



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO(A) CIVIL**

TEMA

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PREDICTIVO Y
CORRECTIVO A TRAVÉS DE LA COMPARATIVA DE LAS
MAQUINARIAS EN OBRAS DE VIALIDAD**

TUTOR

ISRAEL SANTIAGO BERMEO TIGRERO

AUTOR

ANTHONY XAVIER VARELA RIVERA

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO: Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a través de la comparativa de las maquinarias pesadas en obras de vialidad.		
AUTOR/ES: Varela Rivera Anthony Xavier	TUTOR: Bermeo Tigrero Israel Santiago	
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero(a) Civil	
FACULTAD: Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	CARRERA: Ingeniería Civil	
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2024	N. DE PÁGS: 126	
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción		
PALABRAS CLAVE: Mantenimiento correctivo, predictivo, preventivo, maquinarias, rendimiento, vías.		
<p>RESUMEN: El presente trabajo de investigación respondió al siguiente problema general: ¿De qué manera el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo influirá en el comportamiento en maquinarias pesadas?, se formuló el objetivo general: “Comparar el rendimiento de maquinarias pesadas mediante el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo para las obras en la vialidad ” y la Idea a defender es: La comparativa de los diferentes tipos de mantenimientos que permitirá obtener el rendimiento de las maquinarias pesadas en obras de vialidad más eficientes. El método general de investigación es descriptivo debido a la orientación del comportamiento del mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que equilibraría la búsqueda eficiente y excelente al momento de realizar trabajos en las vías. La población se define a la nómina del Proyecto que se encontraba como ejemplo Proyecto Quinindé – Las Golondrinas mientras que el tipo de muestra se realiza un cálculo numérico donde tiene como calor 62 colaboradores de la empresa constructora. Se aplicó la técnica de la entrevista al personal de trabajo cuyos resultados identificaron la necesidad de realizar un análisis comparativo del mantenimiento a aplicar en las maquinarias que se toman como ejemplos para identificar su rendimiento y ciclo de tiempo que necesiten cambio, limpieza o reparación. En conclusión, en la investigación se detectó que cuando se utiliza un equipo para la construcción cambia de manera significativa, particularmente cuando sirve disminuir el estado óptimo que presenten en su hora, día y mes laboral que forman un cronograma de obra adecuado en el proyecto civil.</p>		
N. DE REGISTRO	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI X	N <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Varela Rivera Anthony Xavier	Teléfono: 0979354798	E-mail: avarelar@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mg. Ing. Marcial Sebastián Calero Amores Decano de la facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mg. Ing. Eliana Noemi Contreras Jordán Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 242 E-mail: econtrerasj@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a través de la comparativa de las maquinarias pesadas en obras de vialidad

INFORME DE ORIGINALIDAD

6% INDICE DE SIMILITUD	6% FUENTES DE INTERNET	1% PUBLICACIONES	4% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	www.perubeta.net Fuente de Internet	1%
3	www.correosdelecuador.gob.ec Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to UNIBA Trabajo del estudiante	<1%
5	repositorio.upa.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
8	vbook.pub Fuente de Internet	<1%

9	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
11	fdocuments.ec Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Laica Vicente Roca fuerte de Guayaquil Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
16	www.derechoecuador.com Fuente de Internet	<1 %
17	eprints.ucm.es Fuente de Internet	<1 %
18	derechoecuador.com Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

20 moam.info
Fuente de Internet

<1 %

21 www.dspace.uce.edu.ec
Fuente de Internet

<1 %



ISRAEL SANTIAGO
SERGIO TIGERO

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 20 words

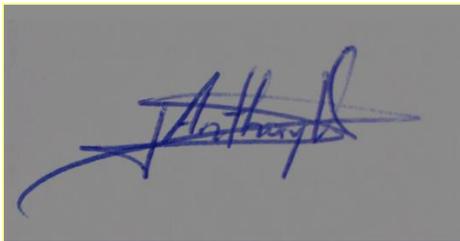
Excluir bibliografía Activo

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado Anthony Xavier Varela Rivera, declaro bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a través de la comparativa de las maquinarias pesadas en obras de vialidad, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor



Firma:

Anthony Xavier Varela Rivera

C.I. 0952859023

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a través de la comparativa de las maquinarias pesadas en obras de vialidad, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a través de la comparativa de las maquinarias pesadas en obras de vialidad, presentado por el estudiante ANTHONY XAVIER VARELA RIVERA como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose aptos para su sustentación.



Firmado electrónicamente con:
ISRAEL SANTIAGO
BERMEO TIGRERO

Firma:

Israel Santiago Bermeo Tigreiro

C.C. 0923307862

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien ha sido mi guía constante a lo largo de mi vida. También quiero agradecer a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil por brindarme la oportunidad de estudiar y obtener este título profesional. Agradezco sinceramente a todos los profesores que contribuyeron al desarrollo de mis habilidades, capacidades y valores como Ingeniero Civil. Asimismo, agradezco a mi tutor por su constante apoyo en la realización de este trabajo. Agradezco a mis compañeros de clase, tanto a los que continuaron junto a mí hasta la culminación de nuestros estudios superiores, como a aquellos que tomaron otros caminos. Por último, quiero agradecer a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a mi éxito académico. Gracias a todos, les envío un abrazo desde lo profundo de mi corazón.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo:

A mi padre Edgar Varela, porque este es un tributo a su incondicional trabajo, a ese afecto inigualable, a la confianza infinita en mi potencial como persona, al carácter que me ha enseñado cada día con disciplina.

A mi rayito de sol, a mi angelito bello, mi hermanita Doris Varela sé que, desde allá, de ese lugar tranquilo y apacible donde estas, cada día me acompañas, a ti con todo mi amor te dedico este triunfo, jamás te olvido, siempre vives en mi corazón.

A mi ángel, mi abuelita Clarita Flores, gracias por creer en mi potencial y mi talento, por todas las palabras llenas de aliento, por forjar en mi ese carácter de conquistar las metas con responsabilidad.

A mi familia que se convirtió en el faro que alumbraba mi meta, les dedico este trabajo que fue el esfuerzo de todos, espero ser un orgullo para ustedes, de que todo sacrificio tiene su recompensa.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación respondió al siguiente problema general: ¿De qué manera el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo influirá en el comportamiento en maquinarias pesadas?, se formuló el objetivo general: “Comparar el rendimiento de maquinarias pesadas mediante el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo para las obras en la vialidad ” y la Idea a defender es: La comparativa de los diferentes tipos de mantenimientos que permitirá obtener el rendimiento de las maquinarias pesadas en obras de vialidad más eficientes. El método general de investigación es descriptivo debido a la orientación del comportamiento del mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que equilibraría la búsqueda eficiente y excelente al momento de realizar trabajos en las vías. La población se define a la nómina del Proyecto que se encontraba como ejemplo Proyecto Quinindé – Las Golondrinas mientras que el tipo de muestra se realiza un cálculo numérico donde se tiene como valor 62 colaboradores de la empresa constructora. Se aplicó la técnica de la entrevista al personal de trabajo cuyos resultados identificaron la necesidad de realizar un análisis comparativo del mantenimiento a aplicar en las maquinarias que se toman como ejemplos para identificar su rendimiento y ciclo de tiempo que necesiten cambio, limpieza o reparación. En conclusión, en la investigación se detectó que cuando se utiliza un equipo para la construcción cambia de manera significativa, particularmente cuando sirve disminuir el estado óptimo que presenten en su hora, día y mes laboral que forman un cronograma de obra adecuado en el proyecto civil.

Palabras Claves: Mantenimiento correctivo, predictivo, preventivo, maquinarias, rendimiento, vías.

ABSTRACT

The present research work responded to the following general problem: How will preventive, predictive and corrective maintenance influence the behavior of heavy machinery? The general objective was formulated: "Compare the performance of heavy machinery through preventive, predictive maintenance and corrective for road works" and the Idea to be defended is: The comparison of the different types of maintenance that will allow obtaining the performance of heavy machinery in more efficient road works. The general research method is descriptive due to the behavioral orientation of preventive, predictive and corrective maintenance that would balance the efficient and excellent search when carrying out work on the roads. The population is defined by the payroll of the Project that was found as an example of a numerical project where the value of 92 collaborators of the construction company is taken. The interview technique was applied to the work personnel whose results identified the need to carry out a comparative analysis of the maintenance to be applied to the machinery that is taken as examples to identify its performance and cycle time that needs change, cleaning or repair. In conclusion, in the investigation it was detected that when equipment is used for construction it changes significantly, particularly when it serves to reduce the optimal state that they present in their time, day and work month that form an adequate work schedule in the civil project.

Keywords: Corrective, predictive, preventive maintenance, machinery, performance, route.

ÍNDICE GENERAL

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES	vi
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR.....	vii
<i>CERTIFICO:</i>	<i>vii</i>
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xv
INDICE DE TABLAS	xvi
INDICE DE ANEXOS.....	xx
<i>INTRODUCCION</i>	<i>1</i>
<i>CAPÍTULO I</i>	<i>3</i>
<i>ENFOQUE DE LA PROPUESTA</i>	<i>3</i>
<i>1.1 Tema:</i>	<i>3</i>
<i>1.2 Planteamiento Del Problema:</i>	<i>3</i>

1.3 Formulación Del Problema:	7
1.4 Objetivo General	7
1.5 Objetivos Específicos	7
1.6 Idea a defender	8
1.7 Línea De Investigación Institucional	8
CAPÍTULO II	9
2.1 Marco Teórico:	9
2.1.1 Antecedentes a la problemática en estudio.	9
2.1.2 Referentes teóricos.....	10
2.1.3 Historia del mantenimiento.....	11
2.1.4 Importancia del mantenimiento	13
2.1.5 Objetivos del mantenimiento	13
2.1.6 Tipos de mantenimiento	15
2.1.7 Mantenimiento Correctivo	16
2.1.8 Mantenimiento Predictivo	18
2.1.9 Mantenimiento Preventivo.....	20
2.1.10 Maquinaria pesada en ejecución de obra civil	22
2.1.11 Rendimiento de maquinaria	23
2.1.12 Parámetros de Mantenimiento	24
2.1.13 Mantenimiento	25

2.2 Marco Conceptual	27
2.2.1 Definición de los tipos de maquinaria pesada	27
2.3 Marco Legal	29
CAPÍTULO III	34
MARCO METODOLÓGICO	34
3.1 Enfoque de la investigación: cualitativo	34
3.2 Alcance de la investigación: descriptivo	36
3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos	38
3.4 Población y muestra	56
CAPÍTULO IV	57
PROPUESTA O INFORME	57
4.1 Presentación y análisis de resultados	57
4.1.1 Rendimiento de cargadora	60
4.1.2 Rendimiento de la excavadora.....	62
4.1.3 Rendimiento de la finisher.....	64
4.1.4 Rendimiento de la motoniveladora	65
4.1.5 Rendimiento de Retroexcavadora	66
4.1.6 Rendimiento de Rodillo	67
4.1.7 Rendimiento de Tractor.....	67
4.2 Análisis comparativo de los mantenimientos correctivos, predictivos y	

<i>preventivos de las maquinarias pesadas</i>	69
4.2.1 Cargadora Frontal Caterpillar 962H	69
4.2.2 Excavadora Doosan DX225LCA	70
4.2.3 Finisher Barber Greene BG-210B	74
4.2.4 Motoniveladora Caterpillar 14H	79
4.2.5 Retroexcavadora Caterpillar 420	83
4.2.6 Rodillo Neumático AMMANN AP240	87
4.2.7 Tractor Caterpillar D9 GC	91
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS	97
ANEXOS	102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 16

Figura 2 33

Figura 3 39

Figura 4 40

Figura 5 41

Figura 6 42

Figura 7 43

Figura 8 44

Figura 9 45

Figura 10 46

Figura 11 47

Figura 12 48

Figura 13 49

Figura 14 50

Figura 15 51

Figura 16 52

Figura 17 53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	38
Tabla 2	40
Tabla 3	41
Tabla 4	42
Tabla 5	43
Tabla 6	44
Tabla 7	45
Tabla 8	46
Tabla 9	47
Tabla 10	48
Tabla 11	49
Tabla 12	50
Tabla 13	51
Tabla 14	52
Tabla 15	53
Tabla 16	54
Tabla 17	58
Tabla 18	59
Tabla 19	60
Tabla 20	61
Tabla 21	61
Tabla 22	63

Tabla 23	63
Tabla 24	69
Tabla 25	70
Tabla 26	71
Tabla 27	71
Tabla 28	71
Tabla 29	71
Tabla 30	72
Tabla 31	72
Tabla 32	72
Tabla 33	72
Tabla 34	73
Tabla 35	73
Tabla 36	73
Tabla 37	73
Tabla 38	73
Tabla 39	74
Tabla 40	74
Tabla 41	75
Tabla 42	75
Tabla 43	75
Tabla 44	76
Tabla 45	76
Tabla 46	76

Tabla 47	77
Tabla 48	77
Tabla 49	78
Tabla 50	78
Tabla 51	78
Tabla 52	78
Tabla 53	78
Tabla 54	79
Tabla 55	79
Tabla 56	79
Tabla 57	80
Tabla 58	80
Tabla 59	81
Tabla 60	81
Tabla 61	81
Tabla 62	82
Tabla 63	82
Tabla 64	82
Tabla 65	82
Tabla 66	83
Tabla 67	83
Tabla 68	84
Tabla 69	84
Tabla 70	84

Tabla 71	84
Tabla 72	85
Tabla 73	85
Tabla 74	85
Tabla 75	85
Tabla 76	86
Tabla 77	86
Tabla 78	86
Tabla 79	86
Tabla 80	87
Tabla 81	87
Tabla 82	87
Tabla 83	87
Tabla 84	88
Tabla 85	88
Tabla 86	89
Tabla 87	89
Tabla 88	89
Tabla 89	89
Tabla 90	89
Tabla 91	90
Tabla 92	90
Tabla 93	90
Tabla 94	91

Tabla 95	91
Tabla 96	91
Tabla 97	92
Tabla 98	92
Tabla 99	92
Tabla 100	93
Tabla 101	93
Tabla 102	93
Tabla 103	93
Tabla 104	94
Tabla 105	94
Tabla 106	94

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	102
Anexo 2	102
Anexo 3	103
Anexo 4	103
Anexo 5	104
Anexo 6	104
Anexo 7	105
Anexo 8	105
Anexo 9	106

INTRODUCCION

Al inicio de la época de la industrialización, que se generó a mediados del siglo dieciocho e inicios del siglo diecinueve, siendo Gran Bretaña como pionera en la revolución industrial. Se dio por la necesidad de aumentar la productividad y abaratar costos de mano de obra, aparte para abrir nuevas fuentes de ingresos para ciertos sectores, tanto como el público y privado. Esto ha generado en la actualidad una mayor demanda en conjunto con la tecnología e innovación, que implica una mayor solución para el ser humano y amigable con el medio ambiente. Esto se traduce que existe menor consumo y mayor rendimiento, siempre y cuando exista un plan de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a los distintos equipos o maquinas a ocupar en obras de vialidad. Esto ha servido para garantizar el correcto funcionamiento y a su vez tener un diagnóstico más claro de posibles problemas en la cual se pueda solucionar de inmediato o a largo plazo.

Hoy en día las grandes potencias como Estados Unidos de América, China, Alemania, Francia, Japón, entre otros. Son países con mayor demanda de maquinarias pesadas, por el simple hecho de que siempre están construyendo infraestructura o proyectos de obra civil. Cabe recalcar que estos países tienen un acuerdo ambiental que se denomina el acuerdo de Paris, que entro en actividad el 4 de noviembre de 2016, con 193 países más a la Unión Europea.

Ecuador es uno de los países que conforma este tratado, se enlazo el 26 de Julio de 2016, en la cual ínsito a que se mitigara el impacto de emisiones de gases que causan el efecto invernadero, así como reducir la temperatura global: causante del derretimiento de los glaciares, subida de la marea, escasez de lluvia o excesivas precipitaciones en lugares altamente vulnerables a desastres naturales, cambio con el ecosistema, así como la flora y fauna de determinado sitio.

Los distintos mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos son relevantes en el contexto actual de maquinarias pesadas para obras de vialidad. ya que permite tener un excelente comportamiento al momento de realizar trabajos en las vías sin que esto pueda afectar su rendimiento y operatividad en sus actividades, además de

prolongan la utilidad y disponibilidad de las maquinarias.

La empresa privada Equitesa, desarrollo un proyecto de “Rehabilitación, Rectificación y Mejoramiento para Quinindé-Las Golondrinas de 33,8 km, incluyendo paso lateral Las Golondrinas de L= 5 km, puente sobre el Río Duana L = 28 m y paso peatonal La Sexta L = 20,7 m” ubicado las provincias de Esmeraldas e Imbabura. Se observo mediante una jornada laboral una planificación por la mañana ir a la cantera para la verificación del material que iba hacer stockeado y ser colocado en la sub-brasante, ya que las condiciones del terreno no se encontraban aptas y no cumplía con las especificaciones técnicas del proyecto. Dentro del Río Blanco, funcionaban 5 excavadoras que se empleaban como stock de material, estableciendo un 100 % de utilidad en dos excavadoras, mientras que, con un 60 o 65 % de uso en tres excavadoras por piezas desgastadas, como; tren de rodaje y bomba hidráulica, causando un retraso inactivo de 2 a 3 días, por temas de logísticas de la localidad de la obra.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a través de la comparativa de las maquinarias pesadas en obras de vialidad.

1.2 Planteamiento Del Problema:

Para empezar el orden correcto de plantear la problemática, se considera que en los últimos tiempos las máquinas pesadas, que están consolidadas en la industria contemporánea por su sostenimiento han sufrido a cambios drásticos en diferentes áreas, como la tecnología, la economía, lo social, lo organizacional y lo humano. Estas transformaciones afectan y damnifican la operatividad del mantenimiento, ya que son enfoques generales e indispensables para la producción en el desarrollo operativo de construcciones civiles (Valverde Obregón, 2021, p. 19).

En consecuencia, con lo antes expuesto en el tiempo actual, la conservación no se limita únicamente a ser un área encargada de reparar y abastecer las máquinas, sino que se vincula con actividades relacionadas con la organización, la accesibilidad y el manejo de los mecanismos. A fin de que, el interés general del sustento es asegurar que los equipos mecánicos estén en buenas condiciones y operativos, de manera de que se pueda disminuir el tiempo de paralización debido a la necesidad de repuestos de piezas para la maquinaria (Valverde Obregón, 2021, p. 60).

Para ejemplificar tales consideraciones, puede apreciarse en el desarrollo un país de potencia mundial, como lo es Japón, ejecutando una metodología de aprendizaje llamada Mantenimiento Productivo Total que busca optimizar la eficacia productora en el campo y maximizar su utilidad. Por tanto, es necesario alinear con las intenciones existentes en su sostenimiento y como su interés general aumentar el beneficio. De la

misma forma, implica el compromiso de los trabajadores eficientes en el sostenimiento empresarial y equipamiento (Perales Chilingano, 2023, p. 27).

Se evidencia una de las particularidades claves del Mantenimiento Productivo Total que incrementa los tiempos de fallos o más conocido como Mean Time Between Failure y gestionar el sustento preventivo enfocado en la durabilidad de las maquinarias pesadas. En este sentido se comprende básicamente, en un enfoque que se centra en apaciguar los desgastes causados por inactivación, contratiempos, problema de eficacia y precio de sostenimiento (Perales Chilingano, 2023, p. 26).

Desde la parte noroeste de América del Sur, específicamente en Bucaramanga, Colombia, la empresa TRIBU S.A.S, dedica a la ejecución de trabajos constructoras, ha implementado un método de sostenimiento preventivo empleado en sus equipos. Durante este proceso, han identificado una cadena de deficiencias y desperfectos que perturban a la utilidad de las maquinarias. Por tanto, los intereses del plan es garantizar una correcta labor, lo cual se traduce al incremento dentro de la obtención y se reduce valores monetarios para reparar (Aquino Vargas & Muzo Villacis, 2021, p. 16).

Cabe destacar que los estudios realizados por TRIBU S.A.S aumento, la inmovilidad en las máquinas se debe a las deficiencias que experimentan, aquellas que ocurren debido a un uso excesivo y a la falta de sostenimiento regular. Igualmente, se ha identificado una inexperiencia sobre el funcionamiento y la estructura de las maquinarias pesadas, lo cual influye a su mal desempeño. En concordancia, el plan de implementación por la empresa colombiana desempeña un factor importante para mejorar la situación vigente y próximo dispositivos a utilizar, permitiendo así una mayor eficiencia y rendimiento en las actividades de la compañía (Quinncompany, 2022, p. 1).

De manera opositora se encuentra otra empresa colombiana de construcción

TRASERCOL S.A.S que no cuenta con un método de sostenimiento preventivo por las falencias en la mano de obra calificada dentro del departamento sostenible que pueda hacerse cargo de circunstancias vigentes y subordinación. Esto significa que en el departamento mencionado se basa en fundamentos y cuentas establecidas para el sostenimiento correctivo encajado en el equipamiento (Benavides Vásquez, 2022, p. 7).

Ocasionalmente, este informe que se emplea en esta problemática se ve limitada debido a las guías establecidas por un técnico inexperto, folletos de datos y registros de maquinarias pesadas de su propiedad, que no están ordenadas cibernéticamente ni en organizadas físicamente. Asimismo, esto se debe a la falta de una revisión activo y rastreo en las máquinas que se movilizan en trayectos vinculados en su compañía y a la falta de una planificación que comprenda devolución de elementos de equipos o la modificación de serie, modelo y capacidad. (Benavides Vásquez, 2022, p. 8).

Para el autor Mercado Julca (2022), los sustentos predictivos se concentran principalmente en dos etapas. En primera instancia implica la recopilación de antecedentes, la operación de reemplazo o reanudación, y el bosquejo para vías que conserven la efectividad del tipo de sostenimiento. En segunda instancia se refiere al cumplimiento y apoyo de abastecimiento en bienes de la compañía e inicialmente en el área de maquinarias pesadas correspondientes. En otro orden de ideas, se empareja a la durabilidad existente y recurso de antigüedad de las piezas involucradas que se complementan en las máquinas. Resumiendo lo planteado, el número de revisiones es clave, ya que, al realizar una verificación con anterioridad sobre las vías accesibles, se puede asegurar que estos elementos dispongan su debido espacio en las máquinas sin desgastar la pieza para realizar un transporte adecuadamente. En caso de que se detecte un deterioro, será indudable la necesidad de reemplazar una parte por una reciente (p. 38).

Iniciando el aporte nacional de esta problemática, las empresas constructoras

ecuatorianas, se ven influenciadas por su rápido desarrollo dentro de trabajos asociados de manera privada como pública. Este aumento solo hace más importante meditar los sostenimientos de prevención, predicción y corrección en la ejecución correspondiente para los equipos de construcción. Dentro de este marco, la aspiración investigatoria se centra en abordar el problema de la utilización incorrecta en producción de estas máquinas. Considerando que, el aprovechamiento y la explotación obtienen causantes con graves inconvenientes actuales y en vidas futuras, así, la determinante indicada hacia el éxito de los proyectos futuros son el beneficio y la eficacia del equipamiento, tanto en rubros progenitoras como en menores intereses (López & Sárate, 2023, p. 11).

El ordenamiento de las maquinarias pesadas necesita al sostenimiento dentro de un cumplimiento de propósito que preserven la disposición, ya que contribuye a mejorar los métodos implementados en óptimas circunstancias. La metodología de ejecución de sostenimiento de productividad final conocida como TPM se define como el conjunto metodológicas relacionadas que se utilizan para mantener su función en el aprovechamiento sistemático junto a el fin de aprovechar el recurso de las maquinarias y el logro de disponer el período de funcionamiento mencionada en la fabricación (Perales Chilingano, 2023, p. 6).

Los sostenimientos de prevención, predicción y corrección se delimitan para el uso de la utilidad, que no se deterioren, ni se estropeen, ni se operen por técnicos inexpertos. De este modo, la verificación de inconvenientes presentes como el programa anual de gastos impulsen el crecimiento de confianza y vacante, que recurran a preservan los equipos (Quinncompany, 2022, p. 1).

El objetivo de conservar una técnica de sostenimiento es para obtener beneficios tanto económicos como ambientales. Como se puede ejemplificar, se busca aminorar la contaminación como los posibles derrames en las tuberías hidráulicas debido al deterioro excesivo a lo largo del tiempo. Esto evita la contaminación de la granulometría de

material de tierra y la emisión excesiva de gas carbónico por parte de las máquinas constructoras durante su funcionamiento. Estos factores afectan tanto a los individuos como al medio ambiente. Es necesario identificar una amplia variedad de maquinarias, como cargadoras frontales, compactadores, excavadoras, finishers, motoniveladoras, rodillos, tractores, etcétera, que están envueltas en este proceso (Barahona, 2021, p. 22).

Dentro de esta orientación de la problemática, se finaliza con este proyecto mencionado al comportamiento del sostenimiento o mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que contrarrestaría la búsqueda eficiente y excelente al momento de realizar trabajos en las vías sin que esto pueda afectar su rendimiento y operatividad en las actividades, además de prolongar la utilidad y la disponibilidad de las maquinarias pesadas.

1.3 Formulación Del Problema:

¿Cuál sería el análisis comparativo de las maquinarias pesadas mediante el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo para su efectividad en obras de vialidad?

1.4 Objetivo General

Elaborar la comparativa de maquinarias pesadas mediante el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo para obras en la vialidad.

1.5 Objetivos Específicos

- Identificar como es el mantenimiento de prevención, predicción y corrección de las máquinas pesadas.
- Establecer la comparativa de las máquinas pesadas con mantenimiento de prevención, predicción y corrección de las máquinas pesadas adecuadas.

- Evaluar el análisis comparativo de las máquinas pesadas con el mantenimiento de prevención, predicción y corrección en las obras de vialidad.

1.6 Idea a defender

La comparativa de las distintas opciones de mantenimientos permitirá obtener el rendimiento de las maquinarias pesadas en las construcciones de carreteras más eficientes.

1.7 Línea De Investigación Institucional

- Dominio: Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco- amigable, industria y desarrollo de energías renovables.
- Línea Institucional: Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.
- Línea de Facultad: Territorio.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico:

2.1.1 Antecedentes a la problemática en estudio.

Dentro de la investigación proporcionada por el autor Perales Chilingano (2023), se plantean opciones para solucionar el problema recurrente en las imperfecciones de máquinas constructoras encargado por el Municipio Distrital de San Jerónimo, utilizando el abastecimiento como principal elemento del mantenimiento. Después de implementar estas medidas, se observó una mejora del 13,31% del abastecimiento, exponiendo un resultado que aporta a la disminución indicadora en el constante defecto (p. 3).

Para el trabajo de investigación que destaza la Aplicación del Sistema de Mantenimiento que se basa condicionalmente por máquinas y automóviles del área automotriz del Municipio de Tulcán, se lleva a cabo un análisis de reducir los precios de sostenimiento mediante la implementación del método CBM y el desempeño de un programa informático y tecnológico en maquinarias pesadas y automóviles durante un período de 6 meses de operatividad. De esta manera, se concluye que este sistema es de buen uso y eficacia para la Autoridad en obradores, ya que tiene la capacidad de minimizar precios y aumentar la vulnerabilidad de eficacia del método empleado, aprovechando los bienes que ofrece el software MP9, el cual se implementa y utiliza en la optimización adecuada del método CBM (UpKeep Technologies, 2023, p. 1).

Según el próximo trabajo investigador que realizó, se aborda sobre la ejecución de nuevas técnicas de sostenimiento como la prevención que aporta a la mejora de recurso en las máquinas dentro de la entidad del Municipio de Vice. Para resolver el problema, se fraccionó una programación del trabajo en cinco fases: tenacidad de los requisitos, cambio de una nueva técnica de sostenimiento, habilitar los métodos de sostenimiento, provecho de técnicas a implementar y capacitar a los trabajadores

técnicos. En cada fase se desarrolló un seguimiento de cronograma y se dispuso el precio. De igual manera, se realizó la observación de analizar económicamente un trabajo de investigación, en la última descripción, se hace un análisis de respuestas, aquellas demostraciones que implican un método de sostenimiento de prevención que posee como consecuencia un impacto correcto en el Municipio, se adaptaron por su mayor disposición de unidades, disminución de precios y lograr el llamado de cuidado en proyectos constructivos del departamento distrital (Bancayan Periche, 2020, p. 11).

2.1.2 Referentes teóricos.

Los distintos mantenimientos de una máquina de construcción y equipamiento en los proyectos de carreteras son fundamentales para asegurar su optimización en los ámbitos de operatividad y durabilidad. Para lograr esto, es necesario desarrollar las definiciones claras de los 3 tipos de sostenimiento:

Los mantenimientos de prevención implican una recolección de acciones de mantener de forma adecuada sin anterioridad de que ocurran deficiencias de la máquina. Las presentes acciones incluyen verificación de la nivelación en aceites, los filtros, el líquido de frenos, etcétera. Por tanto, para alcanzar la debida confianza se debe especificar las acciones indispensables y exponerlas. El sostenimiento de prevención se basa en ejecutar revisiones periódicas de cada máquina sin dificultad de su fallo. Para aportar con la programación de este mantenimiento se recomienda que sus piezas sean de fabricación y se ajuste al rendimiento real de las demás maquinarias que funcionan. Los mantenimientos de predicción involucran la utilización tecnológica y estudios de datos que anticipan y previenen imperfecciones. Se puede ejemplificar en el caso de la implementación de sensor. Asimismo, el sostenimiento predictivo es un método que se define en monitoria técnicamente las máquinas, se realiza un estudio exhaustivo del equipamiento, consideras las anomalías, nivelación de la utilidad y alarmas apreciables e inapreciables. Podemos concluir, que su propósito se describe como un registro informático a detalle sobre su condición actual de la maquinaria.

Los mantenimientos de corrección desarrollan una singularidad, se lleva a cabo luego de que ha ocurrido un defecto o una deficiencia en los equipos e interviene para una reparación y restablecer las maquinarias a una mejor condición actual para que operen con normalidad.

2.1.3 Historia del mantenimiento

Los mantenimientos surgen en la evolución de la industrialización, el inicio del periodo histórico comprendido entre los años 1701 – 1800 en Gran Bretaña, se fue extendiendo a Europa Occidentalizada y hemisferio occidental anglosajona que termina en los años de 1820 – 1840. El personal era designado para realizar la tarea del mantenimiento de la maquinaria, esto se daba en industrias y fábricas. Durante la Segunda Guerra Mundial, entre 1936 – 1945, afirmó el concepto de fiabilidad, encargado de la capacidad de las máquinas de funcionar correctamente en un tiempo explícito, mediante bajas especificaciones de operatividad, como la presión, la temperatura, la velocidad, la tensión, las vibraciones, entre otras determinantes. En consecuencia, el departamento de mantenimiento no solo lleva a cabo labores correctivas, sino que también adopta medidas preventivas (MovilGMAO, 2020).

A finales del siglo XIX, inicio a mecanizar las industrias, la historia del mantenimiento de maquinaria pesada se remonta al desarrollo técnico industrial y mecánica de la humanidad. En esa época, el mantenimiento no era una prioridad, ya que, lo realizaban los mismos trabajadores que se encargaban de la operación y producción. Por consiguiente, la industria automotriz, la empresa Ford Motor Company fue una de las primeras en acudir y complementar el mantenimiento. Con el tiempo, se implementó en todas las empresas, micro y macro, con el objetivo de control y ordenar los vehículos y maquinarias que requerían mantenimiento y prevenir problemas inesperados que pudieran causar gastos mayores en la empresa (Nelson, 2022).

A partir de la década de 1950, se ha generado el populismo del mantenimiento predictivo y preventivo, el cual ayuda a evitar fallas imprevistas en maquinarias y vehículos. Así también, la maquinaria pesada ha tenido una historia larga y significativa, que aparece en situaciones complejas. Ya que, se vieron en la necesidad de reparaciones de piezas o unidades más frecuentes. Debido a que, el mantenimiento predictivo se implementa básicamente en instrumentos precisos de medición para predecir y prevenir posibles fallas para no disminuir la producción y el desempeño del trabajo en general (Astrid, 2021).

En los años 80 se introdujo el Mantenimiento Productivo Total (TPM) lo que llevó a transferir algunas tareas del mantenimiento al personal de producción y se combinó con el Mantenimiento basado en la Fiabilidad (RCM) para definir quién debía realizar las tareas. Posteriormente, indica que gracias al aporte digital en procedimiento o con la implementación de aspiraciones técnicas mediante la ciencia, surgieron herramientas móviles como MovilGmao, que complementan cualquier Gestión de Mantenimiento asistida por ordenador (GMAO). La cual, aquellos técnicos que trabajaban fuera de la fábrica se permitirían acceder a toda la información a través de la aplicación, lo que podría beneficiar al departamento de administración y aumenta la productividad (MovilGMAO, 2020).

Los relatos que intervienen hoy en día, a pesar de que algunas empresas siguen realizando únicamente mantenimiento correctivo, es esencial comprender que el mantenimiento es fundamental para mejorar, agilizar, comprender al mercado y ampliar los beneficios empresariales. Esto se debe a que, en un entorno altamente competitivo, donde la reducción de costos es esencial, el mantenimiento es el comienzo estadístico de vital importancia que surge desde esa competencia de entidades. Por lo tanto, implementar herramientas de movilidad en la gestión del mantenimiento es una gran ventaja, la detención de MovilGmao se puede integrar con facilidad en diversos softwares

para la realización de diferentes tareas, como tareas de mantenimiento, fichajes de entrada y salida, inspección de edificios, entre otras, permitiendo que los técnicos realicen reportes en tiempo real desde cualquier dispositivo (MovilGMAO, 2020).

2.1.4 Importancia del mantenimiento

El mantenimiento es una actividad necesaria para lograr un correcto desempeño de los equipos o máquinas, donde se realizan procesos de verificación, prevención y corrección. Siguiendo estrategias óptimas, el mantenimiento busca reducir costos y garantizar un rendimiento, fiabilidad y disponibilidad adecuados del sistema, vuelve a mencionar que es indispensable destacar que la falta de registro y planificación para el mantenimiento puede disminuir drásticamente la vida útil y el rendimiento de una máquina (Nelson, 2022).

El surgimiento de nuevos desarrollos y conocimientos involucra al área de sostenimiento que menciona un requerimiento de trabajadores idóneos en aspectos determinantes de estudio. Por lo tanto, la planificación y organización del mantenimiento son fundamentales para obtener los mejores resultados. Para ello, se deben establecer estrategias adecuadas que permitan la realización de tareas preventivas y correctivas de manera eficiente y efectiva. Así, se logra garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y prolongar su vida útil, aumentando la productividad y reduciendo los costos empresariales en el proceso. Por lo tanto, las acciones añaden encaramiento y profesionalismo del departamento (Aquino Vargas & Muzo Villacis, 2021).

2.1.5 Objetivos del mantenimiento

Para comprender y ser conscientes de la objetividad que expresa una idea clara sobre el mantenimiento en el ámbito empresarial, relata que García Garrido en el 2016 hace un comentario: “El objetivo de un departamento como el de mantenimiento no es disponibilidad absoluta, si no conseguir que la disponibilidad no afecte a la producción”,

este personaje corresponde al sostenimiento dentro de distintos talentos que se encuentran en la compañía, expuestas por su eficacia, su protección y factores positivos con la naturaleza (León, 2022).

Para el autor Nelson se considera estos principales objetivos del mantenimiento (Nelson, 2022):

- a. Establecer medidas para reducir al mínimo los costos ocasionados por paradas no planificadas de maquinarias que resultan en pérdidas de producción o servicios, incluyendo los costos del mantenimiento mismo.
- b. Disminuir el deterioro de la maquinaria para evitar el incremento de productos rechazados o degradación en la calidad del resultado final.
- c. Ofrecer conocimientos y ayuda a partir de la experiencia adquirida, con ciudadanos participativos dentro de la organización y administración de nuevas instalaciones.

El mantenimiento de equipos es fundamental para garantizar la estabilidad de su función y su estatus en los equipos. En general, el mantenimiento se enfoca en la combinación de procesos de verificación, prevención y corrección, y se lleva a cabo tanto con acciones predictivas, preventivas y correctivas. En continuación, la complejidad de máquinas en ejecución deberá desarrollar sus actividades de manera adecuada y no forzada, para disponer de su vida útil. Por lo tanto, la base fundamental es garantizar la disponibilidad, fiabilidad y seguridad de los equipos, reduciendo al mismo tiempo los costos asociados con el mantenimiento (Benavides Vásquez, 2022).

Para consolidar estos logros se debe mejorar resultados, es urgente asociar estrategias de mantenimiento óptimas que permitan proporcionar fiabilidad, disponibilidad y rendimiento a un costo reducido. En este sentido, el uso de un cronograma específico y detallado de mantenimiento se convierte en una herramienta valiosa para prolongar la durabilidad de las maquinarias y responder un correcto

funcionamiento. Para así, tomar un equipo que cuenta con un registro adecuado de trabajo y un plan de mantenimiento específico está destinado a durar más tiempo y a presentar un mejor rendimiento que aquellos que no tienen dichas medidas. (Valverde Obregón, 2021)

Al comenzar sus relatos del autor, el mantenimiento también es importante para asegurar el tiempo de vida del equipamiento compuesto sobre los sistemas que acatan su funcionalidad. Que se considera como la realización de tareas predictivas, preventivas y correctivas, para asumir roles de competitividad sobre los equipos y piezas que intervienen. En el caso de que no se ejecute el mantenimiento, las maquinarias corren el riesgo de tener una duración muy corta y un rendimiento mediocre en comparación con aquellas que sí tienen un plan desarrollado. En recapitulación, el sustento de máquinas es una actividad esencial para garantizar la buena marcha y prolongar su vida útil, siendo la planificación y ejecución adecuada desde su inicio hasta su fin, que durante su labor comprenderá situaciones claves para lograr altos resultados (López & Sárate, 2023).

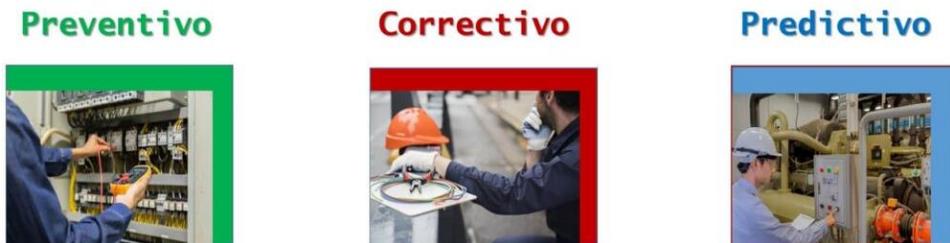
2.1.6 Tipos de mantenimiento

La identificación de resultados obtenido del mantenimiento en maquinaria pesada con el tiempo de trabajo se aplica con mayor frecuencia en la industria automotriz. Por esto, existen diversos tipos de mantenimiento, las cuales se emplean para mantener los equipos y sistemas de trabajo funcionando de manera efectiva y segura. Entre los principales tipos de mantenimiento se encuentra:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Preventivo

Figura 1

Tipos de mantenimientos en automotriz



Fuente: (Energyalcom, 2020)

Al exponer la imagen 1, visualiza la diversidad de mantenimiento más comunes y que se utilizan en la actualidad. Puesto que cada sistema se encarga de cumplir una función indispensable dentro de la ejecución en obra. Que da un aporte a la durabilidad, confiabilidad y rendimiento favorable de las máquinas y equipos en funcionamiento. Igualmente, son asociados a prolongar el tiempo de vida que comprende las máquinas que se someten a módulos mecánicos.

2.1.7 Mantenimiento Correctivo

La sostenibilidad de corrección es una acción reactiva empleada de manera inmediata luego de que ocurre un daño y fallas imprevistas en una maquinaria, describe de esa manera. Su objetivo principal es restaurar el funcionamiento normal y evitar interrupciones no previstas en la productividad de la obra (Perales Chilingano, 2023).

1. Por un lado, podemos observar que el mantenimiento correctivo cumple con parámetros específicos, y se realiza de manera inmediata al producirse un error o daño en la máquina o vehículo. Esto se debe a que su aplicación es crucial para evitar la pérdida de productividad y, en ocasiones, evitar daños materiales o conflictos con los usuarios que se expuso por Vásquez Sánchez en el 2014. Por otro lado, cuando se

establecen planes de mantenimiento, se pueden establecer parámetros de funcionamiento que sirvan como referencia para aplicar el mantenimiento correctivo en el menor tiempo posible y evitar la interrupción del funcionamiento de la maquinaria (Astrid, 2021).

2. En este sentido, es importante resaltar que la falta de planes o fechas para aplicar mantenimiento correctivo puede ser perjudicial, ya que se provoca una interrupción no prevista en el funcionamiento de las máquinas o equipos. Es decir, el alargue del paro en el funcionamiento por la falta de aplicar un mantenimiento correctivo, puede generar una pérdida significativa de tiempo y recursos para la empresa. Por lo tanto, se prevé establecer planes de mantenimiento que permitan aplicar el mantenimiento correctivo en el tiempo adecuado y evitar futuras interrupciones no planificadas en el funcionamiento de las maquinarias o equipos (Astrid, 2021).

2.1.7.1 Beneficios del Mantenimiento

Para el autor, el mantenimiento correctivo tiene múltiples ventajas que pueden enumerarse según los resultados de búsqueda (Vidal, 2021):

1. Beneficio económico a corto plazo: El mantenimiento correctivo admite soluciones de manera rápida a los problemas, que contribuye al crecimiento de ahorro de costos a corto plazo.

2. Menor necesidad de planificación: A diferencia del mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo no obliga una planificación exhaustiva. Puede llevarse a cabo cuando surge un problema, lo que reduce la insuficiencia de una planificación detallada.

3. Aumento de vida útil de equipos e instalaciones: Al momento de reparar y reemplazar partes en el mantenimiento correctivo, es posible prolongar la durabilidad de los equipos y las instalaciones, generando un mayor retorno de la inversión.

4. Continuidad en la operación: Permite la continuidad de los equipos y máquinas que sigan funcionando sin necesidad de reemplazarlos. Por esto, aporta a disminuir las interrupciones en el proceso productivo y elimina costos adicionales de reemplazo.

2.1.7.2 Desventajas del Mantenimiento

Las desventajas del mantenimiento correctivo, que interpreta el Grupo Ors (2021) que deben considerarse, como:

1. Falta de previsibilidad: Las fallas y averías pueden ocurrir de manera imprevista, lo cual puede generar interrupciones en la producción y afectar la planificación.

2. Tiempo de inactividad: El mantenimiento correctivo requiere detener la operación de la maquinaria pesada para realizar las reparaciones necesarias, lo que resultaría en tiempos de inactividad y pérdida de producción.

3. Subutilización del equipo: Se enfoca principalmente en la reparación de fallas y no dentro de optimizar su utilidad del equipamiento o máquinas que están en su labor. Esto significa que puede no estar funcionando de manera óptima, lo que podría afectar su eficiencia y durabilidad.

4. Incremento de costos a largo plazo: Este mantenimiento puede ser el más costoso de los demás. Por sus reparaciones correctivas, más que las preventivas y pueden requerir el reemplazo de partes o componentes dañados.

Es fundamental tener en cuenta los inconvenientes mencionados al elegir qué tipo de mantenimiento implementar en una organización. Muchos de estas intervenciones se relacionan y designan la mejor alternativa que permiten ser una combinación de mantenimiento preventivo y correctivo.

2.1.8 Mantenimiento Predictivo

La identificación sobre el mantenimiento predictivo es una estrategia clave para prevenir fallas en equipos y maquinarias. Consiste en utilizar análisis de datos y monitoreo constante para predecir posibles problemas. En primer lugar, es necesario recopilar datos relevantes, como temperatura, vibración o consumo de energía, y analizarlos utilizando técnicas de inteligencia artificial. De esta manera, podemos identificar patrones y tendencias que indiquen posibles fallos en el futuro. Además, el

mantenimiento predictivo nos permite tomar medidas proactivas antes de que se produzcan averías importantes, lo que reduce los costos asociados y evita tiempos de inactividad prolongados (Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid, 2020).

Un beneficio adicional del mantenimiento predictivo es su capacidad para maximizar el rendimiento a largo plazo. Al mantener un control constante y anticiparse a los problemas, podemos garantizar una mayor disponibilidad y eficiencia operativa de los equipos. Además, al evitar reparaciones de emergencia y costosas, se reducen los gastos asociados al mantenimiento. En resumen, el mantenimiento predictivo es una estrategia fundamental que nos permite prever y actuar sobre posibles fallos, prolongando el tiempo de vida en las maquinarias pesadas y optimizar la beneficio, mientras los precios reducen y aumenta el rendimiento operativo (Astrid, 2021).

2.1.8.1 Beneficios del Mantenimiento

El mantenimiento predictivo, el autor lo interpreta como una serie de beneficios que pueden ser implementados en una empresa (Nelson, 2022):

1. Contrarrestar los fallos y las averías: Una de las principales ventajas del mantenimiento predictivo es que permite anticiparse a posibles problemas en los equipos y maquinarias. Esto ayuda a reducir los fallos y averías, evitando tiempos de inactividad y costosos procesos de reparación.

2. Reducción de intervenciones: Al contar con un monitoreo constante y análisis de datos, el mantenimiento predictivo permite realizar intervenciones planificadas y programadas. De esta manera, se evitan reparaciones de emergencia y se optimiza la eficiencia operativa al minimizar las interrupciones en la producción.

3. Continuación del tiempo de vida de las maquinarias: Al mantener el sostenimiento indicado para tomar medidas preventivas, su sostenimiento predictivo ayuda con la duración efectiva del equipo. Esto reduce la necesidad de reemplazarlos

con frecuencia, lo que resulta en ahorros significativos en costos de adquisición.

2.1.8.2 Desventajas del Mantenimiento

Según Post Grado Industrial (2022), el mantenimiento predictivo presenta algunas desventajas que vale la pena considerar:

1. Costos iniciales: Implementar un sistema de mantenimiento predictivo exigiendo un requerimiento de aumento de inversión de técnicas y preparación del personal. Esto procede a aceptar el reto de finanzas que se involucran varias compañías, especialmente aquellas con recursos limitados.

2. Falta de datos: Aunque el mantenimiento predictivo utiliza análisis de datos y técnicas avanzadas, puede haber casos en los que no se disponga de suficientes datos históricos o relevantes para realizar predicciones precisas. La falta de datos puede limitar la efectividad de las estrategias de mantenimiento predictivo.

3. Dificultad de implementación: Implementar un sistema de mantenimiento predictivo requiere una planificación cuidadosa y una coordinación adecuada. Esto puede ser un desafío logístico y organizativo para algunas empresas, especialmente si no cuentan con el personal capacitado o las herramientas necesarias.

2.1.9 Mantenimiento Preventivo

La sostenibilidad preventiva se refiere a la estrategia de sustento que su vital objetividad principal evitar las fallas y las averías en maquinarias pesadas a través de inspecciones planificadas y acciones regulares de mantenimiento.

En primer lugar, es importante mencionar, por parte, del mantenimiento preventivo se basa en la idea de tomar medidas anticipadas y considerar la garantía de la máquina con su funcionalidad correcta y óptima. Para lograr esto, se realizan inspecciones periódicas, limpieza y lubricación, así como el reemplazo regular de partes desgastadas. Estas acciones se llevan a cabo una programación y planificación, que acceda a detectar posibles problemáticas pendientes que dependan de los errores importantes. Además,

el mantenimiento preventivo se implementa de manera objetiva que asciende con la duración de vida del equipo. Al mantenerlo en condiciones adecuadas, se reduce el desgaste y el deterioro prematuro, lo que significa que el equipo puede seguir funcionando de manera eficiente durante más tiempo. Esto a su vez ayuda a reducir los costos a largo plazo, ya que se evitan reparaciones costosas y tiempos de inactividad prolongados (López A. d., 2021).

En resumen, el mantenimiento preventivo es una estrategia proactiva que implica la realización regular de inspecciones y acciones de mantenimiento para prevenir fallas y garantizar un rendimiento óptimo del equipo. Al implementar este tipo de mantenimiento, se pueden evitar problemas costosos y prolongar la vida útil del equipo.

2.1.9.1 Beneficios del Mantenimiento

Algunos de los beneficios del mantenimiento preventivo para son (Protecnius , 2023):

1. Se logra aumentar la duración de los equipos, realizando inspecciones periódicas, limpiezas y reemplazando componentes de forma regular. Con esta práctica se logra evitar un desgaste excesivo del equipo y garantizar que siga funcionando eficientemente durante más tiempo.

2. Permite reducir los costos asociados a los mantenimientos programados y prevenir averías, se evita incurrir en gastos de reparaciones de emergencia y detenciones no planificadas. Además, al detectar problemas en etapas tempranas, se pueden realizar reparaciones más sencillas y económicas.

3. Otra ventaja es la mejora en la seguridad tanto para los trabajadores como para los equipos. Al detectar y corregir posibles problemas o defectos en las maquinarias evitando la propagación dificultades graves, se crea un entorno de trabajo más seguro. Esto reduce la probabilidad de accidentes o fallos que puedan comprometer la integridad de los trabajadores y los equipos.

4. Contribuye a optimizar la producción. Al prevenir averías imprevistas y asegurar

el buen funcionamiento de los equipos, se evitan tiempos de inactividad y paradas no planificadas en la producción.

2.1.9.2 Desventajas del Mantenimiento

El mantenimiento de prevención puede enfrentarse en desventajas más comunes, por parte de la fuente (Perales Chilingano, 2023) se expone lo siguiente:

1. Costos: El mantenimiento preventivo puede resultar costoso debido a la necesidad de realizar revisiones y reparaciones regulares, así como a la adquisición de equipos y suministros adicionales.

2. Tiempo de inactividad: Realizar mantenimiento preventivo implica detener la operación de los equipos o sistemas durante un período de tiempo determinado. Esto puede generar interrupciones dentro de procesos productivos y continuidad de productos.

3. Programas de mantenimiento arbitrarios: En ocasiones, los programas de mantenimiento preventivo pueden establecer intervalos fijos para realizar las revisiones, sin tener en cuenta las condiciones reales de los equipos. Esto puede llevar a mantenimientos innecesarios o insuficientes.

Es significativo considerar estos aspectos antes de implementar un programa de mantenimiento preventivo y evaluar si es la mejor opción para las necesidades específicas de cada situación.

2.1.10 Maquinaria pesada en ejecución de obra civil

La maquinaria pesada desempeña un papel crucial en la ejecución de obras civiles. Permite realizar tareas que son difíciles o incluso imposibles de realizar manualmente, lo que acelera el proceso de construcción y mejora la eficiencia. Algunos ejemplos empleados del equipamiento dentro de la realización de obras civiles incluyen:

- Cargadora Frontal

- Excavadora
- Finisher
- Motoniveladora
- Retroexcavadora
- Rodillo
- Tractor

El equipo de obra se establece para la programación de obra civil que proporciona eficiencia y precisión, acelerando el proceso de construcción y reduciendo los esfuerzos manuales. Sin embargo, es importante utilizar y operar estas máquinas de manera segura y asegurarse con un correcto mantenimiento de las máquinas, siguiendo regularizaciones de medidas con garantías de protección dentro del lugar de trabajo.

2.1.11 Rendimiento de maquinaria

El rendimiento de una maquinaria pesada puede variar dependiendo de diversos factores, como el tipo de maquinaria, las condiciones de trabajo y la habilidad del operador. Hace referencia a la capacidad para realizar tareas de manera eficiente y productiva. Esto implica que la maquinaria pueda cumplir con las demandas de trabajo y lograr resultados satisfactorios en un período de tiempo determinado. Se identifican diferentes aspectos que afectarían al beneficio de una maquinaria pesada. En primer lugar, la calidad y el estado de la maquinaria son fundamentales, deben conservarse en buen estado y con un funcionamiento óptimo tendrá un mejor rendimiento que una maquinaria defectuosa o desgastada. Igualmente, la capacitación y habilidades del operador también ocasionan un pilar fundamental en el beneficio del equipamiento. Un operador experimentado y capacitado podrá utilizar la maquinaria de manera más eficiente, maximizando su rendimiento (Instituto Tecnológico de Cerro Azul).

Otros aspectos para considerar por parte de las condiciones de trabajo y el

cumplimiento de las recomendaciones y especificaciones del fabricante. Las condiciones de trabajo, como el terreno, el clima y los obstáculos, pueden influir en el rendimiento de la maquinaria. Asimismo, la continuidad de los parámetros de fabricación del mantenimiento y aplicación adecuada de las maquinarias contribuirá a optimizar su rendimiento. Por esto, para asegurar un óptimo rendimiento de una maquinaria pesada, es necesario tener en cuenta aspectos como el estado de la maquinaria, la capacitación del operador, las condiciones de trabajo y seguir las indicaciones del fabricante (Astrid, 2021).

2.1.12 Parámetros de Mantenimiento

Los parámetros de mantenimiento se refieren a las características y consideraciones clave que se deben tener en cuenta para mantener un equipo o maquinaria en funcionamiento óptimo. Algunos de los parámetros comunes del mantenimiento incluyen la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad. (Flores, 2020)

- La confiabilidad se describe a la capacidad de un equipo para realizar su función requerida sin fallas o interrupciones. Es importante contar con un equipo confiable para garantizar una operación continua y eficiente.
- La mantenibilidad es la facilidad y rapidez con la que se puede realizar el mantenimiento y reparación de un equipo. Un equipo con una buena mantenibilidad permitirá realizar las tareas de mantenimiento de manera eficiente y minimizar el tiempo de inactividad.
- La disponibilidad se relaciona al tiempo en el que un equipo puede estar operativo y disponible para su uso. Es importante gestionar adecuadamente la disponibilidad de equipos para evitar interrupciones en los procesos productivos.

Estos parámetros del mantenimiento son fundamentales, ya que, permitirá maximizar la eficiencia y productividad de la maquinaria en los diferentes contextos y

aplicaciones.

2.1.13 Mantenimiento

2.1.13.1 Sistema de Gestión de Mantenimiento

Dentro de la interpretación de la implementación en el equipo operativo de la ejecución de obra civil, está en marcha equipos especializado para realizar tareas de construcción, movimientos de tierra, transporte de materiales, colocación de material, entre otras actividades realizadas. Es necesario seguir algunos pasos claves para mejorar la gestión de mantenimiento (Emaint, 2023):

1. Para evaluar las necesidades, es importante determinar los tipos de maquinaria requerida para el propósito, tomando en consideración los movimientos dentro de la situación actual y sus características del terreno.

2. Al seleccionar los equipos, es crucial elegir aquellos que sean más adecuados para las tareas específicas, considerando factores como la capacidad de carga, el alcance, la potencia y la eficiencia energética.

3. La decisión de adquirir o alquilar los equipos debe ser tomada, pudiendo optar por el alquiler a través de empresas especializadas en maquinaria pesada.

4. Para garantizar un entorno seguro y eficiente, es necesario preparar el sitio acondicionando el terreno de manera que sea capaz de recibir y operar los equipos. Se deben considerar aspectos como la estabilidad del suelo, la accesibilidad y la seguridad en el área de trabajo.

5. Brindar una capacitación adecuada al personal operador de la maquinaria es fundamental para garantizar su uso seguro y eficiente.

6. Durante la operación y mantenimiento de las maquinarias pesadas, con los debidos parámetros de fabricación y considerar su continuidad de las operaciones planificadas de manera adecuada para asegurar el buen estado y funcionamiento de los equipos a lo largo del tiempo.

Para un mejor aporte, se debe seguir la normativa en protección dentro de los trabajos de construcción y designar trabajadores que cuenten con experiencia tanto para el manejo de la maquinaria como en la ejecución de distintas tareas del proyecto. Debido a que, esto responderá la excelencia de máquinas en ejecución.

2.1.13.2 Funciones de un Sistema de Gestión de Mantenimiento

Para el autor fomentar algún método eficaz que mejore el sostenimiento, se debe conciliar con pasos indispensables para empezar un sistema adecuado y acoplado de Safety Culture, (2023):

Subsanar los cuestionarios eficientes: Mantener los cuestionarios en constante actualización, para garantizar una mejor operatividad y no descuidar la máquina.

Establecer requisitos de los mantenimientos productivos: Las maquinarias necesitan distintas labores de mantenimiento, deben adherirse a sus regulaciones particulares. Para evitar incumplimientos, es recomendable buscar asesoramiento de peritos y consultar los manuales de los clientes, verificando el requisito en seguridad y protección. La representación común en conservar las validaciones de garantía que exponen el uso de las máquinas exclusivamente dentro del propósito previsto y conocer si se permiten modificaciones.

Iniciar una organización del mantenimiento de maquinarias: Ordenar alfabéticamente de acuerdo con los modelos de equipos y catálogos de marcas nacionales e internacionales.

Establecer una programación sostenible: Debe convertirse en un tipo de mantenimiento definido dentro de fechas asignadas y de manera periódica, como recomendación, automatizar el programa utilizando un método.

Determinar a trabajadores o cuadrilla técnica: El personal debe controlar los conocimientos y manejos adecuados para un sostenimiento de equipamiento.

Utilizar registros de verificación del mantenimiento: Ajuste estas listas de verificación de acuerdo con el requerimiento de existencia. De manera que se mencionó

anteriormente, una disminución de faltas cometidos por la cuadrilla técnica, la cual experimenta unas inspecciones para optimizar un sostenimiento completo de la máquina.

Estudiar las informaciones documentales y destinar acciones correctivas: La administración debe revisar anomalías frecuentes en las maquinarias pesadas. Ya que, estas anomalías se encontrarían actualmente generando mayores costos para la empresa de lo necesario, y corresponde a los administradores decidir si mantener o reemplazar el equipo.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Definición de los tipos de maquinaria pesada

- Cargadora Frontal: También conocida como cargadora de ruedas, es una máquina utilizada para cargar materiales en camiones, contenedores u otros equipos de transporte. Está equipada con un brazo articulado y un cucharón en la parte delantera, lo que le permite levantar y cargar grandes cantidades de material de manera eficiente.
- Excavadora: Se utiliza para excavar o mover grandes cantidades de tierra u otros materiales. Por lo general, consta de una pluma, un brazo y una cuchara o balde que se utiliza para cargar o transportar los materiales excavados. Las excavadoras son comúnmente utilizadas en proyectos de construcción, demolición y minería.
- Finisher: También conocido como pavimentadora de asfalto, las maquinas se usan para los proyectos de vías, calles extendidas y nivelar asfalto u otros materiales de pavimentación. La Finisher se desplaza sobre la superficie a pavimentar y distribuye el material de manera uniforme, creando una superficie lisa y nivelada.
- Motoniveladora: También conocida como niveladora o grader, es una máquina utilizada para nivelar y acondicionar el terreno en proyectos de construcción. Está equipada con una cuchilla larga y ajustable en la parte

frontal, que se utiliza para cortar y nivelar el suelo, así como para empujar y distribuir el material.

- **Retroexcavadora:** Tiene una cuchara o balde en la parte frontal similar a una cargadora frontal, y una pluma y un brazo giratorio en la parte trasera similar a una excavadora. Esto permite que la retroexcavadora pueda realizar tareas de excavación y carga de materiales de manera eficiente. Se utilizan en proyectos de construcción, agricultura y otras aplicaciones que requieren excavación y manipulación de materiales.
- **Rodillo un solo tambor:** Utilizada en la construcción para compactar o comprimir diferentes tipos de materiales, como suelo, asfalto o grava. Su función principal es proporcionar una superficie firme y estable para carreteras, calles u otras áreas pavimentadas. Los rodillos compactadores pueden tener diferentes diseños y configuraciones, incluyendo rodillos de lanza, tándem o neumáticos, dependiendo del tipo de material y las necesidades del proyecto.
- **Rodillo Neumático:** Tipo de rodillo compactador que utiliza neumáticos inflados en lugar de tambores de acero para compactar el suelo, el asfalto u otros materiales. Los neumáticos proporcionan una mayor flexibilidad y capacidad de seguimiento, lo que los hace especialmente útiles en la compactación de materiales delicados o frágiles, así como en áreas de superficies irregulares o con obstáculos.
- **Tractor:** Máquina especializada con un motor potente y tracción en las ruedas o en las orugas, lo que le permite proporcionar la fuerza y el arrastre necesarios para remolcar o empujar cargas pesadas. Los tractores se utilizan comúnmente para arar, cultivar, remolcar remolques y realizar diversas operaciones agrícolas y de construcción.

2.3 Marco Legal

La idea de un sistema jurídico escalonado se emplea básicamente por la pirámide de Kelsen, que se convierte en una relación entre un conjunto de normas jurídicas y considerar un orden para relacionarse entre sí.

Título V, Organización Territorial del Estado; Capítulo cuarto – Régimen de competencias (Constitución del Ecuador, 2008):

Art. 262.- Los gobiernos regionales autónomos tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley que regule el sistema nacional de competencia:

4. Planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito regional.

Art. 263.- Los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley:

1. Planificar el desarrollo provincial y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, cantonal y parroquial.

2. Planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas.

Libro Sexto de la Comisión de Tránsito del Ecuador, Título III Disposiciones Transitorias (Ley Orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, 2016)

DECIMASEGUNDA. - Los operadores de maquinaria agrícola y equipo caminero hasta la promulgación de la presente Ley tengan en vigencia el permiso de conducción y mantenimiento de la maquinaria agrícola y equipo caminero mantendrán su validez hasta el vencimiento de su plazo y no requerirán de una renovación anticipada, luego de vencido el mismo deberán hacer el canje de la licencia correspondiente en las Comisiones Provinciales respectivas, previo la aprobación de un curso de actualización que organizará el SECAP organismo responsable de la formación, capacitación, perfeccionamiento titulación de operadores de maquinaria agrícola y equipo caminero.

Volumen N 6 Conservación Vial, Capítulo 6.100 Operaciones de Mantenimiento,

Sección 6.110 Otras operaciones (Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP, 2013)

6.110.1 Operaciones fuera de programa (Emergencia)

Operación Rutinaria

6.110.1.1 Descripción y Alcances.

Esta operación corresponde a Operaciones varias, las que permitan atender situaciones calificadas como de emergencia. De acuerdo a instrucciones de la Fiscalización, con la maquinaria solicitada se efectúan trabajos tales como: Relleno de Erosiones, Protección de Terraplenes, Extracción de derrumbes, etc. El contratista se compromete a poner a disposición del servicio, en un plazo no mayor a 24 horas desde la petición formal de la Fiscalización, el equipo con las características mínimas que se indican:

6.110.1.2 Maquinarias.

La cantidad de equipo a utilizar será la necesaria según la cantidad de obra a ejecutar, debiendo cumplir al menos con las siguientes características:

- Camiones tolva de 5 m³.
- Cargador Frontal de ruedas neumáticas de 1 m³ y 110 HP.
- Motoniveladora, de 170 HP.
- Rodillo vibratorio autopropulsado de 8 Toneladas estáticas.
- Bulldozer tipo D-6, de 140 HP y 14,5 toneladas.
- Retroexcavadora de ruedas neumáticas.
- Camión transportador de maquinaria.
- Cuadrilla de Emergencia con 4 jornales y 1 capataz.

Toda la maquinaria descrita no deberá sobrepasar los 10 años de antigüedad y estar totalmente Operativa.

6.110.1.3 Procedimientos De Trabajo

Para la maquinaria mayor se considera hasta tres atenciones de emergencia al año dentro del área del Contrato sin pago adicional por traslado. Si durante el período invernal no se hubieren producido Emergencia en el sector de contrato, el servicio podrá ocupar el cupo de horas-máquina contratado en cualquier obra de conservación dentro de la Provincia.

Libro V del Aseguramiento, Título I Generalidades (Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial , 2012)

Art 336.- No se considerarán como vehículos a motor para los efectos de este seguro:

1. Los tractores y otras maquinarias agrícolas, industriales, mineras o de construcción, dedicadas exclusivamente a las tareas para las cuales fueron construidas, salvo que circulen por vías públicas; y,
2. Los vehículos con tracción animal, así como sus remolques o acoplados.

(Acuerdo Ministerial 020, 2012) Título IV del Mantenimiento

Art 14.- Del Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Vehículo. - El conductor, al iniciar la jornada diaria de trabajo, obligatoriamente deberá constatar que el vehículo se encuentre en condiciones óptimas de funcionamiento, en lo relativo a fluidos, frenos, combustibles, neumáticos, accesorios, cuidado del aseo interior y exterior del vehículo; así como del chequeo del sistema eléctrico y de enfriamiento.

El Coordinador de la unidad de Servicios Generales conjuntamente con el técnico mecánico y el servidor responsable de la administración y control del parque automotor institucional en la administración central, el jefe administrativo financiero, el servidor responsable de la administración y control de vehículos en las unidades desconcentradas y el jefe de mecánica o jefe de talleres o quien haga sus veces en los territorios, elaborará el Programa de Mantenimiento preventivo vehicular, el que se lo realizará de acuerdo con las características, marca y kilometraje de cada vehículo, utilizando la "Ficha técnica vehicular" anexo al presente reglamento en la que se constarán los datos de la última revisión o mantenimiento y la fecha en que deba efectuarse el siguiente.

Sobre la base del programa anual de mantenimiento, el técnico mecánico en la administración central, el jefe de mecánica o el jefe de taller o quien haga sus veces en las unidades desconcentradas, emitirá la autorización de reparación del vehículo, y la verificación de partes mecánicas, piezas eléctricas y electrónicas que se encuentren en mal estado; así como las posibles sustituciones de éstas a fin de mantener el correcto funcionamiento del vehículo; esta autorización será aprobada por el Director Administrativo, o por el coordinador de la unidad de servicios generales en la administración central y por los jefes administrativos financieros en las Direcciones Distritales

El conductor de cada vehículo, efectuará el seguimiento de las fechas y kilometraje para el mantenimiento o reparación del mismo; en cada de que automotor se encontrare con desperfectos mecánicos, el conductor reportará de manera inmediata al servidor responsable de la administración y control del parque automotor a fin de que se proceda con la revisión y reparación del vehículo.

Art 15.- De la utilización de talleres Particulares para el Mantenimiento y Reparación de Vehículos. – Cuando se justifique plenamente la utilización de talleres particulares debidamente registrados en el SRI por la falta de mecánicos, equipos, herramientas y/o accesorios en la institución, o por aplicación de convenios de garantía respectiva “ficha técnica vehicular” para el control de la(s) revisión(es) o reparación(es) del vehículo.

Art 16.- Del Abastecimiento de Combustible y Lubricantes. – El servidor responsable de la administración y control del parque automotor en la administración central, y los Jefes Administrativos Financieros en el nivel desconcentrado, o el servidor responsable de la administración y control de vehículos en las unidades desconcentradas, serán las responsables de controlar y supervisar el consumo de lubricantes y combustibles de los vehículos de propiedad del MTOP; así como del rendimiento de acuerdo a cada tipo o modelo de vehículo.

El servidor responsable de la administración y control del parque automotor en la administración central en las unidades desconcentradas establecerá en cada caso, la

asignación de cupos de combustibles y lubricantes, acorde con el rendimiento mecánico de cada vehículo y según el tipo de trabajo que preste el vehículo en la institución.

Figura 2

Pirámide de Kelsen



Elaborador por: *(Varela Rivera, 2024)*

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación: cualitativo

El enfoque cualitativo se centra en analizar de manera honda y ensimismada con criterios individuales e intersubjetivos de manera que sea información de estudio. Esta orientación se distribuye en la investigación de ciencia natural o interpretativo, que considera su interés por los artículos interpretativos de significados a el comportamiento humano y ámbitos de distinta sociedad.

Describiendo las características del enfoque cualitativo tenemos:

- Investiga a profundidad las problemáticas de estudio.
- Conserva una manera inductiva y periódica.
- Analiza múltiples aspectos y contextos.
- Compensa la investigación de vida social y la significatividad de sujetos.
- Presenta una aceptación de métodos empleados por parte de un propio método con lineamientos encaminados.

El enfoque cualitativo se emplea en investigaciones que comprendan fenómenos, como experiencias, comportamientos, emociones, entre otros. Se basa en la recopilación de información no numérica y utiliza diferentes técnicas de recopilación de datos, como entrevistas, observación participante y análisis de documentos.

La investigación se fundamenta por un enfoque cualitativo, ya que desarrolla aspectos de dicha problemática con el análisis comparativo del mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a través de documentación verificada que responda a los significados por parte de las realidades estudiadas, de la mano de distintas maquinarias en obra de carreteras que identifique su comportamiento adecuado.

La problemática constante a la que se enfrenta una maquinaria desempeña aspectos irreversibles en cuento al costo y al rendimiento, si se presentan afectaciones a dichas máquinas, la continuidad de la obra no será a su favor, ya que, necesitaría un

correcto mantenimiento que supere daños o fallos con relación al valor económico en cada caso, ya sea, por su modelo, serie y antigüedad.

Dentro de las maquinarias pesadas, se plantea un proyecto de vialidad de "Rehabilitación, Rectificación y Mejoramiento para Quinde-Las Golondrinas de 33,8 km", incluyendo paso lateral Las Golondrinas de L= 5 km, puente sobre el Río Duana L = 28 m y paso peatonal La Sexta L = 20,7 m" ubicado en las provincias de Esmeraldas e Imbabura, ejecutado por la empresa privada Equitesa. Se transportaba material de Río Blanco como material de préstamo importado, sub-base y base, presentando anomalías o retrasos en la obra en las maquinarias pesadas como:

- Cargadora Frontal: se encontraba un exceso de partículas metálicas, es decir, pequeñas virutas o fragmentos de su propio desgaste de material por no tener una buena lubricación.
- Excavadora: cilindros boom, stick, cucharon mostraban desgastes o rayaduras por la mala colocación de kit de sello.
- Finisher: desgastamiento de rodillos en la cual impedía el afirmado de la carpeta asfáltica para que sea homogénea y uniforme.
- Motoniveladora: desgaste de herramientas de cortes, ya sea, para escarificar o perfilar dependiendo el tipo de trabajo.
- Retroexcavadora: mal mantenimiento de lubricación de aceite y deterioro de cucharon, causando una paralización de ejecución ciertos rubros como excavación de sub-drenes y cunetas.
- Rodillo un solo tambor: daño de cauchos del tambor y bomba hidráulica, ocasionando un mal funcionamiento al momento de compactar el mejoramiento de la subrasante, sub-base y base.
- Rodillo neumático: daño de piñón del eje motriz (trasero) perjudicando el acabado por la compactación de la carpeta asfáltica.
- Tractor: desgaste de tren de rodaje y herramientas de corte, forjando un mal rendimiento que se debe cumplir en el trabajo o asignación de un

movimiento de tierra.

3.2 Alcance de la investigación: descriptivo

El alcance descriptivo en el contexto de la investigación se refiere a un tipo de estudio que busca especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos u otros fenómenos que se someten a análisis. Estos estudios tienen como objetivo recopilar datos informativos, ya sean individuales o grupales acerca de concepciones o inconstantes investigativas. Son útiles para mostrar con precisión los diferentes aspectos o dimensiones de un fenómeno. El objetivo principal es obtener una comprensión clara y precisa de los aspectos y dimensiones del fenómeno en cuestión.

El alcance por utilizar es descriptivo debido a la orientación de la problemática del proyecto menciona al comportamiento del mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que equilibraría la búsqueda eficiente y excelente al momento de realizar trabajos en las vías sin que esto pueda afectar su utilidad y su operatividad en las actividades, además de prolongar la disponibilidad de las maquinarias pesadas.

La implementación del proyecto vial de la “Rehabilitación, Rectificación y Mejoramiento para Quininde-Las Golondrinas de 33,8 km” se enfoca por problemáticas antes expuestas, perjudicando las actividades desarrolladas diarias, semanales y mensuales. A continuación, se presentará una aportación de manera general considerando maquinarias que generalmente se encuentran con daños y como se evitaría estos deterioros de piezas para tomar en cuenta dependiendo a los distintos mantenimientos que se podría ejecutar en las máquinas:

- **Mantenimiento Correctivo:** Para ejemplificar la conservación de este mantenimiento, se debe actuar de manera inmediata, una vez ocurrido el daño de fragmentos, la excavadora tiene una pieza fundamental y que comúnmente se daña es el motor hidráulico, sin esta pieza se paraliza el funcionamiento de toda maquinaria, por otro lado, las cañerías una vez dañadas, ya sea por su oxidación o el acople de las uniones de las mangueras

por una mala colocación de piezas, como posible aportación o solución de estos daños o fallas que se presentan en la obra, es la socialización de los daños al jefe mecánico para que chequee y reemplace la pieza que está dañada o deteriorada, y realizar un control mecánico para identificar si hay más piezas dañadas, consideran el control rutinaria semanal para evitar inconvenientes de paralización.

- **Mantenimiento Predictivo:** Dentro de este mantenimiento, se predice un posible daño ocurrido, por un constante control, sea semanal o mensual, tomando en cuenta un posible aporte como es un almacenamiento de material en stock de las bodegas para ser reemplazado por piezas que podrán ser dañadas y forzar a un posible desgastamiento, en este caso, regularmente las cañerías son afectadas por su presión, técnicos inexpertos, desgaste de pieza y exceso de material que se transporta, ya que una vez, dañado la cañería dejaría de funcionar, además de agravar esa pieza, la lubricación de aceite se ve afectada y desprende este líquido ocasionando una fuga de aceite por las cañerías, para predecir dicho problema, se realiza el cambio constante de los kits de sellos dependiendo al cronograma establecido por un mecánico, la cual evita que el almacenado sea transportado a otras piezas y se conserve en la pieza adecuada, por otro lado, el cucharón de la excavadora, podrá predecir el deterioro de las uñas, ya sea por un desgaste forzado por material sacado en mina o cantera considerando una estimación de 300 horas de movimiento, una vez identificado el deterioro se procede a cambiar las uñas para continuar con su labor de excavación, ya que sin ese cambio, la actividad no será al 100 % y disminuirá su porcentaje diario.
- **Mantenimiento Preventivo:** La aceptación de este mantenimiento se considera por una rutina diaria, establecida por operadores que manejen las maquinarias pesadas, es indispensable iniciar su jornada laboral checando y verificando que el funcionamiento de las maquinas estén en orden para todo el día sin generar inconvenientes, en este caso, el control

se basa en observación de niveles de aceite ya sea para motor o hidráulico, niveles de refrigerante, estados de engrasamiento, si no se lleva ese control diario, afecta directamente al motor, ya sea, por no tener una agua tratada y colocar agua normal, también por tener nivel bajo de aceite, se caliente el motor e incluso tendría un daño en el sistema hidráulico.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos

A continuación, se muestra los resultados investigativos que se consideran a través de técnicas e instrumentos cualitativos, presentando mediante tablas y gráficos relacionados al proceso de mantenimiento correctivo, predictivo y preventivo, tomando en cuenta distintas tablas para cada uno de los mantenimientos que se presentan, encargado de entrevistas con el personal de trabajo de operatividad de aproximadamente 25 personas, en el proyecto vial de la “Rehabilitación, Rectificación y Mejoramiento para Quinindé-Las Golondrinas de 33,8 km” ubicado en las provincias de Esmeraldas e Imbabura, ejecutado por la empresa privada Equitesa.

Tabla 1

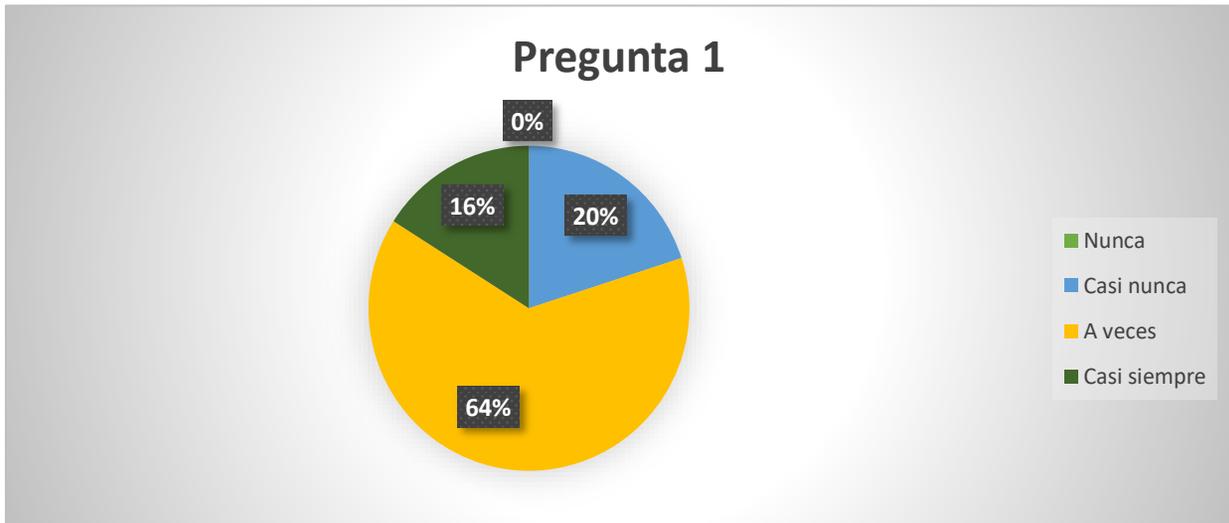
¿Están disponibles todas las maquinarias pesadas en el proyecto vial mensualmente?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	0	0%
Casi nunca	5	20%
A veces	16	64%
Casi siempre	4	16%
Siempre	0	0%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 3

¿Están disponibles todas las maquinarias pesadas en el proyecto vial mensualmente?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

En la tabla 1 y figura 2, se observa que el valor de “a veces” sobresale en la pregunta 1, refiriéndose a que *¿Están disponibles todas las maquinarias pesadas en el proyecto vial mensualmente?*, representando un 64% que pertenece a 16 encuestados de la empresa constructora del total de 25 trabajadores, manifestando que no están disponibles al 100% todas las maquinarias pesadas en el proyecto vial, además que “casi nunca” refiriendo a un 20% respondieron 5 personas mientras que, por otro lado con un “casi siempre” considerando un 16% contestaron 4 personas que ellos mantienen disponibles las maquinarias que operan diariamente para continuar con la obra, dejando un 0% de personas que consideran un “nunca” y “siempre” que responden a la pregunta mencionada.

Tabla 2

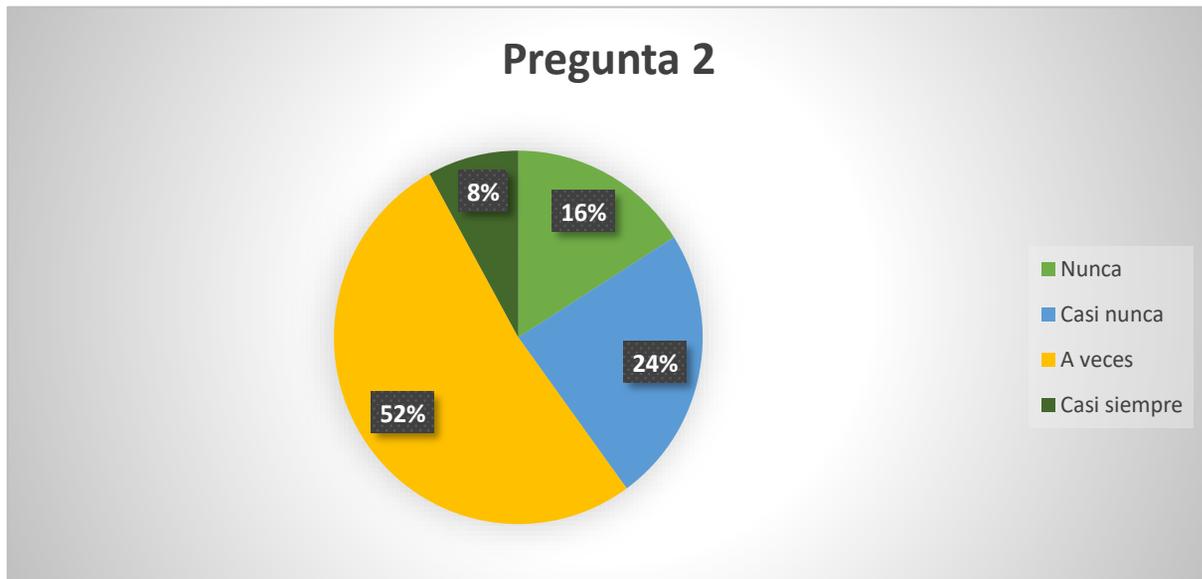
¿La constructora utiliza órdenes de trabajo para el desarrollo de las tareas de mantenimiento correctivo?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	4	16%
Casi nunca	6	24%
A veces	13	52%
Casi siempre	2	8%
Siempre	0	0%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 4

¿La constructora utiliza órdenes de trabajo para el desarrollo de las tareas de mantenimiento correctivo?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Dentro de la siguiente pregunta que es *¿La constructora utiliza órdenes de trabajo para el desarrollo de las tareas de mantenimiento correctivo?*, predominan los valores de “a veces” y casi nunca” que representan valores de 52% y 24% del 100%, con un total de 19 personas, es decir, la empresa constructora a la que trabajan consideran que no siguen un seguimiento laboral y demostrar el porcentaje de avance con la asignación de tareas para el sustento de corrección eventual, mientras que con un 16% y un total de 4

personas encuestadas consideran que “casi nunca” se da un orden adecuado para realizar un mantenimiento correctivo, pero, con un 8% que es un total de 2 trabajadores discurren que “casi siempre” se da un orden de trabajo para las tareas asignadas mientras que con un 0% de 0 personas consideran que no “siempre” realizan un orden de trabajo, cabe recalcar que los encuestados no solo se someten a un tipo de material a colocar, si no de 4 tipos de materiales, las cuales incurren con los días y se reflejan sus afectaciones.

Tabla 3

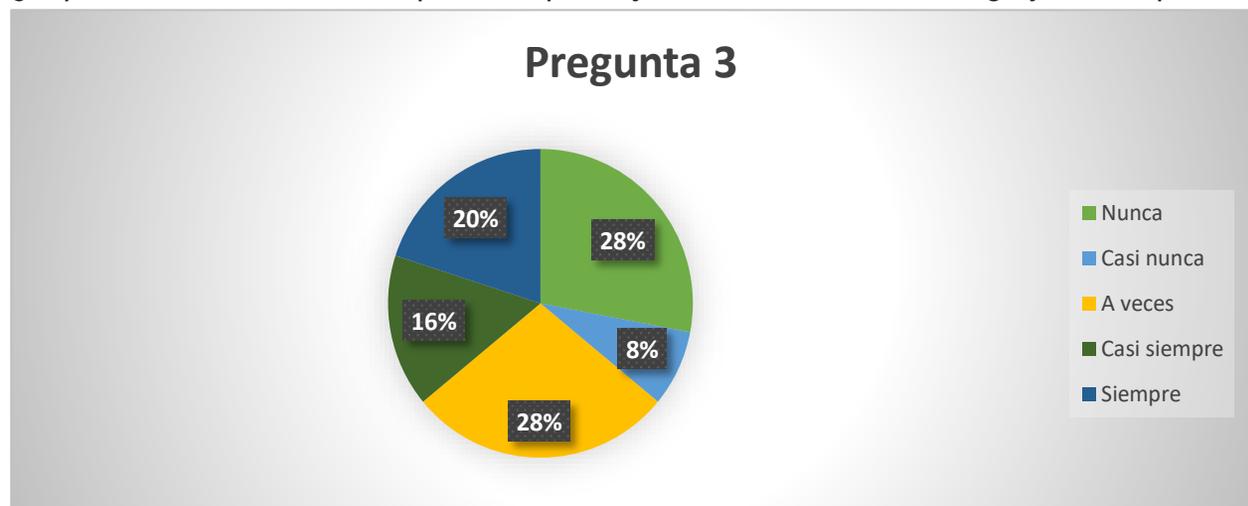
¿Se cuenta con un programa de mantenimiento correctivo una vez encontrada la falla de la maquinaria?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	7	28%
Casi nunca	2	0%
A veces	7	28%
Casi siempre	4	16%
Siempre	5	20%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 5

¿El personal se encuentra capacitado para ejecutar una solución a largo y a corto plazo?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Para el ítem 3 tiene como pregunta ¿Se cuenta con un programa de mantenimiento correctivo una vez encontrada la falla de la maquinaria?, influyendo los valores de “nunca” y “a veces” estableciendo un 28% cada respuesta con 7 individuos encuestados, es decir, predominan el empleo de programas de mantenimiento correctivo una vez encontrada la falla pero no en su totalidad, por otro lado con un 20% de un total de 5 encuestados determinan que “siempre” tienen programas de mantenimiento correctivo y para finalizar con un 16% y un total de 4 personas consideran que “casi siempre” contaban con programas de mantenimiento correctivo para fallas de las máquinas.

Tabla 4

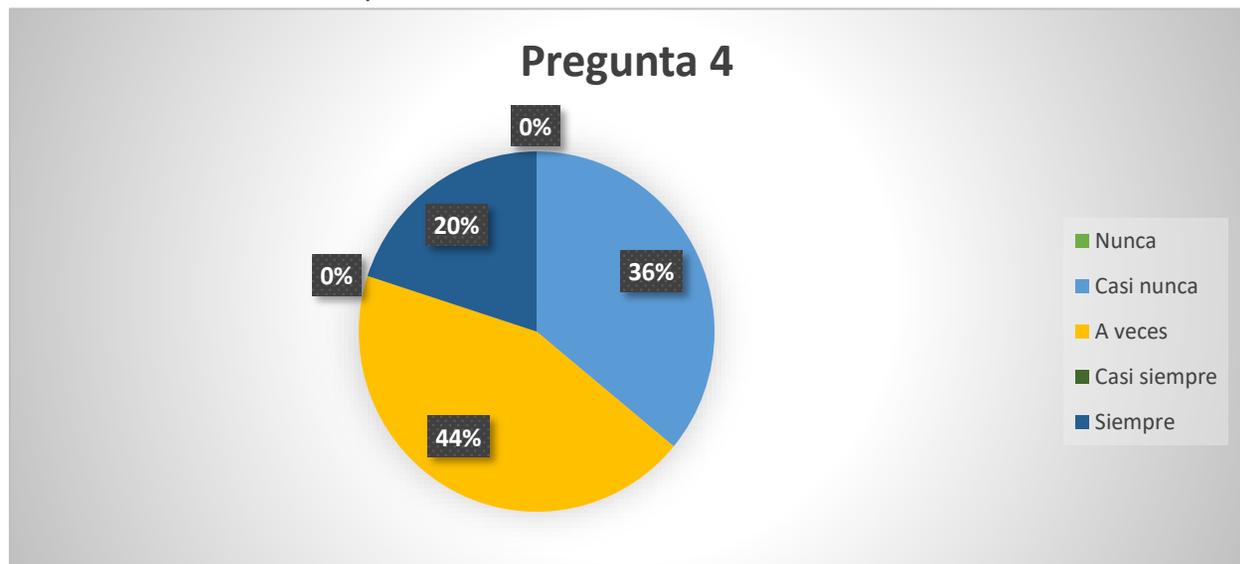
¿El personal cuenta con las herramientas de reparación para ejecutar el mantenimiento correctivo dentro del tiempo?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	0	0%
Casi nunca	9	36%
A veces	11	44%
Casi siempre	0	0%
Siempre	5	20%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 6

¿El personal cuenta con las herramientas de reparación para ejecutar el mantenimiento correctivo dentro del tiempo?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Ítem 4 se encuentra la siguiente pregunta ¿El personal se encuentra capacitado para ejecutar una solución a largo y a corto plazo?, con un 44% y 36% reemplazado con unas 11 y 9 personas consideran que “a veces” y “casi nunca” están completamente capacitados constantemente, mientras que con un 20% y un total de 5 personas indican que si se encuentran capacitados.

Tabla 5

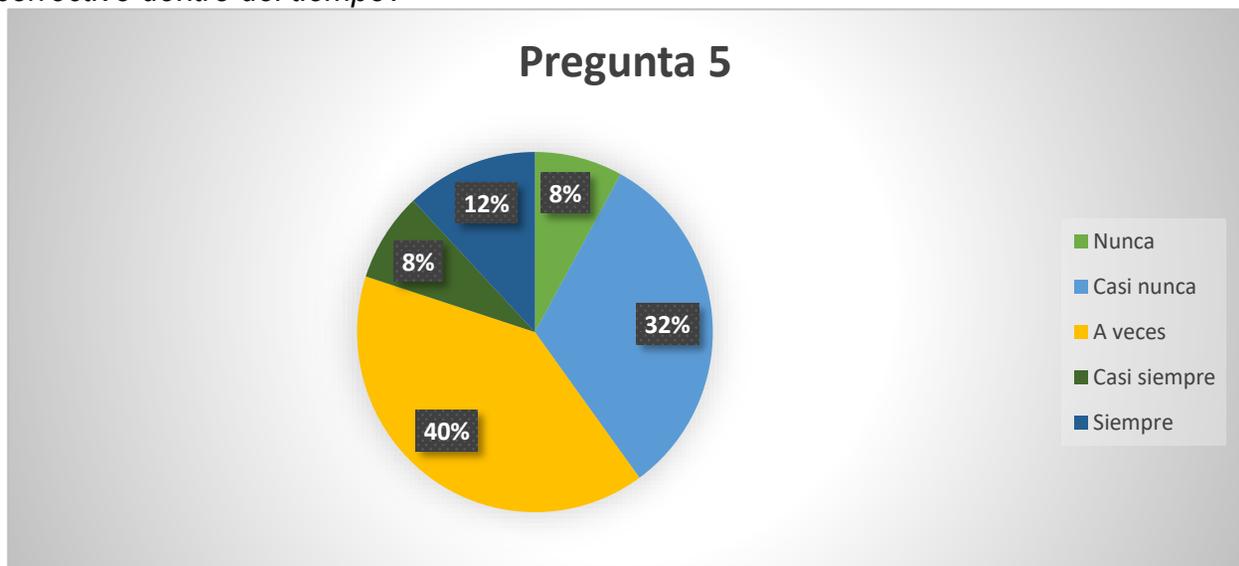
¿El personal cuenta con las herramientas de reparación para ejecutar el mantenimiento correctivo dentro del tiempo?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	2	8%
Casi nunca	8	32%
A veces	10	40%
Casi siempre	2	8%
Siempre	3	12%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 7

¿El personal cuenta con las herramientas de reparación para ejecutar el mantenimiento correctivo dentro del tiempo?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Dentro del ítem 5, la siguiente pregunta ¿El personal cuenta con las herramientas de reparación para ejecutar el mantenimiento correctivo dentro del tiempo? prevalece el 40% y 32% identificado con 10 y 8 personas que responden que “a veces” y “casi nunca”

cuentan con herramientas de reparación para el mantenimiento mencionado, además con un 12% y un total de 3 personas comentan que, si tienen herramientas de reparación, pero con un 8% de “nunca” y “casi siempre” cada uno.

Tabla 6

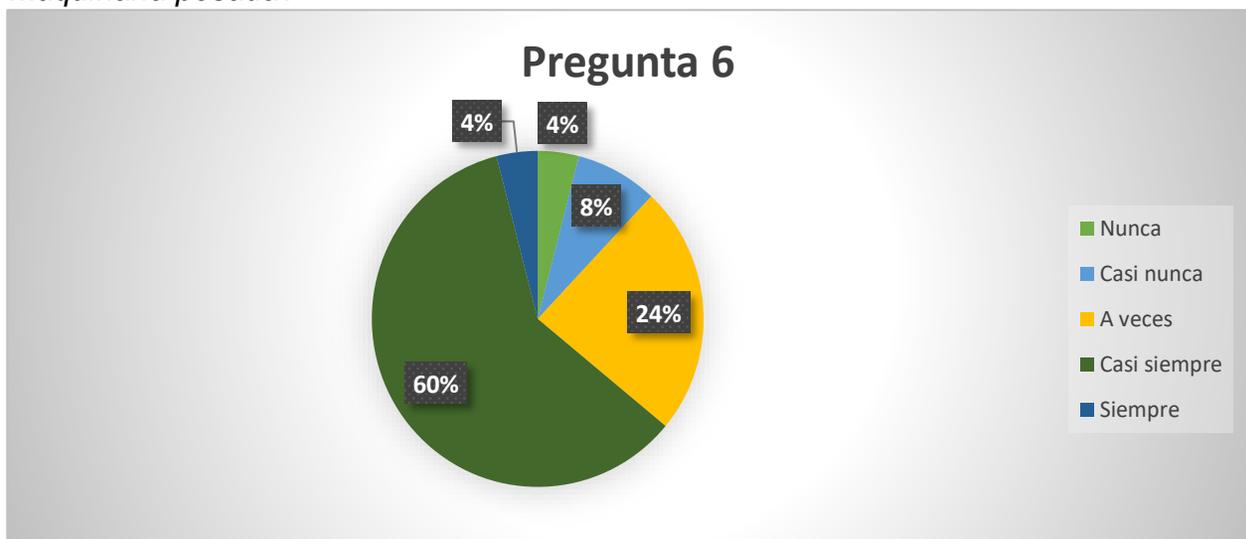
¿Cuentan con fichas de inspección semanal o mensual para evaluar el rendimiento de la maquinaria pesada?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	1	4%
Casi nunca	2	8%
A veces	6	24%
Casi siempre	15	60%
Siempre	1	8%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 8

¿Cuentan con fichas de inspección semanal o mensual para evaluar el rendimiento de la maquinaria pesada?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

En la tabla 6 , se identifican los valores de “casi siempre” sobresale en la pregunta 6 sobre ¿Cuentan con fichas de inspección semanal o mensual para evaluar el rendimiento de maquinaria pesada? con un 60% y un total de 15 personas consideran que si cuentan con fichas de inspecciones , además con un 24% y un total de 6 personas indican que “a veces” es decir, eventualmente se cuentan con fichas de inspección para

evaluar el rendimiento de las máquinas, y con un 4% de 1 persona de cada respuesta referenciada, establece que “nunca” y “siempre” están con apoyos de fichas de inspección.

Tabla 7

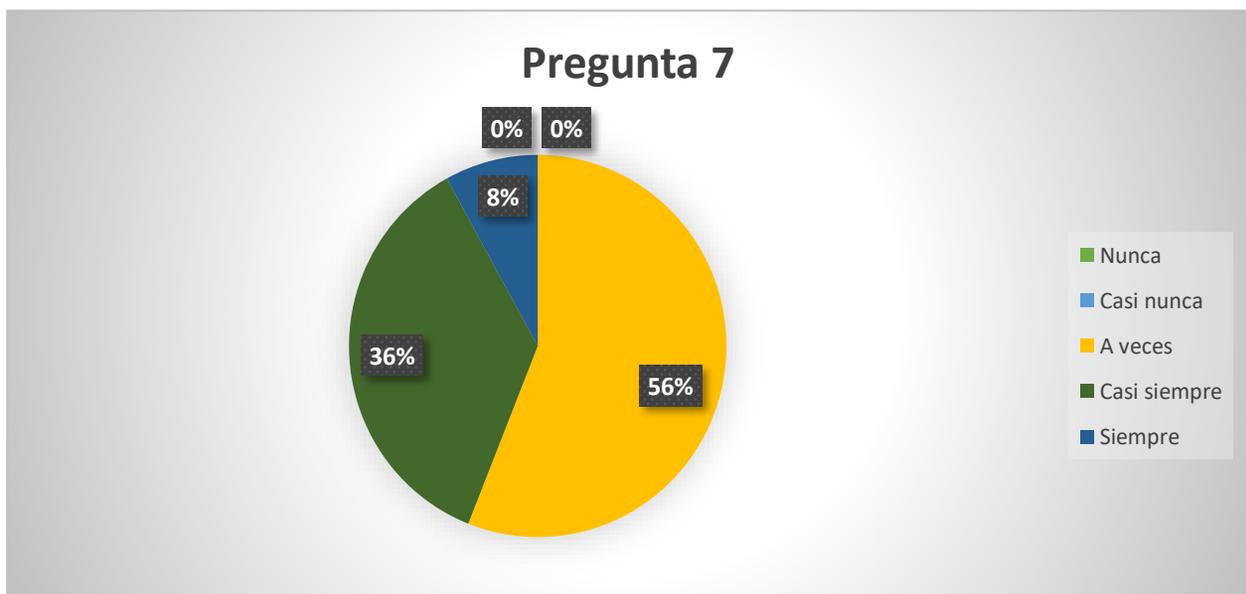
¿Cuentan con fichas de inspección mensual para analizar la funcionalidad de la maquinaria pesada?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	0	0%
Casi nunca	0	0%
A veces	14	56%
Casi siempre	9	36%
Siempre	2	8%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 9

¿Cuentan con fichas de inspección mensual para analizar la funcionalidad de la maquinaria pesada?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Dentro de la pregunta 7 menciona que ¿Cuentan con fichas de inspección mensual para analizar la funcionalidad de la maquinaria pesada? predomina el valor de 56% con un total de 14 trabajadores indican que “a veces” cuentan con fichas de inspección mensual para identificar la función de las máquinas, de igual manera, con un

36% tiene 9 colaboradoras encuestadas que “casi siempre” cuentan con la constante documentación para analizar la funcionalidad de la maquinaria pesada, pero con un 8% y un total de 2 personas consideran que “siempre” están con documentación, aunque con un 0% de “nunca” y “casi nunca” no contestó ningún trabajador.

Tabla 8

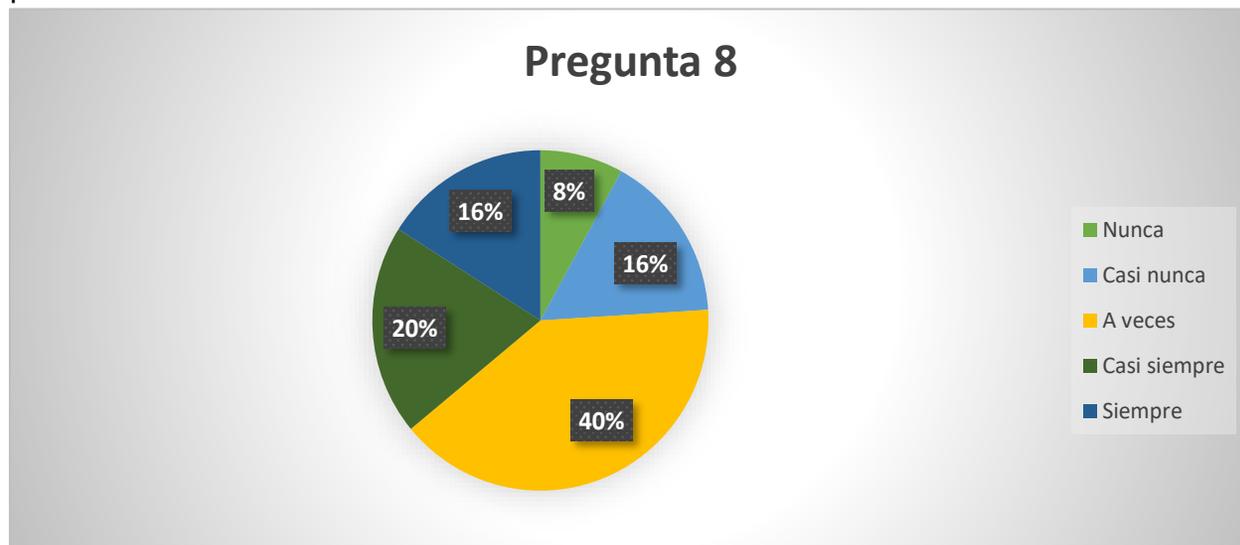
¿La compañía mantiene registros de evaluaciones de rendimiento de las maquinarias pesadas?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	2	8%
Casi nunca	4	16%
A veces	10	40%
Casi siempre	5	20%
Siempre	4	16%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 10

¿La compañía mantiene registros de evaluaciones de rendimiento de las maquinarias pesadas?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

El ítem 8 posee la siguiente pregunta sobre ¿La compañía mantiene registros de evaluaciones de rendimiento de las maquinarias pesadas? se observa que el valor de un 40% que pertenece a 10 empleados considerando un total de 25 trabajadores que “a veces” la compañía lleva registros de evaluaciones de rendimiento de las máquinas,

además que “casi siempre” se dirige con un 20% respondieron 5 personas, mientras que con un 16% hay una igualdad de 4 personas encuestadas por parte de “casi nunca” y “siempre” piensan que la compañía presenta registros de evaluaciones y por último con un 8% que corresponde a 2 personas “nunca” registraban evaluaciones para analizar el rendimiento de las maquinarias pesadas.

Tabla 9

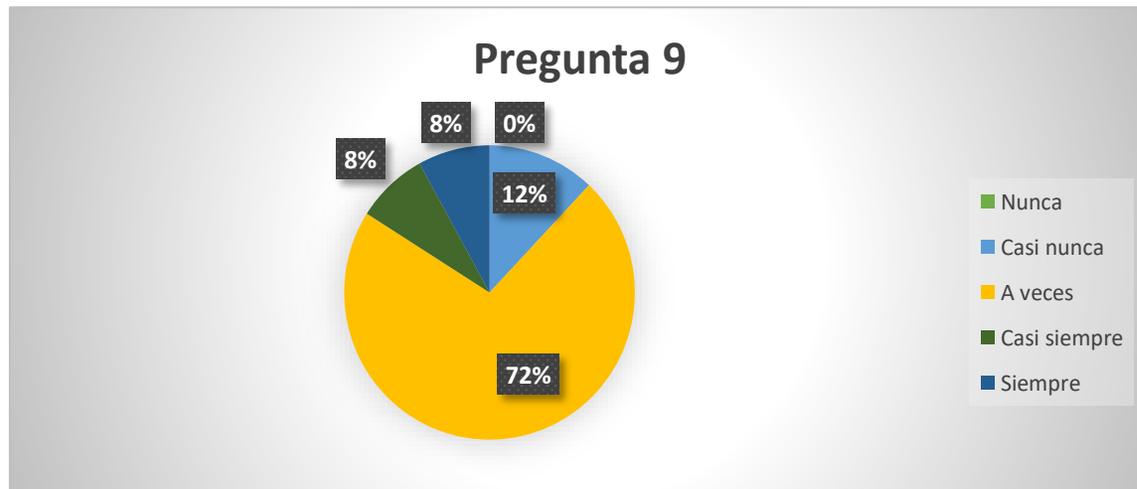
¿Los técnicos cuentan con la capacitación para realizar tareas de monitoreo de condiciones mensuales?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	0	0%
Casi nunca	3	3%
A veces	18	72%
Casi siempre	2	8%
Siempre	2	8%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 11

¿Los técnicos cuentan con la capacitación para realizar tareas de monitoreo de condiciones mensuales?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Dentro del ítem 9, se encuentra la siguiente pregunta sobre ¿Los técnicos cuentan con la capacitación para realizar tareas de monitoreo de condiciones mensuales? sobresale el valor de “a veces” con 72% que pertenece a 18 personas manifestando que

los operadores se encuentran capacitados para realizar tareas de monitoreo en condiciones mensuales, mientras que con el valor de “casi siempre” de un 12% que corresponde a 3 trabajadores, pero, por otra parte con un 8% y con 2 personas que se identifica una igualdad entre “casi siempre” y “siempre” de cada una de las respuestas.

Tabla 10

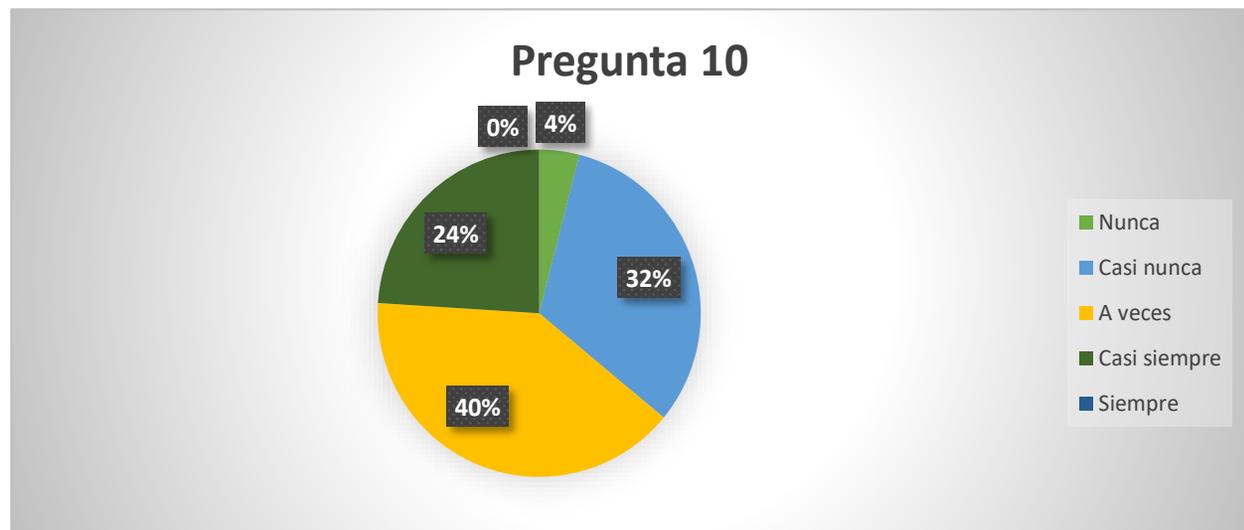
¿La constructora utiliza indicadores de control para el proceso de mantenimiento predictivo?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	1	4%
Casi nunca	8	32%
A veces	10	40%
Casi siempre	6	24%
Siempre	0	0%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 12

¿La constructora utiliza indicadores de control para el proceso de mantenimiento predictivo?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Para el ítem 10 contiene la siguiente pregunta como ¿La constructora utiliza indicadores de control para el proceso de mantenimiento predictivo?, el valor que permanece es el 40% y con 10 trabajadores encuestados que “a veces” la constructora

utiliza indicadores de control para el proceso de mantenimiento predictivo, asimismo con un 32% que corresponde a 8 colaboradores que “casi nunca” se utiliza indicadores de control, igualmente con un 24% y con 6 encuestados indican que “casi siempre” utilizan indicadores de control para el mantenimiento predictivo, y que con un 4% que está identificado por 1 persona menciona que “nunca” utiliza los indicadores de control y prevalecer el constante mantenimiento predictivo mensualmente.

Tabla 11

¿Están disponibles los consumibles y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento preventivo?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	0	0%
Casi nunca	4	16%
A veces	17	68%
Casi siempre	2	8%
Siempre	2	8%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 13

¿Están disponibles los consumibles y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento preventivo?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

En la tabla 11 se visualiza que el valor que prevalece con un 68% y un total de

17 personas que “a veces” indican que se encuentran disponibles todas las maquinarias a la hora de realizar un mantenimiento preventivo, respondiendo a la pregunta 11 ¿Están disponibles los consumibles y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento preventivo?, asimismo con un 16% y un total de 4 personas mencionan que “casi nunca” se encuentran disponibles consumibles y materiales a la hora de ejecutar un 100%, y con una igualdad de valores presenta un 8% con un total de 2 personas que “casi siempre” y “siempre” comentan que si cuentan con disponibilidad de las maquinarias a la hora de ejecutar diariamente.

Tabla 12

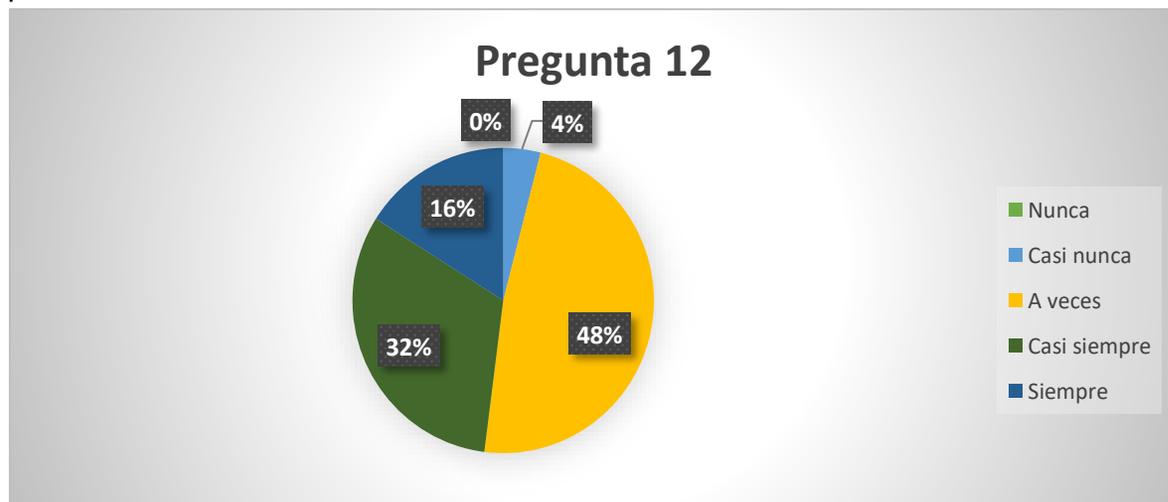
¿Cuentan con fichas de inspección diaria para analizar la funcionalidad de la maquinaria pesada?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	2	8%
Casi nunca	1	4%
A veces	14	56%
Casi siempre	2	8%
Siempre	6	24%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 14

¿Cuentan con fichas de inspección diaria para analizar la funcionalidad de la maquinaria pesada?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Dentro del ítem 12, corresponde a la siguiente pregunta ¿Cuentan con fichas de inspección diaria para analizar la funcionalidad de la maquinaria pesada? se observa con un 56% que corresponde a 14 trabajadores que “a veces” cuentan con documentación de revisión para analizar la funcionalidad de las máquinas, además de un 24% con 6 personas encuestados que “siempre” cuentan con fichas de inspección diaria, pero los valores de 8% que pertenecen 2 colaboradores que “nunca” y “casi siempre” cuentan con fichas de inspección diaria para analizar la función de la maquinaria, mientras que con un 4% “casi nunca” menciona que no cuentan constantemente con documentación.

Tabla 13

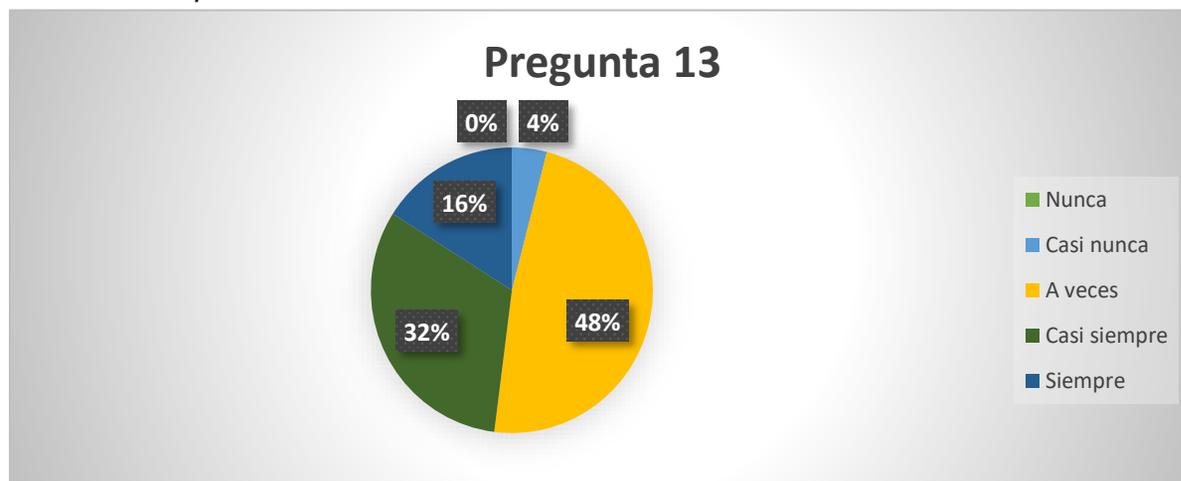
¿Los cambios de lubricantes, filtros, refrigerante y engrase se hacen a intervalos establecidos por el fabricante?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	0	0%
Casi nunca	1	4%
A veces	12	48%
Casi siempre	8	32%
Siempre	4	16%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 15

¿Los cambios de lubricantes, filtros, refrigerante y engrase se hacen a intervalos establecidos por el fabricante?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Ítem 13, la siguiente pregunta ¿Los cambios de lubricantes, filtros, refrigerante y engrase se hacen a intervalos establecidos por el fabricante? se refiere a un 48% y con un total de 12 personas que siguen con cambios correspondiente con intervalos por parte del fabricante, igualmente con un 32% indican una 8 personas que “casi siempre” consideran que hacen cambios adecuando a la compañía, además con un 16% y con un total de 4 encuestados responden que “siempre” realizan cambios de lubricantes, filtros, refrigerante y engrase diario, pero, con un 4% que corresponde a 1 persona indica que “nunca” se le da el cambio adecuado diario.

Tabla 14

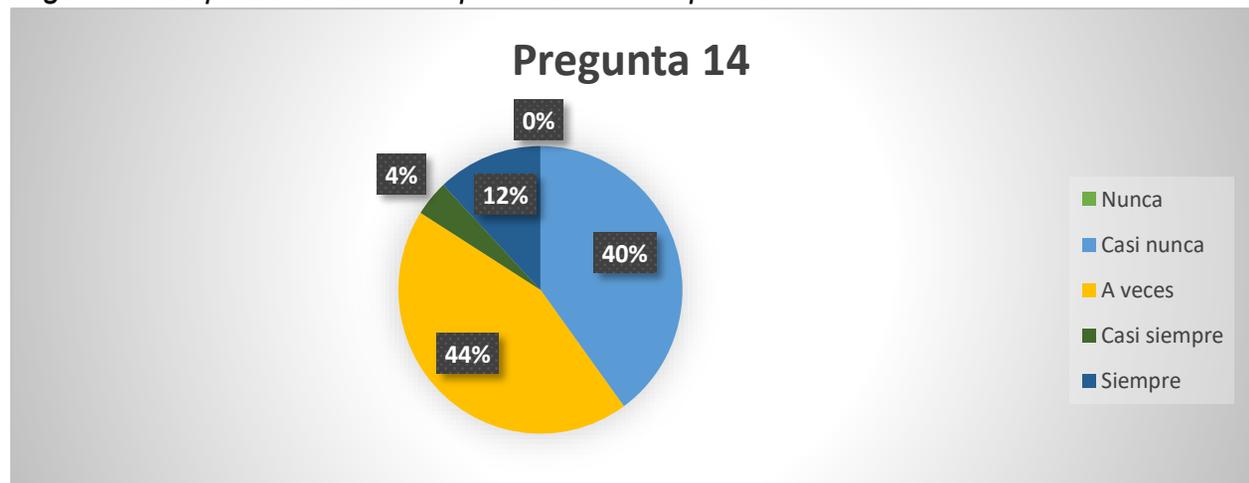
¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados a las inspecciones y seguimientos posteriores a la reparación de máquinas?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	0	0%
Casi nunca	10	40%
A veces	11	44%
Casi siempre	1	4%
Siempre	3	12%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 16

¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados a las inspecciones y seguimientos posteriores a la reparación de máquinas?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Para el ítem 14, la siguiente pregunta ¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados a las inspecciones y seguimientos posteriores a la reparación de máquinas? predominando con un 44% que pertenece a 11 personas que “a veces” toman decisiones a partir de los reportes de inspección, pero por otro lado, con un 40% y con un total de 10 persona, indican que “casi nunca” se toman decisiones referente a las inspecciones y seguimientos posteriores a la reparación de las maquinarias, aunque con un 12% refiriéndose a 3 personas indican que “siempre” se toma decisiones a partir de los repostes a las inspecciones, y por último con un 4% que pertenece a 1 persona “casi siempre” toman decisiones una vez realizada las inspecciones adecuadas.

Tabla 15

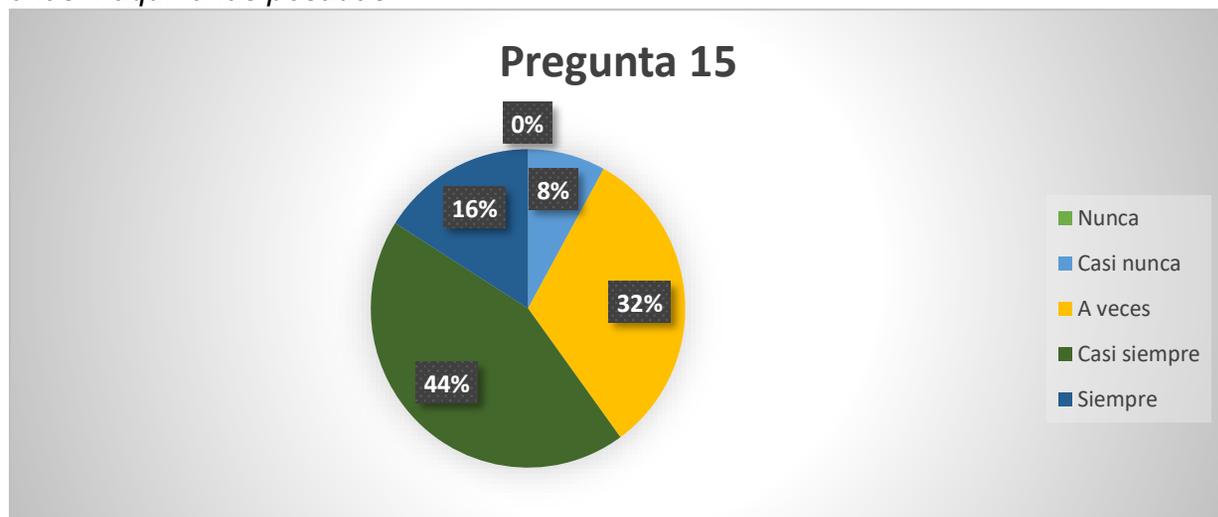
¿La constructora cuenta con procedimientos escritos para un monitoreo diario realizado a las maquinarias pesadas?

Opciones de respuesta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual
Nunca	0	0%
Casi nunca	2	8%
A veces	8	32%
Casi siempre	11	44%
Siempre	4	16%
Total	25	100%

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Figura 17

¿La constructora cuenta con procedimientos escritos para un monitoreo diario realizado a las maquinarias pesadas?



Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Ítem 15, la siguiente pregunta ¿La constructora cuenta con procedimientos escritos para un monitoreo diario realizado a las maquinarias pesadas? el valor que predomina es un 44% con un total de 11 persona que “casi siempre” cuenta con documentación por un monitoreo diaria a la máquinas, mientras que un 32% con 8 personas encuestadas “a veces” contaban con procedimientos escritos, de igual manera con 16% y un total de 4 personas responden que “siempre” cuentan con documentación, pero con una ligera desventaja de un 8% respondido por 2 persona que “casi nunca” los colaboradores de la compañías cuentan con documentación para monitoreo diario realizado a las máquinas pesadas.

El análisis comparativo que se menciona en el siguiente procedimiento, acerca del rendimiento ejecutado a un 100%, tomando en consideración maquinarias pesadas disponibles y sin fallo alguno, con un rendimiento de intervalo de un 60% a 45%, establecido por la funcionalidad del equipamiento que tenga algunos daños en algunas máquinas, ya sea, por piezas o por técnicos incapacitados para la operatividad adecuada que se establece diariamente.

Tabla 16
Rendimiento de las maquinarias de un proyecto vial

RENDIMIENTO AL 100%	RENDIMIENTO EN INTERVALO DE UN 60 A 45%
<p>Cargadora frontal, se puede calcular a través una fórmula que consideran la eficiencia de la operación, así como también, la numeración de tiempos en hora, tomando en cuenta factores de carga o llenado para el cucharón de la máquina y los minutos efectivos de trabajo en una hora divididos entre el tiempo en minutos de ciclos.</p> <p>Excavadora, para calcular el rendimiento se considera factores, como la cavidad de cucharas, el factor de llenado, el tiempo del ciclo de trabajo y la eficiencia operativa, los factores se multiplican juntos y luego se divide el resultado por el factor de conversión para el ángulo de giro, aunque el factor de llenado varía según el tipo de material con el que se trabaje y si el material está suelto o compactado.</p> <p>Finisher, se calcula por diversos factores, como la velocidad de pavimentación, el ancho de pavimentación y el espesor de la capa de asfalto son fundamentales para determinar la eficiencia y</p>	<p>Cargadora frontal, puede variar dependiendo a varios factores como el tipo de material que pueden ser más densos o difíciles de manejar afectando la eficiencia de carga, las condiciones del terreno como irregulares o resbaladizos pueden dificultad la operación y la capacidad de la máquina puede ser menor requiriendo más ciclos de carga para completar una tarea.</p> <p>Excavadora, puede afectarse como el tipo de material influye dureza, densidad y compactación del material, condiciones del terreno como la cohesión, densidad, compacidad y la presencia de obstáculos, capacidad del operador con el tiempo de ciclo, la eficiencia y la habilidad de distintos trabajos, factores climáticos y externos con tendidos de cables o edificaciones cercanas pueden impactar la operación de la maquinaria.</p> <p>Finisher, suelen ser afectados por el tipo de material a pavimentar con la composición y las características del material y condiciones del terreno como la topografía, la mecánica de suelo y</p>

productividad.

Motoniveladora, se puede calcular considerando la capacidad de nivelar terrenos y refinar taludes, la capacidad de efectuar la nivelación de pendientes variadas, lo que le confiere versatilidad, esta labor suele ser complementada por otros equipos. como excavadoras, además se puede calcular considerando factores como el consumo de combustibles, el ancho de la calzada y la eficiencia de la maquinaria pesada.

Retroexcavadora, se mide en metros cúbicos por hora (m³/h) y se calcula considerando varios factores, como la extensión tanto en altura como en anchura del equipo, la amplitud y la capacidad de la pala, el ancho de la zanja y la profundidad de la excavación, el tipo de suelo en el que se trabaja, el tiempo de ciclo que abarca la realización del trabajo, el tiempo de carga de la pala, el tiempo de descarga y el tiempo de retorno.

Rodillo un solo tambor, se puede medir en términos de la cantidad de área compactada por unidad de tiempo, factores como la anchura del tambor, el peso de funcionamiento y la capacidad de compactación del suelo son fundamentales para determinar el rendimiento óptimo.

Rodillo neumático, se puede medir en términos de la cantidad de área compactada por unidad de tiempo, factores como la anchura del tambor, el peso de funcionamiento y la capacidad de compactación del suelo, suelen ser utilizados durante el proceso de compactación de materiales sueltos, se busca otorgarles la capacidad de resistir cargas pesadas para prevenir el hundimiento del suelo, así como evitar la infiltración de agua y facilitar el drenaje.

Tractor, se puede medir por varios factores, como la eficiencia del motor, la capacidad de tracción, el consumo de combustible y la versatilidad en diferentes tareas, tomando en cuenta, las labores que requieran poco esfuerzo de tracción, se recomienda quitar el lastre para aligerar el peso del tractor y mejorar su rendimiento lo que disminuye el combustible.

el aspecto de obstáculos dentro del área de trabajo perturbando el rendimiento.

Motoniveladora, los factores pueden afectar en el tipo de material a nivelar con la composición y las características del material a nivelar, condiciones del terreno en la topografía, la calidad del terreno, la existencia de obstáculos en la zona de nivelación y capacidad del operador puede afectar el tiempo de ciclo, la eficiencia y la habilidad para adaptarse en diferentes condiciones de trabajo.

Retroexcavadora, los factores que influyen son las propiedades de la máquina en su extensión tanto vertical como horizontal, la amplitud y la capacidad de la pala, las particularidades del trabajo y del terreno, el ancho de la zanja, la profundidad de la excavación y el tipo de suelo. y el tiempo de ciclo se afecta tiempos de excavación, carga del cucharón, descarga y regreso.

Rodillo un solo tambor, puede verse afectado por distintos factores como, tipo de material a compactar en casos de arcilla, arena u otros materiales requieren métodos de compactación específicos, condiciones del lugar de trabajo como la variabilidad del terreno y la necesidad de ajustar la amplitud y diseño del tambor en su capacidad de cubrir el ancho de pavimentación afectando la fuera centrifuga.

Rodillo neumático, suelen afectarse con factores como, carga soportada por los neumáticos afectan la carga máxima soportan un neumático individualmente en un factor crucial, números de ruedas y carga de la rueda, además, de las condiciones de compactación como la presión de inflado de los neumáticos, el tipo de material a compactar y la uniformidad del terreno en el rendimiento.

Tractor se encuentra afectaciones dentro del tipo de terreno con el estado y la naturaleza del terreno en el que opera la maquinaria, potencia y capacidad del motor para general torque son factores críticos que afectan al rendimiento, estado del tractor con el motor, la transmisión y los sistemas hidráulicos, asimismo, el consumo de combustible puede verse afectado como el tipo de trabajo, la carga que transporta y las condiciones del terreno.

Elaborador por: (Varela Rivera, 2024)

3.4 Población y muestra

Dentro de la investigación cualitativa, la población se conforma por la totalidad del personal que labora en el Proyecto Quininde – Las Golondrinas liderado por la empresa ecuatoriana Equitesa dedicada a la construcción de obras civiles como carreteras, puentes, plantas de tratamiento, rehabilitación de carreteras, entre otros proyectos, se fundamenta por la nómina de trabajadores de 169 individuos y como muestra se enfoca en el número de individuos que se involucran en el equipo de operatividad de las maquinarias de la compañía realizando un cálculo para determinar el número de personales de la siguiente manera.

Cálculo de la muestra:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

En donde:

N = Tamaño de la población: 169 personas

Z = Nivel de confianza: 95%=1,96

e = Margen de error: 10%=0,10

o = Desviación estándar de la población

n = Número de la muestra

$$n = \frac{169 \times 0,5^2 \times 1,96^2}{(169 - 1)0,10^2 + 0,5^2 1,96^2}$$

$$n = 62 \text{ trabajadores.}$$

El resultado del cálculo es de 62 individuos que se prevé consolidar con los criterios profesionales en el área de operación encargado de todas las maquinarias.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

Dentro de la aplicación de los distintos mantenimientos que intervienen en las maquinarias de obras viales a las que deberían ser monitoreados, se muestra datos de la explicación de un proyecto vial “Rehabilitación, Rectificación y Mejoramiento para Quinindé-Las Golondrinas de 33,8 km”, para iniciar con los estudios analíticos, se determinan mediante un control diario de obra. Por consiguiente, los rubros que comprenden con exactitud de un 1 km que se analizará con respecto al rendimiento y utilidad de las maquinarias pesadas.

4.1 Presentación y análisis de resultados

De acuerdo, a la contribución del trabajo investigativo, se enfoca al cálculo de rendimiento de cada maquinaria, estado de las máquinas con su respectivo registro de modelo, código, equipo, marca, entre otros. Para así establecer los parámetros o directrices que se deben establecer para los distintos mantenimientos correctivos, predictivos y preventivos, desarrollando con cabalidad un correcto sostenimiento, con el fin de prevenir daños a las piezas del equipamiento, por otro lado, con respecto a los rubros que se mencionan en la Obra básica y conformación de plataforma, asimismo como, la Calzada de estructuras de pavimento, se puntualiza el tipo de ejemplificación que se quiere predominar, es decir, especificar una parte de la carrera mencionada para realizar su respectivo análisis.

Para iniciar el análisis investigativo, se menciona como primer punto, el estado de las maquinarias pesadas, detallando mediante una tabla en Excel todas las maquinarias que servían para el Proyecto Quinindé-Las Golondrinas, su número de equipo, cantidad por tipo de equipo, equipo, marca, modelo, serie del chasis, año de fabricación, color, número de motor, potencia, cilindraje, capacidad de carga con sus diferentes unidades, número de placa, tipo de combustible, kilometraje, operador autorizado, estado de equipo, consumo, uso de equipo, ubicación y observaciones.

Tabla 17

Listado de equipo de ejemplos – Sección 1

PROYECTO QUININDE - LAS GOLONDRINAS																		
LISTADO DE EQUIPOS NECESARIOS EN PROYECTO																		
FECHA: 25/6/2021																		
N° EQUIPO	CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE DEL CHASIS	AÑO	COLOR	N° DE MOTOR	POTENCIA [HP]	CILINDRAJE [L=I]	CAP. CARGA [M3]	TIPO DE COMBUSTIBLE	HOROMETROS / KILOMETRAJE	OPERADOR / CHOFER	ESTADO DE EQUIPO	CONSUMO q75/76 - GL.	INDICACIÓN	OBSERVACION ES ADICION. DEL EQUIPO Y/O TALLER
CARGADORAS																		
1	BZ-28	CARGADORA	CATERPILLAR	352H	0HSC8451	2003	AMARILLO	C7C13751	238	7200	8	DIESEL	-	JOSELITO BAYAS	OPERATIVO	72,53		
2	BZ-34	CARGADORA	CATERPILLAR	358H	H5G1636	2003	AMARILLO	-	358	7200	8	DIESEL	14224	GUSTAVO ANCHUNDIA	OPERATIVO	47,37		
3	BZ-37	CARGADORA	SEM	550H	7323	2014	AMARILLO	SC11C0228-1G2P1	285	18450	5	DIESEL	-	GERMAN MERO	OPERATIVO	55,45		
4	BZ-42	CARGADORA	LIEBHERR	L558	VAT21562J20451038	2017	AMARILLO	COE88L385347				DIESEL	4242	JIMMY VELASQUEZ	OPERATIVO			
MOTONIVELADORAS																		
5	B3-48	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	428H	HTSPH8207	2007	8	477-51803				DIESEL	1886	VICTOR ZUÑIGA	NO OPERATIVO - EQUIPO DAÑADO			PARA DIESEL AL RADIADOR, FUGA DE ACEITE DEL MOTOR, NO ENTRA LAS MARCHAS Y CHEQUEO DE TORNERA
6	B3-24	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	34H	7V5E1233	5/R	8	8				DIESEL	2387	GILBERTO OSTAZA	NO OPERATIVO - EQUIPO DAÑADO		CAMPAMENTO BUENOS AIRES	DAÑO EN SENSOADORES DE FIBRAS DE LOS TANDEM
7	B3-25	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	34H	7VJ8832	2007	AMARILLO					DIESEL	5445	MARIO HENRIETA	OPERATIVO			
8	B3-26	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	34H	7VJ8867	1993	AMARILLO	3386 8023320	228	8	8	DIESEL	-	TITO LOPEZ	OPERATIVO	53,47		
RODILLOS																		
9	B4-04	RODILLO	XCMG	XGT48W2181455	281853383	5/R	AMARILLO	8787325	8	8	8	DIESEL	726	JOSE TRUEN QUINTERO	OPERATIVO	8,88		
10	B4-05	RODILLO	AMMANN	Revolico AP248	8	2015	AMARILLO	8				DIESEL	1432	RAMON YERA	OPERATIVO			
11	B4-07	RODILLO	AMMANN	Doble Tracker AV118X	8	2015							1718	JORGE SALTOS	OPERATIVO			
12	B4-03	RODILLO	DOMAG	DV2420-48	8	8	AMARILLO	8	8	8	8	8	3335	SIMON BONE	OPERATIVO	8,88		
13	S / C	RODILLO													NO OPERATIVO - EQUIPO DAÑADO		CAMPAMENTO BUENOS AIRES	RODILLO BLANCO SIN CODIGO CON LOGO DE EQUITRANSA
RETROEXCAVADORAS																		
14	B5-142	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	428	8	2015	AMARILLO						1655	BERNILDO BAYAS	OPERATIVO			
15	B5-143	RETROEXCAVADORA	LIEBHERR	R328	8	8	AMARILLO	8	8				2751	EDDY ALVAREZ	OPERATIVO	8,88		
EXCAVADORAS																		
16	B5-07	EXCAVADORA	CATERPILLAR	303.5 C	DHY81974	2007	AMARILLO	CH581822	27	8	8	DIESEL			NO OPERATIVO - EQUIPO DAÑADO	8,53		
17	B5-06	EXCAVADORA	HYUNDAI	RODEX 450LC-7	HD818348	2014	AMARILLO	3222848 CUMMINS	148				1510	LUIS QUINTERO	OPERATIVO	44,21		
18	B5-103	EXCAVADORA	DOOSAN	DX225LCR	DXKCE0ACPD8812043	2015	NARANJA	D658TIS	158				1974	GUSTAVO VILLALBA	NO OPERATIVO - EQUIPO DAÑADO	47,37		PARADA POR CATALINA Y KIT DEL TEMPORADOR
19	B5-104	EXCAVADORA	DOOSAN	DX225LCR	DXKCE0ACPD8812137	2015	NARANJA	210726	148	5,3	8	DIESEL	13355	PEDRO CEDERO	OPERATIVO	45,74		

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 18

Listado de equipos de ejemplos – Sección 2

20	HS-185	EXCAVADORA	JOHN DEERE	Z185LC	1P7218GXECC228282	2014	AMARILLO	PE8888881447	153							NO OPERATIVO - EQUIPO DAÑADO	58,24	RIO PLANCO	PROBLEMA DE SISTEMA ELECTRICO, PINES, BOCINES Y DEL CUCHARON EN MAL ESTADO
21	HS-186	EXCAVADORA	DOOSAN	DX380LCR	DNKCECAPH08815478	2013	NARANJA	323982	247	0	0	DIESEL				NO OPERATIVO - EQUIPO DAÑADO	78,88	CAMPAMENTO BUENOS AIRES	PINES Y BOCINES DEL CUCHARON
22	HS-186	EXCAVADORA	DOOSAN	DX380LCR	DNKCECAPH08815482	2013	NARANJA	324852				DIESEL	12844	JOSE GUILJE	OPERATIVO				
23	HS-188	EXCAVADORA	DOOSAN	DX225LCR	DNKCEGACH08812384	2013	NARANJA	0058715	158			DIESEL	13488			NO OPERATIVO - EQUIPO DAÑADO	47,37	CAMPAMENTO BUENOS AIRES	DAÑO 2 RESORTE TEMPORALDORES Y CABEZA, DAÑO 4 RUEDA GUIA Y DESGASTE EN PINES Y BOCINES DEL CUCHARON
24	HS-193	EXCAVADORA	SAHY	SV215C	135V821HMS128	2013	0	142584	152	152	152	DIESEL	12273	WALTER CEDENO	OPERATIVO				
25	HS-196	EXCAVADORA	LIEDHERR	R354C SHE (ORUGAS)	45104	5/8	AMARILLO	0	322			DIESEL	3343	FREDDY LOOR NAVARRETE	NO OPERATIVO - EQUIPO DAÑADO	181,54		EXCAVADORA ALGUNA FERRALLA SIBARRIZ	
26	HS-193	EXCAVADORA	LIEDHERR	0		2013	AMARILLO	DM4788	0						OPERATIVO	0,00			
27	HS-192	EXCAVADORA	LIEDHERR	0328	0	2017	AMARILLO	0	0			0		LEONARDO MONCAYO	OPERATIVO	0,00			
TRACTOR																			
28	HS-88	TRACTOR	CATERPILLAR	D9 GC	0	2014	AMARILLO	CAT 348C	326	388	27,82	DIESEL	1823		OPERATIVO	182,347384			
PAVIMENTADORA DE ASFALTO																			
29	28-85	FINISER/PAVIMENTADORA DE ASFALTO	BARDER GREENE	B-G-2180	833788273	1938	0	0	187	488	0	DIESEL	18382	MARCOS ESPINOZA	OPERATIVO	55,78347388			
30	28-87	FINISER/PAVIMENTADORA DE ASFALTO	AMHANN	ATF-318	0	5/8	VERDE	0	5/8	0	0	DIESEL	18382	MARCOS ESPINOZA	NO OPERATIVO - EQUIPO DAÑADO	07VALOR:	CAMPAMENTO BUENOS AIRES		

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Mediante un listado de equipos que se encuentran disponibles o con condiciones de reparo y que en su mayoría tienen que traer repuesto como se visualiza en las observaciones, implementando el comentario o criterio del operador encargado de cada maquinaria, en el caso de las cargadoras con fecha del 25 de junio del 2021, se identifica que las 4 máquinas están laborando con normalidad, en el caso de las motoniveladoras, se encuentra 2 de 4 máquinas que están dañadas, los rodillos se visualiza 1 de 4 maquinarias que se encuentra dañada, las 2 máquinas de retroexcavadora se encuentran laborando con normalidad, en el caso de la excavadora, 6 de 12 equipos se encuentran con daños y no están habilitadas, el tractor es el único que se encuentra disponible y por último, la Finisher tiene 1 de 2 máquinas dañada.

Por otra parte, pero no menos importante analizar los controles de obra civil de proyectos, ya que, se centra específicamente en los tiempos que la maquinaria emplea para llevar a cabo las tareas encomendadas, para lo cual contamos con el siguiente listado de los equipos, cabe mencionar que se distribuye un cálculo para identificar los rendimientos de las maquinarias que se encuentran operativas, realizando un listado adecuado del de número de equipos que se encuentren laborando en el Proyecto Quinindé – Las Golondrinas. En la siguiente tabla se tomará por cada maquinaria un tipo de modelo, serie del chasis, año de fabricación, color, número de motor, potencia, cilindraje, capacidad de carga, entre otros aspectos, que sea representando individualmente.

Tabla 19
Maquinaria de ejemplos con sus características

NÚMERO DE EQUIPO	MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS
1	Cargadora	Cat 962 H
2	Excavadora	Doosan DX225LCA
3	Finisher	Barber Greene BG-210B
4	Motoniveladora	Cat 14 H
5	Retroexcavadora	Cat 420
6	Rodillo	AMMANN Neumático AP240
7	Tractor	Cat D9 GC

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

4.1.1 Rendimiento de cargadora

La funcionalidad se expresa este cálculo, donde determina la optimización de la variedad de series de cargadora empleadas a los proyectos constructivos como lo es:

$$R = \frac{60 \times Q \times K \times E}{T \times FV} : \left(\frac{m^3}{Hr}\right)$$

Dónde:

R= Rendimiento en m³/hora (medidos en banco)

Q=capacidad nominal del cucharón en m³

K= factor de llenado del cucharón.

E= factor de rendimiento de trabajo.

T= Tiempo de un ciclo (minutos).

FV= factor de abundamiento.

Se realiza una investigación sobre el manual de rendimiento de maquinaria Caterpillar

Tabla 20
Características de la Cargadora

Número de Equipo	Maquinaria	Características	Capacidad del cucharón m3
1	Cargador de Ruedas	962 H	3,8

Fuente: (Caterpillar, 2009, p. 18)

Capacidades de los cucharones

Tabla 21
Capacidades de cucharones de Cargadora Frontal

Cucharones Cargador de Ruedas 962 H	
Capacidad de los cucharones	2,7 – 3,8 m3
Capacidad máxima	3,8 m3

Fuente: (Caterpillar, 2009, p. 18)

Factor de llenado: Se establece debido al capacidad máxima de cucharones, es decir 3,8 m3, estableciendo un valor del 95%, desarrollando el valor (K=0,90) (Caterpillar, 2009, p. 21).

Eficiencia: Toma el valor de 50 min/60 min debido a las condiciones de la obra, E=0,83

Factor de abundamiento: 5%

Tiempo de ciclo: Se considera dentro del manual de rendimiento, el tiempo de

ciclo de la cargadora de 2,5 min

Calculando el rendimiento de la cargadora con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{60 \times Q \times K \times E}{T \times FV} : \left(\frac{m^3}{Hr}\right)$$

E=0,83; Q=3,8 m³; K=0,95; T=2,5 min; FV=10%

$$R = \frac{60 \times Q \times K \times E}{T \times FV} : \left(\frac{m^3}{Hr}\right)$$

$$R = \frac{60 \times 3,8 \times 0,95 \times 0,83}{2,5 \times 1,05} : \left(\frac{m^3}{Hr}\right)$$

$$R = 68,39 : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

4.1.2 Rendimiento de la excavadora

Se incluyen netamente para el análisis de maquinarias utilizando cucharón, ya que en la obra se mencionan piezas de taladros, pero exclusivamente con cucharones. Para considera el cálculo de rendimiento son el tipo de material, la altura de corte, los ángulos de giro, las dimensiones del equipo y la experiencia del operador.

Estableciendo la siguiente fórmula

$$R = \frac{3600 \times Q \times K \times E}{T \times FV} : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

Dónde:

R= Rendimiento en m³/hora (medidos en banco)

Q=capacidad o volumen del cucharón en m³

K= factor de llenado del cucharón (depende de las dimensiones y capacidad del Cucharón).

E= factor de rendimiento de la máquina.

T= Tiempo de un ciclo (segundos).

FV= factor de abundamiento.

3600=Factor de convergencia de unidades a horas.

Cabida de cucharetas: se realiza una tabla mediante el manual de rendimientos de maquinaria Doosan

Tabla 22
Características de la Excavadora

Número de Equipo	Maquinaria	Características	Capacidad del cucharón (m3)
1	Excavadora	Doosan DX225LCA	1,51

Fuente: (Doosan, 2013, p. 10)

Tabla 23
Capacidades de los cucharones de la Excavadora

Cucharones de Excavadora DX225LCA	
Capacidad de los cucharones (Multiuso, reforzada o para trabajos intensos)	0,39 – 1,51 m3
Capacidad máxima	1,51 m3

Fuente: (Doosan, 2013, p. 10)

Factor de llenado: Se establece debido al capacidad máxima de cucharones, es decir 1,51 m3, estableciendo un valor del 80%, desarrollando el valor (K=0,83) (Doosan, 2013, p. 16).

Eficiencia: Se considera de 50 min/60 min, ya que, casi nunca se efectuará los 60 min dando un total de 0,83

Factor de abundamiento: 20%

Tiempo de ciclo: Se referencia por manual de rendimiento de la marca (Doosan, 2013, pág. 16) con un promedio de 36,6 min

$$R = \frac{3600 \times 1,51 \times 0,83 \times 0,83}{36,6 \times 1,20} : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

$$R = 85,27 : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

4.1.3 Rendimiento de la finisher

Se tomo en consideración información de un Manual de (Greene, s.f.). Para el cálculo del rendimiento de la pavimentadora finisher se emplea la siguiente formula:

$$R = \frac{E \times e \times l \times V \times 60}{T} : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

$$T = \frac{d}{v} + t_f : (min)$$

Dónde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 80 a 95%

d= distancia de trabajo en m

e= espesor de la carpeta en m

le= ancho útil en m.

V= Velocidad de trabajo para carpetas de 5 a 10 cm la velocidad va de 200 a 350 m/h donde 350 m/h = 5,83 m/h

t_f= tiempo fijo va de 1 a 1,5 min

Se calcula el tiempo total:

$$T = \frac{1000}{5,83} + 1,5 : (min)$$

$$T = 173 : (min)$$

Se calcula el rendimiento de una maquinaria pavimento finisher:

$$R = \frac{0,95 \times 1000 \times 0,005 \times 3,6 \times 5,83 \times 60}{173} : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

$$R = 34,58 : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

4.1.4 Rendimiento de la motoniveladora

Se distribuye la fórmula del equipo con su respectiva optimización realizando en base al tiempo de trabajo, formulando lo siguiente:

$$T = \frac{D \times N}{V \times E} : (\text{horas})$$

Donde:

T= Tiempo requerido para efectuar el trabajo

D= Distancia recorrida en cada pasada

N= Número de pasadas que se requiere para realizar el trabajo

V= velocidad de operación (Km/hora)

E= factor de rendimiento de trabajo.

Se considera mediante el manual de rendimiento de Caterpillar. Esto se determina la longitud de la hoja es de 4,2 m con un ejemplo de 1 km de vía para realizar el trabajo. Se requieren 4 pasadas para finalizar la tarea de rastreo y nivelado. La naturaleza del material permite realizar las dos primeras pasadas a una velocidad de 2,25 km/h, y las dos últimas a 5,20 km/h., el factor de eficiencia E=0,60 (Caterpillar, 2007, p. 2).

$$T = \frac{2 \times 1}{2,25 \times 0,60} + \frac{2 \times 1}{5,20 \times 0,60} : (\text{horas})$$

$$T = 2,12 : (\text{horas})$$

Cálculo en hectáreas de producción:

$$A = 1000 \times 4,2 : (\text{metros cuadrados})$$

$$A = 4200 : (\text{metros cuadrados})$$

$$A = 0,42 : (\text{Ha})$$

Cálculo de rendimiento en Ha/hora:

$$R = \frac{A}{T} : \left(\frac{Ha}{Hora}\right)$$

$$R = \frac{0,42}{2,12} : \left(\frac{Ha}{Hora}\right)$$

$$R = 0,20 : \left(\frac{Ha}{Hora}\right)$$

4.1.5 Rendimiento de Retroexcavadora

Para el beneficio de este equipo se considera la capacidad máxima del cucharón y se toma en cuenta la capacidad del operador, seguido a esto, se da la siguiente fórmula para calcular el rendimiento (Caterpillar , 2015, p. 3):

$$R = \frac{Q \times Fc \times 60}{T} : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

Donde:

Q= Capacidad máxima del cucharón

Fc= Factor de corrección final entre 75-80%

T= Tiempo total del ciclo (min)

Se desarrolla la capacidad del cucharón máxima con el Manual de Caterpillar donde se indica el valor de 0,96 m. Asimismo, se establece un tiempo total de ciclo para optimizar la capacidad en minutos entre 1 y 1,5 min, tomando en consideración el valor máximo para analizar el rendimiento efectivo (Caterpillar , 2015, p. 3).

$$R = \frac{0,96 \times 0,80 \times 60}{1,5} : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

$$R = 30,72 : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

4.1.6 Rendimiento de Rodillo

Para el cálculo del rendimiento del rodillo neumático se aplica la misma fórmula del rodillo neumático, se desarrolla acorde a las Especificaciones técnicas de la marca (Ammann, 2015, p. 2), en el cual se registra los valores establecidos para realizar la respectiva sistematización:

$$R = \frac{E \times V \times A \times C \times K}{N} : \left(\frac{m^3}{\text{Hora}}\right)$$

Donde:

E= factor de eficiencia de la maquinaria va de 75% a 80%

V= velocidad de recorrido del rodillo generalmente va de 3000m/h a 6000m/h

A= ancho del cilindro de compactación se obtiene es especificaciones del fabricante medido en m

C= espesor de la capa a compactar en m

K= factor k de traslape va de 0.5 a 1

N= número de pasadas realizadas

$$R = \frac{0,80 \times 6000 \times 1,98 \times 0,025 \times 1}{8} : \left(\frac{m^3}{\text{Hora}}\right)$$

$$R = 29,7 : \left(\frac{m^3}{\text{Hora}}\right)$$

4.1.7 Rendimiento de Tractor

El rendimiento de un tractor en metros cúbicos sobre hora se refiere a la eficiencia con la que el motor del tractor está capacitado para rendir en un tiempo determinado. Para obtener la producción, se considera fundamentalmente conocer la capacidad máxima de la hoja, la eficiencia del trabajo y el tiempo de ciclo (Caterpillar, 2014, pág. 5):

$$R = \frac{E \times Q \times 60}{T} : \left(\frac{m^3}{\text{Hora}}\right)$$

Donde:

R= Rendimiento en m³/h

E= Eficiencia del trabajo va de 75 a 80 %

T= Tiempo del ciclo en min

Q= Capacidad de la hoja en m³

Para determinar el tiempo del tiempo del ciclo es necesario tomar en cuenta la distancia y velocidad máximo de la maquinaria (Caterpillar, 2014, p. 2):

$$T = \frac{D}{A} : (min)$$

$$T = \frac{2378,8}{235} : (min)$$

$$T = 10,13 : (min)$$

Cálculo de Rendimiento de Maquinaria Tractor:

$$R = \frac{0,8 \times 16,6 \times 60}{10,13} : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

$$R = 78,13 : \left(\frac{m^3}{Hora}\right)$$

Tabla 24*Maquinarias pesadas con sus respectivos rendimientos*

NÚMERO DE EQUIPO	MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	RENDIMIENTO
1	Cargadora	Cat 962 H	68,39 m3/h
2	Excavadora	Doosan DX225LCA	85,27 m3/h
3	Finisher	Barber Greene BG-210B	34,58 m3/h
4	Motoniveladora	Cat 14 H	0,20 ha/h
5	Retroexcavadora	Cat 420	30,72 m3/h
6	Rodillo	AMMANN Neumático AP240	29,70 m3/h
7	Tractor	Cat D9 GC	78,13 m3/h

Elaborador por: (Varela Rivera, 2024)

Se concluye el análisis de resultados, interpretando la tabla de rendimientos, en la Cargadora se obtuvo un rendimiento de 68,39 m3/h, mientras que la Excavadora tiene 85,27 m3/h, por otro lado la maquinaria Finisher esta con el valor de 1,18 m3/h, aunque por parte de la Motoniveladora es 0,20 ha/h, asimismo, en la maquinaria Retroexcavadora tiene 30,72 m3/h, como penúltima maquinaria tiene un Rodillo contiene el valor de 29,70 m3/h y por último, la maquinaria del Tractor tiene como resultado 78,19 m3/h.

4.2 Análisis comparativo de los mantenimientos correctivos, predictivos y preventivos de las maquinarias pesadas

Se realiza un manual haciendo énfasis a las aportaciones de las maquinarias que presenten daños durante las horas de trabajo, indicando en qué periodo de tiempo se tomará en consideración para realizar el mantenimiento adecuado sin afectaciones al equipo

4.2.1 Cargadora Frontal Caterpillar 962H

La responsabilidad del mantenimiento de la maquinaria recae en el operador, dentro de los límites establecidos por la marca. Esto implica realizar ajustes, usar lubricantes y filtros adecuados, así como reemplazar componentes desgastados debido

al uso y al paso del tiempo. Caso contrario, si no se respetan los procedimientos y los tiempos establecidos, puede disminuir su eficiencia o aumentar el desgaste de piezas.

4.2.2 Excavadora Doosan DX225LCA

Dentro de la marca establecida de la maquinaria, el operador debe encargarse de mantener el rendimiento según el intervalo de tiempo establecido implica llevar a cabo todos los ajustes necesarios, utilizar lubricantes y filtros adecuados, y reemplazar los componentes desgastados por el uso y el paso del tiempo. Si no se siguen estos procedimientos, las piezas del equipo se verán afectadas negativamente.

Tabla 25
Mantenimiento predictivo de excavadora

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CUANDO SE NECESARIO	
Filtro del aire acondicionado	Inspeccionar y reemplazar
Nivel de electrolito de batería	Revisar
Batería o cable de batería	Inspeccionar y reemplazar
Varillaje del cucharón	Inspeccionar y ajustar
Puntas del cucharón	Inspeccionar y reemplazar
Filtro de aire de la cabina (aire fresco)	Limpiar y reemplazar
Cámara	Limpiar
Condensador	Limpiar
Elemento primario y secundario del filtro de aire del motor	Reemplazar
Calcomanía (identificación de producto)	Limpiar
Sistema de combustible	Cebar
Colador de tanque de combustible	Limpiar
Fusiles	Reemplazar
Luz de descarga de alta intensidad (HID)	Reemplazar
Filtro de aceite	Inspeccionar
Radiador, posenfriador y núcleos del enfriador de aceite	Limpiar
Ajuste de la cadena	Ajustar
Depósito del lavaparabrisas	Llenar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 26

Mantenimiento predictivo de excavadora

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 10 HORAS DE SERVICIO O CADA DÍA	
Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	Revisar
Nivel de aceite del motor	Revisar
Separador de agua del sistema de combustible	Drenar
Agua y sedimento en el tanque de combustible	Drenar
Nivel de aceite del sistema hidráulico	Revisar
Indicadores y medidores	Probar
Cinturón de seguridad	Inspeccionar
Ajuste de la cadena	Inspeccionar
Alarma de desplazamiento	Probar
Tren de rodaje	Comprobar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 27

Mantenimiento predictivo de excavadora

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 10 HORAS DE SERVICIO O DIARIAMENTE DURANTE LAS PRIMERAS 50 HORAS	
Varillaje de la pluma y del brazo	Lubricar
Varillaje del cucharón	Lubricante

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 28

Mantenimiento predictivo de excavadora

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 100 HORAS DE SERVICIO	
Varillaje del cucharón	Lubricante

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 29

Mantenimiento preventivo de excavadora

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 250 HORAS DE SERVICIO	
Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento	Obtener
Muestra de aceite del motor	Obtener

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 30*Mantenimiento preventivo de excavadora*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
PRIMERAS 500 HORAS DE SERVICIO	
Aceite del mando final	Cambiar
Aceite del mando de rotación	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 31***Mantenimiento preventivo de excavadora*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 500 HORAS DE SERVICIO	
Varillaje de la pluma y del brazo	Lubricar
Aceite y filtro del motor	Cambiar
Nivel de aceite del mando final	Revisar
Muestra del aceite del mando final	Obtener
Muestra de aceite del sistema hidráulico	Obtener
Cojinete de la rotación	Lubricante
Nivel de aceite del mando de rotación	Revisar
Muestra de aceite del mando de rotación	Obtener

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 32***Mantenimiento preventivo de excavadora*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 1000 HORAS DE SERVICIO	
Batería	Lubricar
Sujeción de la batería	Apretar
Correa	Inspeccionar, ajustar y reemplazar
Juego de válvulas del motor	Revisar
Elemento de filtro primario del sistema de combustible	Reemplazar
Filtro secundario del sistema de combustible	Reemplazar
Aceite del mundo de rotación	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 33***Mantenimiento preventivo de excavadora*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 1500 HORAS DE SERVICIO	
Elemento de filtro de eliminación de gases	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 34

Mantenimiento correctivo de excavadora

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 2000 HORAS DE SERVICIO	
Aceite del mando final	Cambiar
Filtro de la tapa de combustible	Reemplazar
Engranaje de la rotación	Lubricar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 35

Mantenimiento correctivo de excavadora

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 3000 HORAS DE SERVICIO	
Filtro de aceite del sistema hidráulico (retorno)	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 36

Mantenimiento correctivo de excavadora

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 3 AÑOS	
Cinturón de seguridad	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 37

Mantenimiento correctivo de excavadora

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 5000 HORAS DE SERVICIO	
Secador receptor (refrigerante)	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 38

Mantenimiento correctivo de excavadora

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS	
Prolongador de vida útil de refrigerante en el sistema de enfriamiento	Agregar
Aceite del sistema hidráulico	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 39*Mantenimiento correctivo de excavadora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 12000 HORAS DE SERVICIO O 6 AÑOS	
Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**4.2.3 Finisher Barber Greene BG-210B**

Se debe tomar en cuenta las guías antes de llevar a cabo cualquier operación o procesos de sostenimiento, por parte de sus limitantes que buscan la marca de la Finisher se establece seguimientos favorables para disminuir daños y reparaciones, que pueden establecerse en lubricantes y filtros, así como reemplazar componentes desgastados debido al uso y al paso del tiempo. Si no se siguen estos procesos, las piezas del equipo pueden resultar dañadas.

Tabla 40*Mantenimiento predictivo de finisher*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CUANDO SEA NECESARIO	
Batería	Reciclar
Batería o cable de batería	Inspeccionar y reemplazar
Rejilla del tubo de llenado de DEF	Limpiar
Fluido de escape diésel	Llenar
Admisión de filtro de aire del motor	Limpiar
Elemento de filtro de aire primario del motor	Limpiar y reemplazar
Elemento del filtro de aire secundario del motor	Reemplazar
Calcomanía (identificación del producto)	Limpiar
Sistema de combustible	Cebar
Agua y sedimento en el tanque de combustible	Drenar
Fusibles	Reemplazar
Acabado de la tolva	Inspeccionar o reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 41*Mantenimiento predictivo de finisher*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 4 HORAS DE SERVICIO O DOS VECES AL DÍA	
Transportadores del sinfín	Lubricador
Transportadores de arrastre	Lubricador

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 42***Mantenimiento predictivo de finisher*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 10 HORAS DE SERVICIO O CADA DÍA	

Alarma de retroceso	Probar
Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	Revisar
Nivel de aceite de motor	Revisar
Separador de agua del sistema de combustible	Drenar
Nivel de aceite de sistema hidráulico	Revisar
Nivel de aceite del mando de la bomba	Revisar
Cinturón de seguridad	Inspeccionar
Conductor de admisión de ventilación	Inspeccionar y limpiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 43***Mantenimiento predictivo de finisher*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
A LAS PRIMERA 50 HORAS DE SERVICIO	

Cadenas de mando del transportador (sinfín)	Ajustar
Cadena de mando del transportador (arrastre)	Ajustar
Aceite del mando planetario del transportador (sinfín)	Cambiar
Muestra de aceite del mando planetario del transportador (sinfín)	Obtener
Aceite del mando planetario del transportador (arrastre)	Cambiar
Muestra de aceite del mando planetario del transportador (arrastre)	Obtener
Aceite del planetario del mando final	Cambiar
Muestra de aceite del planetario del mando final	Obtener
Tuercas de unión del brazo de remolque	Apretar
Tuercas de las ruedas (mando final)	Apretar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 44*Mantenimiento predictivo de finisher*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 50 HORAS DE SERVICIO	
Bogies	Lubricante
Sistema de transportador	Inspeccionar
Cojinete del cilindro de la tolva	Lubricar
Inflado de los neumáticos	Revisar
Enganche de camión	Lubricar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 45***Mantenimiento preventivo de finisher*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 250 HORAS DE SERVICIO	
Correas	Inspeccionar, ajustar y reemplazar
Cadenas de mando de transportador (sinfín)	Ajustar
Cadenas de mando de transportador (arrastre)	Ajustar
Nivel de aceite del mando planetario del transportador (sinfín)	Revisar
Nivel de aceite del mando planetario del transportador (arrastre)	Revisar
Núcleos de enfriamiento	Limpiar
Transportadores de arranque	Ajustar
Muestra de aceite del motor	Obtener
Nivel de aceite del planetario del mando final	Revisar
Núcleo del radio	Limpiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 46***Mantenimiento preventivo de finisher*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
500 HORAS INICIALES (PARA SISTEMAS NUEVOS, SISTEMAS VUELTOS A LLENAR Y SISTEMAS CONVERTIDOS)	
Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)	Obtener

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 47*Mantenimiento preventivo de finisher*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 500 HORAS DE SERVICIO	
Sistema de frenos	Prueba
Aceite del mando planetario del transportador (sinfín)	Cambiar
Muestra de aceite del mando planetario del transportador (sinfín)	Obtener
Aceite del mando planetario del transportador (arrastre)	Cambiar
Muestra de aceite del mando planetario del transportador (arrastre)	Obtener
Sistema del transportador	Inspeccionar
Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 1)	Obtener
Aceite y filtro del motor	Cambiar
Aceite del planetario del mando final	Cambiar
Muestra de aceite del planetario del mando final	Obtener
Filtro del sistema de combustible (en línea)	Reemplazar
Filtro primario del sistema de combustible	Limpiar, inspeccionar y reemplazar
Filtro secundario del sistema de combustible	Reemplazar
Tapa, filtro y colador del tanque de combustible	Limpiar, inspeccionar y reemplazar
Colador del tanque de combustible	Limpiar
Muestra de aceite del sistema hidráulico	Obtener

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 48***Mantenimiento preventivo de finisher*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 1000 HORAS DE SERVICIO	
Deslizadera del sinfín	Ajustar
Deslizadera del sinfín	Lubricar
Bogies Wheel Bearings	Limpiar, reemplazar y ajustar
Filtros de aceite del sistema hidráulico	Reemplazar
Aceite del mando de la bomba	Cambiar
Filtro de aceite del mando de la bomba	Reemplazar
Muestra de aceite del mando de la bomba	Obtener

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 49*Mantenimiento preventivo de finisher*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 1500 HORAS DE SERVICIO	
Elemento de filtro de eliminación de gases	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 50***Mantenimiento correctivo de finisher*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 2000 HORAS DE SERVICIO	
Montaje del motor	Inspeccionar
Filtro de la tapa del tanque de combustible	Reemplazar
Tapa del tanque hidráulico	Reemplazar
Respiradero del mando de la bomba	Reemplazar
Turbocompresor	Inspeccionar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 51***Mantenimiento correctivo de finisher*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 3000 HORAS DE SERVICIO	
Termostato del agua del sistema de enfriamiento	Reemplazar
Filtro y aceite del sistema hidráulico	Cambiar
Motor de arranque	Inspeccionar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 52***Mantenimiento correctivo de finisher*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 3 AÑOS	
Cinturón de seguridad	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 53***Mantenimiento correctivo de finisher*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 5000 HORAS DE SERVICIO	
Filtro de fluido de escape diésel	Reemplazar
Inyector de fluido de escape de diésel	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 54*Mantenimiento correctivo de finisher*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS	
Prolongador de vida útil de refrigerante en el sistema de enfriamiento (ELC)	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 55***Mantenimiento correctivo de finisher*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 12000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 AÑOS	
Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

4.2.4 Motoniveladora Caterpillar 14H

Dentro de la marca de la maquinaria, es responsabilidad del operador llevar a cabo el mantenimiento adecuado. Esto implica realizar ajustes necesarios, usar lubricantes y filtros apropiados, y reemplazar componentes desgastados debido al uso y al paso del tiempo. Si no se siguen los procedimientos y tiempos establecidos, la eficiencia de la maquinaria puede disminuir y el desgaste de las piezas puede aumentar.

Tabla 56*Mantenimiento predictivo de motoniveladora*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CUANDO SEA NECESARIO	
Receptáculo del cilindro de levantamiento de la hoja	Revisar, ajustar y reemplazar
Acumulador de freno	Revisar
Filtro de aire de la cabina	Reemplazar
Pestillo de la puerta de la cabina	Lubricante
Receptáculo del cilindro del desplazador del círculo	Revisar, ajustar y reemplazar
Espacios libres del círculo	Revisar y ajustar
Disyuntores	Reajustar
Núcleos de enfriamiento	Limpiar
Cuchillas y cantoneras de extremo	Inspeccionar y reemplazar
Pantalla y cámara	Limpiar
Juego axial del receptáculo y la bola de la barra de tiro	Revisar y ajustar

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
Elemento de filtro de aire del motor	Limpiar y reemplazar
Cilindro del auxiliar de arranque con éter	Reemplazar
Calcomanía (identificación del producto)	Limpiar
Sistema de combustible	Llenar
Sistema de combustible	Cebar
Agua y sedimentos del tanque de combustible	Drenar
Fuses	Remplace
Banda de desgaste de la vertedera	Inspeccionar, ajustar y reemplazar
Filtro de aceite	Inspeccionar
Punta del desgarrador	Inspeccionar y reemplazar
Dientes del escarificador	Inspeccionar y reemplazar
Depósito del lavaparabrisas	Llenar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 57
Mantenimiento predictivo de motoniveladora

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 10 HORAS DE SERVICIO O CADA DÍA	
Alarma de retroceso	Probar
Frenos, indicadores y medidores	Probar
Diseño del piñón del mando del círculo	Lubricar
Parte superior del círculo	Lubricar
Nivel de aceite del motor	Revisar
Separador de agua del sistema de combustible	Drenar
Nivel de aceite del sistema hidráulico	Revisar
Cinturón de seguridad	Inspeccionar
Nivel de aceite de la transmisión y del diferencial	Revisar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 58
Mantenimiento predictivo de motoniveladora

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 100 HORAS DE SERVICIO	
Deslizadera del sinfín	Ajustar
Deslizadera del sinfín	Lubricar
Bogies Wheel Bearings	Limpiar, reemplazar y ajustar
Filtros de aceite del sistema hidráulico	Reemplazar
Aceite del mando de la bomba	Cambiar
Filtro de aceite del mando de la bomba	Reemplazar
Muestra de aceite del mando de la bomba	Obtener

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 59*Mantenimiento predictivo de motoniveladora*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 250 HORAS DE SERVICIO	
Muestra de aceite del motor	Obtener

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 60***Mantenimiento preventivo de motoniveladora*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 500 HORAS DE SERVICIO	
Manguera de suministro del motor de tracción en todas las ruedas	Inspeccionar y reemplazar
Correas	Inspeccionar, ajustar y reemplazar
Sistema de frenos	Probar
Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 1)	Obtener
Aceite del motor y filtro	Cambiar
Engine Shutdown Switch	Check
Filtro del sistema de combustible	Reemplazar
Muestra de aceite del sistema hidráulico	Obtener
Muestra de aceite del mando del tándem	Obtener
Muestra de aceite de la transmisión y de las diferencias	Obtener
Nivel de aceite del cojinete de rueda (delantero)	Revisar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 61***Mantenimiento preventivo de motoniveladora*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 1000 HORAS DE SERVICIO	
Filtro de aceite del sistema hidráulico	Reemplazar
Filtro de aceite (tracción en todas las ruedas)	Reemplazar
Estructura de Protección en Caso de Vuelcos (ROPS)	Inspeccionar
Respiradero del tándem	Limpiar y reemplazar
Rejilla y filtro de aceite de la transmisión y del diferencial	Reemplazar y limpiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 62*Mantenimiento correctivo de motoniveladora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 2000 HORAS DE SERVICIO	
Batería o cable de batería	Inspeccionar y reemplazar
Aceite del mando del círculo	Cambiar
Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)	Obtener
Tapa de presión del sistema de enfriamiento	Limpiar y reemplazar
Amortiguador de vibraciones del cigüeñal	Inspeccionar
Aceite del mando del tándem	Cambiar
Aceite del cojinete de rueda (delantero)	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 63***Mantenimiento correctivo de motoniveladora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 2500 HORAS DE SERVICIO	
Juego de válvulas del motor	Revisar
Rotadores de válvula del motor	Inspeccionar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 64***Mantenimiento correctivo de motoniveladora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 3 AÑOS	
Cinturón de seguridad	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 65***Mantenimiento correctivo de motoniveladora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 6000 HORAS DE SERVICIO	
Prolongador de vida útil de refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	Agregar
Aceite del sistema hidráulico	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 66*Mantenimiento correctivo de motoniveladora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 12000 HORAS DE SERVICIO	
Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**4.2.5 Retroexcavadora Caterpillar 420**

Programación de tiempos en horas adaptables para realizar el cuidado, que abarca todos los ajustes, el uso de lubricantes, fluidos y filtros adecuados, así como el reemplazo de piezas debido al desgaste normal y al paso del tiempo. Si no se llevan a cabo el proceso necesario de cada uno en los momentos apropiados, puede disminuir los beneficios o aumentar su desgaste en las piezas.

Tabla 67*Mantenimiento predictivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CUANDO SE NECESARIO	
Batería	Limpiar y comprobar
Batería o clave de tubería	Inspeccionar y reemplazar
Disyuntores	Rearmar
Aceite de enfriamiento del tambor	Cambiar
Raspadores del tambor	Inspeccionar, ajustar o reemplazar
Elemento primario del filtro de aire del motor	Limpiar y reemplazar
Elemento secundario del filtro de aire del motor	Reemplazar
Comportamiento del motor	Limpiar
Fusibles	Reemplazar
Filtro de aceite	Inspeccionar
Núcleo del radiador	Limpiar
Tuercas de las ruedas	Apretar
Depósito de lavaparabrisas	Llenar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 68*Mantenimiento predictivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 10 HORAS DE SERVICIO O CADA DÍA	
Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento	Comprobar
Indicador de servicio del filtro de aire del motor	Inspeccionar
Nivel de aceite de motor	Comprobar
Separador de agua del sistema de combustible	Drenar
Nivel del aceite del sistema hidráulico	Comprobar
Indicadores y medidores	Probar
Interruptor de arranque en neutral	Probar
Cinturón de seguridad	Inspeccionar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 69***Mantenimiento predictivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 50 HORAS DE SERVICIO O CADA SEMANA	
Filtro de aire de la cabina	Limpiar y reemplazar
Extremos del cilindro de la dirección	Lubricar
Inflado de los neumáticos	Comprobar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 70***Mantenimiento predictivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 50 HORAS DE SERVICIO O CADA MES	
Agua y sedimentos del tanque de combustible	Drenar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 71***Mantenimiento preventivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
A LAS PRIMERA 250 HORAS DE SERVICIO	
Aceite del Eje Trasero	Cambiar
Aceite del planetario del mando final (eje)	Cambiar
Aceite del planetario del mando final (tambor)	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 72

Mantenimiento preventivo de retroexcavadora

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 250 HORAS DE SERVICIO O CADA MES	
Nivel de aceite del eje (trasero)	Comprobar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 73

Mantenimiento preventivo de retroexcavadora

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 250 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES	
Correas	Inspeccionar, ajustar y reemplazar
Muestra de aceite del motor	Obtener
Nivel de aceite del planetario del mando final (eje)	Comprobar
Aceite de planetario del mando final (tambor)	Cambiar
Montajes de aislamiento	Inspeccionar
Nivel de aceite del soporte vibratorio	Revisar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 74

Mantenimiento preventivo de retroexcavadora

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES	
Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 1)	Obtener

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 75

Mantenimiento preventivo de retroexcavadora

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES	
Muestra de Aceite del Eje	Obtener
Aceite y filtro del motor	Cambiar
Filtro primario del sistema del combustible (Separador de agua)	Reemplazar
Muestra de aceite del sistema hidráulico	Obtener
Freno de estacionamiento	Comprobar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 76*Mantenimiento preventivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO	
Aceite del Eje Trasero	Cambiar
Tapa de presión del sistema de enfriamiento	Limpiar y reemplazar
Soportes del motor	Inspeccionar
Juego de las válvulas del motor	Comprobar
Aceite del planetario del mando final (eje)	Cambiar
Aceite del planetario del mando final (tambor)	Cambiar
Filtro y colador de la tapa del tanque de combustible	Reemplazar y limpiar
Respiradero del tanque hidráulico	Reemplazar
Estructura de protección contra vuelcos (ROPS)	Inspeccionar
Aceite de soporte vibratorio	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 77***Mantenimiento correctivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 2000 HORAS DE SERVICIO O CADA 2 AÑOS	
Amortiguador de vibraciones del cigüeñal	Inspeccionar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 78***Mantenimiento correctivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA AÑO	
Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)	Obtener
Secador de refrigerante	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 79***Mantenimiento correctivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 3000 HORAS DE SERVICIO O CADA 2 AÑOS	
Termostato de agua del sistema de enfriamiento	Reemplazar
Bomba de agua del motor	Inspeccionar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 80*Mantenimiento correctivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 3 AÑOS DESDE LA FECHA DE INSTALACIÓN O CADA 5 AÑOS DESDE LA FECHA DE FABRICACIÓN	
Cinturón	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 81*Mantenimiento correctivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 3000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS	
Aceite de la caja de las pesas excéntricas	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 82*Mantenimiento correctivo de retroexcavadora*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS	
Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento	Añadir

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

4.2.6 Rodillo Neumático AMMANN AP240

Dentro de los límites establecidos por la marca, es responsabilidad del operador llevar a cabo el mantenimiento de la maquinaria. Esto implica realizar los ajustes necesarios, utilizar lubricantes para cambiar las piezas desgastadas que se encuentran en uso hace más de 1 año. En caso de no seguir los procedimientos y los plazos establecidos, se puede ver una disminución en la eficiencia de la maquinaria o un aumento en el desgaste de las piezas.

Tabla 83*Mantenimiento predictivo de rodillo neumático*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CUANDO SEA NECESARIO	
Lastre Baterías	Quitar e instalar Reciclar

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Batería o cable de batería	Inspeccionar y reemplazar
Disyuntores	Rearmar
Elemento primario del filtro de aire del motor	Limpiar y reemplazar
Elemento secundario del filtro del aire del motor	Reemplazar
Indicador de servicio del filtro de aire del motor	Inspeccionar
Sistema de combustible	Cebar
Fusibles	Reemplazar
Filtro de aceite	Inspeccionar
Radiador y enfriador del aceite hidráulico	Limpiar
Alfombra de neumáticos	Reemplazar
Raspador de neumáticos	Inspeccionar, ajustar y reemplazar
Boquillas del rociador de agua	Limpiar
Sistema de rociado de agua	Drenar
Filtro del sistema de rociado de agua	Limpiar
Tuercas de las ruedas	Apretar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 84

Mantenimiento predictivo de rodillo neumático

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

CADA 10 HORAS DE SERVICIO O CADA DÍA

Humedad y sedimentos del tanque de aire	Drenar
Alarma de retroceso	Probar
Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	Comprobar
Nivel de aceite del motor	Comprobar
Separador de agua del sistema de combustible	Drenar
Nivel del aceite del sistema hidráulico	Comprobar
Indicadores y mediadores	Probar
Interruptor de arranque en neutro	Probar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 85

Mantenimiento predictivo de rodillo neumático

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

CADA 50 HORAS DE SERVICIO O CADA SEMANA

Nivel de aceite del eje motriz (Trasero)	Comprobar
Piñón del eje motriz (Trasero)	Lubricar
Aceite del freno de estacionamiento	Comprobar
Inflado de neumáticos	Comprobar
Cojinetes de las ruedas (delanteras)	Lubricante

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 86*Mantenimiento predictivo de rodillo neumático*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 50 HORAS DE SERVICIO O CADA SEMANA	
Agua y sedimentos del tanque de combustible	Drenar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 87***Mantenimiento predictivo de rodillo neumático*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 100 HORAS DE SERVICIO O CADA DOS SEMANAS	
Colador del tanque de agua	Limpiar e inspeccionar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 88***Mantenimiento preventivo de rodillo neumático*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
A LAS PRIMERA 250 HORAS DE SERVICIO	
Aceite del eje motriz (Trasero)	Cambiar
Juego de las válvulas del motor	Comprobar
Aceite del sistema hidráulico	Cambiar
Filtro de aceite del sistema hidráulico	Reemplazar
Colador (Sistema de enjuague)	Limpiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 89***Mantenimiento preventivo de rodillo neumático*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 250 HORAS DE SERVICIO O CADA MES	
Muestra de Aceite del motor	Obtener
Correas	Reemplazar
Barra oscilante y de dirección	Lubricante
Extremos del cilindro de la dirección	Lubricar
Freno de estacionamiento	Comprobar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 90***Mantenimiento preventivo de rodillo neumático*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES	
Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 1)	Obtener
Colador (Sistema de enjuague)	Limpiar
Filtro primario del sistema del combustible	Limpiar, inspeccionar y reemplazar

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Sistema de frenos	Probar
Muestra de aceite del eje motriz (Trasero)	Obtener
Eje motriz	Lubricante
Rejilla de admisión de combustible	Limpiar, inspeccionar y reemplazar
Filtro secundario del sistema de combustible	Reemplazar
Separador de agua del sistema de combustible	Reemplazar el elemento

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 91

Mantenimiento preventivo de rodillo neumático

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO	
Batería	Limpiar y reemplazar
Tapa de presión del sistema de enfriamiento	Limpiar y reemplazar
Aceite del eje motriz (Trasero)	Cambiar
Filtro y colador de la tapa del tanque de combustible	Reemplazar y limpiar
Aceite del sistema hidráulico	Cambiar
Filtro de aceite del sistema hidráulico	Reemplazar
Respiradero del tanque del sistema hidráulico	Reemplazar
Rejilla del tanque hidráulico	Limpiar
Aceite del freno de estacionamiento	Cambiar
Estructura de protección contra vuelcos (ROPS)	Inspeccionar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 92

Mantenimiento correctivo de rodillo neumático

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 2000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO	
Respiradero del cárter	Limpiar
Juego de las válvulas del motor	Comprobar
Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)	Obtener

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 93

Mantenimiento correctivo de rodillo neumático

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 3000 HORAS DE SERVICIO O CADA 2 AÑOS	
Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento	Añadir
Cinturón	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 94*Mantenimiento correctivo de rodillo neumático*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 5000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS	
Bomba de agua del motor	Inspeccionar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 95***Mantenimiento correctivo de rodillo neumático*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O 4 AÑOS	
Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

4.2.7 Tractor Caterpillar D9 GC

La responsabilidad del mantenimiento de la maquinaria recae en el operador, siempre y cuando se ajuste a los límites establecidos por la marca. En este sentido, es necesario realizar ajustes, utilizar lubricantes y filtros adecuados, así como reemplazar componentes desgastados debido al uso y al paso del tiempo. En caso contrario, es decir, si no se respetan los procedimientos y los tiempos establecidos, es probable que se experimente una disminución en la eficiencia de la maquinaria o un aumento en el desgaste de las piezas.

Tabla 96*Mantenimiento predictivo de tractor*

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CUANDO SEA NECESARIO	
Batería	Inspeccionar
Filtro de cabina (aire fresco)	Limpiar, inspeccionar y reemplazar
Filtro de cabina (recirculación)	Limpiar, inspeccionar y reemplazar
Bordes de corte y cantonera	Inspeccionar y reemplazar
Elemento primario y secundario del filtro de aire del motor	Limpiar y reemplazar
Antefiltro de aire del motor	Limpiar
Cilindro auxiliar de arranque con éter	Reemplazar
Película (identificación del producto)	Limpiar
Posición del piñón delantero	Comprobar
Filtros primario y secundario del sistema de	Reemplazar

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
combustible	
Fusibles y disyuntores	Reemplazar y reiniciar
Filtro de aceite	Inspeccionar
Núcleo del radiador	Limpiar
Protector de la punta y el vástago del desgarrador	Inspeccionar y reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 97

Mantenimiento predictivo de tractor

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 10 HORAS DE SERVICIO O DIARIAMENTE	
Alarma de marcha atrás	Prueba
Frenos, indicadores y calibres	Prueba
Nivel de refrigerante del sistema de refrigeración	Comprobar
Filtro primario del sistema de combustible	Drenaje
Depósito de combustible, agua y sedimentos	Drenaje
Nivel de aceite del sistema hidráulico	Comprobar
Nivel de aceite del sistema del tren de potencia	Revisar
Tren de rodaje	Limpiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 98

Mantenimiento predictivo de tractor

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CADA 50 HORAS DE SERVICIO O SEMANALMENTE	
Pasador central de la barra compensadora	Lubricar
Cojinete de transmisión del ventilador	Lubricar
Cojinetes del yugo del cilindro de elevación	Lubricar
Abrazadera de inclinación manual de hoja angular	Lubricar
Nivel de aceite del eje de pivote	Comprobar
Varilla del desgarrador y cojinetes del cilindro	Lubricar
Pasadores de pista	Inspeccionar
Rodillos guía del cabrestante	Lubricar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 99

Mantenimiento preventivo de un tractor

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
250 HORAS DE SERVICIO INICIALES	
Juego de válvulas del motor	Comprobar
Filtro del cabrestante y colador magnético	Reemplazar y limpiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 100*Mantenimiento preventivo de tractor*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 250 HORAS DE SERVICIO O MENSUALMENTE	
Correas	Inspeccionar, ajustar y reemplazar
Aceite de motor y filtro	Cambiar
Muestra de aceite de motor	Obtener
Nivel de aceite de pasadores de extremo de barra compensadora	Comprobar
Nivel de aceite de la transmisión final	Comprobar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 101***Mantenimiento preventivo de tractor*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES	
Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 1)	Obtener
Respiradero del cárter del motor	Limpiar
Muestra de aceite de mando final	Obtener
Filtro primario y secundario del sistema de combustible	Reemplazar
Filtro y colador de la tapa del tanque de combustible	Reemplazar y limpiar
Filtro de aceite del sistema hidráulico	Reemplazar
Muestra de aceite del sistema hidráulico	Obtener

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 102***Mantenimiento preventivo de tractor*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES	
Batería	Inspeccionar
Respiradero del tanque hidráulico	Reemplazar
Aceite y pantallas del sistema del tren de potencia	Cambiar y limpiar
Estructura de protección contra vuelcos (ROPS) y estructuras de protección contra objetos que caen (FOPS)	Inspeccionar
Respiradero de la transmisión	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)**Tabla 103***Mantenimiento correctivo de tractor*

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 2000 HORAS DE SERVICIO O 1 AÑO	
Muestra de refrigerante del sistema de refrigeración (Nivel 2)	Obtener
Juego de válvulas del motor	Revisar y ajustar
Aceite de transmisión final	Cambiar

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
Secador frigorífico	Reemplazar
Guías del bastidor de rodillos inferiores	Inspeccionar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 104

Mantenimiento correctivo de tractor

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 3 AÑOS	
Cinturón de seguridad	Reemplazar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 105

Mantenimiento correctivo de tractor

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O 3 AÑOS	
Extensor de refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	Agregar
Aceite del sistema hidráulico	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

Tabla 106

Mantenimiento correctivo de tractor

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
CADA 12000 HORAS DE SERVICIO O 6 AÑOS	
Refrigerante del sistema de refrigeración (ELC)	Cambiar

Elaborado por: (Varela Rivera, 2024)

CONCLUSIONES

Para finalizar el trabajo de titulación, se considera que se busca garantizar el correcto funcionamiento y prolongar la vida útil de las máquinas, detallando las siguientes conclusiones:

- Se identificó como es el mantenimiento preventivo que se enfoca en realizar acciones planificadas y periódicas para evitar fallas que implica inspecciones, lubricaciones, ajustes y reemplazos de piezas, en el mantenimiento predictivo se utiliza técnicas de análisis de datos y herramienta de diagnósticos para predecir fallas y planificar intervenciones de manera rutinaria y por último en el mantenimiento correctivo se realiza cuando se detecta una falla o avería pero se soluciona el problema de manera rápida y eficiente.
- Se estableció una comparativa de las máquinas con el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que busca determinar si estas prácticas son adecuadas para las necesidades específicas de las maquinarias, ya sea, pre, durante o post ejecución de un rubro en obra, asimismo, proporcionar ventajas en términos de eficiencia, confiabilidad y reducción de costos.
- Se realizó un análisis comparativo de las maquinarias con el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, donde tuvo resultado garantizar la disponibilidad que se tenía de cada equipo y su rendimiento óptimo estando al 100% y mejorar el porcentaje menos de un 50% con inspecciones rutinarias antes de cada día de jornada encargada de personal operativo.

RECOMENDACIONES

Para identificar como es el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de las maquinarias pesadas, se debe establecer criterios que se tomen en consideración, como los siguientes:

- Se aconseja a los futuros ingenieros, consultar manuales de mantenimiento de las maquinarias pesadas específicas para comprender las recomendaciones del fabricante, con una investigación exhaustiva de tecnologías avanzadas, que hoy en día implemente análisis de daños y restauración de piezas que afecten directamente a la obra.
- Se sugiere a los investigadores, comparar los programas de mantenimiento implementando en distintas empresas y sectores para identificar las mejores prácticas, la opinión de expertos en el campo operativo, la eficiencia y la disponibilidad de las maquinarias que laboran sin ninguna falla.
- Se recomienda a los distintos investigadores de la carrera de Ingeniería Civil, analizar los informes y estudios realizados por otros indagadores, que evalué sus resultados en términos de eficiencia, costos y tiempo de inactividad, ya que, podría ocurrir una paralización de obra si las piezas se dañan consecutivamente, comparando los diferentes enfoques utilizados en el mantenimiento de máquinas pesadas en obras de vialidad.

REFERENCIAS

- Acuerdo Ministerial 020. (2012). *Acuerdo Ministerial 0220*. Obtenido de file:///C:/Users/hp/Downloads/ACUERDO-MINISTERIAL-020.pdf
- Ammann. (2015). *Especificaciones Técnicas de Ammann AP 240*. Guayaquil.
- Aquino Vargas , G., & Muzo Villacis, S. (Febrero de 2021). Diseñar un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada para la “Constructora Vargas Soria Cia. Ltda”, del Cantón de Baños de Agua Santa. *Repositorio de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 90. Recuperado el 27 de Julio de 2023, de <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2179>
- Astrid, B. (2021). *Universidad Cooperativa de Colombia* . Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/10O8cv4GROpOCpKeckmttxNPC9Xhnxcto/view>
- Bancayan Periche, S. (2020). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la Municipalidad distrital de Vice. *Repositorio de la Universidad César Vallejo*. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12692/70229>
- Barahona, A. (30 de Junio de 2021). Plan de mantenimiento para la maquinaria pesada en funcionamiento de la dirección para la gestión del riesgo y desastre del departamento del Meta. *Repositorio de la Universidad Cooperativa de Colombia*, 72. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12494/35016>
- Benavides Vásquez, L. (2 de Noviembre de 2022). Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo Aplicado a la Maquinaria Pesada de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, Provincia de Utcubamba-Amazonas. *Repositorio de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña*, 106. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12897/142>
- Caterpillar . (2015). *Manual de Rendimiento de Caterpillar 420*. Guayaquil.
- Caterpillar. (2007). *Manual de Rendimiento de Caterpillar*. Guayaquil.
- Caterpillar. (2009). *Manual de Rendimiento de Maquinarias Caterpillar*. Guayaquil.

- Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.kellytractor.com/esp/imagenes/pdf/demolicion_desechos/cargadores_ruedas/962h.pdf
- Caterpillar. (2014). *Manual de Rendimiento de Caterpillar Tractor D9 GC*. Guayaquil.
- Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid. (2020). *Antares*. Madrid : Gestión y Mantenimiento del equipamiento electromédico .
- Constitución del Ecuador. (2008). *Constitución del Ecuador*. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Doosan. (2013). *Equipos para la construcción Dossan DX225LCA*. Guayaquil.
- Emaint. (Julio de 2023). *Emaint*. Obtenido de <https://www.emaint.com/es/maintenance-management-goals/>
- Energialcom. (2020). *Energy Alcom*. Obtenido de <https://www.energialcom.com/servicios-de-mantenimiento-predictivo-preventivo-y-correctivo/>
- Flores, R. (2020). *SLIDESHARE*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/RAFAELFLORES167/parametros-del-mantenimiento>
- Greene, B. (s.f.). *Repositorio de la Universidad Vicente Rocafuerte de Guayaquil*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/117/1/T-ULVR-0080.pdf
- Instituto Tecnológico de Cerro Azul . (s.f.). *Studocu*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-cerro-azul/mecanica-de-suelos/unidad-3-rendimientos-de-la-maquinaria-pesada/28128288>
- León, L. (Marzo de 2022). *Issuu*. Obtenido de https://issuu.com/uftpre30175341/docs/informe_final_luis_le_n_y_maria_tua.doc

Ley Orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial. (2016). *Ley Orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial*. Obtenido de <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/LEY-ORGANICA-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIAL.pdf>

López, A. d. (2021). *CONALEP*. Obtenido de <https://www.conalepveracruz.edu.mx/iniciobackup/wp-content/uploads/2021/03/Mantenimiento-de-equipo-de-c%C3%B3mputo-b%C3%A1sico-M%C3%93DULO-PROFESIONAL.pdf>

López, J. D., & Sárate, D. F. (Febrero de 2023). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo asistido por (GMAO) para maquinaria pesada del Departamento de Construcción, Mantenimiento y Talleres de la Dirección de Obras Públicas del GAD municipal del cantón Gualaquiza. *Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cuenca*, 204. doi:<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24712>

Mercado Julca, J. L. (2022). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos del área de maquinaria y equipos Edicas SAC Contratistas Generales, Trujillo 2022. *Repositorio de la Universidad César Vallejo*, 143. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12692/102431>

Milton Alfonso Huatay Aliaga. (2014). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA*. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/550/T%20621.8%20H874%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Modor Intelligence. (2020). *Modor Intelligence*. Obtenido de <https://mordorintelligence.com/es/industry-reports/construction-equipment-market>

MovilGMAO. (2020). Breve Historia del Mantenimiento. España: MovilGMAO.

Nelson, Y. (Octubre de 2022). *Universidad Mayor San Andrés*. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1uTB-coj_MsgrSGyij-qL9jwG7ZV2w3EU/view

Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12*

- MTOP*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf
- Ors, G. (Octubre de 2021). *CONSULTORES ELECTRICOS ESPECIALIZADOS*. Obtenido de <https://gruppoors.com.mx/2021/11/29/ventajas-y-desventajas-del-mantenimiento-correctivo/>
- Perales Chilingano, J. (2023). Disminución de la alta frecuencia de fallas mediante la implementación de un plan de mantenimiento en la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo, Apurímac. *Repositorio de la Universidad Tecnológica del Perú*. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12867/6998>
- Post Grado Industrial. (Marzo de 2022). Obtenido de <https://postgradoindustrial.com/mantenimiento-predictivo-caracteristicas-ventajas/>
- Protecnus . (Abril de 2023). *Portecnus*. Obtenido de <https://www.protecnus.com/6-ventajas-del-mantenimiento-preventivo-para-tu-empresa/>
- Quinncompany. (1 de Julio de 2022). *Quinncompany*. Obtenido de <https://www.quinncompany.com/es/6-benefits-of-buying-used-heavy-equipment/>
- Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial . (2012). *Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial* . Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>
- Safety Culture. (Marzo de 2023). *Safety Culture*. Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/gestion-del-mantenimiento/>
- UpKeep Technologies. (29 de Agosto de 2023). *UpKeep Technologies*. Obtenido de Condition Based Maintenance: <https://www.upkeep.com/es/learning/condition-based-maintenance/#%C2%BFqu%C3%A9-es-el-mantenimiento-basado-en-la->

condici%C3%B3n?

Valverde Obregón, A. (30 de Julio de 2021). Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada en minera Chinalco Perú S.A. *Repositorio de la Universidad Nacional del Callao*, 142. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12952/5884>

Vidal, F. (Diciembre de 2021). *STEL Order* . Obtenido de <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-correctivo/>

ANEXOS

Anexo 1

Máquina de rodillo liso



Elaborador por: *(Varela Rivera, 2024)*

Anexo 2

Máquina de finisher



Elaborador por: *(Varela Rivera, 2024)*

Anexo 3

Maquinaria de excavadora



Elaborador por: (Varela Rivera, 2024)

Anexo 4

Maquinaria de motoniveladora



Elaborador por: (Varela Rivera, 2024)

Anexo 5

Maquinaria de tractor



Elaborador por: *(Varela Rivera, 2024)*

Anexo 6

Maquinaria de rodillo liso



Elaborador por: *(Varela Rivera, 2024)*

Anexo 7

Maquinaria de retroexcavadora



Elaborador por: *(Varela Rivera, 2024)*

Anexo 8

Maquinaria de excavadora



Elaborador por: *(Varela Rivera, 2024)*

Anexo 9

Maquinaria de excavadora



Elaborador por: *(Varela Rivera, 2024)*