor inicial hasta el valor final. Este hecho representa mejoras significativas en la eficiencia operativa.

Por ejemplo, el 'CAMIÓN VOLQUETE'. El costo de rentabilidad inicial es de 19.043 \$/Tm, y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, este costo se redujo a 4.20 \$/Tm. Eso significa que el coste por tonelada métrica disminuyó en un 78%. Situaciones similares se observan en otras maquinarias como la 'CISTERNA DE AGUA', donde el costo disminuyó de 16.02 a 2.91 \$/Tm, y el 'MINICARGADOR', que vio una caída de 42.14 a 9.31 \$/Tm.

Por lo que se observa primero es que la maquinaria está operando con mayor eficiencia, lo que podría deberse a una disminución en el tiempo de inactividad, una mayor longevidad del equipo, y una reducción en las reparaciones inesperadas.

Desde una perspectiva financiera, estas disminuciones en el costo de rentabilidad se traducen en ahorros significativos. Por cada tonelada métrica manipulada o procesada por estos equipos, la empresa ahora incurre en menos costos, lo que a su vez se traduce en mayores márgenes de beneficio. Si multiplicamos estos ahorros por el volumen total de

Rendimiento, es probable que estemos hablando de una mejora sustancial en la rentabilidad general.

Además, debemos considerar el ahorro de costos intangibles que se logra mediante un mantenimiento preventivo eficaz. Evitar averías no planificadas no solo ahorra costos directos de reparación, sino que también previene interrupciones en la cadena de suministro, mejora la moral de los empleados con equipos confiables y reduce el riesgo de accidentes relacionados con los equipos o incidentes laborales.

El análisis de esta tabla muestra la importancia de invertir en un mantenimiento preventivo eficaz. Los datos muestran que los beneficios directos e indirectos superan con creces estos costos. Las empresas que buscan aumentar la eficiencia operativa y financiera harían bien en considerar estos datos al decidir sus estrategias de mantenimiento.

4.6. Contrastación de hipótesis

Para realizar el análisis estadístico inferencial se empleó un cuestionario (Anexo 3) dirigido al personal que intervendrá en la implementación del sistema de gestión de activos bajo la norma ISO 55001:2014, este cuestionario fue validado por juicio experto (Anexo 4) y una validación estadística de confiabilidad del cuestionario por el método de Alfa de Cronbach (Anexo 5). Además, la base de datos para determinar la correlación se detalla en los anexos 6, 7 y 8 para la variable independiente, variable dependiente 01 y variable dependiente 02 respectivamente.

Resultado de Investigación Correlacional Entre Variables

Cabe destacar que, para asegurar la precisión y la confiabilidad de los resultados, todas las pruebas estadísticas fueron realizadas utilizando el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). El software, nos permitió tener la capacidad de manejar el registro de cuestionarios y facilitó la comprensión de las tendencias, correlaciones y posibles implicaciones causales en nuestro conjunto de datos. A través de este enfoque metódico, buscamos proporcionar conclusiones sólidas y relevantes para nuestra investigación.

Correlación entre el sistema de gestión de activos basados en la norma ISO 55001:2014 y el rendimiento de las maquinarias y equipos pesados

Variable Independiente: VI = Sistema de Gestión de Activos basado en la norma ISO 55001:2014

Variable Dependiente 01: VD1= Rendimiento de las maquinarias y equipos pesados

Tabla 87

Tabla de prueba de normalidad VI Y VD2

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TOT_VI	.253	30	<.001	.806	30	<.001
TOT_VD1	.253	30	<.001	.868	30	.002

Según la prueba de normalidad, la cantidad de número de datos es menor a 50, se tomará en cuenta la prueba de normalidad de *Shapiro-Wilk*. Que nos presenta para la variable dependiente 1 (Rendimiento de las maquinarias y equipos pesados) un valor de significancia de 0.002, demostrando se menor que 0.05, por lo que se obtiene una distribución no paramétrica y por lo tanto como la distribución es no paramétrica la prueba de correlación que se aplicara a esta base de datos es de *Rho Spearman*.

Por lo tanto, mediante los resultados de la evaluación de Rho Spearman realizada entre la variable independiente (TOT_VI) y la variable dependiente 1 (TOT_D1), obtenemos lo siguiente:

Tabla 88

Tabla de Correlación por Rho Spearman entre VI Y VD1

Correlaciones				
			TOT_VI	TOT_VD1
Rho de Spearman	TOT_VI	Coeficiente de correlación	1.000	.791**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
	N		30	30
	TOT_VD1	Coeficiente de correlación	.791**	1.000
		Sig. (bilateral)	<.001	.
	N		30	30

Para TOT_VI y TOT_VD1, la correlación es de .791. Esto sugiere una correlación una fuerte correlación positiva entre estas dos variables. En otras palabras, a medida que los valores de “Sistema de Gestión de Activos basado en la norma ISO 55001:2014” mejorar y por lo tanto los valores de “Rendimiento de las maquinarias y equipos pesados” tienden a mejorar.

El valor de significancia es menor que .001 (indicado como $p < .001$), lo que es sustancialmente más bajo que el umbral estándar de .05. Esto indica que la correlación es altamente significativa estadísticamente.

Correlación Entre El Sistema De Gestión De Activos Basados En La Norma ISO 55001:2014 Y Rentabilidad De Las Maquinarias Y Equipos Pesados

Variable Independiente: Vi =Sistema de Gestión de Activos basado en la norma ISO 55001:2014

Variable Dependiente 02: VD2= Rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados

Tabla 89

Tabla prueba de Normalidad VI Y VD2

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TOT_VI	.253	30	<.001	.806	30	<.001
TOT_VD2	.263	30	<.001	.798	30	<.001

Para esta segunda prueba de normalidad, pero entre la Variable independiente y la Variable dependiente 02, observamos que la cantidad de número de datos es menor a 50, por lo que se tomará en cuenta la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Por lo que según el valor de significancia de 0.001, demostrando se menor que 0.05, por lo que se obtiene una distribución no paramétrica y por lo tanto como la distribución es no paramétrica la prueba de correlación que se aplicara a esta base de datos es de Rho Spearman.

Tabla 90*Tabla de Correlación por Rho Spearman entre VI Y VD2*

Correlaciones				
			TOT_VI	TOT_VD2
Rho de Spearman	TOT_VI	Coeficiente de correlación	1.000	.674**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	30	30
	TOT_VD2	Coeficiente de correlación	.674**	1.000
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	30	30

En tu cuadro, la correlación entre TOT_VI y TOT_VD2 es de 0.674, lo que indica una correlación positiva moderada a fuerte entre las dos variables. Esto significa que, en general, a medida que los valores de “Sistema de Gestión de Activos basado en la norma ISO 55001:2014” mejoran, los valores de “Rentabilidad De Las Maquinarias Y Equipos Pesados” también tienden a mejorar y viceversa. Esto se refuerza con la doble estrella (**) junto al coeficiente de correlación indica que esta es una correlación fuerte.

En este caso, el valor de la significancia es de 0.001, lo que es muy por debajo del umbral típico de .05. Esto significa que la correlación entre TOT_VI y TOT_VD2 es muy significativa estadísticamente

4.7.Discusiones

Para el objetivo específico 01:

Los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial de la flota de las maquinarias y equipos pesados para el proyecto de infraestructura vial, presentan bajos niveles de disponibilidad que varían entre el 68, 67% hasta un 75.41%, mientras que el nivel de confiabilidad de la flota más crítica (cargadores frontales), la cual fue determinada aplicando la metodología de distribución de Weibull, se encuentra en un 72.23% en promedio, estos valores están por debajo de los niveles óptimos de operación que se requieren dentro de un proyecto de infraestructura vial. De igual manera se obtuvo en la investigación de Ascona (2023), que antes de la implementación de mejoras en la gestión y mantenimiento, la disponibilidad operativa de las maquinarias pesadas en Bagua en 2022 se encontraba en niveles subóptimos lo que resultaba en una productividad comprometida y una eficiencia reducida. Inicialmente las maquinarias contaban con una disponibilidad promedio de 75%. Esta situación era consecuencia de varios factores, incluyendo la falta de capacitación adecuada para el personal operativo, el uso insuficiente de tecnologías avanzadas en la operación y mantenimiento, y una planificación deficiente que no tomaba en cuenta las necesidades reales del parque de maquinarias.

Para el objetivo específico 02:

En cuanto al diagnóstico inicial del costo horario de las maquinarias para proyectos de infraestructura vial, estos oscilan desde un 42.63 \$/hr hasta un 572.06 \$/hr, mientras que para el rendimiento se obtuvo un rango que va desde los 3.2 Tm/hr hasta un 613.44 Tm/hr y para la rentabilidad se observa una variación que va desde los 0.138 \$/Tm hasta los 42.14 \$/Tm; para el cálculo del costo horario se tuvo en cuenta los costos de operación y de mantenimiento y todos aquellos costos que estos involucran; para determinar el rendimiento de las maquinarias se tomó en cuenta básicamente los factores propios de operación de cada maquinaria y finalmente la rentabilidad se obtuvo dividiendo los dos valores antes obtenidos. De la misma manera se encontró en la investigación de Vera et al. (2023), antes de la implementación de mejoras en la gestión de la maquinaria pesada KOMATSU GD555-A3, el estudio reveló que los costos de operación y posesión eran significativamente elevados y la producción y productividad de la flota de maquinarias era extremadamente baja. Inicialmente, el costo horario operativo de la maquinaria se estimó en \$43.40, con un costo total anual de operación de \$43,187.1, una producción horaria de

28.125 Tm/hr y una productividad de 0.514 \$/tm. Estos indicadores iniciales reflejaban un escenario donde la eficiencia operativa y el mantenimiento de la máquina no estaban optimizados, lo cual era evidente en el alto costo de mantenimiento y la necesidad frecuente de reparaciones. Este diagnóstico inicial destacó la necesidad de intervenciones para mejorar la rentabilidad y eficiencia, subrayando la importancia de estrategias de gestión más efectivas.

Para el objetivo específico 03:

En la etapa de la implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial, se realizó la implementación de cada uno de los requisitos de la norma, desarrollando y estableciendo los esquemas, diagramas e información documentada pertinente que permita evidenciar el cumplimiento de cada uno de estos requisitos, todo ello enfocado y alineado al contexto de la organización para la contribución al aumento del rendimiento y la productividad de las maquinarias en estudio. Esto se contrasta con la investigación de León et al. (2020), la implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 en proyectos de infraestructura vial ha llevado a mejoras significativas en la gestión y mantenimiento de maquinaria y equipos pesados. Mediante la aplicación rigurosa de los requisitos de la norma, se ha logrado desarrollar y establecer esquemas y diagramas claros, junto con una documentación completa que evidencia el cumplimiento de los estándares requeridos. Esta implementación ha sido crucial para alinear las operaciones de mantenimiento con los objetivos estratégicos de la organización, resultando en un aumento notable del rendimiento y la productividad de las maquinarias utilizadas. Los resultados obtenidos reflejaron una mejora en la eficiencia operacional, con una disminución en los tiempos de inactividad y una reducción en los costos de mantenimiento correctivo, lo que a su vez contribuye a una mayor rentabilidad del proyecto.

Para el objetivo específico 04:

Los resultados obtenidos post implementación del Sistema de Gestión de Activos físicos de las flotas de maquinarias y equipos pesados para el proyecto de infraestructura vial, se observaron incrementos en la disponibilidad de las flotas desde un mínimo de 83.55% y un máximo de 85.05%, y un incremento en la confiabilidad final de la flota de cargador frontal (maquinarias críticas) en un 80.51% generando beneficios en la ejecución

y culminación con éxito del proyecto. Esto se corrobora con la investigación de Parra et al. (2021) donde los resultados de la implementación del Modelo de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad (MGMC) en una Mina de Hierro ubicada en el Estado de Colima, México para los equipos pesados de cargio y acarreo, mostraron mejoras significativas tanto en la disponibilidad como en la confiabilidad de los activos evaluados. Antes de la implantación del MGMC, la disponibilidad operacional se registraba en un 92.9%, y tras la implementación, este indicador aumentó a un 95.5%. En cuanto a la confiabilidad, medida a través del tiempo medio entre fallos (MTTF), se observó un incremento de 210 horas a 260 horas. Estos cambios reflejan un avance considerable en el mantenimiento y la gestión de activos de la mina, subrayando la efectividad del MGMC en la optimización del desempeño de los activos.

Para el objetivo específico 05:

Finalmente, se evaluó el costo horario post implementación del sistema de gestión de activos de las flotas de las maquinarias y equipos pesados para el proyecto de infraestructura vial lo cual está en función del costo de operación, el costo por mantenimiento y el costo de mantenimiento correctivo no programado obteniendo valores que varían desde 22.29 \$/hr hasta 111.88 \$/hr evidenciando una disminución, en cuanto al rendimiento se obtuvieron valores que comprenden desde 4.80 Tm/hr hasta 766.80 Tm/hr lo cual significa un incremento, y una rentabilidad menor desde 0.03 \$/Tm hasta 9.31 \$/Tm a diferencia de la rentabilidad inicial. Estos resultados se contrastan con la investigación de Arroyo et al. (2018), donde tras la implementación de un sistema de gestión de activos se buscó optimizar los equipos pesados del proyecto Hospital del IESS, tales como la excavadora Caterpillar 320 DL, parte de las operaciones de excavación, se visualizó un aumentó en su productividad horaria de 600 m³/día a 727,27 m³/día y una reducción del costo horario de \$2.93/m³ a \$2.04/m³. Asi mismo se observó para la motoniveladora Komatsu GD555-5 y otros equipos asociados, donde la productividad se incrementó de 600 m³/día a 1.272,89 m³/día, y el costo horario disminuyó de \$8.69/m³ a \$3.17/m³. Reflejando la eficacia de integrar un sistema de gestión de activos que optimiza el uso y mantenimiento de maquinaria

CONCLUSIONES

Las conclusiones responden a los objetivos específicos (OE):

Se demostró que la implementación del sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014 permitió obtener un mayor rendimiento y rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados en la empresa Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C. Al incrementar la disponibilidad en un 10.75% y la confiabilidad en 15.12% permitió que las maquinarias operen un mayor tiempo, a consecuencia de ello el rendimiento se incrementó, y producto de optimizar el costo horario, el cual abarca los costos de operación y mantenimiento y otros costos asociados a estos, se mejoró la rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados en la empresa Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C.

Se diagnosticó que la disponibilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial varió significativamente entre los diferentes tipos de maquinaria. Para la Excavadora de Oruga CAT 330 se registró una disponibilidad inicial del 68.67%, para el Cargador Frontal CAT 950L una del 71.98%. Por otro lado, el Tractor Oruga CAT D6T mostró una disponibilidad del 70.78%, y el Camión Volquete FMX6X4 R registró 74.60%. Además, la Cama Baja FMX6X4 R obtuvo la mayor disponibilidad con un 76.29%, y la Cisterna de Agua P380 tuvo una disponibilidad similar de 74.61%. Asimismo, la Retroexcavadora CAT 420F2 y el Rodillo Liso Vibratorio CAT CS-56 presentaron disponibilidades de 74.68% y 75.74% respectivamente, mientras que el Minicargador CAT 246D y la Motoniveladora CAT 140M registraron disponibilidades de 75.41% y 74.64%. En relación con la confiabilidad, esta se evaluó para la flota de maquinaria más crítica, los Cargadores Frontales, utilizando la metodología de distribución de Weibull y se obtuvo una confiabilidad promedio del 72.23%. Específicamente, la maquinaria que resultó más crítica en el análisis de criticidad fue el Cargador Frontal SGA-REA-MC-CF-02, que presentó una confiabilidad del 68.44%.

Se diagnosticó inicialmente el costo horario, rendimiento y rentabilidad de los activos de la empresa Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C. En el diagnóstico del costo horario, la Excavadora de Oruga registró un promedio de 135.53 (\$/hr), mientras que el Cargador Frontal alcanzó 148.92 (\$/hr) y el Tractor Oruga presentó un costo significativamente menor de 65.75 (\$/hr). El Camión Volquete y la Cama Baja mostraron los costos más altos con 242.89 (\$/hr) y 288.26 (\$/hr) respectivamente. Por su parte, la Cisterna de Agua tuvo un costo de 173.19 (\$/hr), la Retroexcavadora de 94.78 (\$/hr), y el

Rodillo Liso Vibratorio de 76.70 (\$/hr). El Minicargador y la Motoniveladora registraron costos de 134.92 (\$/hr) y 50.14 (\$/hr). En relación al rendimiento, la Excavadora de Oruga tuvo un promedio de 101.63 (Tm/hr) y el Cargador Frontal de 31.04 (Tm/hr). El Tractor Oruga registró con 198.03 (Tm/hr), en contraste con el Camión Volquete que solo logró 12.79 (Tm/hr). Los demás equipos como la Cama Baja, Cisterna de Agua, y Retroexcavadora mostraron rendimientos de 28.34 (Tm/hr), 16.62 (Tm/hr), y 105.40 (Tm/hr) respectivamente, mientras que el Rodillo Liso Vibratorio alcanzó un 568.46 (Tm/hr). Además, el Minicargador y la Motoniveladora registraron 3.2 (Tm/hr) y 354.93 (Tm/hr), respectivamente. Finalmente, en cuanto a la rentabilidad, la Excavadora De Oruga generó 1.33 (\$/Tm), el Cargador Frontal 4.82 (\$/Tm). El Tractor Oruga tuvo una rentabilidad de 0.33 (\$/Tm), y el Camión Volquete una notable de 19.043 (\$/Tm). La Cama Baja y la Cisterna De Agua de 10.17 (\$/Tm) y 16.02 (\$/Tm) respectivamente. La Retroexcavadora mostró una rentabilidad de 0.91 (\$/Tm), y el Rodillo Liso Vibratorio la más baja con 0.138 (\$/Tm). El Minicargador destacó con una rentabilidad alta de 42.14 (\$/Tm), mientras que la Motoniveladora con 0.14 (\$/Tm).

Se implementó el sistema de gestión de activos (SGA) basado en la norma ISO 55001:2014 en la empresa Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C. Inicialmente, se realizó el análisis estadístico de Rho Spearman, en el cual se analizó la correlación entre la variable independiente y la dependiente, resultando con un coeficiente de correlación de 0.791. Dado que este valor era mayor a 0.05 (P-Value), se concluyó que ambas variables tenían una relación directamente proporcional. Además, se cumplió con el alcance declarado en el ítem 4.3.3. En el Anexo 21, se mostró la correlación de los procesos de la organización con los requisitos de la norma, documentando el cumplimiento del 100% de los requisitos de la norma ISO 55001:2014 a lo largo de toda la investigación. Para la implementación del SGA, se realizó la taxonomía de los equipos y maquinaria conforme a la norma ISO 14224:2016, se llevó a cabo el análisis FMECA, se aplicó el mantenimiento centrado en la confiabilidad y se planificó y controló el mantenimiento.

Se evaluó tras la implementación del SGA, la disponibilidad y confiabilidad de los activos de la empresa Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C. Respecto a la disponibilidad, se obtuvo que la flota de Excavadora de Oruga ascendió a un 83.55%, mientras que la del Cargador Frontal mejoró a 84.39% y la del Tractor Oruga alcanzó el 84.84%. Además, la disponibilidad de la flota de Camión Volquete aumentó a 85.05%, y la de la Cama Baja llegó a 85.23%. Por su parte, la Cisterna de Agua registró una disponibilidad

de 84.22%, la Retroexcavadora de 83.97%, el Rodillo Liso Vibratorio de 84.76%, el Minicargador de 84.30%, y la Motoniveladora de 84.56% .En cuanto a la confiabilidad, esta mostró una mejora significativa, especialmente en la flota de Cargador Frontal, donde la confiabilidad promedio ascendió a 80.51%, lo que representa un incremento de 8.29% atribuible a la implementación del sistema de gestión de activos bajo ISO 55001.

Se evaluó el costo horario, rendimiento y rentabilidad post implementación del SGA en la empresa Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C. Se determinó que el costo horario de la Excavadora de Oruga fue de 35.76 (\$/hr), del Cargador Frontal fue de 45.67 (\$/hr), y del Tractor Oruga fue de 21.62 (\$/hr). Además, se registró un costo de 74.33 (\$/hr) para el Camión Volquete, de 111.88 (\$/hr) para la Cama Baja, de 56.30 (\$/hr) para la Cisterna de Agua, de 29.58 (\$/hr) para la Retroexcavadora, de 24.63 (\$/hr) para el Rodillo Liso Vibratorio, de 44.90 (\$/hr) para el Minicargador, y de 15.61 (\$/hr) para la Motoniveladora. En términos de rendimiento, se registró que la Excavadora de Oruga alcanzó 152.05 (Tm/hr), el Cargador Frontal 41.54 (Tm/hr), el Tractor Oruga 283.42 (Tm/hr), el Camión Volquete 18.07 (Tm/hr), la Cama Baja 42.51 (Tm/hr), la Cisterna de Agua 23.83 (Tm/hr), la Retroexcavadora 149.77 (Tm/hr), el Rodillo Liso Vibratorio 805.65 (Tm/hr), el Minicargador 4.83 (Tm/hr), y la Motoniveladora 517.94 (Tm/hr). Con respecto a la rentabilidad, se determinó que la Excavadora de Oruga contribuyó con 0.24 (\$/Tm), el Cargador Frontal con 1.10 (\$/Tm), el Tractor Oruga con 0.07 (\$/Tm), el Camión Volquete con 4.20 (\$/Tm), la Cama Baja con 2.63 (\$/Tm), la Cisterna de Agua con 2.91 (\$/Tm), la Retroexcavadora con 0.20 (\$/Tm), el Rodillo Liso Vibratorio con 0.03 (\$/Tm), el Minicargador con 9.31 (\$/Tm), y la Motoniveladora con 0.03 (\$/Tm). Desde una perspectiva financiera, estas disminuciones en la rentabilidad se traducen en ahorros significativos. Por cada tonelada métrica manipulada o procesada por estos equipos, la empresa ahora incurre en menos costos, lo que a su vez se traduce en mayores márgenes de beneficio.

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un seguimiento regular de los KPIs de rendimiento y rentabilidad para las maquinarias y equipos pesados de la empresa Construcciones & Servicios Dieguito S.A.C., realizando análisis mensuales que permitan identificar los activos que tengan los indicadores más bajos. Lo que facilitará la toma de acciones de mantenimiento correctivas para mantener la disponibilidad y confiabilidad de los activos.

Se recomienda realizar un estudio detallado de las causas de la variabilidad en la disponibilidad y confiabilidad inicial entre la flota de maquinarias, abarcando el análisis de las condiciones operativas, el entorno de trabajo y cualquier otro factor que pueda afectar el desempeño de cada maquinaria o equipo de la empresa.

Se recomienda continuar con la mejora continua del SGA a través de revisiones periódicas del sistema, basadas en el análisis sistemático de los KPIs y la retroalimentación del personal involucrado en la implementación. Esto asegurará que el sistema permanezca en cumplimiento con toda la documentación del SGA, además de permitir que cumpla al 100% con los requisitos de la norma ISO 55001:2014 y los objetivos organizacionales.

Se recomienda establecer un régimen de monitoreo y revisión sistemática de los costos horarios, rendimientos y rentabilidad de los activos, utilizando el análisis FMEA como base para identificar y mitigar riesgos en la operación de cada flota de maquinaria. Esto debería incluir la actualización periódica de las estrategias de mitigación, adaptándolas a los nuevos datos operativos y a las nuevas estrategias del SGA.

Se recomienda llevar a cabo un programa de mantenimiento específico para cada tipo de maquinaria. Esto debería incluir revisiones regulares y ajustes en los procedimientos de mantenimiento preventivo para asegurar que se mantengan los niveles de disponibilidad y confiabilidad alcanzados.

Se recomienda revisar y reajustar los planes de mantenimiento actuales para asegurar que están optimizados en función de las condiciones operativas de cada equipo. Esto incluiría ajustar los intervalos de mantenimiento y realizar inspecciones para identificar y corregir cualquier problema antes de que se convierta en un costo significativo. De esta manera, se pueden mantener bajos los costos horarios y maximizar la rentabilidad de los equipos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Agudelo Pulido, A. I. (2013). Propuesta de modelo de gestión de activos fijos con enfoque en procesos. *SIGNOS - Investigación En Sistemas De gestión*, 5(2), 45-56. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2013.0002.03>
- Amendola, L., Artacho, M.A. Y Depool, T., 2017. Análisis de los factores clave para mejorar la Gestión de Mantenimiento en la industria de Oil&Gas en América Latina. *DYNA Ingeniería e Industria*, 92(1), 567-571. <http://dx.doi.org/10.6036/8178>
- Arroyo Orozco, J., Alvarado Peralta, J. N., & Alarcón Segura, P. S. (2018). Cálculo de Productividad y Optimización del Equipo Pesado utilizado en Movimiento de Tierras. *Journal of Science and Research*, 3(ICCE2018), 28-35. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp35-44p>
- Arroyo, J., Alvarado, J., y Alarcón, P. (2018). Cálculo de Productividad y Optimización del Equipo Pesado utilizado en Movimiento de Tierras. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 3(1), 28-35. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp35-44p>
- Ascona, P. (2023). Influencia de la ingeniería en la optimización del rendimiento de maquinarias pesadas en Bagua 2022. *Revista de Investigación Científica DEKAMU AGROPEC*, 4(1), 43-51. <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v4i1.140>
- Asociación Mercosur de Normalización. (2008). *Maquinaria para movimiento de suelos – tipos básicos – identificación, términos y definiciones*. (NM ISO 6165:2008) <https://es.scribd.com/document/420974225/ISO-NM-6165-2008-2-pdf>
- Bello Lozano, A y Álvarez Barrios, J. (2015). *Estudio de los rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras en la ciudad de Cartagena*

- caso estudio: Urbanización Coral Lakes y Zona Franca Parque Central* [Tesis, Universidad de Cartagena]. <https://hdl.handle.net/11227/1545>
- Briones Espinoza, M. A. (2017). *Caracterización de las pequeñas industrias metalmecánicas y diagnóstico de la gestión de activos físicos en la empresa Induhorst Cía Ltda del Cantón Quevedo, año 2016* [Tesis, Universidad Tecnica Estatal de Quevedo]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3766>
- CESGIR, 2015. *Mantenimiento y gestión de activos: futuro de las empresas. Portafolio; Bogotá* [en línea]. <https://www.proquest.com/docview/1681082227/abstract/8EEF033A2B184F9DP>
- Chuquilin Cabanillas, C. A., Huarcaya Rodríguez A. I., Moreno Arizola, A. G., Rojas Arévalo, R. M. (2021). *Propuesta de un plan de Gestión de Mantenimiento, para aumentar el valor de los activos de maquinaria pesada que se utiliza en proyectos de infraestructura vial, dentro de los lineamientos de la norma ISO 55001: 2014; caso de estudio: empresa constructora CHC Ingenieros S.A.* [Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/652238>
- Davis, R. (2016). *Introducción a la gestión de activos.* <https://eatechnology.com/media/idrjutri/introduccion-a-la-gestion-de-activos-esp%C3%B1ol.pdf>
- Depool, T. (5 de Marzo de 2019). [PMM Business School escuela de formación]. Nuevos fundamentos para la implementación de la gestión de activos (ISO 55002:2018) [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=xbCbKGaUsZU>

- Diez Benjumea, J. M. (2021). *Implementación de la Norma ISO 55001 en ISA Intercolombia y su impacto en la transformación cultural de la organización* [Tesis para optar el grado de Maestro, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://hdl.handle.net/10784/24820>
- Galindo Vargas, A. C. (2020). *Plan de Gestión de Activos para la empresa Proyectos Colombianos Procol S.A.S* [Tesis para optar el grado de maestro, Universidad EAFIT]. <http://hdl.handle.net/10784/24820>
- Gálvez, C., Tisnado, A., Rantes, M., y Solórzano, J. (2020). Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo, ABC, Codificación, Sistema Kanban, AMFE y Pronósticos para reducir costos en la empresa metalmecánica Ingenieros en Acción S.R.L. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 1(1), 29-31 July 2020. <https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.154>
- GFAMAM. (2020). Global Forum on Maintenance & Asset Management. Our members. Obtenido de <https://gfamam.org/membersIAM>. (2008). PAS 55. The specification for the optimised management of physical assets. Parts 1 and 2. London: British Standards Institution.
- Hernández Sampieri , R., Fernandez Collado, C., Baptista, Lucio., P, L. (2014). Metodología de la Investigación. https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Instituto Nacional de Calidad. (2015). *Gestión de activos. Sistemas de gestión. Requisitos. (NTP-ISO 55001)*. <https://es.scribd.com/document/536964889/NTP-ISO-55000-2015>

- Instituto Nacional de Calidad. (2015b). *Gestión de activos. Aspectos generales, principios y terminología. (NTP-ISO 55000)*.
<https://es.scribd.com/document/472485791/NTP-ISO-55001>
- León Ganchozo, M. U., Valero Yarlequé, L. J., & Vera Macías, S. D. (2020). Diseño del sistema de gestión de activos físicos según norma ISO 55001:2014. *Revista InGenio*, 3(1), 81–88. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v3i1.332>
- León Ganchozo, M. U., Valero Yarlequé, L. J., y Vera Macías, S. D. (2020). Diseño del sistema de gestión de activos físicos según norma ISO 55001:2014. *Ingenio*, 3(1), 81-88. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio>
- Llaque, G., Escobar, E., Zuñiga, K., y Angeles, N. (2021). Gestión por Procesos en la Logística en una Empresa PYME del Sector Construcción. *Ish LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development*, 1(1), 9 – 10. <http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2021.1.1.15>
- Millones Sánchez, M. M. (2020). *Rentabilidad de la Empresa Big Bag Perú S.A.C., la victoria*. [Tesis, Universidad Señor de Sipán].
<https://hdl.handle.net/20.500.12802/6762>
- Normalización española (2018). *Mantenimiento. Terminología del mantenimiento*.
<https://pdfcoffee.com/norma-une-en-13306pdf-pdf-free.html>
- Parra, C., Sepúlveda, L., Crespo, A., González-Prida, V., Viveros, P., y Kristjanpoller, F. (2021). MGMC: Modelo de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad alineado con la Gestión de Activos. Caso: Mina de Hierro. *Mapla Mantemin*, 18(1), 1-23 <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18612.17280>
- Parra, C., y Crespo, A. (2021). Modelo integral de Gestión del Mantenimiento (MGM), alineado con los pilares del conocimiento de la certificación CMRP (Certified Maintenance & Reliability Professional) y con el proceso de Gestión de Activos

- (ISO 55000). *Technical Report*, 1(1), 1-27.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12220.56963>
- Rojas Cairampoma, M. (2021). *Gestión Holística de Redacción Científica*.
<http://mrojas.perulactea.com/2019/02/19/gestion-holistica-de-la-redaccion-cientifica-2019/>
- Romero, A., Inche, J., y Cáceres, C. (2002). La industria sostenible en el Perú: Reto para el desarrollo nacional. *Industria Data*, 5(1), 25-33.
<https://doi.org/10.15381/idata.v5i1.6687>
- Tiktin, J. (1997). *Procedimiento Generales de Construcción Movimiento de tierras*. Escuela Técnica Superior de ingenieros de caminos, canales y puertos.
https://oa.upm.es/67524/1/movimiento_tierras.pdf
- Vargas Sánchez, R. (1999). *La maquinaria pesada en movimientos de tierras (Descripción y Rendimiento)*. [Tesis, Instituto Tecnológico de la Construcción].
https://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/Vargas_Sanchez_Roberto_44683.pdf
- Vera, A., y Torres, R. (2023). Análisis técnico económico del tiempo de vida útil de la maquinaria pesada KOMATSU GD555-A3. *Revista Científica 'INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación'*, 6(12), 1-27.
<https://doi.org/10.46296/ig.v6i12edespnov.0130>
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., y Crespo, A. (2013). Proposal of a maintenance management model and its main support tools. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	
¿De qué manera la implementación de un sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014 permitirá aumentar el rendimiento y la rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?	Demostrar que la implementación de un sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014 permite aumentar el rendimiento y la rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.	La implementación de un sistema de gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014 permitiría aumentar el rendimiento y la rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.	<p>1) Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>2) Enfoque de investigación: Cuantitativa</p> <p>3) Nivel de investigación: Correlacional</p> <p>4) Diseño de investigación: Experimental del tipo Cuasi experimental</p> <p>5) Población: Las 49 maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.</p>
Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	
¿Cuáles son los niveles de disponibilidad y confiabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?	Diagnosticar la disponibilidad y confiabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.	Los niveles de disponibilidad y confiabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial estarán por debajo de lo requerido.	
¿Cuáles son los valores de costo horario, rendimiento y rentabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?	Diagnosticar el costo horario, rendimiento y rentabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.	Los valores de costo horario, rendimiento y rentabilidad inicial de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial estarán por debajo de lo requerido.	
¿Es posible implementar un sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para las maquinarias	Implementar el sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para las maquinarias y equipos	Si es posible implementar un sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.	

<p>y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial??</p>	<p>pesados para proyectos de infraestructura vial.</p>	<p>6) Muestra:</p>
<p>¿Cuáles son los niveles de disponibilidad y confiabilidad post implementación de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?</p>	<p>Evaluar la disponibilidad y confiabilidad post implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.</p>	<p>Las 49 maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial.</p>
<p>¿Cuál es el costo horario, rendimiento y rentabilidad post implementación de las maquinarias y equipos pesados para proyectos de infraestructura vial?</p>	<p>Evaluar el costo horario, rendimiento y rentabilidad post la implementación del sistema de gestión de activos físicos basado en la norma ISO 55001:2014 para proyectos de infraestructura vial.</p>	<p>7) Técnicas: Observación, análisis documental, encuesta. 8) Instrumentos: Ficha de registro de operación, cuestionario.</p>

Anexo 2. Listado de maquinarias en estudio

Item	Equipo	Marca	Modelo	Código
1	Excavadora de oruga	Caterpillar	CAT 330	SGA-REA-EQC-EO-01
2	Excavadora de oruga	Caterpillar	CAT 330	SGA-REA-EQC-EO-02
3	Excavadora de oruga	Caterpillar	CAT 330	SGA-REA-EQC-EO-03
4	Excavadora de oruga	Caterpillar	CAT 330	SGA-REA-EQC-EO-04
5	Excavadora de oruga	Caterpillar	CAT 330	SGA-REA-EQC-EO-05
6	Cargador Frontal	Caterpillar	CAT 950L	SGA-REA-EQC-CF-01
7	Cargador Frontal	Caterpillar	CAT 950L	SGA-REA-EQC-CF-02
8	Cargador Frontal	Caterpillar	CAT 950L	SGA-REA-EQC-CF-03
9	Cargador Frontal	Caterpillar	CAT 950L	SGA-REA-EQC-CF-04
10	Cargador Frontal	Caterpillar	CAT 950L	SGA-REA-EQC-CF-05
11	Tractor oruga	Caterpillar	CAT D6T	SGA-REA-EQC-TC-01
12	Tractor oruga	Caterpillar	CAT D6T	SGA-REA-EQC-TC-02
13	Camion volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-01
14	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-02
15	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-03
16	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-04
17	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-05
18	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-06
19	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-07
20	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-08
21	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-09
22	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-10
23	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-11
24	Camión volquete	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CV-12

25	Cama baja	Volvo	FMX 6X4 R	SGA-REA-EQC-CB- 01
26	Cisterna de agua	Scania	P380	SGA-REA-EQC-CA- 01
27	Cisterna de agua	Scania	P381	SGA-REA-EQC-CA- 02
28	Cisterna de agua	Scania	P382	SGA-REA-EQC-CA- 03
29	Cisterna de agua	Scania	P383	SGA-REA-EQC-CA- 04
30	Cisterna de agua	Scania	P384	SGA-REA-EQC-CA- 05
31	Retroexcavadoras	Caterpillar	CTA 420F2	SGA-REA-EQC-RE- 01
32	Retroexcavadoras	Caterpillar	CTA 420F3	SGA-REA-EQC-RE- 02
33	Retroexcavadoras	Caterpillar	CTA 420F4	SGA-REA-EQC-RE- 03
34	Retroexcavadoras	Caterpillar	CTA 420F5	SGA-REA-EQC-RE- 04
35	Retroexcavadoras	Caterpillar	CTA 420F6	SGA-REA-EQC-RE- 05
36	Rodillo liso vibratorio	Caterpillar	CAT CS-56	SGA-REA-EQC-RV- 01
37	Rodillo liso vibratorio	Caterpillar	CAT CS-57	SGA-REA-EQC-RV- 02
38	Rodillo liso vibratorio	Caterpillar	CAT CS-58	SGA-REA-EQC-RV- 03
39	Rodillo liso vibratorio	Caterpillar	CAT CS-59	SGA-REA-EQC-RV- 04
40	Rodillo liso vibratorio	Caterpillar	CAT CS-60	SGA-REA-EQC-RV- 05
41	Minicardagor	Caterpillar	CAT CS-61	SGA-REA-EQC-MC- 01
42	Minicardagor	Caterpillar	CAT CS-62	SGA-REA-EQC-MC- 02
43	Minicardagor	Caterpillar	CAT CS-63	SGA-REA-EQC-MC- 03
44	Minicardagor	Caterpillar	CAT CS-64	SGA-REA-EQC-MC- 04
45	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140M	SGA-REA-EQC-MN- 01
46	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140M	SGA-REA-EQC-MN- 02
47	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140M	SGA-REA-EQC-MN- 03
48	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140M	SGA-REA-EQC-MN- 04
49	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140M	SGA-REA-EQC-MN- 05

Anexo 3. Cuestionario de sistema de gestión de activos basado ISO 55001:2014, para obtener mayor rendimiento y rentabilidad

Estimado Sr. (a), el presente cuestionario se elaboró con el objetivo de fundamentar mi proyecto de investigación, así como para la recolección de datos e información acerca de la comprensión de la gestión de Activos en la Empresa. Esto abarca tanto conocimiento del personal con respecto a Normatividad, a gestión de riesgo, al mantenimiento de los activos y simultáneamente parámetros tales como la confiabilidad, disponibilidad y rentabilidad para obtener mayor rendimiento y rentabilidad de las maquinarias en futuro proyectos de infraestructura vial.

Por lo mismo, se le pide de forma encarecida pueda responder las preguntas de manera precisa, honesta y sincera, considerando que nuestra investigación permitirá tener una buena gestión de activos en futuros proyectos de infraestructura vial.

Nunca (N)	Casi nunca (CN)	A veces (A)	Casi siempre (CS)	Siempre (S)
1	2	3	4	5

N°	VARIABLES, DIMENSIONES e ÍTEMS		1	2	3	4	5
Gestión de activos basado en la norma ISO 55001:2014							
Dimensión 1: Normatividad	1	La empresa sigue rigurosamente las directrices establecidas en la norma ISO 55001:2014 en su gestión diaria de activos.					
	2	La empresa se adhiere consistentemente a los requisitos legales y reglamentarios asociados con la gestión de activos de maquinaria y equipo pesado.					
	3	La documentación y el registro de la gestión de activos están completamente en conformidad con la norma ISO 55001:2014.					
	4	Existe un compromiso firme con la mejora continua en línea con los estándares de la norma ISO 55001:2014.					
	5	Se realizan auditorías internas periódicas para verificar el cumplimiento de la norma ISO 55001:2014.					
Dimensión 2: Gestión de Riesgos	6	Las fallas inesperadas en la maquinaria y el equipo durante las operaciones son infrecuentes.					
	7	La empresa identifica y gestiona efectivamente los riesgos asociados con el fallo de activos.					
	8	Se implementan estrategias proactivas para minimizar las fallas en los activos.					
	9	La empresa aprende de las incidencias pasadas y aplica lecciones para mejorar la gestión de riesgos de los activos.					

	10	Las evaluaciones y análisis de riesgos son exhaustivos y contribuyen significativamente a prever y prevenir fallas en los activos					
Dimensión 3: Mantenimiento de los activos	11	Las actividades de mantenimiento realizadas en los equipos y maquinarias son regulares y exhaustivas.					
	12	La empresa planifica y ejecuta eficazmente el mantenimiento preventivo de sus activos.					
	13	Las actividades de mantenimiento están bien documentadas y se utilizan para informar decisiones futuras sobre los activos.					
	14	Los programas de mantenimiento actuales son efectivos para prolongar la vida útil de la maquinaria y el equipo.					
	15	La planificación y programación de las actividades de mantenimiento optimizan la disponibilidad operativa de los equipos.					

N°	Variables, dimensiones e Items		1	2	3	4	5
rendimiento de las maquinaria y equipos pesados							
Dimensión 1: Confiabilidad	1	La maquinaria y el equipo pesado rara vez experimentan fallos inesperados durante las operaciones.					
	2	El tiempo medio entre fallos de la maquinaria y el equipo pesado cumple con las expectativas de rendimiento					
	3	La confiabilidad de la maquinaria y el equipo pesado respalda consistentemente los objetivos de Rendimiento y construcción.					
	4	Las medidas preventivas y correctivas implementadas han aumentado significativamente la confiabilidad de la maquinaria y el equipo pesado.					
Dimensión 2: Disponibilidad	5	La maquinaria y el equipo pesado están disponibles y listos para operar según sea necesario para cumplir con los requisitos del proyecto.					
	6	El tiempo medio de reparación de la maquinaria y el equipo pesado es adecuado, minimizando la inactividad.					
	7	Los procedimientos de mantenimiento y reparación se gestionan eficientemente, lo que resulta en una alta disponibilidad de maquinaria y equipo pesado.					
	8	La coordinación entre los equipos de operaciones y mantenimiento asegura que la disponibilidad de la maquinaria y el equipo pesado no comprometa los plazos del proyecto.					

N°	Variables, Dimensiones e Items	1	2	3	4	5
Rentabilidad de las Maquinarias y Equipos pesados						
Dimensión 1: Rentabilidad	1	La eficiencia de costos de la operación de maquinaria y equipo pesado justifica el retorno de inversión horario.				
	2	La maquinaria y equipos mantienen un rendimiento constante durante las horas de trabajo.				
	3	Los tiempos de inactividad de la maquinaria pesada son mínimos y no representan un impacto significativo en los costos horarios.				
	4	La relación entre el costo horario y el rendimiento de la maquinaria y equipos es adecuada para mantener la rentabilidad del proyecto.				
	5	Las paradas no programadas de la maquinaria generan una alta incidencia en el costo horario total.				
	6	Los procesos actuales de mantenimiento de la maquinaria y equipos contribuyen a mejorar el rendimiento de manera efectiva.				
	7	La planificación y programación de la utilización de la maquinarias y equipos se alinean eficazmente con los objetivos de Rendimiento del proyecto.				
	8	La maquinaria y equipos empleados en los proyectos mantiene consistentemente altos niveles de Rendimiento				

Anexo 4. Validación de instrumento bajo juicio experto

Validación de Instrumento por Juicio de Experto

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombre del Informante:

Castillo Alva Robert William

Institución donde labora: Gica Ingenieros

Nombre del Instrumento que motiva la Evaluación: Cuestionario

Autor del Instrumento: Mg. Eddy Cristiam Miranda Ramos

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente (0-20)%	Regular (21-40)%	Buena (41-60)%	Muy Buena (61-80)%	Excelente (81-100)%
Metodología	Considera que los ítems miden lo que el investigador pretende medir.					X
Coherencia	Considera que los ítems utilizados son propios del campo que se está investigando.				X	
Consistencia	Existe Consistencia entre las variables y los indicadores.					X
Organización	Considera organizado el desarrollo del Marco Teórico.					X
Claridad	La investigación está desarrollada en un lenguaje apropiado.					X
Operacionalización	Presenta operacionalización de sus variables e indicadores.					X
Estrategias	Considera adecuados los métodos estadísticos para contrastar la Hipótesis.					X
Actualidad	Presenta antecedentes actualizados con tres años de Antijidad.					X

III. OPINIÓN PARA APLICAR EL INSTRUMENTO

Que aspectos se tienen que modificar, aumentar o suprimir en los Instrumentos de Investigación:

.....

IV. PROMEDIO DE VALIRACIÓN DEL INSTRUMENTO: 95%

Chimbote, 10 de Enero del 2023

DNI: 18140556 Telf./Cel: 947 937 272


 FIRMA

Anexo 5. Validación estadística de confiabilidad del cuestionario por el método de Alfa de Cronbach

Fiabilidad Variable Independiente

	P1_VI	P2_VI	P3_VI	P4_VI	P5_VI	P6_VI	P7_VI	P8_VI	P9_VI	P10_VI	P11_VI	P12_VI	P13_VI	P14_VI	P15_VI	P16_VD1
1	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00
2	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00
3	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00
4	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00
5	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00
6	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00
7	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
8	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00
9	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00
10	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00
11	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00
12	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00
13	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00
14	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00
15	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00
16	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00
17	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00
18	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00
19	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00
20	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00
21	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
22	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00
23	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00
24	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00
25	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
26	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00
27	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00
28	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00
29	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00
30	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.928	15

En el estudio de sistemas de gestión de activos ISO 55001, el alfa de Cronbach fue de 0,928, lo que indica una excelente coherencia interna. Esto significa que los elementos de la encuesta están altamente correlacionados entre sí, lo que indica que todos ayudan a medir el mismo concepto general. Por lo tanto, la alta confiabilidad garantiza que se capture de manera efectiva y consistente las percepciones o comportamientos de los encuestados con respecto a la gestión de activos corporativos, lo que permite a las organizaciones confiar en los resultados para tomar decisiones informadas o implementar mejoras relacionadas.

Fiabilidad variable dependiente 01

	P16_VD1	P17_VD1	P18_VD1	P19_VD1	P20_VD1	P21_VD1	P22_VD1	P23_VD1
1	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00
2	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00
3	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
4	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00
5	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00
6	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00
8	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
9	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00
10	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00
11	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00
12	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00
13	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00
14	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00
15	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00
16	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
17	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00
18	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00
19	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00
20	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00
21	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00
22	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00
23	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
24	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00
25	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
26	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00
27	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00
28	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00
29	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00
30	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.887	8

Teniendo los resultados el valor del Alfa de Cronbach para las ocho preguntas sobre equipos y rendimiento mecánico fue 0,887, lo que indica una alta consistencia interna. Esto significa que las respuestas a las preguntas de la encuesta son consistentes, lo que demuestra que miden de manera efectiva los aspectos relevantes del rendimiento de la planta y la maquinaria y que los datos recopilados son confiables y que los cambios en las respuestas son consistentes.

Fiabilidad variable dependiente 02

	P24_VD2	P25_VD2	P26_VD2	P27_VD2	P28_VD2	P29_VD2	P30_VD2	P31_VD2
1	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00
2	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00
3	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00
4	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00
5	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00
6	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00
7	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00
8	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00
9	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00
10	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00
11	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00
12	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
13	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
14	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00
15	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00
16	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	1.00	2.00
17	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00
18	3.00	3.00	1.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00
19	3.00	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	3.00
20	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00
21	3.00	3.00	3.00	1.00	2.00	3.00	2.00	2.00
22	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00
23	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00
24	2.00	3.00	2.00	1.00	3.00	2.00	2.00	1.00
25	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00
26	3.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00	3.00
27	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00
28	2.00	3.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	2.00
29	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00
30	3.00	2.00	1.00	3.00	3.00	3.00	2.00	1.00

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.964	8

El valor del alfa de Cronbach para las ocho preguntas relacionadas con la rentabilidad de plantas y maquinaria fue 0,964 indica un valor bastante alto, lo que demuestra una consistencia interna extremadamente fuerte entre los ítems de la encuesta, confirmando que las respuestas son consistentes y que la encuesta es muy confiable para con respecto a las percepciones de rentabilidad.

Fiabilidad variable dependiente 01

	P16_VD1	P17_VD1	P18_VD1	P19_VD1	P20_VD1	P21_VD1	P22_VD1	P23_VD1
1	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00
2	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00
3	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
4	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00
5	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00
6	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
7	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00
8	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
9	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00
10	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00
11	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00
12	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00
13	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00
14	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00
15	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00
16	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
17	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00
18	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00
19	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00
20	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00
21	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00
22	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00
23	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
24	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00
25	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
26	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00
27	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00
28	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00
29	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00
30	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.887	8

Teniendo los resultados el valor del Alfa de Cronbach para las ocho preguntas sobre equipos y rendimiento mecánico fue 0,887, lo que indica una alta consistencia interna. Esto significa que las respuestas a las preguntas de la encuesta son consistentes, lo que demuestra que miden de manera efectiva los aspectos relevantes del rendimiento de la planta y la maquinaria y que los datos recopilados son confiables y que los cambios en las respuestas son consistentes.

Fiabilidad variable dependiente 02

	P24_VD2	P25_VD2	P26_VD2	P27_VD2	P28_VD2	P29_VD2	P30_VD2	P31_VD2
1	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00
2	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00
3	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00
4	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00
5	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00
6	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00
7	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00
8	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00
9	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00
10	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00
11	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00
12	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
13	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
14	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00
15	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00
16	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	1.00	2.00
17	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00
18	3.00	3.00	1.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00
19	3.00	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	3.00
20	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00
21	3.00	3.00	3.00	1.00	2.00	3.00	2.00	2.00
22	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00
23	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00
24	2.00	3.00	2.00	1.00	3.00	2.00	2.00	1.00
25	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00
26	3.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00	3.00
27	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00
28	2.00	3.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	2.00
29	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00
30	3.00	2.00	1.00	3.00	3.00	3.00	2.00	1.00

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.964	8

El valor del alfa de Cronbach para las ocho preguntas relacionadas con la rentabilidad de plantas y maquinaria fue 0,964 indica un valor bastante alto, lo que demuestra una consistencia interna extremadamente fuerte entre los ítems de la encuesta, confirmando que las respuestas son consistentes y que la encuesta es muy confiable para con respecto a las percepciones de rentabilidad.

Anexo 6. Base de datos de la Variable Independiente: Sistema de Gestión de Activos basado en la norma ISO 55001:2014

Encuestados	VI =Sistema de Gestion de Activos basado en la norma ISO 55001:2014																			
	D1 (Normatividad)							D2 (Gestión del Riesgos)						D3 (Mantenimiento de los Activos)						TOT_VI
	P1	P2	P3	P4	P5	D1VI	P6	P7	P8	P9	P10	D2VI	P11	P12	P13	P14	P15	D3VI		
Enc-1	4	5	4	4	4	21	4	4	4	4	5	21	5	4	5	5	4	23	65	
Enc-2	5	4	5	4	4	22	5	4	5	4	4	22	4	4	4	5	5	22	66	
Enc-3	5	4	4	5	5	23	4	5	4	4	4	21	5	5	4	4	5	23	67	
Enc-4	4	5	5	5	5	24	5	4	4	4	5	22	5	4	4	5	4	22	68	
Enc-5	4	5	5	4	5	23	5	4	5	4	5	23	5	4	4	5	5	23	69	
Enc-6	5	4	5	4	5	23	5	4	4	4	5	22	4	4	5	5	4	22	67	
Enc-7	4	4	5	4	5	22	4	5	4	5	4	22	5	5	5	5	5	25	69	
Enc-8	4	5	4	5	4	22	4	4	5	5	5	23	4	5	4	4	4	21	66	
Enc-9	4	5	4	5	4	22	5	4	4	5	5	23	4	5	5	4	5	23	68	
Enc-10	4	4	5	4	4	21	5	4	4	4	5	22	4	5	4	4	4	21	64	
Enc-11	5	5	4	5	5	24	4	4	5	4	4	21	4	4	4	5	5	22	67	
Enc-12	5	4	5	4	5	23	4	4	4	5	5	22	5	4	5	4	4	22	67	
Enc-13	4	4	5	4	4	21	5	4	4	4	4	21	5	4	4	4	5	22	64	
Enc-14	5	5	5	4	4	23	5	5	5	5	4	24	4	4	5	4	4	21	68	
Enc-15	3	4	4	3	3	17	3	3	4	4	3	17	4	4	3	4	3	18	52	
Enc-16	4	4	4	4	4	20	3	4	3	4	3	17	4	4	3	4	3	18	55	
Enc-17	3	3	3	4	3	16	4	4	4	3	3	18	3	4	4	3	3	17	51	
Enc-18	3	3	3	3	3	15	4	3	4	3	4	18	3	4	4	3	4	18	51	
Enc-19	3	4	4	3	3	17	4	3	4	4	4	19	3	4	4	3	3	17	53	
Enc-20	3	4	3	3	4	17	4	4	4	4	3	19	3	4	4	4	4	19	55	
Enc-21	3	4	3	3	4	17	4	3	3	3	4	17	4	3	4	4	4	19	53	
Enc-22	4	3	3	3	4	17	4	3	3	3	4	17	4	4	3	3	3	17	51	
Enc-23	3	4	3	4	4	18	4	4	3	4	4	19	4	3	3	3	3	16	53	
Enc-24	4	3	4	3	4	18	4	4	3	4	3	18	4	3	4	4	3	18	54	
Enc-25	3	4	3	4	4	18	4	4	3	4	3	18	3	4	4	3	3	17	53	
Enc-26	3	3	4	4	4	18	4	3	4	3	4	18	3	4	3	3	4	17	53	
Enc-27	4	4	3	3	3	17	4	3	4	3	3	17	4	3	3	3	3	16	50	
Enc-28	3	3	3	3	3	15	4	3	4	3	3	17	4	3	4	4	4	19	51	
Enc-29	4	3	4	4	4	19	3	4	4	4	4	19	4	4	3	3	3	17	55	
Enc-30	3	3	4	4	3	17	4	3	3	4	4	18	3	3	4	4	4	18	53	

Anexo 7. Base de datos de la Variable Dependiente 01: Rendimiento de las maquinarias y equipos pesados

Encuestados	VD1= Rendimiento de las maquinarias y equipos pesados											TOT_VD1
	D1 (Confiabilidad)					D1 (Disponibilidad)						
	P16	P17	P18	P19	D1VD1	P20	P21	P22	P23	D2VD1		
Enc-1	4	4	4	4	16	5	5	4	4	18	34	
Enc-2	4	5	5	4	18	4	4	5	4	17	35	
Enc-3	4	4	5	5	18	5	5	5	5	20	38	
Enc-4	5	5	5	5	20	4	5	4	5	18	38	
Enc-5	5	5	5	5	20	4	4	5	4	17	37	
Enc-6	4	4	4	4	16	4	4	4	4	16	32	
Enc-7	5	5	4	4	18	4	4	5	4	17	35	
Enc-8	5	5	4	4	18	4	4	4	4	16	34	
Enc-9	5	4	5	4	18	5	5	5	4	19	37	
Enc-10	5	4	5	4	18	4	4	5	5	18	36	
Enc-11	5	4	4	4	17	5	4	5	4	18	35	
Enc-12	5	4	5	5	19	4	5	5	5	19	38	
Enc-13	4	4	5	5	18	4	4	4	4	16	34	
Enc-14	5	5	5	4	19	4	5	4	5	18	37	
Enc-15	4	5	5	4	18	4	4	5	5	18	36	
Enc-16	4	3	3	4	14	4	3	3	3	13	27	
Enc-17	4	3	3	3	13	4	3	3	3	13	26	
Enc-18	4	3	4	4	15	4	3	4	3	14	29	
Enc-19	4	4	4	4	16	3	3	4	3	13	29	
Enc-20	3	4	4	3	14	4	3	3	4	14	28	
Enc-21	4	4	3	4	15	3	3	3	4	13	28	
Enc-22	3	4	4	4	15	3	3	3	3	12	27	
Enc-23	4	4	3	3	14	4	3	4	4	15	29	
Enc-24	4	3	3	4	14	4	4	3	3	14	28	
Enc-25	3	4	4	3	14	4	3	4	4	15	29	
Enc-26	3	4	4	4	15	3	4	3	4	14	29	
Enc-27	4	3	4	3	14	4	3	3	3	13	27	
Enc-28	3	4	4	3	14	4	3	3	3	13	27	
Enc-29	3	3	4	4	14	4	4	4	3	15	29	
Enc-30	4	4	3	3	14	3	3	4	4	14	28	

Anexo 8. Base de Base de datos de la Variable Dependiente 02: Rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados

Encuestados	VD1= Rentabilidad de las maquinarias y equipos pesados								
	D1 (Productividad)								
	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	TOT_VD2
Enc-1	5	5	4	5	4	4	5	5	37
Enc-2	4	5	5	4	5	5	4	5	37
Enc-3	4	5	4	5	5	5	4	4	36
Enc-4	5	4	4	4	5	4	4	4	34
Enc-5	4	4	4	4	5	5	4	4	34
Enc-6	4	4	5	5	5	4	5	5	37
Enc-7	4	4	4	5	4	4	4	4	33
Enc-8	5	5	5	4	4	4	5	4	36
Enc-9	5	5	5	4	5	5	5	4	38
Enc-10	4	5	5	4	5	4	4	4	35
Enc-11	4	5	4	4	5	4	4	4	34
Enc-12	4	5	4	5	5	4	4	4	35
Enc-13	5	4	4	4	4	4	4	4	33
Enc-14	4	5	5	4	5	4	5	5	37
Enc-15	4	5	4	5	5	4	5	4	36
Enc-16	2	1	1	2	3	3	1	2	15
Enc-17	2	1	2	2	1	2	3	2	15
Enc-18	3	3	1	3	3	2	1	1	17
Enc-19	3	2	2	3	1	2	3	3	19
Enc-20	2	3	2	2	1	2	2	1	15
Enc-21	3	3	3	1	2	3	2	2	19
Enc-22	2	2	2	1	2	3	2	3	17
Enc-23	3	2	2	3	3	3	3	1	20
Enc-24	2	3	2	1	3	2	2	1	16
Enc-25	1	1	2	1	1	1	2	3	12
Enc-26	3	1	1	1	3	1	2	3	15
Enc-27	3	2	1	1	1	2	2	1	13
Enc-28	2	3	2	3	1	2	3	2	18
Enc-29	1	1	2	3	3	3	3	1	17
Enc-30	3	2	1	3	3	3	2	1	18

Anexo 9. Criterios propuestos de evaluación de criticidad para probabilidad de falla de equipos y maquinarias

Puntaje	Probabilidad de Falla (MTBF) - Excavadora de Oruga CAT 330
5	Ocurrencia de Fallas MTBF < 35 Horas de Operación
4	Ocurrencia de Fallas MTBF >= 35 Horas de Operación < 50 Horas de Operación
3	Ocurrencia de Fallas MTBF >= 50 Horas de Operación < 60 Horas de Operación
2	Ocurrencia de Fallas MTBF >= 60 Horas de Operación < 70 Horas de Operación
1	Ocurrencia de Fallas MTBF >= 70 Horas de Operación

Anexo 10. Criterios propuestos de evaluación de criticidad para probabilidad de falla de equipos y maquinarias

Puntaje	Tiempo de Inactividad
5	La maquinaria tiene un tiempo de inactividad extremadamente alto, superior al 40% del tiempo operativo total.
4	La maquinaria tiene un tiempo de inactividad alto, entre el 20% y el 40% del tiempo operativo total.
3	La maquinaria tiene un tiempo de inactividad moderado, entre el 10% y el 20% del tiempo operativo total.
2	La maquinaria tiene un tiempo de inactividad bajo, entre el 5% y el 10% del tiempo operativo total.
1	La maquinaria tiene un tiempo de inactividad extremadamente bajo, menor al 5% del tiempo operativo total.

Puntaje	Costo de Reparación
5	El costo de reparación es superior al 20% del valor total de la maquinaria.
4	El costo de reparación oscila entre el 10% y el 20% del valor total de la maquinaria.
3	El costo de reparación se encuentra entre el 5% y el 10% del valor total de la maquinaria.
2	El costo de reparación oscila entre el 1% y el 5% del valor total de la maquinaria.
1	El costo de reparación es menor al 1% del valor total de la maquinaria.

Puntaje	Vida útil del Equipo
5	La maquinaria muestra signos de fallo inminente y su vida útil ha llegado a su fin mucho antes de lo esperado.
4	La vida útil de la maquinaria es significativamente menor que las expectativas y estándares de la industria.
3	La vida útil de la maquinaria es algo menor que las expectativas y estándares de la industria.
2	La vida útil de la maquinaria está en línea con las expectativas y estándares de la industria.
1	La maquinaria tiene una vida útil estimada que supera ampliamente las expectativas y estándares de la industria.

Puntaje	Eficiencia Operativa (Rendimiento)
5	La maquinaria alcanza menos del 70% de las metas de Rendimiento.
4	La maquinaria alcanza entre el 70% y el 90% de las metas de Rendimiento.
3	La maquinaria alcanza entre el 90% y el 100% de las metas de Rendimiento.
2	La maquinaria cumple o supera ligeramente las metas de Rendimiento establecidas.
1	La maquinaria supera las metas de Rendimiento en más del 10% de manera constante.

Puntaje	Costos Operativos
5	Los costos operativos son más de un 20% mayores que el presupuesto asignado.
4	Los costos operativos son entre un 10% y un 20% mayores que el presupuesto asignado.
3	Los costos operativos son hasta un 10% mayores que el presupuesto asignado.
2	Los costos operativos están en línea o son ligeramente menores que el presupuesto asignado.
1	Los costos operativos son más de un 10% menores que el presupuesto asignado.

Puntaje	Habilidad y Formación del Operador
5	El operador carece significativamente de las habilidades y la formación necesarias para operar la maquinaria de manera segura y eficiente.
4	El operador carece de formación en áreas clave y su rendimiento está por debajo de las expectativas.
3	El operador ha recibido alguna formación, pero tiene áreas de mejora. Rinde al nivel esperado en la mayoría de las tareas.
2	El operador ha recibido la formación necesaria y cumple con las expectativas de rendimiento.
1	El operador ha recibido formación avanzada y tiene una experiencia significativa en tareas similares. Supera las expectativas de rendimiento.

Puntaje	Impacto Ambiental de los Materiales
5	Los materiales utilizados tienen un impacto ambiental extremadamente alto y no cumplen con las regulaciones actuales.
4	Los materiales utilizados tienen un alto impacto ambiental y cumplen con las regulaciones mínimas.
3	Los materiales utilizados tienen un impacto ambiental moderado y cumplen con la mayoría de las regulaciones y estándares.
2	Los materiales utilizados tienen un bajo impacto ambiental y cumplen con todas las regulaciones y estándares ambientales.
1	Los materiales utilizados son completamente sostenibles y tienen un impacto ambiental mínimo o nulo.

Puntaje	Emisiones y Contaminantes
5	Las emisiones y contaminantes superan significativamente los límites reglamentarios.
4	Las emisiones y contaminantes están cerca o ligeramente por encima de los límites reglamentarios.
3	Las emisiones y contaminantes están justo dentro de los límites reglamentarios.
2	Las emisiones y contaminantes están dentro de los límites reglamentarios y son menores que la mayoría de las maquinarias similares.
1	La maquinaria produce emisiones y contaminantes significativamente por debajo de los límites reglamentarios.

Puntaje	Formación en Seguridad del Operador
5	El operador carece de formación en seguridad adecuada para la maquinaria y el proyecto.
4	El operador ha recibido formación mínima en seguridad y muestra lagunas en el conocimiento de prácticas seguras.
3	El operador ha recibido formación básica en seguridad, pero podría beneficiarse de formación adicional.
2	El operador ha completado la formación en seguridad requerida y demuestra un buen entendimiento de las prácticas seguras.
1	El operador ha completado formación avanzada en seguridad, incluyendo certificaciones específicas para la maquinaria y el tipo de proyecto.

Puntaje	Procedimientos de Operación y Mantenimiento Seguros
5	Ausencia de procedimientos de operación y mantenimiento seguros o son gravemente inadecuados.
4	Los procedimientos de operación y mantenimiento tienen lagunas significativas y no cumplen completamente con los estándares de seguridad.
3	Los procedimientos de operación y mantenimiento cumplen con los requisitos mínimos de seguridad, pero podrían mejorarse.
2	Los procedimientos de operación y mantenimiento cumplen con los estándares de seguridad y están documentados de manera adecuada.
1	Los procedimientos de operación y mantenimiento superan los estándares de seguridad y están bien documentados. Incluyen medidas preventivas y de contingencia.

Anexo 11. Matriz de criticidad

MATRIZ DE CRITICIDAD - MAQUINARIAS DE CONSTRUCCIÓN VIAL

5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	180	184	188	192	196	200
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117	120	123	126	129	132	135	138	141	144	147	150
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Criticidad Alta A Color rojo 188 ≤ Criticidad ≤ 250

Criticidad Media Alta B1 Color amarillo 126 ≤ Criticidad ≤ 187

Criticidad Media Baja B2 Color amarillo 64 ≤ Criticidad ≤ 125

Criticidad Baja C Color verde 1 ≤ Criticidad ≤ 63

$$\text{Criticidad} = \text{PF} \times (\sum \text{MTTO} + \sum \text{OPER} + \sum \text{SMA})$$

PF: Probabilidad de que ocurra la falla.

MTTO: Nivel de respuesta de mantenimiento y costos de reparación.

OPER: Impacto en los niveles de operación.

SMA: Impacto en la seguridad y medio ambiente.

250 Vmax.

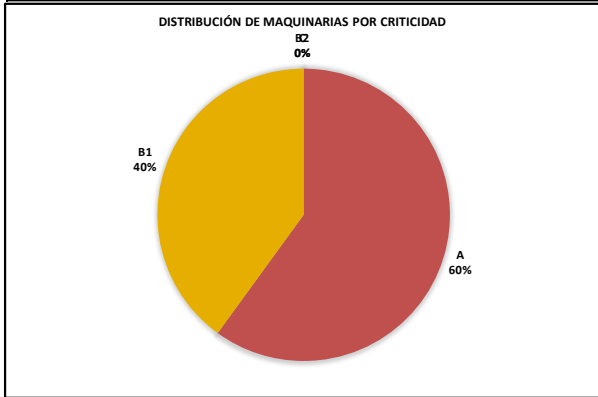
1 Vmin.

249 Rango

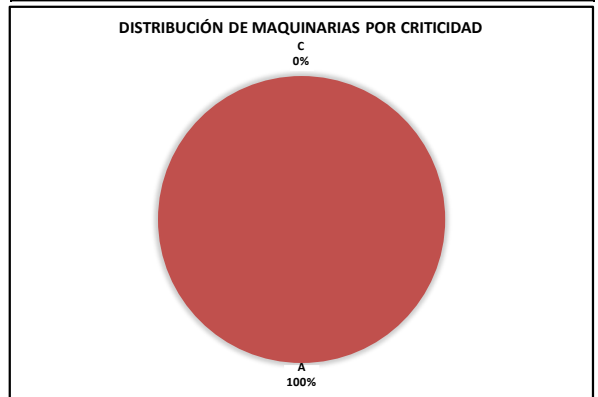
62 Amp.

Anexo 12. Evaluación de criticidad de las flotas

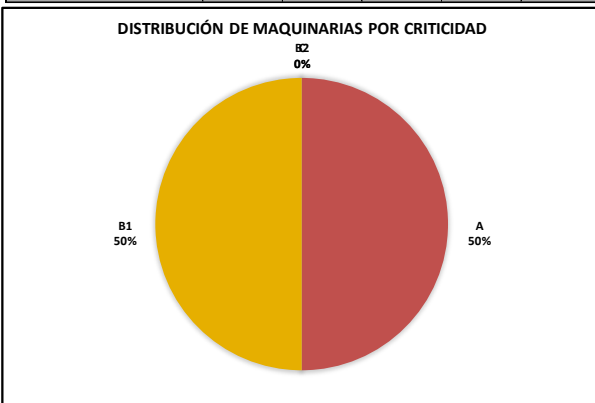
EXCAVADORA CAT330					
UNIDAD DE PRODUCCION	A	B1	B2	C	TOTAL
CONSTR	3	2	0	0	5
TOTAL	3	2	0	0	5



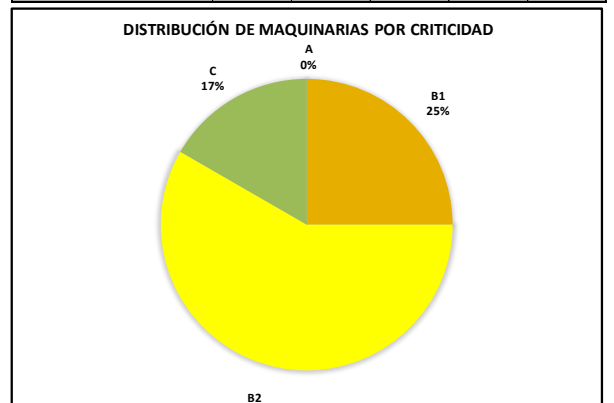
CARGADOR FRONTAL CAT 950L					
UNIDAD DE PRODUCCION	A	B1	B2	C	TOTAL
CONSTR	5	0	0	0	5
TOTAL	5	0	0	0	5



TRACTOR ORUGA CAT D6T					
UNIDAD DE PRODUCCION	A	B1	B2	C	TOTAL
CONSTR	1	1	0	0	2
TOTAL	1	1	0	0	2



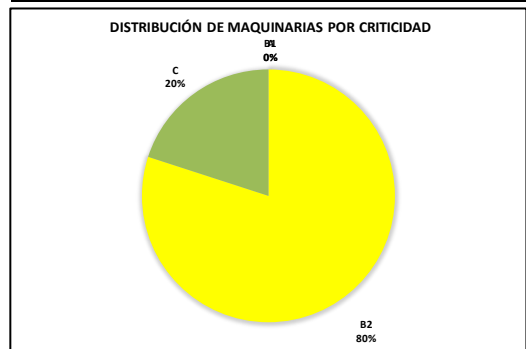
CAMIÓN VOLQUETE FMX 6X4 R					
UNIDAD DE PRODUCCION	A	B1	B2	C	TOTAL
CONSTR	0	3	7	2	12
TOTAL	0	3	7	2	12



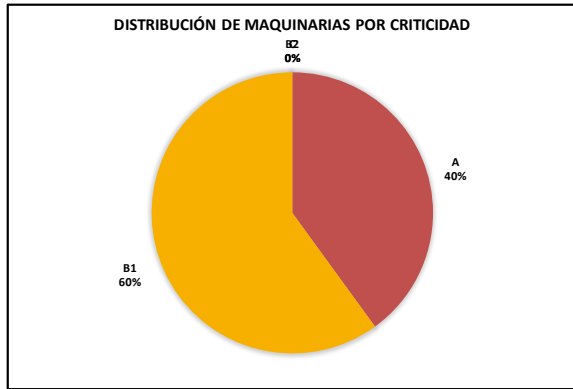
CAMA BAJA FMX6X4 R					
UNIDAD DE PRODUCCION	A	B1	B2	C	TOTAL
CONSTR	0	1	0	0	1
TOTAL	0	1	0	0	1



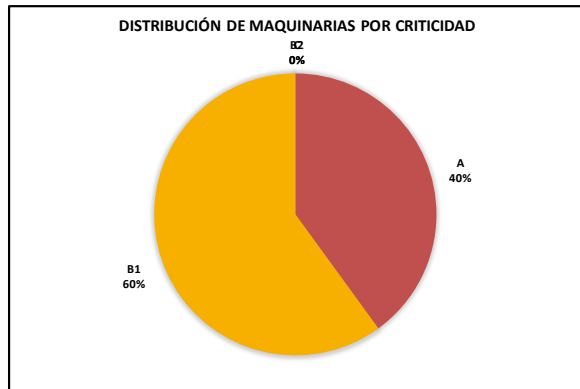
CISTERNA DE AGUA SC-P380					
UNIDAD DE PRODUCCION	A	B1	B2	C	TOTAL
CONSTR	0	0	4	1	5
TOTAL	0	0	4	1	5



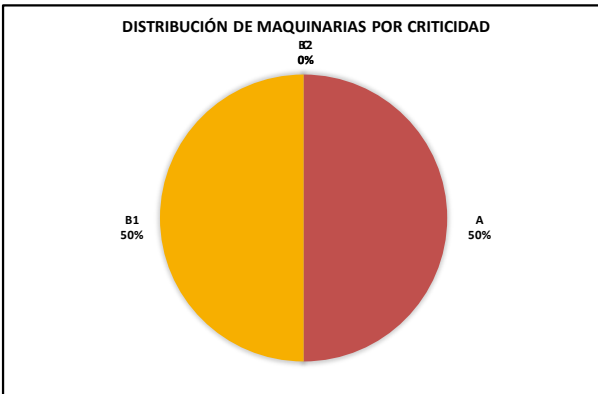
RETROEXCAVADORA CAT 420F2					
UNIDAD DE PRODUCCION	A	B1	B2	C	TOTAL
CONSTR	2	3	0	0	5
TOTAL	2	3	0	0	5



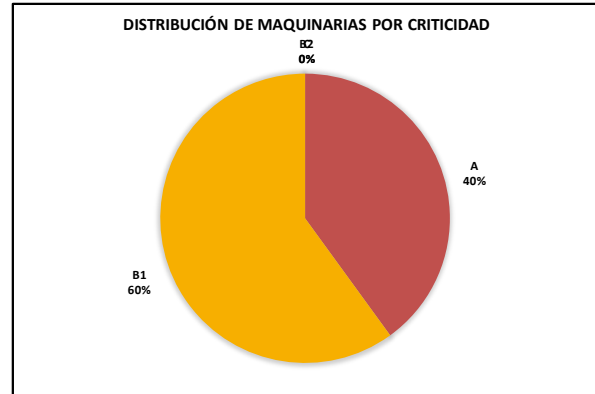
RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS-56					
UNIDAD DE PRODUCCION	A	B1	B2	C	TOTAL
CONSTR	2	3	0	0	5
TOTAL	2	3	0	0	5



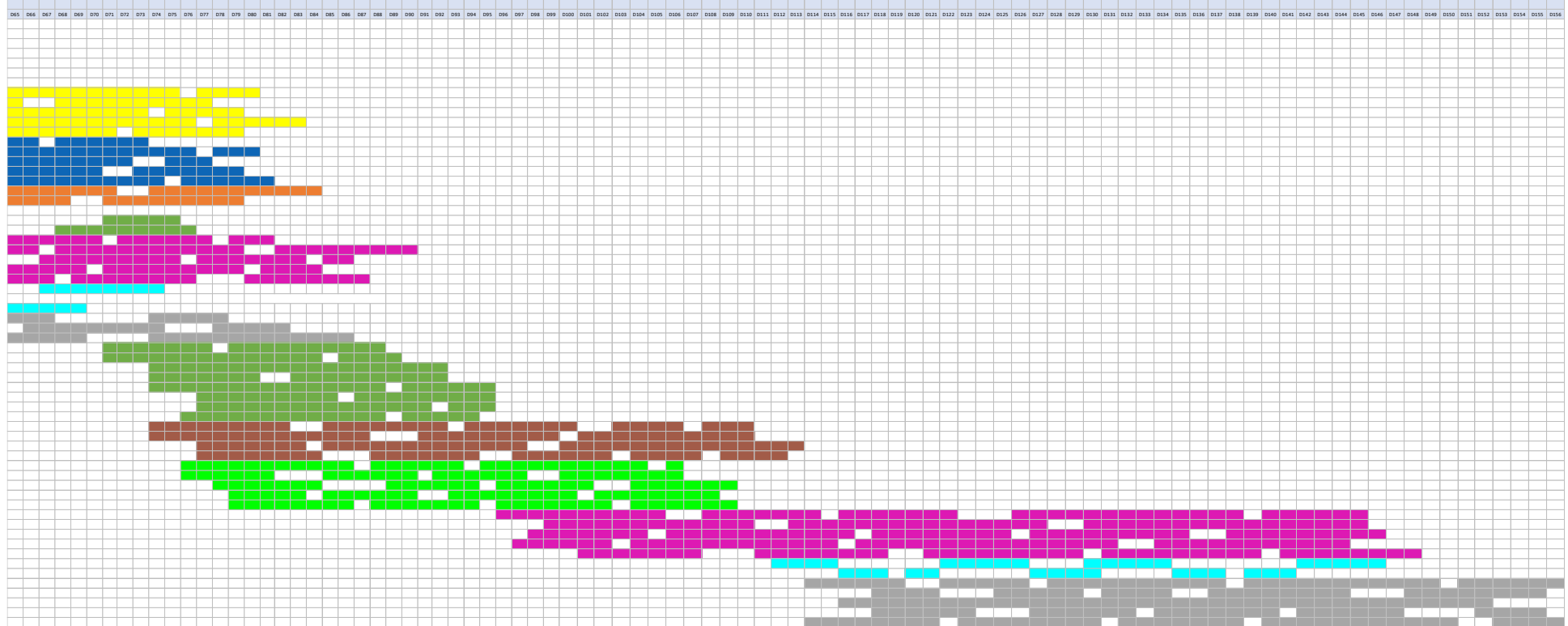
MINICARGADOR CAT 246D					
UNIDAD DE PRODUCCION	A	B1	B2	C	TOTAL
CONSTR	2	2	0	0	4
TOTAL	2	2	0	0	4



MOTONIVELADORA CAT 140M					
UNIDAD DE PRODUCCION	A	B1	B2	C	TOTAL
CONSTR	2	3	0	0	5
TOTAL	2	3	0	0	5



Anexo 14. Cronograma de trabajo de maquinaria continuación



Anexo 15. Resumen de días trabajados por las maquinarias

Maquinaria	Nombre_Maquinaria	Dias trabajados
SGA-REA-MC-EO-01	Excavadora de oruga CAT 330	61
SGA-REA-MC-EO-02	Excavadora de oruga CAT 330	55
SGA-REA-MC-EO-03	Excavadora de oruga CAT 330	56
SGA-REA-MC-EO-04	Excavadora de oruga CAT 330	50
SGA-REA-MC-EO-05	Excavadora de oruga CAT 330	60
SGA-REA-MC-CF-01	Cargador frontal CAT 950l	28
SGA-REA-MC-CF-02	Cargador frontal CAT 950l	25
SGA-REA-MC-CF-03	Cargador frontal CAT 950l	25
SGA-REA-MC-CF-04	Cargador frontal CAT 950l	26
SGA-REA-MC-CF-05	Cargador frontal CAT 950l	28
SGA-REA-MC-TO-01	Tractor oruga CAT d6t	65
SGA-REA-MC-TO-02	Tractor oruga CAT d6t	62
SGA-REA-MC-CV-01	Camión volquete FMX 6x4 r	28
SGA-REA-MC-CV-02	Camión volquete FMX 6x4 r	26
SGA-REA-MC-CV-03	Camión volquete FMX 6x4 r	29
SGA-REA-MC-CV-04	Camión volquete FMX 6x4 r	26
SGA-REA-MC-CV-05	Camión volquete FMX 6x4 r	29
SGA-REA-MC-CV-06	Camión volquete FMX 6x4 r	8
SGA-REA-MC-CV-07	Camión volquete FMX 6x4 r	21
SGA-REA-MC-CV-08	Camión volquete FMX 6x4 r	17
SGA-REA-MC-CV-09	Camión volquete FMX 6x4 r	26
SGA-REA-MC-CV-10	Camión volquete FMX 6x4 r	18

SGA-REA-MC-CV-11	Camión volquete FMX 6x4 r	18
SGA-REA-MC-CV-12	Camión volquete FMX 6x4 r	18
SGA-REA-MC-CB-01	Cama baja KVR trailers	11
SGA-REA-MC-CA-01	Cisterna de agua	23
SGA-REA-MC-CA-02	Cisterna de agua	14
SGA-REA-MC-CA-03	Cisterna de agua	16
SGA-REA-MC-CA-04	Cisterna de agua	19
SGA-REA-MC-CA-05	Cisterna de agua	15
SGA-REA-MC-RE-01	Retroexcavadora CAT 420f2	71
SGA-REA-MC-RE-02	Retroexcavadora CAT 420f2	59
SGA-REA-MC-RE-03	Retroexcavadora CAT 420f2	70
SGA-REA-MC-RE-04	Retroexcavadora CAT 420f2	72
SGA-REA-MC-RE-05	Retroexcavadora CAT 420f2	61
SGA-REA-MC-RV-01	Rodillo liso vibratorio CAT	61
SGA-REA-MC-RV-02	Rodillo liso vibratorio CAT	39
SGA-REA-MC-RV-03	Rodillo liso vibratorio CAT	63
SGA-REA-MC-RV-04	Rodillo liso vibratorio CAT	29
SGA-REA-MC-RV-05	Rodillo liso vibratorio CAT	38
SGA-REA-MC-MC-01	Minicargador CAT 246d	31
SGA-REA-MC-MC-02	Minicargador CAT 246d	33
SGA-REA-MC-MC-03	Minicargador CAT 246d	34
SGA-REA-MC-MC-04	Minicargador CAT 246d	29
SGA-REA-MC-MN-01	Motoniveladora CAT	80
SGA-REA-MC-MN-02	Motoniveladora CAT	91
SGA-REA-MC-MN-03	Motoniveladora CAT	86

SGA-REA-MC- MN-04	Motoniveladora CAT	85
SGA-REA-MC- MN-05	Motoniveladora CAT	81

Anexo 16. Historial de fallas de la flota de los cargadores frontales CAT 950L

CARGADOR FRONTAL CAT 950L - SGA-REA-MC-CF-01				
FECHA	HORA DE INICIO	DURACIÓN (HORAS)	SISTEMA	SÍNTOMA
22/05/2020	16:01	0.65	MOTOR	FILTRO AIRE
4/06/2020	12:25	5.34	MOTOR	BAJA POTENCIA
15/06/2020	00:44	0.32	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
22/06/2020	10:06	18.78	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
7/07/2020	11:18	0.07	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
12/07/2020	09:59	2.87	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
20/07/2020	03:43	1.47	MOTOR	FUGA DE COMBUSTIBLE
29/07/2020	06:07	1.89	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
5/08/2020	13:00	1.08	MOTOR	FILTRO AIRE
13/08/2020	12:07	2.33	MOTOR	ADMISIÓN MOTOR
20/08/2020	11:41	0.75	MOTOR	FILTRO AIRE
25/08/2020	02:04	2.83	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
9/09/2020	02:09	2.56	MOTOR	FILTRO AIRE
10/09/2020	17:54	0.8	MOTOR	FILTRO AIRE
18/09/2020	22:27	2.36	MOTOR	FILTRO AIRE
27/09/2020	09:57	0.6	MOTOR	FILTRO AIRE
13/10/2020	12:25	0.6	MOTOR	FILTRO AIRE
24/10/2020	08:10	3.42	MOTOR	SENSOR TEMPERATURA ACEITE
27/10/2020	00:38	0.32	MOTOR	FILTRO AIRE
6/11/2020	10:07	0.47	MOTOR	FILTRO AIRE
15/11/2020	08:59	4.77	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
19/11/2020	10:27	5.29	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
23/11/2020	09:59	3.7	MOTOR	FILTRO AIRE
19/11/2020	16:52	1.76	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
5/12/2020	17:59	47.64	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
11/12/2020	07:36	3.32	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
16/12/2020	21:22	9.11	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
20/12/2020	04:13	0.47	MOTOR	FILTRO AIRE
26/12/2020	08:30	1.5	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
29/12/2020	19:15	7.78	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
3/01/2021	20:52	13.09	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
15/01/2021	20:43	5.2	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
21/01/2021	22:53	0.83	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
27/01/2021	08:38	1.12	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
7/02/2021	20:10	41.46	MOTOR	ESTANQUE DE COMBUSTIBLE
11/02/2021	06:05	11.89	MOTOR	FUGA DE COMBUSTIBLE
20/02/2021	23:49	0.13	MOTOR	FILTRO AIRE
21/02/2021	08:08	1.14	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
11/03/2021	08:00	0.74	MOTOR	FILTRO AIRE
23/03/2021	05:09	7.24	MOTOR	MOTOR SE DETIENE
29/03/2021	16:07	6.29	MOTOR	FILTRO AIRE
4/04/2021	03:58	10.66	MOTOR	BAJA POTENCIA
15/04/2021	19:38	0.89	MOTOR	BAJA POTENCIA
9/05/2021	21:47	16.7	MOTOR	MOTOR SE DETIENE
18/05/2021	16:32	0.01	MOTOR	FILTRACIÓN DECANTADOR AGUA
26/05/2021	20:30	30.62	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
19/06/2021	20:10	0.6	MOTOR	BAJA POTENCIA
26/06/2021	16:33	1.53	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
5/07/2021	20:45	2.99	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
10/07/2021	23:46	6.56	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
23/07/2021	11:06	2.7	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
11/08/2021	04:21	22.97	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
22/08/2021	17:30	1.19	MOTOR	ALTA TEMPERATURA MOTOR
25/08/2021	09:40	2.15	MOTOR	ALTA TEMPERATURA MOTOR
26/08/2021	18:49	8.13	MOTOR	ALTERNADOR
9/09/2021	00:53	17.27	MOTOR	ALTA TEMPERATURA MOTOR
22/09/2021	20:23	1.94	MOTOR	TAPA DE LLENADO DE ACEITE
14/10/2021	08:45	10.36	MOTOR	HUMO DEL RADIADOR
25/10/2021	15:57	0.28	MOTOR	FUGA DE COMBUSTIBLE
30/10/2021	03:20	3.22	MOTOR	BAJA POTENCIA
2/11/2021	23:01	1.45	MOTOR	FILTRO AIRE
13/11/2021	02:57	2.35	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
26/11/2021	03:20	6.25	MOTOR	FUGA DE COMBUSTIBLE
5/12/2021	23:01	1	MOTOR	FILTRO AIRE
21/12/2021	02:57	0.8	MOTOR	FILTRO AIRE
10/01/2022	03:20	0.3	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
8/02/2022	05:01	0.5	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
22/03/2022	02:57	0.6	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR
13/04/2022	03:20	0.4	MOTOR	RELLENO ACEITE DE MOTOR

CARGADOR FRONTAL CAT 950L - SGA-REA-MC-CF-02				
FECHA	HORA DE INICIO	DURACIÓN (HORAS)	SISTEMA	SÍNTOMA
29/06/2020	04:37	14.1	MOTOR	BAJA POTENCIA
10/07/2020	20:10	0.38	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
23/07/2020	12:38	4.97	MOTOR	BAJA POTENCIA
11/08/2020	07:39	6.35	MOTOR	BAJA POTENCIA
21/08/2020	10:00	0.25	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
29/08/2020	08:17	2.82	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
11/09/2020	12:51	0.79	MOTOR	FILTRO DE AIRE
11/09/2020	09:25	1.12	MOTOR	PERNOS TAPA MOTOR
20/09/2020	08:22	1	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
27/09/2020	08:26	4	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
12/10/2020	03:23	0.44	MOTOR	FILTRO DE AIRE
28/10/2020	04:20	2.07	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
16/11/2020	10:29	0.71	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
18/11/2020	11:15	0.72	MOTOR	FILTRO DE AIRE
19/11/2020	12:54	2.1	MOTOR	BAJA POTENCIA
5/12/2020	00:00	0.23	MOTOR	FILTRO DE AIRE
12/12/2020	22:26	0.34	MOTOR	FILTRO DE AIRE
19/12/2020	06:49	17.04	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
26/12/2020	05:08	1.72	MOTOR	FILTRO DE AIRE
9/01/2021	10:06	1.49	MOTOR	FILTRO DE AIRE
15/01/2021	22:33	0.25	MOTOR	FILTRO DE AIRE
28/01/2021	09:30	0.24	MOTOR	FILTRO DE AIRE
29/01/2021	10:33	16.24	MOTOR	FALLA TURBOCOMPRESOR
12/02/2021	05:41	0.52	MOTOR	BAJA POTENCIA
19/02/2021	09:44	7.37	MOTOR	BAJA POTENCIA
21/02/2021	17:43	11.51	MOTOR	BAJA POTENCIA
1/03/2021	06:48	7.97	MOTOR	BAJA POTENCIA
18/03/2021	08:56	0.48	MOTOR	FILTRO DE AIRE
4/04/2021	22:25	0.59	MOTOR	FILTRO DE AIRE
17/04/2021	08:55	4.83	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
19/05/2021	09:49	1.17	MOTOR	FILTRO DE AIRE
18/05/2021	13:39	0.76	MOTOR	FILTRO DE AIRE
26/05/2021	23:26	0.22	MOTOR	FILTRO DE AIRE
21/06/2021	09:10	2.28	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
27/06/2021	05:34	17.43	MOTOR	FUGA DE COMBUSTIBLE
6/07/2021	20:11	0.34	MOTOR	FILTRO DE AIRE
15/07/2021	14:00	2.74	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
13/08/2021	19:47	0.96	MOTOR	FILTRO DE AIRE
24/08/2021	20:56	4.35	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
27/08/2021	15:48	0.4	MOTOR	FILTRO DE AIRE
29/08/2021	21:53	7.77	MOTOR	FUGA DE COMBUSTIBLE
10/09/2021	15:07	2.19	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
17/10/2021	19:25	0.84	MOTOR	MOTOR SE DETIENE
23/10/2021	22:36	2.91	MOTOR	FILTRO DE AIRE
30/10/2021	21:36	2.53	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
30/10/2021	11:00	0.5	MOTOR	MOTOR SE DETIENE
12/11/2021	22:39	2.43	MOTOR	BAJA POTENCIA
13/11/2021	10:13	2.24	MOTOR	MOTOR SE DETIENE
28/11/2021	22:37	0.48	MOTOR	FILTRO DE AIRE
15/12/2021	17:39	0.37	MOTOR	FILTRO DE AIRE
16/12/2021	10:06	0.13	MOTOR	FILTRO DE AIRE
20/12/2021	23:17	5.91	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
23/12/2021	06:03	6.11	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
23/12/2021	01:20	5.25	MOTOR	FUGA DE COMBUSTIBLE
25/12/2021	22:37	0.21	MOTOR	FILTRO DE AIRE
30/12/2021	17:39	0.72	MOTOR	FILTRO DE AIRE
15/01/2022	10:06	4.62	MOTOR	BAJA POTENCIA
18/02/2022	23:17	0.3	MOTOR	FILTRO DE AIRE
16/03/2022	06:03	0.14	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
10/04/2022	01:20	0.24	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR

CARGADOR FRONTAL CAT 950L - SGA-REA-MC-CF-03				
FECHA	HORA DE INICIO	DURACIÓN (HORAS)	SISTEMA	SÍNTOMA
15/06/2020	11:12	0.41	MOTOR	BAJA POTENCIA
9/07/2020	22:20	0.94	MOTOR	BAJA POTENCIA
24/07/2020	14:28	28.06	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
12/08/2020	11:25	0.48	MOTOR	FILTRO DE AIRE
19/08/2020	10:32	0.18	MOTOR	FILTRO DE AIRE
19/09/2020	0.18	0.33	MOTOR	FILTRO DE AIRE
22/09/2020	19:28	14.03	MOTOR	BAJA POTENCIA
28/09/2020	14:00	24.9	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
10/10/2020	12:10	0.08	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
27/10/2020	10:43	12.1	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
18/11/2020	08:10	0.71	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
20/11/2020	08:29	3.36	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
15/12/2020	09:08	4.89	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
18/12/2020	08:23	2.37	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
19/12/2020	01:15	0.67	MOTOR	FILTRO DE AIRE
26/12/2020	15:40	24.44	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
11/01/2021	12:11	4.57	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
13/01/2021	18:44	4	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
20/02/2021	21:45	2.42	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
29/02/2021	20:39	1.14	MOTOR	FILTRO DE AIRE
5/03/2021	10:06	3.34	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
18/03/2021	20:10	2	MOTOR	FILTRO DE AIRE
14/04/2021	14:39	0.56	MOTOR	FILTRO DE AIRE
19/04/2021	18:47	29.43	MOTOR	ALTA TEMPERATURA MOTOR
25/04/2021	22:00	0.49	MOTOR	FILTRO DE AIRE
17/05/2021	10:56	0.56	MOTOR	MOTOR SE DETIENE
22/05/2021	18:03	0.52	MOTOR	BAJA POTENCIA
21/06/2021	20:10	0.61	MOTOR	BAJA POTENCIA
27/06/2021	01:15	24.89	MOTOR	BAJA POTENCIA
9/07/2021	13:01	42.17	MOTOR	BAJA POTENCIA
16/07/2021	08:23	1.32	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
12/09/2021	22:43	4.82	MOTOR	BAJA POTENCIA
20/10/2021	04:36	22.44	MOTOR	BAJA POTENCIA
23/10/2021	20:27	1.03	MOTOR	BAJA POTENCIA
29/10/2021	13:03	1.57	MOTOR	CALIBRACIÓN
30/10/2021	18:13	2.93	MOTOR	BAJA POTENCIA
2/11/2021	03:06	7.38	MOTOR	BAJA POTENCIA
15/11/2021	19:10	1.7	MOTOR	BAJA POTENCIA
27/11/2021	23:00	0.09	MOTOR	FILTRO DE AIRE
19/12/2021	10:31	2.16	MOTOR	FILTRO DE AIRE
21/12/2021	12:53	52.18	MOTOR	BAJA POTENCIA
25/12/2021	23:07	0.22	MOTOR	FILTRO DE AIRE
28/12/2021	19:17	4.5	MOTOR	BAJA POTENCIA
28/12/2021	04:13	0.85	MOTOR	BAJA POTENCIA
30/12/2021	20:40	0.57	MOTOR	FILTRO DE AIRE
30/12/2021	07:24	28.62	MOTOR	BAJA POTENCIA
8/02/2022	10:03	0.97	MOTOR	FILTRO DE AIRE
22/03/2022	18:49	11.66	MOTOR	ENTRADA DE MATERIAL PARTICULADO
13/04/2022	11:21	1.7	MOTOR	FILTRO DE AIRE

CARGADOR FRONTAL CAT 950L - SGA-REA-MC-CF-04				
FECHA	HORA DE INICIO	DURACIÓN (HORAS)	SISTEMA	SÍNTOMA
17/06/2020	11:12	0.41	MOTOR	BAJA POTENCIA
19/07/2020	22:20	0.94	MOTOR	BAJA POTENCIA
24/07/2020	14:28	28.06	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
2/08/2020	11:25	0.48	MOTOR	FILTRO DE AIRE
17/08/2020	10:32	0.18	MOTOR	FILTRO DE AIRE
9/09/2020	0.18	0.33	MOTOR	FILTRO DE AIRE
20/09/2020	19:28	14.03	MOTOR	BAJA POTENCIA
27/09/2020	14:00	24.9	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
11/10/2020	12:10	0.08	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
29/10/2020	10:43	12.1	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
8/11/2020	08:10	0.71	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
22/11/2020	08:29	3.36	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
17/12/2020	09:08	4.89	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
17/12/2020	08:23	2.37	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
21/12/2020	01:15	0.67	MOTOR	FILTRO DE AIRE
23/12/2020	15:40	24.44	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
8/01/2021	12:11	4.57	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
14/01/2021	18:44	4	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
21/02/2021	21:45	2.42	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
27/02/2021	20:39	1.14	MOTOR	FILTRO DE AIRE
15/03/2021	10:06	3.34	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
18/03/2021	20:10	2	MOTOR	FILTRO DE AIRE
4/04/2021	14:39	0.56	MOTOR	FILTRO DE AIRE
17/04/2021	18:47	29.43	MOTOR	ALTA TEMPERATURA MOTOR
24/04/2021	22:00	0.49	MOTOR	FILTRO DE AIRE
19/05/2021	10:56	0.56	MOTOR	MOTOR SE DETIENE
22/05/2021	18:03	0.52	MOTOR	BAJA POTENCIA
15/06/2021	20:10	0.61	MOTOR	BAJA POTENCIA
28/06/2021	01:15	24.89	MOTOR	BAJA POTENCIA
10/07/2021	13:01	42.17	MOTOR	BAJA POTENCIA
11/07/2021	08:23	1.32	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
22/09/2021	22:43	4.82	MOTOR	BAJA POTENCIA
21/10/2021	04:36	22.44	MOTOR	BAJA POTENCIA
25/10/2021	20:27	1.03	MOTOR	BAJA POTENCIA
30/10/2021	13:03	1.57	MOTOR	CALIBRACIÓN
30/10/2021	18:13	2.93	MOTOR	BAJA POTENCIA
10/11/2021	03:06	7.38	MOTOR	BAJA POTENCIA
12/11/2021	19:10	1.7	MOTOR	BAJA POTENCIA
17/11/2021	23:00	0.09	MOTOR	FILTRO DE AIRE
17/11/2021	10:31	2.16	MOTOR	FILTRO DE AIRE
25/11/2021	12:53	52.18	MOTOR	BAJA POTENCIA
20/12/2021	23:07	0.22	MOTOR	FILTRO DE AIRE
25/12/2021	19:17	4.5	MOTOR	BAJA POTENCIA
25/12/2021	04:13	0.85	MOTOR	BAJA POTENCIA
30/12/2021	20:40	0.57	MOTOR	FILTRO DE AIRE
30/12/2021	07:24	28.62	MOTOR	BAJA POTENCIA
30/12/2021	10:03	0.97	MOTOR	FILTRO DE AIRE
30/12/2021	18:49	11.66	MOTOR	ENTRADA DE MATERIAL PARTICULADO
8/02/2022	11:21	1.7	MOTOR	FILTRO DE AIRE
22/03/2022	05:34	17.43	MOTOR	FUGA DE COMBUSTIBLE
13/04/2022	20:11	0.34	MOTOR	FILTRO DE AIRE
4/05/2022	14:00	2.74	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
11/05/2022	19:47	0.96	MOTOR	FILTRO DE AIRE

CARGADOR FRONTAL CAT 950L - SGA-REA-MC-CF-05				
FECHA	HORA DE INICIO	DURACIÓN (HOR)	SISTEMA	SÍNTOMA
12/06/2020	11:12	0.41	MOTOR	BAJA POTENCIA
12/06/2020	22:20	0.94	MOTOR	BAJA POTENCIA
21/06/2020	14:28	28.06	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
25/06/2020	11:25	0.48	MOTOR	FILTRO DE AIRE
25/06/2020	10:32	0.18	MOTOR	FILTRO DE AIRE
25/06/2020	0.18	0.33	MOTOR	FILTRO DE AIRE
21/07/2020	19:28	14.03	MOTOR	BAJA POTENCIA
25/07/2020	14:00	24.9	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
5/08/2020	12:10	0.08	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
18/08/2020	10:43	12.1	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
11/09/2020	08:10	0.71	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
21/09/2020	08:29	3.36	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
28/09/2020	09:08	4.89	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
10/10/2020	08:23	2.37	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
30/10/2020	01:15	0.67	MOTOR	FILTRO DE AIRE
9/11/2020	15:40	24.44	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
21/11/2020	12:11	4.57	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
18/12/2020	18:44	4	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
18/12/2020	21:45	2.42	MOTOR	MOTOR DE ARRANQUE
21/12/2020	20:39	1.14	MOTOR	FILTRO DE AIRE
23/12/2020	10:06	3.34	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
11/01/2021	20:10	2	MOTOR	FILTRO DE AIRE
15/01/2021	14:39	0.56	MOTOR	FILTRO DE AIRE
20/02/2021	18:47	29.43	MOTOR	ALTA TEMPERATURA MOTOR
29/02/2021	22:00	0.49	MOTOR	FILTRO DE AIRE
5/03/2021	10:56	0.56	MOTOR	MOTOR SE DETIENE
19/03/2021	18:03	0.52	MOTOR	BAJA POTENCIA
14/04/2021	20:10	0.61	MOTOR	BAJA POTENCIA
18/04/2021	01:15	24.89	MOTOR	BAJA POTENCIA
24/04/2021	13:01	42.17	MOTOR	BAJA POTENCIA
20/05/2021	08:23	1.32	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
22/05/2021	22:43	4.82	MOTOR	BAJA POTENCIA
5/06/2021	04:36	22.44	MOTOR	BAJA POTENCIA
21/06/2021	20:27	1.03	MOTOR	BAJA POTENCIA
12/07/2021	13:03	1.57	MOTOR	CALIBRACIÓN
23/07/2021	18:13	2.93	MOTOR	BAJA POTENCIA
14/08/2021	03:06	7.38	MOTOR	BAJA POTENCIA
19/08/2021	19:10	1.7	MOTOR	BAJA POTENCIA
21/08/2021	23:00	0.09	MOTOR	FILTRO DE AIRE
22/09/2021	10:31	2.16	MOTOR	FILTRO DE AIRE
21/10/2021	12:53	52.18	MOTOR	BAJA POTENCIA
25/10/2021	23:07	0.22	MOTOR	FILTRO DE AIRE
30/10/2021	19:17	4.5	MOTOR	BAJA POTENCIA
30/10/2021	04:13	0.85	MOTOR	BAJA POTENCIA
10/11/2021	20:40	0.57	MOTOR	FILTRO DE AIRE
12/11/2021	07:24	28.62	MOTOR	BAJA POTENCIA
17/11/2021	10:03	0.97	MOTOR	FILTRO DE AIRE
17/11/2021	18:49	11.66	MOTOR	INTRADA DE MATERIAL PARTICULADO
25/11/2021	11:21	1.7	MOTOR	FILTRO DE AIRE
20/12/2021	08:23	1.32	MOTOR	RELLENO ACEITE MOTOR
25/12/2021	22:43	4.82	MOTOR	BAJA POTENCIA
30/12/2021	04:36	22.44	MOTOR	BAJA POTENCIA
30/12/2021	20:27	1.03	MOTOR	BAJA POTENCIA
17/02/2022	10:31	2.16	MOTOR	FILTRO DE AIRE
19/03/2022	12:53	52.18	MOTOR	BAJA POTENCIA
3/04/2022	10:06	3.34	MOTOR	PROBLEMA DE ESCAPE
9/05/2022	02:10	2	MOTOR	FILTRO DE AIRE
16/05/2022	14:39	0.56	MOTOR	FILTRO DE AIRE

Anexo 17. Registro de fallos del cargador frontal CAT 950L para el análisis de Weibull – diagnóstico inicial

REGISTRO DE FALLAS SGA-REA-MC-CF-01		
N°	Fecha	Horometro de falla
1	30/10/2022	7658
2	4/11/2022	7700
3	14/11/2022	7782
4	20/11/2022	7832
5	29/11/2022	7909
6	2/12/2022	7934
7	6/12/2022	7966
8	10/12/2022	8000
9	15/12/2022	8043
10	24/12/2022	8120
11	30/12/2022	8171
12	3/01/2023	8204
13	9/01/2023	8256
14	14/01/2023	8297
15	19/01/2023	8339
16	22/01/2023	8363
17	25/01/2023	8386
18	3/02/2023	8460
19	8/02/2023	8503
20	17/02/2023	8577
21	26/02/2023	8650
22	4/03/2023	8701
23	10/03/2023	8751
24	16/03/2023	8802
25	19/03/2023	8826
26	24/03/2023	8867
27	27/03/2023	8892
28	30/03/2023	8916
29	3/04/2023	8949
30	9/04/2023	9000
31	14/04/2023	9043
32	19/04/2023	9085

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
N	TBF (Horas)
1	42
2	82
3	50
4	77
5	25
6	32
7	34
8	43
9	77
10	51
11	33
12	52
13	41
14	42
15	24
16	23
17	74
18	43
19	74
20	73
21	51
22	50
23	51
24	24
25	41
26	25
27	24
28	33
29	51
30	43
31	42

REGISTRO DE FALLAS SGA-REA-MC-CF-02		
N°	Fecha	Horometro de falla
1	27/10/2022	6325
2	2/11/2022	6375
3	11/11/2022	6449
4	14/11/2022	6473
5	19/11/2022	6516
6	30/11/2022	6610
7	3/12/2022	6633
8	6/12/2022	6658
9	12/12/2022	6708
10	23/12/2022	6796
11	31/12/2022	6862
12	5/01/2023	6905
13	11/01/2023	6956
14	15/01/2023	6988
15	23/01/2023	7053
16	26/01/2023	7078
17	31/01/2023	7120
18	6/02/2023	7170
19	9/02/2023	7195
20	14/02/2023	7237
21	24/02/2023	7321
22	2/03/2023	7373
23	5/03/2023	7396
24	8/03/2023	7421
25	11/03/2023	7445
26	15/03/2023	7478
27	18/03/2023	7501
28	23/03/2023	7544
29	28/03/2023	7586
30	1/04/2023	7620
31	7/04/2023	7670
32	13/04/2023	7722
33	18/04/2023	7763
34	22/04/2023	7797

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
N	TBF (Horas)
1	50
2	74
3	24
4	43
5	94
6	23
7	25
8	50
9	88
10	66
11	43
12	51
13	32
14	65
15	25
16	42
17	50
18	25
19	42
20	84
21	52
22	23
23	25
24	24
25	33
26	23
27	43
28	42
29	34
30	50
31	52
32	41
33	34

**REGISTRO DE FALLAS SGA-REA-MC-
CF-03**

N°	Fecha	Horometro de falla
1	27/10/2022	7242
2	31/10/2022	7276
3	6/11/2022	7327
4	15/11/2022	7400
5	18/11/2022	7423
6	24/11/2022	7475
7	30/11/2022	7526
8	4/12/2022	7559
9	13/12/2022	7635
10	17/12/2022	7669
11	20/12/2022	7692
12	30/12/2022	7775
13	4/01/2023	7818
14	9/01/2023	7860
15	12/01/2023	7883
16	18/01/2023	7935
17	23/01/2023	7976
18	4/02/2023	8079
19	8/02/2023	8112
20	13/02/2023	8154
21	16/02/2023	8179
22	27/02/2023	8272
23	5/03/2023	8324
24	11/03/2023	8374
25	15/03/2023	8408
26	18/03/2023	8431
27	24/03/2023	8481
28	27/03/2023	8505
29	1/04/2023	8546
30	7/04/2023	8596
31	13/04/2023	8646
32	19/04/2023	8697

**TIEMPO DE
FUNCIONAMIENTO**

N	TBF (Horas)
1	34
2	51
3	73
4	23
5	52
6	51
7	33
8	76
9	34
10	23
11	83
12	43
13	42
14	23
15	52
16	41
17	103
18	33
19	42
20	25
21	93
22	52
23	50
24	34
25	23
26	50
27	24
28	41
29	50
30	50
31	51

**REGISTRO DE FALLAS SGA-REA-MC-
CF-04**

N°	Fecha	Horometro de falla
1	31/10/2022	7789
2	5/11/2022	7831
3	13/11/2022	7897
4	16/11/2022	7921
5	27/11/2022	8015
6	2/12/2022	8057
7	8/12/2022	8109
8	11/12/2022	8134
9	17/12/2022	8183
10	20/12/2022	8207
11	30/12/2022	8292
12	4/01/2023	8333
13	9/01/2023	8376
14	12/01/2023	8401
15	17/01/2023	8444
16	21/01/2023	8476
17	29/01/2023	8542
18	4/02/2023	8594
19	8/02/2023	8628
20	13/02/2023	8670
21	23/02/2023	8756
22	1/03/2023	8806
23	10/03/2023	8880
24	21/03/2023	8973
25	25/03/2023	9005
26	29/03/2023	9039
27	2/04/2023	9072
28	8/04/2023	9123
29	12/04/2023	9155
30	18/04/2023	9207
31	24/04/2023	9257
32	26/04/2023	9272

**TIEMPO DE
FUNCIONAMIENTO**

N	TBF (Horas)
1	42
2	66
3	24
4	94
5	42
6	52
7	25
8	49
9	24
10	85
11	41
12	43
13	25
14	43
15	32
16	66
17	52
18	34
19	42
20	86
21	50
22	74
23	93
24	32
25	34
26	33
27	51
28	32
29	52
30	50
31	15

REGISTRO DE FALLAS SGA-REA-MC-CF-05		
N°	Fecha	Horometro de falla
1	30/10/2022	8121
2	5/11/2022	8171
3	11/11/2022	8223
4	20/11/2022	8299
5	25/11/2022	8342
6	28/11/2022	8366
7	1/12/2022	8390
8	12/12/2022	8482
9	17/12/2022	8525
10	26/12/2022	8599
11	30/12/2022	8632
12	2/01/2023	8657
13	10/01/2023	8725
14	13/01/2023	8750
15	24/01/2023	8842
16	27/01/2023	8865
17	1/02/2023	8906
18	7/02/2023	8957
19	12/02/2023	8999
20	18/02/2023	9049
21	28/02/2023	9133
22	4/03/2023	9165
23	10/03/2023	9216
24	15/03/2023	9259
25	21/03/2023	9308
26	30/03/2023	9385
27	2/04/2023	9410
28	8/04/2023	9461
29	13/04/2023	9502
30	19/04/2023	9553

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
N	TBF (Horas)
1	50
2	52
3	76
4	43
5	24
6	24
7	92
8	43
9	74
10	33
11	25
12	68
13	25
14	92
15	23
16	41
17	51
18	42
19	50
20	84
21	32
22	51
23	43
24	49
25	77
26	25
27	51
28	41
29	51

Anexo 18. Registro de fallos del cargador frontal CAT 950L para el análisis de Weibull – diagnóstico final

REGISTRO DE FALLAS SGA-REA-MC-CF-01		
N°	Fecha	Horometro de falla
1	27/04/2023	9085
2	5/05/2023	9155
3	10/05/2023	9196
4	16/05/2023	9248
5	21/05/2023	9291
6	27/05/2023	9343
7	3/06/2023	9401
8	7/06/2023	9433
9	13/06/2023	9484
10	19/06/2023	9535
11	25/06/2023	9586
12	28/06/2023	9610
13	5/07/2023	9669
14	12/07/2023	9721
15	19/07/2023	9788
16	27/07/2023	9858
17	1/08/2023	9899
18	15/08/2023	10018
19	23/08/2023	10083
20	30/08/2023	10144
21	2/09/2023	10168
22	9/09/2023	10227
23	24/09/2023	10357
24	27/09/2023	10380
25	4/10/2023	10439
26	10/10/2023	10490
27	14/10/2023	10521
28	25/10/2023	10613

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
N	TBF (Horas)
1	70
2	41
3	52
4	43
5	52
6	58
7	32
8	51
9	51
10	51
11	24
12	59
13	52
14	67
15	70
16	41
17	119
18	65
19	61
20	24
21	59
22	130
23	23
24	59
25	51
26	31
27	92

REGISTRO DE FALLAS SGA-REA-MC-CF-02		
N°	Fecha	Horometro de falla
1	30/04/2023	7797
2	7/05/2023	7855
3	13/05/2023	7904
4	20/05/2023	7960
5	28/05/2023	8028
6	4/06/2023	8084
7	8/06/2023	8114
8	19/06/2023	8209
9	24/06/2023	8250
10	28/06/2023	8280
11	2/07/2023	8310
12	8/07/2023	8357
13	11/07/2023	8381
14	17/07/2023	8431
15	28/07/2023	8523
16	31/07/2023	8547
17	8/08/2023	8614
18	11/08/2023	8638
19	18/08/2023	8695
20	22/08/2023	8725
21	2/09/2023	8820
22	5/09/2023	8843
23	9/09/2023	8872
24	16/09/2023	8930
25	22/09/2023	8981
26	28/09/2023	9028
27	5/10/2023	9085
28	16/10/2023	9180
29	24/10/2023	9246

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
N	TBF (Horas)
1	58
2	49
3	56
4	68
5	56
6	30
7	95
8	41
9	30
10	30
11	47
12	24
13	50
14	92
15	24
16	67
17	24
18	57
19	30
20	95
21	23
22	29
23	58
24	51
25	47
26	57
27	95
28	66

REGISTRO DE FALLAS SGA-REA-MC-CF-03		
N°	Fecha	Horometro de falla
1	29/04/2023	8730
2	5/05/2023	8775
3	12/05/2023	8831
4	16/05/2023	8862
5	22/05/2023	8907
6	26/05/2023	8934
7	31/05/2023	8970
8	8/06/2023	9037
9	16/06/2023	9103
10	20/06/2023	9131
11	30/06/2023	9213
12	4/07/2023	9241
13	9/07/2023	9278
14	15/07/2023	9327
15	21/07/2023	9374
16	29/07/2023	9441
17	3/08/2023	9477
18	11/08/2023	9541
19	19/08/2023	9604
20	26/08/2023	9662
21	1/09/2023	9707
22	8/09/2023	9765
23	13/09/2023	9803
24	22/09/2023	9875
25	27/09/2023	9914
26	5/10/2023	9981
27	8/10/2023	10002
28	15/10/2023	10056
29	20/10/2023	10093

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
N	TBF (Horas)
1	45
2	56
3	31
4	45
5	27
6	36
7	67
8	66
9	28
10	82
11	28
12	37
13	49
14	47
15	67
16	36
17	64
18	63
19	58
20	45
21	58
22	38
23	72
24	39
25	67
26	21
27	54
28	37

REGISTRO DE FALLAS SGA-REA-MC-CF-04		
N°	Fecha	Horometro de falla
1	1/05/2023	7789
2	10/05/2023	7863
3	17/05/2023	7923
4	23/05/2023	7974
5	31/05/2023	8043
6	3/06/2023	8066
7	11/06/2023	8131
8	16/06/2023	8173
9	23/06/2023	8229
10	26/06/2023	8249
11	4/07/2023	8314
12	15/07/2023	8410
13	21/07/2023	8459
14	29/07/2023	8527
15	5/08/2023	8584
16	13/08/2023	8652
17	19/08/2023	8701
18	31/08/2023	8804
19	8/09/2023	8873
20	13/09/2023	8915
21	16/09/2023	8938
22	24/09/2023	9005
23	29/09/2023	9044
24	7/10/2023	9113
25	15/10/2023	9182
26	19/10/2023	9215
27	22/10/2023	9237

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
N	TBF (Horas)
1	74
2	60
3	51
4	69
5	23
6	65
7	42
8	56
9	20
10	65
11	96
12	49
13	68
14	57
15	68
16	49
17	103
18	69
19	42
20	23
21	67
22	39
23	69
24	69
25	33
26	22

**REGISTRO DE FALLAS SGA-REA-MC-
CF-05**

N°	Fecha	Horometro de falla
1	29/04/2023	9553
2	9/05/2023	9627
3	18/05/2023	9692
4	25/05/2023	9737
5	1/06/2023	9783
6	9/06/2023	9837
7	18/06/2023	9903
8	27/06/2023	9968
9	7/07/2023	10043
10	13/07/2023	10081
11	18/07/2023	10111
12	23/07/2023	10139
13	1/08/2023	10203
14	8/08/2023	10250
15	15/08/2023	10298
16	21/08/2023	10336
17	28/08/2023	10381
18	7/09/2023	10453
19	14/09/2023	10500
20	22/09/2023	10555
21	28/09/2023	10591
22	5/10/2023	10638
23	13/10/2023	10695
24	18/10/2023	10724
25	24/10/2023	10760

**TIEMPO DE
FUNCIONAMIENTO**

N	TBF (Horas)
1	74
2	65
3	45
4	46
5	54
6	66
7	65
8	75
9	38
10	30
11	28
12	64
13	47
14	48
15	38
16	45
17	72
18	47
19	55
20	36
21	47
22	57
23	29
24	36

Anexo 19. Diagnóstico de Rendimiento Inicial al portafolio de Activos

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	CAMA BAJA	Marca:	SCANIA	Modelo:	FMX 6X4R
A. CAPACIDAD DE CARGA DE LA CAMA BAJA			31.4	TN	
B. TIEMPO DE CARGA			7	min	
C. TIEMPO DE DESCARGA			7	min	
D. DISTANCIA RECORRIDA DE LA CAMA			10	Km	
E. VELOCIDAD DE LA CAMA CARGADA			50	Km/h	
E. VELOCIDAD DE LA CAMA DESCARGADA			70	Km/h	
B. NUMERO DE VIAJES			0.20	12	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO			0.14	9	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO			2		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA			0.52		
F. CAPACIDAD			15	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVA			28.34	28.34	
			m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE			10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE			3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO			30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE			2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO			35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA			0.33	20	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO			0.29	17	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO			42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA			0.52		
F. CAPACIDAD			17	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVA			12.59	12.59	
			m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	10	km			
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	3	min			
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	30	km/h			
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	2	min			
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	35	Km/h			
F. TIEMPO DE IDA	0.33	20	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO	0.29	17	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO	42				
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	0.60				
F. CAPACIDAD	17	m3			
RENDIMIENTO EFECTIVA			14.52	14.52	
			m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	10	km			
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	3	min			
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	30	km/h			
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	2	min			
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	35	Km/h			
F. TIEMPO DE IDA	0.33	20	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO	0.29	17	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO	42				
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	0.52				
F. CAPACIDAD	17	m3			
RENDIMIENTO EFECTIVA			12.59	12.59	
			m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE		10	km			
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE		3	min			
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO		30	km/h			
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE		2	min			
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO		35	Km/h			
F. TIEMPO DE IDA		0.33	20			
		horas	Minutos			
F. TIEMPO DE REGRESO		0.29	17			
		horas	Minutos			
F. TIEMPO DE CILO		42				
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA		0.57				
F. CAPACIDAD		17	m3			
RENDIMIENTO EFECTIVA		13.80	13.80			
		m3/h	Tn/hr			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE		10	km			
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE		3	min			
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO		30	km/h			
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE		2	min			
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO		35	Km/h			
F. TIEMPO DE IDA		0.33	20			
		horas	Minutos			
F. TIEMPO DE REGRESO		0.29	17			
		horas	Minutos			
F. TIEMPO DE CILO		42				
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA		0.52				
F. CAPACIDAD		17	m3			
RENDIMIENTO EFECTIVA		12.59	12.59			
		m3/h	Tn/hr			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE			10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE			3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO			30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE			2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO			35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA			0.33	20	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO			0.29	17	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO			42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA			0.60		
F. CAPACIDAD			17	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVA			14.52	14.52	
			m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE			10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE			3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO			30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE			2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO			35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA			0.33	20	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO			0.29	17	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO			42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA			0.60		
F. CAPACIDAD			15	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVA			12.81	12.81	
			m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE				10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE				3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO				30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE				2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO				35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA				0.33	20	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO				0.29	17	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO				42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA				0.52		
F. CAPACIDAD				15	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVA				11.11	11.11	
				m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE				10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE				3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO				30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE				2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO				35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA				0.33	20	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO				0.29	17	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO				42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA				0.60		
F. CAPACIDAD				15	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVA				12.81	12.81	
				m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Marca: Modelo:

A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	<input type="text" value="10"/>	km		
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="3"/>	min		
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	<input type="text" value="30"/>	km/h		
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="2"/>	min		
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	<input type="text" value="35"/>	Km/h		
F. TIEMPO DE IDA	<input type="text" value="0.33"/>	<input type="text" value="20"/>		
	horas	Minutos		
F. TIEMPO DE REGRESO	<input type="text" value="0.29"/>	<input type="text" value="17"/>		
	horas	Minutos		
F. TIEMPO DE CILO	<input type="text" value="42"/>			
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	<input type="text" value="0.57"/>			
F. CAPACIDAD	<input type="text" value="15"/>	m3		
RENDIMIENTO EFECTIVA		<input type="text" value="12.17"/>	<input type="text" value="12.17"/>	
	m3/h	Tn/hr		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Marca: Modelo:

A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	<input type="text" value="10"/>	km		
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="3"/>	min		
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	<input type="text" value="30"/>	km/h		
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="2"/>	min		
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	<input type="text" value="35"/>	Km/h		
F. TIEMPO DE IDA	<input type="text" value="0.33"/>	<input type="text" value="20"/>		
	horas	Minutos		
F. TIEMPO DE REGRESO	<input type="text" value="0.29"/>	<input type="text" value="17"/>		
	horas	Minutos		
F. TIEMPO DE CILO	<input type="text" value="42"/>			
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	<input type="text" value="0.52"/>			
F. CAPACIDAD	<input type="text" value="15"/>	m3		
RENDIMIENTO EFECTIVA		<input type="text" value="11.11"/>	<input type="text" value="11.11"/>	
	m3/h	Tn/hr		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO			
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA			
Tipo de maquinaria:	Camion Volquete	Marca:	VOLVO
		Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA	0.33	20	
	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO	0.29	17	
	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO	42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	0.60		
F. CAPACIDAD	15	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVA	12.81	12.81	
	m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO			
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA			
Tipo de maquinaria:	Retroexcavadora	Marca:	CATERPILLAR
		Modelo:	420F2
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	1.94	m ³	
B. FACTOR DE CARGO	0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES	0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN	26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO	1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVA	98.6	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO			
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA			
Tipo de maquinaria:	Retroexcavadora	Marca:	CATERPILLAR
		Modelo:	420F2
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	1.94	m ³	
B. FACTOR DE CARGO	0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES	0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.6		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN	26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO	1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVA	113.7	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Retroexcavadora	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	420F2
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	1.94			m ³	
B. FACTOR DE CARGO	0.7				
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES	0.71				
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.57				
E. TIPO DE EXCAVACIÓN	26				
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO	1420			m	
RENDIMIENTO EFECTIVA				108.1	Tn/hr

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Retroexcavadora	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	420F2
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	1.94			m ³	
B. FACTOR DE CARGO	0.7				
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES	0.71				
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52				
E. TIPO DE EXCAVACIÓN	26				
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO	1420			m	
RENDIMIENTO EFECTIVA				98.6	Tn/hr

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Retroexcavadora	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	420F2
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	1.94			m ³	
B. FACTOR DE CARGO	0.7				
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES	0.71				
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.57				
E. TIPO DE EXCAVACIÓN	26				
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO	1420			m	
RENDIMIENTO EFECTIVA				108.1	Tn/hr

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Escavadora sobre Orugas Marca: CATERPILLAR Modelo: 330

A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	2	m^3	
B. FACTOR DE CARGO	0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES	0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN	26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO	1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVA			101.6

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Escavadora sobre Orugas Marca: CATERPILLAR Modelo: 330

A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	2	m^3	
B. FACTOR DE CARGO	0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES	0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN	26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO	1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVA			101.6

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Escavadora sobre Orugas Marca: CATERPILLAR Modelo: 330

A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	2	m^3	
B. FACTOR DE CARGO	0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES	0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN	26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO	1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVA			101.6

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Escavadora sobre Orugas Marca: CATERPILLAR Modelo: 330

A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	2	m^3	
B. FACTOR DE CARGO	0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES	0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN	26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO	1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVA			101.6

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Escavadora sobre Orugas Marca: CATERPILLAR Modelo: 330

A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	2	m^3	
B. FACTOR DE CARGO	0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES	0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN	26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO	1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVA			101.6

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Tractor de Orugas	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	D6T
A. CAPACIDAD DE LA HOJA TOPADORA			3.93	m^3	
B. PENDIENTE DEL TERRENO			0		
C. PESO DEL TRACTOR VACIO			18.393	Tm	
D. TIEMPOS FIJOS DEL TRACTOR			0.3	0.05	
E. DISTANCIA DE TRANSPORTE	min - max		15	30	m
F. COEFICIENTE DE RODAMIENTO			0.08	80	Kg/Tm
G. FACTOR DE CONVERSION DE VOLÚMENES			0.8	m	
H. FACTOR DE EFICIENCIA			0.52		
I. COEFICIENTE DE ADHERENCIA			0.6		
J. DENSIDAD DEL MATERIAL DEL TERRENO			1.3	Tm/m ³	
VELOCIDAD DE CARGA					
			11.04	11.4	
VELOCIDAD DE TRANSPORTE					
			8.11	11.4	
VELOCIDAD DE RETORNO EN VACIO					
			1471.44	14.6	
TIEMPOS DE CICLO MINIMO					
			0.67	min	
RENDIMIENTO MÁXIMA					
			349.38		
RENDIMIENTO EFECTIVA			145.3	188.9	
			m ³ /h	Tn/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Tractor de Orugas	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	D6T
A. CAPACIDAD DE LA HOJA TOPADORA			3.93	m^3	
B. PENDIENTE DEL TERRENO			0		
C. PESO DEL TRACTOR VACIO			18.393	Tm	
D. TIEMPOS FIJOS DEL TRACTOR			0.3	0.05	
E. DISTANCIA DE TRANSPORTE	min - max		15	30	m
F. COEFICIENTE DE RODAMIENTO			0.08	80	Kg/Tm
G. FACTOR DE CONVERSION DE VOLÚMENES			0.8	m	
H. FACTOR DE EFICIENCIA			0.57		
I. COEFICIENTE DE ADHERENCIA			0.6		
J. DENSIDAD DEL MATERIAL DEL TERRENO			1.3	Tm/m ³	
VELOCIDAD DE CARGA					
			11.04	11.4	
VELOCIDAD DE TRANSPORTE					
			8.11	11.4	
VELOCIDAD DE RETORNO EN VACIO					
			1471.44	14.6	
TIEMPOS DE CICLO MINIMO					
			0.67	min	
RENDIMIENTO MÁXIMA					
			349.38		
RENDIMIENTO EFECTIVA			159.3	207.1	
			m ³ /h	Tn/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparacion de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	Motoniveladora	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	140M	
A. ANCHO DE LA LAMINA			3.66	m ³		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN			4	46.6	V Retorno	km/h
C. DIMENSION DEL TERRENO	Largo		10000	m		
	Ancho		27	m		
	Espesor		0.15	m		
D. NUMERO DE PASADAS DE LÁMINA			4			
E. FACTOR DE EFICIENCIA			0.52			
F. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO			1.3	Kg/Tm		
G. DETERMINACIÓN DE NUMEROS DE CICLOS			30	Ciclos		
H. TIEMPO DE OPERACIÓN			9242.6			
RENDIMIENTO EFECTIVA			262.9	341.8		
			m3/h	Tn/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparacion de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	Motoniveladora	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	140M	
A. ANCHO DE LA LAMINA			3.66	m ³		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN			4	46.6	V Retorno	km/h
C. DIMENSION DEL TERRENO	Largo		10000	m		
	Ancho		27	m		
	Espesor		0.15	m		
D. NUMERO DE PASADAS DE LÁMINA			4			
E. FACTOR DE EFICIENCIA			0.57			
F. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO			1.3	Kg/Tm		
G. DETERMINACIÓN DE NUMEROS DE CICLOS			30	Ciclos		
H. TIEMPO DE OPERACIÓN			8431.9			
RENDIMIENTO EFECTIVA			288.2	374.7		
			m3/h	Tn/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparacion de la subrasante

Tipo de maquinaria: Motoniveladora Marca: CATERPILLAR Modelo: 140M

A. ANCHO DE LA LAMINA		3.66	m ³		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN		4	46.6	V Retorno	km/h
C. DIMENSION DEL TERRENO	Largo	10000	m		
	Ancho	27	m		
	Espesor	0.15	m		
D. NUMERO DE PASADAS DE LÁMINA		4			
E. FACTOR DE EFICIENCIA		0.57			
F. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO		1.3	Kg/Tm		
G. DETERMINACIÓN DE NUMEROS DE CICLOS		30	Ciclos		
H. TIEMPO DE OPERACIÓN		8431.9			
RENDIMIENTO EFECTIVA		288.2	374.7		
		m3/h	Tn/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparacion de la subrasante

Tipo de maquinaria: Motoniveladora Marca: CATERPILLAR Modelo: 140M

A. ANCHO DE LA LAMINA		3.66	m ³		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN		4	46.6	V Retorno	km/h
C. DIMENSION DEL TERRENO	Largo	10000	m		
	Ancho	27	m		
	Espesor	0.15	m		
D. NUMERO DE PASADAS DE LÁMINA		4			
E. FACTOR DE EFICIENCIA		0.52			
F. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO		1.3	Kg/Tm		
G. DETERMINACIÓN DE NUMEROS DE CICLOS		30	Ciclos		
H. TIEMPO DE OPERACIÓN		9242.6			
RENDIMIENTO EFECTIVA		262.9	341.8		
		m3/h	Tn/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparacion de la subrasante

Tipo de maquinaria: Motonivelador Marca: CATERPILLAR Modelo: 140M

A. ANCHO DE LA LAMINA		3.66	m ³		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN		4	46.6	V Retorno	km/h
C. DIMENSION DEL TERRENO	Largo	10000	m		
	Ancho	27	m		
	Espesor	0.15	m		
D. NUMERO DE PASADAS DE LÁMINA		4			
E. FACTOR DE EFICIENCIA		0.52			
F. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO		1.3	Kg/Tm		
G. DETERMINACIÓN DE NUMEROS DE CICLOS		30	Ciclos		
H. TIEMPO DE OPERACIÓN		9242.6			
RENDIMIENTO EFECTIVA		262.9	341.8		
		m3/h	Tn/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparacion de la subrasante

Tipo de maquinaria: CISTERNA Marca: SCANIA Modelo: P380

A. CAPACIDAD DE LA CISTERNA		18.93	m ³	5000	galones
B. TIEMPO DE CARGA DE LA CISTERNA		20	min		
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA CISTERNA		17	min		
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA CISTERNA		17	min		
C. DISTANCIA RECORRIDA		1	km		
C. VELOCIDAD DE LA CISTERNA CARGADA		30	km/h		
E. VELOCIDAD DEL CISTERNA VACIO		50	Km/h		
F. TIEMPO DE IDA		0.03	2		
F. TIEMPO DE REGRESO		0.02	1		
B. FACTOR DE EFICIENCIA		0.52			
C. TIEMPO DE CICLO		2			
RENDIMIENTO EFECTIVA		15.9	15.9		
		m3/h	Tn/hr		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparacion de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	CISTERNA	Marca:	SCANIA	Modelo:	P380	
A. CAPACIDAD DE LA CISTERNA	18.93	m ³	5000	galones		
B. TIEMPO DE CARGA DE LA CISTERNA	20	min				
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA SITERNA	17	min				
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA SITERNA	17	min				
C. DITANCIA RECORRIDA	2	km				
C. VELOCIDAD DE LA CISTERNA CARGADA	30	km/h				
E. VELOCIDAD DEL CISTERNA VACIO	50	Km/h				
F. TIEMPO DE IDA	0.07	4				
F. TIEMPO DE REGRESO	0.04	2				
B. FACTOR DE EFICIENCIA	0.57					
C. TIEMPO DE CICLO	1					
RENDIMIENTO EFECTIVA		16.0	16.0			
		m3/h	Tn/hr			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparacion de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	CISTERNA	Marca:	SCANIA	Modelo:	P380	
A. CAPACIDAD DE LA CISTERNA	18.93	m ³	5000	galones		
B. TIEMPO DE CARGA DE LA CISTERNA	20	min				
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA SITERNA	17	min				
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA SITERNA	17	min				
C. DITANCIA RECORRIDA	4	km				
C. VELOCIDAD DE LA CISTERNA CARGADA	30	km/h				
E. VELOCIDAD DEL CISTERNA VACIO	50	Km/h				
F. TIEMPO DE IDA	0.13	8				
F. TIEMPO DE REGRESO	0.08	5				
B. FACTOR DE EFICIENCIA	0.57					
C. TIEMPO DE CICLO	1					
RENDIMIENTO EFECTIVA		13.8	13.8			
		m3/h	Tn/hr			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparacion de la subrasante				
Tipo de maquinaria:		CISTERNA	Marca:	SCANIA	Modelo:	P380
A. CAPACIDAD DE LA CISTERNA		18.93	m ³	5000	galones	
B. TIEMPO DE CARGA DE LA CISTERNA		20	min			
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA SITERNA		17	min			
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA SITERNA		17	min			
C. DITANCIA RECORRIDA		6	km			
C. VELOCIDAD DE LA CISTERNA CARGADA		30	km/h			
E. VELOCIDAD DEL CISTERNA VACIO		50	Km/h			
F. TIEMPO DE IDA		0.20		12		
F. TIEMPO DE REGRESO		0.12		7		
B. FACTOR DE EFICIENCIA		0.6				
C. TIEMPO DE CICLO		1				
RENDIMIENTO EFECTIVA		12.8		12.8		
		m3/h		Tn/hr		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparacion de la subrasante				
Tipo de maquinaria:		CISTERNA	Marca:	SCANIA	Modelo:	P380
A. CAPACIDAD DE LA CISTERNA		18.93	m ³	5000	galones	
B. TIEMPO DE CARGA DE LA CISTERNA		20	min			
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA SITERNA		17	min			
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA SITERNA		17	min			
C. DITANCIA RECORRIDA		6	km			
C. VELOCIDAD DE LA CISTERNA CARGADA		30	km/h			
E. VELOCIDAD DEL CISTERNA VACIO		50	Km/h			
F. TIEMPO DE IDA		0.20		12		
F. TIEMPO DE REGRESO		0.12		7		
B. FACTOR DE EFICIENCIA		0.6				
C. TIEMPO DE CICLO		1				
RENDIMIENTO EFECTIVA		12.8		12.8		
		m3/h		Tn/hr		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	RODILLO LISO VIBRATORIO	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	CAT CS-56	
A. ANCHO DE TAMBOR	2.13	m				
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN	6	46.6	V Retorno	km/h		
D. NUMERO DE PASADAS DEL TAMBOR	6					
D. ESPESOR A COMPACTAR	0.3	30				
	m	cm				
E. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO	1.6	Kg/Tm				
F. FACTOR DE EFICIENCIA	0.6					
G. ANCHO TOTAL DEL RODILLO	2.13					
RENDIMIENTO EFECTIVA		383.4	613.4			
		m ³ /h	Tn/h			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	RODILLO LISO VIBRATORIO	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	CAT CS-56	
A. ANCHO DE TAMBOR	2.13	m				
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN	6	46.6	V Retorno	km/h		
D. NUMERO DE PASADAS DEL TAMBOR	6					
D. ESPESOR A COMPACTAR	0.3	30				
	m	cm				
E. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO	1.6	Kg/Tm				
F. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52					
G. ANCHO TOTAL DEL RODILLO	2.13					
RENDIMIENTO EFECTIVA		332.3	531.6			
		m ³ /h	Tn/h			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	RODILLO LISO VIBRATORIO	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	CAT CS-56	
A. ANCHO DE TAMBOR	2.13	m				
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN	6	46.6	V Retorno	km/h		
D. NUMERO DE PASADAS DEL TAMBOR	6					
D. ESPESOR A COMPACTAR	0.3	30				
	m	cm				
E. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO	1.6	Kg/Tm				
F. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52					
G. ANCHO TOTAL DEL RODILLO	2.13					
RENDIMIENTO EFECTIVA		332.3	531.6			
		m ³ /h	Tn/h			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	RODILLO LISO VIBRATORIO	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	CAT CS-56	
A. ANCHO DE TAMBOR		2.13	m			
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN		6	46.6	V Retorno	km/h	
D. NUMERO DE PASADAS DEL TAMBOR		6				
D. ESPESOR A COMPACTAR		0.3	30			
		m	cm			
E. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO		1.6	Kg/Tm			
F. FACTOR DE EFICIENCIA		0.57				
G. ANCHO TOTAL DEL RODILLO		2.13				
RENDIMIENTO EFECTIVA		364.2	582.8			
		m ³ /h	Tn/h			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	RODILLO LISO VIBRATORIO	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	CAT CS-56	
A. ANCHO DE TAMBOR		2.13	m			
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN		6	46.6	V Retorno	km/h	
D. NUMERO DE PASADAS DEL TAMBOR		6				
D. ESPESOR A COMPACTAR		0.3	30			
		m	cm			
E. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO		1.6	Kg/Tm			
F. FACTOR DE EFICIENCIA		0.57				
G. ANCHO TOTAL DEL RODILLO		2.13				
RENDIMIENTO EFECTIVA		364.2	582.8			
		m ³ /h	Tn/h			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO				
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA				
PROCESO: Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	MINICARGADOR	Marca:	CAT	Modelo: 240D
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	0.36		m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100		m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9			
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6			
D. FACTOR DE CARGA	1			
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02		min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02		min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04		min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04		min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52			
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8			
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51			
TIEMPO DE IDA	1.74		min	
TIEMPO DE VUELTA	1.58		min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24		min	
RENDIMIENTO EFECTIVA		2.12	3.2	
		m ³ /h	Tm/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO				
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA				
PROCESO: Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	MINICARGADOR	Marca:	CAT	Modelo: 240D
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	0.36		m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100		m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9			
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6			
D. FACTOR DE CARGA	1			
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02		min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02		min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04		min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04		min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52			
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8			
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51			
TIEMPO DE IDA	1.74		min	
TIEMPO DE VUELTA	1.58		min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24		min	
RENDIMIENTO EFECTIVA		2.12	3.2	
		m ³ /h	Tm/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO			
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA			
PROCESO:	Preparación de la subrasante		
Tipo de maquinaria:	MINICARGADOR	Marca:	CAT Modelo: 240D
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	0.36	m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100	m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9		
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6		
D. FACTOR DE CARGA	1		
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02	min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02	min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04	min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04	min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52		
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8		
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51		
TIEMPO DE VIAJE			
TIEMPO DE IDA	1.74	min	
TIEMPO DE VUELTA	1.58	min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24	min	
RENDIMIENTO EFECTIVA		2.12	3.2
	m ³ /h		Tm/h

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO			
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA			
PROCESO:	Preparación de la subrasante		
Tipo de maquinaria:	MINICARGADOR	Marca:	CAT Modelo: 240D
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	0.36	m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100	m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9		
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6		
D. FACTOR DE CARGA	1		
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02	min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02	min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04	min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04	min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52		
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8		
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51		
TIEMPO DE VIAJE			
TIEMPO DE IDA	1.74	min	
TIEMPO DE VUELTA	1.58	min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24	min	
RENDIMIENTO EFECTIVA		2.12	3.2
	m ³ /h		Tm/h

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparación de la subrasante

Tipo de maquinaria: CARGADOR FRONTAL Marca: CAT Modelo: 950L

A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	3.3	m ³
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100	m
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9	
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6	
D. FACTOR DE CARGA	1	
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02	min
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02	min
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04	min
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04	min
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.57	
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8	
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51	
TIEMPO DE IDA	1.74	min
TIEMPO DE VUELTA	1.58	min
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24	min
RENDIMIENTO EFECTIVA	21.30	32.2
	m ³ /h	Tm/h

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparación de la subrasante

Tipo de maquinaria: CARGADOR FRONTAL Marca: CAT Modelo: 950L

A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	3.3	m ³
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100	m
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9	
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6	
D. FACTOR DE CARGA	1	
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02	min
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02	min
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04	min
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04	min
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.57	
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8	
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51	
TIEMPO DE IDA	1.74	min
TIEMPO DE VUELTA	1.58	min
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24	min
RENDIMIENTO EFECTIVA	21.30	32.2
	m ³ /h	Tm/h

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO			
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA			
PROCESO:	Preparación de la subrasante		
Tipo de maquinaria:	CARGADOR FRONTAL	Marca:	CAT
		Modelo:	950L
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	3.3	m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100	m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9		
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6		
D. FACTOR DE CARGA	1		
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02	min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02	min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04	min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04	min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.57		
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8		
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51		
TIEMPO DE VIAJE			
TIEMPO DE IDA	1.74	min	
TIEMPO DE VUELTA	1.58	min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24	min	
RENDIMIENTO EFECTIVA		21.30	32.2
	m ³ /h		Tm/h

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO			
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA			
PROCESO:	Preparación de la subrasante		
Tipo de maquinaria:	CARGADOR FRONTAL	Marca:	CAT
		Modelo:	950L
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	3.3	m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100	m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9		
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6		
D. FACTOR DE CARGA	1		
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02	min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02	min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04	min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04	min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52		
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8		
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51		
TIEMPO DE VIAJE			
TIEMPO DE IDA	1.74	min	
TIEMPO DE VUELTA	1.58	min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24	min	
RENDIMIENTO EFECTIVA		19.44	29.3
	m ³ /h		Tm/h

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparación de la subrasante

Tipo de maquinaria: CARGADOR FRONTAL Marca: CAT Modelo: 950L

A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	3.3	m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100	m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9		
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6		
D. FACTOR DE CARGA	1		
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02	min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02	min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04	min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04	min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.52		
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8		
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51		
TIEMPO DE IDA	1.74	min	
TIEMPO DE VUELTA	1.58	min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24	min	
RENDIMIENTO EFECTIVA	19.44	29.3	
	m ³ /h	Tm/h	

Anexo 20. Diagnóstico de Rendimiento final al portafolio de Activos

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	CAMA BAJA	Marca:	SCANIA	Modelo:	FMX 6X4R
A. CAPACIDAD DE CARGA DE LA CAMA BAJA			31.4	TN	
B. TIEMPO DE CARGA			7	min	
C. TIEMPO DE DESCARGA			7	min	
D. DISTANCIA RECORRIDA DE LA CAMA			10	Km	
E. VELOCIDAD DE LA CAMA CARGADA			50	Km/h	
E. VELOCIDAD DE LA CAMA DESCARGADA			70	Km/h	
B. NUMERO DE VIAJES			0.20	12	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO			0.14	9	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO			2		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA			0.78		
F. CAPACIDAD			15	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVO			42.51	42.51	
			m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE			10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE			3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO			30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE			2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO			35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA			0.33	20	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO			0.29	17	
			horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO			42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA			0.78		
F. CAPACIDAD			17	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVO			18.88	18.88	
			m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE				10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE				3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO				30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE				2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO				35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA				0.33	20	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO				0.29	17	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO				42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA				0.83		
F. CAPACIDAD				17	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVO				20.09	20.09	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE				10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE				3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO				30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE				2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO				35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA				0.33	20	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO				0.29	17	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO				42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA				0.78		
F. CAPACIDAD				17	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVO				18.88	18.88	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Marca: Modelo:

A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	<input type="text" value="10"/>	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="3"/>	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	<input type="text" value="30"/>	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="2"/>	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	<input type="text" value="35"/>	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA	<input type="text" value="0.33"/>	<input type="text" value="20"/>	
	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO	<input type="text" value="0.29"/>	<input type="text" value="17"/>	
	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO	<input type="text" value="42"/>		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	<input type="text" value="0.78"/>		
F. CAPACIDAD	<input type="text" value="17"/>	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVO		<input type="text" value="18.88"/>	<input type="text" value="18.88"/>
		m3/h	Tn/hr

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Marca: Modelo:

A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	<input type="text" value="10"/>	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="3"/>	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	<input type="text" value="30"/>	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="2"/>	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	<input type="text" value="35"/>	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA	<input type="text" value="0.33"/>	<input type="text" value="20"/>	
	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO	<input type="text" value="0.29"/>	<input type="text" value="17"/>	
	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO	<input type="text" value="42"/>		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	<input type="text" value="0.78"/>		
F. CAPACIDAD	<input type="text" value="17"/>	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVO		<input type="text" value="18.88"/>	<input type="text" value="18.88"/>
		m3/h	Tn/hr

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria:	Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	10		km		
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	3		min		
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	30		km/h		
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	2		min		
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	35		Km/h		
F. TIEMPO DE IDA	0.33	20	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO	0.29	17	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO	42				
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	0.83				
F. CAPACIDAD	17		m3		
RENDIMIENTO EFECTIVO		20.09	20.09		
		m3/h	Tn/hr		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria:	Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	10		km		
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	3		min		
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	30		km/h		
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	2		min		
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	35		Km/h		
F. TIEMPO DE IDA	0.33	20	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO	0.29	17	horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO	42				
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	0.83				
F. CAPACIDAD	15		m3		
RENDIMIENTO EFECTIVO		17.73	17.73		
		m3/h	Tn/hr		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE				10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE				3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO				30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE				2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO				35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA				0.33	20	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO				0.29	17	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO				42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA				0.78		
F. CAPACIDAD				15	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVO				16.66	16.66	
				m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE				10	km	
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE				3	min	
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO				30	km/h	
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE				2	min	
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO				35	Km/h	
F. TIEMPO DE IDA				0.33	20	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE REGRESO				0.29	17	
				horas	Minutos	
F. TIEMPO DE CILO				42		
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA				0.83		
F. CAPACIDAD				15	m3	
RENDIMIENTO EFECTIVO				17.73	17.73	
				m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Marca: Modelo:

A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	<input type="text" value="10"/>	km		
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="3"/>	min		
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	<input type="text" value="30"/>	km/h		
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="2"/>	min		
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	<input type="text" value="35"/>	Km/h		
F. TIEMPO DE IDA	<input type="text" value="0.33"/>	<input type="text" value="20"/>		
	horas	Minutos		
F. TIEMPO DE REGRESO	<input type="text" value="0.29"/>	<input type="text" value="17"/>		
	horas	Minutos		
F. TIEMPO DE CILO	<input type="text" value="42"/>			
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	<input type="text" value="0.78"/>			
F. CAPACIDAD	<input type="text" value="15"/>	m3		
RENDIMIENTO EFECTIVO		<input type="text" value="16.66"/>	<input type="text" value="16.66"/>	
		m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Tipo de maquinaria: Marca: Modelo:

A. DISTANCIA DE TRANSPORTE	<input type="text" value="10"/>	km		
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="3"/>	min		
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO	<input type="text" value="30"/>	km/h		
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	<input type="text" value="2"/>	min		
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO	<input type="text" value="35"/>	Km/h		
F. TIEMPO DE IDA	<input type="text" value="0.33"/>	<input type="text" value="20"/>		
	horas	Minutos		
F. TIEMPO DE REGRESO	<input type="text" value="0.29"/>	<input type="text" value="17"/>		
	horas	Minutos		
F. TIEMPO DE CILO	<input type="text" value="42"/>			
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	<input type="text" value="0.78"/>			
F. CAPACIDAD	<input type="text" value="15"/>	m3		
RENDIMIENTO EFECTIVO		<input type="text" value="16.66"/>	<input type="text" value="16.66"/>	
		m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:	Camion Volquete	Marca:	VOLVO	Modelo:	FMX 6X4R	
A. DISTANCIA DE TRANSPORTE			10	km		
B. TIEMPO DE CARGA DEL VOLQUETE			3	min		
C. VELOCIDAD DEL VOLQUETE CARGADO			30	km/h		
D. TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE			2	min		
E. VELOCIDAD DEL VOLQUETE VACIO			35	Km/h		
F. TIEMPO DE IDA			0.33	20	horas	Minutos
F. TIEMPO DE REGRESO			0.29	17	horas	Minutos
F. TIEMPO DE CILO			42			
F. EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA			0.83			
F. CAPACIDAD			15	m3		
RENDIMIENTO EFECTIVO			17.73	17.73	m3/h	Tn/hr

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:	Retroexcavadora	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	420F2	
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN			1.94	m ³		
B. FACTOR DE CARGO			0.7			
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES			0.71			
D. FACTOR DE EFICIENCIA			0.78			
E. TIPO DE EXCAVACIÓN			26			
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO			1420	m		
RENDIMIENTO EFECTIVO			147.9	Tn/hr		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Retroexcavadora	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	420F2
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN		1.94		m^3		
B. FACTOR DE CARGO		0.7				
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES		0.71				
D. FACTOR DE EFICIENCIA		0.83				
E. TIPO DE EXCAVACIÓN		26				
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO		1420		m		
RENDIMIENTO EFECTIVO				157.3	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Retroexcavadora	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	420F2
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN		1.94		m^3		
B. FACTOR DE CARGO		0.7				
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES		0.71				
D. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78				
E. TIPO DE EXCAVACIÓN		26				
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO		1420		m		
RENDIMIENTO EFECTIVO				147.9	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Retroexcavadora	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	420F2
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN		1.94		m^3		
B. FACTOR DE CARGO		0.7				
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES		0.71				
D. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78				
E. TIPO DE EXCAVACIÓN		26				
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO		1420		m		
RENDIMIENTO EFECTIVO				147.9	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Retroexcavadora	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	420F2
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN				1.94	m ³	
B. FACTOR DE CARGO				0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES				0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA				0.78		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN				26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO				1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVO				147.9	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Escavadora sobre Orugas	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	330
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN				2	m ³	
B. FACTOR DE CARGO				0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES				0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA				0.78		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN				26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO				1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVO				152.4		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo de maquinaria:		Escavadora sobre Orugas	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	330
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN				2	m ³	
B. FACTOR DE CARGO				0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES				0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA				0.78		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN				26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO				1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVO				152.4		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Escavadora sobre Orugas	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	330
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN			2	m ³	
B. FACTOR DE CARGO			0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES			0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA			0.78		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN			26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO			1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVO			152.4		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Escavadora sobre Orugas	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	330
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN			2	m ³	
B. FACTOR DE CARGO			0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES			0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA			0.78		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN			26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO			1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVO			152.4		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Escavadora sobre Orugas	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	330
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN			2	m ³	
B. FACTOR DE CARGO			0.7		
C. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLUMENES			0.71		
D. FACTOR DE EFICIENCIA			0.78		
E. TIPO DE EXCAVACIÓN			26		
F. DENSIDAD DEL MATERIAL DE TERRENO			1420	m	
RENDIMIENTO EFECTIVO			152.4		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Tractor de Orugas	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	D6T
A. CAPACIDAD DE LA HOJA TOPADORA			3.93	m^3	
B. PENDIENTE DEL TERRENO			0		
C. PESO DEL TRACTOR VACIO			18.393	Tm	
D. TIEMPOS FIJOS DEL TRACTOR			0.3	0.05	
E. DISTANCIA DE TRANSPORTE	min - max		15	30	m
F. COEFICIENTE DE RODAMIENTO			0.08	80	Kg/Tm
G. FACTOR DE CONVERSION DE VOLÚMENES			0.8	m	
H. FACTOR DE EFICIENCIA			0.78		
I. COEFICIENTE DE ADHERENCIA			0.6		
J, DENSIDAD DEL MATERIAL DEL TERRENO			1.3	Tm/m ³	
VELOCIDAD DE CARGA					
			11.04	11.4	
VELOCIDAD DE TRANSPORTE					
			8.11	11.4	
VELOCIDAD DE RETORNO EN VACIO					
			1471.44	14.6	
TIEMPOS DE CICLO MINIMO					
			0.67	min	
RENDIMIENTO MÁXIMA					
			349.38		
RENDIMIENTO EFECTIVO			218.0	283.4	
			m ³ /h	Tn/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
Tipo de maquinaria:	Tractor de Orugas	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	D6T
A. CAPACIDAD DE LA HOJA TOPADORA			3.93	m^3	
B. PENDIENTE DEL TERRENO			0		
C. PESO DEL TRACTOR VACIO			18.393	Tm	
D. TIEMPOS FIJOS DEL TRACTOR			0.3	0.05	
E. DISTANCIA DE TRANSPORTE	min - max		15	30	m
F. COEFICIENTE DE RODAMIENTO			0.08	80	Kg/Tm
G. FACTOR DE CONVERSION DE VOLÚMENES			0.8	m	
H. FACTOR DE EFICIENCIA			0.78		
I. COEFICIENTE DE ADHERENCIA			0.6		
J, DENSIDAD DEL MATERIAL DEL TERRENO			1.3	Tm/m ³	
VELOCIDAD DE CARGA					
			11.04	11.4	
VELOCIDAD DE TRANSPORTE					
			8.11	11.4	
VELOCIDAD DE RETORNO EN VACIO					
			1471.44	14.6	
TIEMPOS DE CICLO MINIMO					
			0.67	min	
RENDIMIENTO MÁXIMA					
			349.38		
RENDIMIENTO EFECTIVO			218.0	283.4	
			m ³ /h	Tn/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparación de la subrasante

Tipo de maquinaria: Motoniveladora Marca: CATERPILLAR Modelo: 140M

A. ANCHO DE LA LAMINA			3.66	m ³		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN			4	46.6	V Retorno	km/h
C. DIMENSION DEL TERRENO	Largo		10000	m		
	Ancho		27	m		
	Espesor		0.15	m		
D. NUMERO DE PASADAS DE LÁMINA			4			
E. FACTOR DE EFICIENCIA			0.78			
F. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO			1.3	Kg/Tm		
G. DETERMINACIÓN DE NUMEROS DE CICLOS			30	Ciclos		
H. TIEMPO DE OPERACIÓN			6161.7			
RENDIMIENTO EFECTIVO			394.4	512.7		
			m ³ /h	Tn/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparación de la subrasante

Tipo de maquinaria: Motoniveladora Marca: CATERPILLAR Modelo: 140M

A. ANCHO DE LA LAMINA			3.66	m ³		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN			4	46.6	V Retorno	km/h
C. DIMENSION DEL TERRENO	Largo		10000	m		
	Ancho		27	m		
	Espesor		0.15	m		
D. NUMERO DE PASADAS DE LÁMINA			4			
E. FACTOR DE EFICIENCIA			0.78			
F. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO			1.3	Kg/Tm		
G. DETERMINACIÓN DE NUMEROS DE CICLOS			30	Ciclos		
H. TIEMPO DE OPERACIÓN			6161.7			
RENDIMIENTO EFECTIVO			394.4	512.7		
			m ³ /h	Tn/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparacion de la subrasante

Tipo de maquinaria: Motoniveladora Marca: CATERPILLAR Modelo: 140M

A. ANCHO DE LA LAMINA		3.66	m ³		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN		4	46.6	V Retorno	km/h
C. DIMENSION DEL TERRENO	Largo	10000	m		
	Ancho	27	m		
	Espesor	0.15	m		
D. NUMERO DE PASADAS DE LÁMINA		4			
E. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78			
F. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO		1.3	Kg/Tm		
G. DETERMINACIÓN DE NUMEROS DE CICLOS		30	Ciclos		
H. TIEMPO DE OPERACIÓN		6161.7			
RENDIMIENTO EFECTIVO		394.4	512.7		
		m3/h	Tn/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparacion de la subrasante

Tipo de maquinaria: Motoniveladora Marca: CATERPILLAR Modelo: 140M

A. ANCHO DE LA LAMINA		3.66	m ³		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN		4	46.6	V Retorno	km/h
C. DIMENSION DEL TERRENO	Largo	10000	m		
	Ancho	27	m		
	Espesor	0.15	m		
D. NUMERO DE PASADAS DE LÁMINA		4			
E. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78			
F. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO		1.3	Kg/Tm		
G. DETERMINACIÓN DE NUMEROS DE CICLOS		30	Ciclos		
H. TIEMPO DE OPERACIÓN		6161.7			
RENDIMIENTO EFECTIVO		394.4	512.7		
		m3/h	Tn/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO:	Preparacion de la subrasante		
Tipo de maquinaria:	Motoniveladora	Marca:	CATERPILLAR
		Modelo:	140M

A. ANCHO DE LA LAMINA		3.66	m^3		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN		4	46.6	V Retorno	km/h
C. DIMENSION DEL TERRENO	Largo	10000	m		
	Ancho	27	m		
	Espesor	0.15	m		
D. NUMERO DE PASADAS DE LÁMINA		4			
E. FACTOR DE EFICIENCIA		0.52			
F. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO		1.3	Kg/Tm		
G. DETERMINACIÓN DE NUMEROS DE CICLOS		30	Ciclos		
H. TIEMPO DE OPERACIÓN		9242.6			
RENDIMIENTO EFECTIVO		262.9	341.8		
		m3/h	Tn/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO:	Preparacion de la subrasante		
Tipo de maquinaria:	CISTERNA	Marca:	SCANIA
		Modelo:	P380

A. CAPACIDAD DE LA CISTERNA		18.93	m^3	5000	galones
B. TIEMPO DE CARGA DE LA CISTERNA		20	min		
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA CISTERNA		17	min		
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA CISTERNA		17	min		
C. DISTANCIA RECORRIDA		1	km		
C. VELOCIDAD DE LA CISTERNA CARGADA		30	km/h		
E. VELOCIDAD DE LA CISTERNA VACIO		50	Km/h		
F. TIEMPO DE IDA		0.03	2		
F. TIEMPO DE REGRESO		0.02	1		
B. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78			
C. TIEMPO DE CICLO		2			
RENDIMIENTO EFECTIVO		23.8	23.8		
		m3/h	Tn/hr		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:		CISTERNA	Marca:	SCANIA	Modelo:	P380
A. CAPACIDAD DE LA CISTERNA		18.93	m ³	5000	galones	
B. TIEMPO DE CARGA DE LA CISTERNA		20	min			
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA CISTERNA		17	min			
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA CISTERNA		17	min			
C. DISTANCIA RECORRIDA		2	km			
C. VELOCIDAD DE LA CISTERNA CARGADA		30	km/h			
E. VELOCIDAD DEL CISTERNA VACIO		50	Km/h			
F. TIEMPO DE IDA		0.07	4			
F. TIEMPO DE REGRESO		0.04	2			
B. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78				
C. TIEMPO DE CICLO		1				
RENDIMIENTO EFECTIVO		21.9	21.9			
		m3/h	Tn/hr			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:		CISTERNA	Marca:	SCANIA	Modelo:	P380
A. CAPACIDAD DE LA CISTERNA		18.93	m ³	5000	galones	
B. TIEMPO DE CARGA DE LA CISTERNA		20	min			
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA CISTERNA		17	min			
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA CISTERNA		17	min			
C. DISTANCIA RECORRIDA		4	km			
C. VELOCIDAD DE LA CISTERNA CARGADA		30	km/h			
E. VELOCIDAD DEL CISTERNA VACIO		50	Km/h			
F. TIEMPO DE IDA		0.13	8			
F. TIEMPO DE REGRESO		0.08	5			
B. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78				
C. TIEMPO DE CICLO		1				
RENDIMIENTO EFECTIVO		18.9	18.9			
		m3/h	Tn/hr			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparacion de la subrasante

Tipo de maquinaria: CISTERNA Marca: SCANIA Modelo: P380

A. CAPACIDAD DE LA CISTERNA	18.93	m ³	5000	galones
B. TIEMPO DE CARGA DE LA CISTERNA	20	min		
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA SITERNA	17	min		
C. TIEMPO DE DESCARGA DE LA SITERNA	17	min		
C. DITANCIA RECORRIDA	6	km		
C. VELOCIDAD DE LA CISTERNA CARGADA	30	km/h		
E. VELOCIDAD DEL CISTERNA VACIO	50	Km/h		
F. TIEMPO DE IDA	0.20	12		
F. TIEMPO DE REGRESO	0.12	7		
B. FACTOR DE EFICIENCIA	0.83			
C. TIEMPO DE CICLO	1			
RENDIMIENTO EFECTIVO		17.7	17.7	
		m3/h	Tn/hr	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

PROCESO: Preparacion de la subrasante

Tipo de maquinaria: RODILLO LISO VIBRATORIO Marca: CATERPILLAR Modelo: CAT CS-56

A. ANCHO DE TAMBOR	2.13	m		
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN	6	46.6	V Retorno	km/h
D. NUMERO DE PASADAS DEL TAMBOR	6			
D. ESPESOR A COMPACTAR	0.3	30		
	m	cm		
E. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO	1.6	Kg/Tm		
F. FACTOR DE EFICIENCIA	0.83			
G. ANCHO TOTAL DEL RODILLO	2.13			
RENDIMIENTO EFECTIVO		530.4	848.6	
		m3/h	Tn/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	RODILLO LISO VIBRATORIO	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	CAT CS-56	
A. ANCHO DE TAMBOR	2.13	m				
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN	6	46.6	V Retorno	km/h		
D. NUMERO DE PASADAS DEL TAMBOR	6					
D. ESPESOR A COMPACTAR	0.3	30				
		m	cm			
E. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO	1.6	Kg/Tm				
F. FACTOR DE EFICIENCIA	0.78					
G. ANCHO TOTAL DEL RODILLO	2.13					
RENDIMIENTO EFECTIVO		498.4	797.5			
		m ³ /h	Tn/h			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	RODILLO LISO VIBRATORIO	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	CAT CS-56	
A. ANCHO DE TAMBOR	2.13	m				
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN	6	46.6	V Retorno	km/h		
D. NUMERO DE PASADAS DEL TAMBOR	6					
D. ESPESOR A COMPACTAR	0.3	30				
		m	cm			
E. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO	1.6	Kg/Tm				
F. FACTOR DE EFICIENCIA	0.78					
G. ANCHO TOTAL DEL RODILLO	2.13					
RENDIMIENTO EFECTIVO		498.4	797.5			
		m ³ /h	Tn/h			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO						
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
PROCESO:		Preparación de la subrasante				
Tipo de maquinaria:	RODILLO LISO VIBRATORIO	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	CAT CS-56	
A. ANCHO DE TAMBOR	2.13	m				
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN	6	46.6	V Retorno	km/h		
D. NUMERO DE PASADAS DEL TAMBOR	6					
D. ESPESOR A COMPACTAR	0.3	30				
		m	cm			
E. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO	1.6	Kg/Tm				
F. FACTOR DE EFICIENCIA	0.78					
G. ANCHO TOTAL DEL RODILLO	2.13					
RENDIMIENTO EFECTIVO		498.4	797.5			
		m ³ /h	Tn/h			

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
PROCESO:		Preparacion de la subrasante			
Tipo de maquinaria:	RODILLO LISO VIBRATORIO	Marca:	CATERPILLAR	Modelo:	CAT CS-56
A. ANCHO DE TAMBOR	2.13	m			
B. VELOCIDAD DE OPERACIÓN	6	46.6	V Retorno	km/h	
D. NUMERO DE PASADAS DEL TAMBOR	6				
D. ESPESOR A COMPACTAR	0.3	30	m	cm	
E. DENSIDAD MATERIAL DEL TERRENO	1.6	Kg/Tm			
F. FACTOR DE EFICIENCIA	0.78				
G. ANCHO TOTAL DEL RODILLO	2.13				
RENDIMIENTO EFECTIVO		498.4	797.5	m ³ /h	Tn/h

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
PROCESO:		Preparacion de la subrasante			
Tipo de maquinaria:	MINICARGADOR	Marca:	CAT	Modelo:	240D
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	0.36	m ³			
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100	m			
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9				
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6				
D. FACTOR DE CARGA	1				
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02	min			
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02	min			
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04	min			
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04	min			
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.78				
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8				
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51				
TIEMPO DE IDA	1.74	min			
TIEMPO DE VUELTA	1.58	min			
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24	min			
RENDIMIENTO EFECTIVO		3.18	4.8	m ³ /h	Tm/h

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO				
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA				
PROCESO:	Preparacion de la subrasante			
Tipo de maquinaria:	MINICARGADOR	Marca:	CAT	Modelo: 240D
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN		0.36	m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE		100	m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)		6.9		
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)		7.6		
D. FACTOR DE CARGA		1		
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO		0.02	min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO		0.02	min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN		0.04	min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO		0.04	min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78		
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES		0.8		
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO		1.51		
RENDIMIENTO EFECTIVO				
TIEMPO DE IDA		1.74	min	
TIEMPO DE VUELTA		1.58	min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL		4.24	min	
		3.18	4.8	
		m ³ /h	Tm/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO				
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA				
PROCESO:	Preparacion de la subrasante			
Tipo de maquinaria:	MINICARGADOR	Marca:	CAT	Modelo: 240D
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN		0.36	m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE		100	m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)		6.9		
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)		7.6		
D. FACTOR DE CARGA		1		
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO		0.02	min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO		0.02	min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN		0.04	min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO		0.04	min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78		
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES		0.8		
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO		1.51		
RENDIMIENTO EFECTIVO				
TIEMPO DE IDA		1.74	min	
TIEMPO DE VUELTA		1.58	min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL		4.24	min	
		3.18	4.8	
		m ³ /h	Tm/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO				
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA				
PROCESO:	Preparación de la subrasante			
Tipo de maquinaria:	MINICARGADOR	Marca:	CAT	Modelo: 240D
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	0.36			m ³
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100			m
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9			
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6			
D. FACTOR DE CARGA	1			
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02			min
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02			min
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04			min
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04			min
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.78			
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8			
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51			
TIEMPO DE VIAJE				
TIEMPO DE IDA	1.74			min
TIEMPO DE VUELTA	1.58			min
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24			min
RENDIMIENTO EFECTIVO				
	3.18		4.8	
	m ³ /h		Tm/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO				
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA				
PROCESO:	Preparación de la subrasante			
Tipo de maquinaria:	CARGADOR FRONTAL	Marca:	CAT	Modelo: 950L
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	3.3			m ³
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100			m
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9			
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6			
D. FACTOR DE CARGA	1			
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02			min
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02			min
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04			min
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04			min
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.78			
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8			
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51			
TIEMPO DE VIAJE				
TIEMPO DE IDA	1.74			min
TIEMPO DE VUELTA	1.58			min
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24			min
RENDIMIENTO EFECTIVO				
	29.15		44.0	
	m ³ /h		Tm/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO			
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA			
PROCESO:	Preparacion de la subrasante		
Tipo de maquinaria:	CARGADOR FRONTAL	Marca:	CAT Modelo: 950L
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	3.3	m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100	m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9		
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6		
D. FACTOR DE CARGA	1		
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02	min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02	min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04	min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04	min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.78		
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8		
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51		
TIEMPO DE VIAJE			
TIEMPO DE IDA	1.74	min	
TIEMPO DE VUELTA	1.58	min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24	min	
RENDIMIENTO EFECTIVO			
	29.15	44.0	
	m ³ /h	Tm/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO			
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA			
PROCESO:	Preparacion de la subrasante		
Tipo de maquinaria:	CARGADOR FRONTAL	Marca:	CAT Modelo: 950L
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN	3.3	m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE	100	m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)	6.9		
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)	7.6		
D. FACTOR DE CARGA	1		
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO	0.02	min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO	0.02	min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN	0.04	min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO	0.04	min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA	0.78		
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES	0.8		
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO	1.51		
TIEMPO DE VIAJE			
TIEMPO DE IDA	1.74	min	
TIEMPO DE VUELTA	1.58	min	
TIEMPO DE CICLO TOTAL	4.24	min	
RENDIMIENTO EFECTIVO			
	29.15	44.0	
	m ³ /h	Tm/h	

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
PROCESO:		Preparación de la subrasante			
Tipo de maquinaria:	CARGADOR FRONTAL	Marca:	CAT	Modelo:	950L
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN		3.3		m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE		100		m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)		6.9			
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)		7.6			
D. FACTOR DE CARGA		1			
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO		0.02		min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO		0.02		min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN		0.04		min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO		0.04		min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78			
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES		0.8			
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO		1.51			
TIEMPO DE IDA					1.74 min
TIEMPO DE VUELTA					1.58 min
TIEMPO DE CICLO TOTAL					4.24 min
RENDIMIENTO EFECTIVO		29.15	44.0		
		m ³ /h	Tm/h		

HOJA DE CALCULO PARA EL RENDIMIENTO					
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA					
PROCESO:		Preparación de la subrasante			
Tipo de maquinaria:	CARGADOR FRONTAL	Marca:	CAT	Modelo:	950L
A. CAPACIDAD DEL CUCACHÓN		3.3		m ³	
B. DISTANCIA DE TRANSPORTE		100		m	
C. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (AVANCE)		6.9			
D. VELOCIDAD DE TRANSPORTE (RETROCESO)		7.6			
D. FACTOR DE CARGA		1			
F. TAMAÑO DEL MATERIAL TRANSPORTADO		0.02		min	
G. ALTURA DEL MATERIAL APILADO		0.02		min	
H. MOTIVOS DIVERSOS DE OPERACIÓN		0.04		min	
I. COMPOSICIÓN DEL TERRENO		0.04		min	
D. FACTOR DE EFICIENCIA		0.78			
D. FACTOR DE CONVERSIÓN DE VOLÚMENES		0.8			
E. DENSIDAD DE MATERIAL DEL TERRENO		1.51			
TIEMPO DE IDA					1.74 min
TIEMPO DE VUELTA					1.58 min
TIEMPO DE CICLO TOTAL					4.24 min
RENDIMIENTO EFECTIVO		29.15	44.0		
		m ³ /h	Tm/h		

Anexo 21. Correlación de procesos VS requisitos ISO 55001

PROCESOS	REQUISITOS NORMATIVOS																							
	CAPITULO 4				CAPITULO 5			CAPITULO 6		CAPITULO 7						CAPITULO 8			CAPITULO 9			CAPITULO 10		
	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	8.1	8.2	8.3	9.1	9.2	9.3	10.1	10.2	10.3
PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
LICITACIONES																		X						
PLANIFICACIÓN Y CONTROL OPERACIONAL				X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X				X	
OBRAS VIALES																								
ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS										X														
MANTENIMIENTO																								
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN										X														
RECURSOS HUMANOS											X	X	X											