

Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí

por Luis Miguel Mendoza García Hugo Michael Chávez Quito

Fecha de entrega: 02-jun-2023 10:07a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2107537307

Nombre del archivo: IVIL_-_Luis_Miguel_Mendoza_Garc_a_Hugo_Michael_Ch_vez_Quito.docx (7.02M)

Total de palabras: 19759

Total de caracteres: 103695



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Obra publicada con autorización del autor



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis

Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí

1
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Luis Miguel Mendoza García

<https://orcid.org/0000-0003-1528-3114>

Hugo Michael Chávez Quito

<https://orcid.org/0009-0006-9835-1571>

15

Asesor:

Ing. M.sc. Máximo Alcibíades Vilca Cotrina

5
<https://orcid.org/0000-0003-2686-5486>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis

Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí

¹ Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Presentado por

Luis Miguel Mendoza García

Hugo Michael Chávez Quito

² Sustentada y aprobada el 04 de mayo del 2023, ante el honorable jurado:

Presidente de Jurado

Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro

Secretario de Jurado

² Ing. M.Sc. Ernesto Eliseo García Ramírez

Vocal de Jurado

Ing. M.Sc. Vicente Juvenal Diaz Agip

Asesor

³ Ing. M.sc Máximo Alcibíades Vilca Cotrina

Tarapoto, Perú

2023

Declaratoria de autenticidad

Luis Miguel Mendoza García, con DNI N° 71083204 y **Hugo Michael Chávez Quito**, con DNI N° 71583676, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 04 de mayo del 2023.



.....
Luis Miguel Mendoza García
DNI N° 71083204



.....
Hugo Michael Chávez Quito
DNI N° 71583676

Declaración Jurada

Luis Miguel Mendoza García, con DNI N° 71083204, con domicilio legal en Jr. Manco Inca N° 543 Tarapoto y **José Arturo Díaz Yauyo**, con DNI N° 71583676, domicilio legal en Jr. Moyobamba N° 632 Jepelacio, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, **Declaramos Bajo Juramento** que, toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis, que acompaño es verás y auténtica.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 04 de mayo del 2023.



.....
Luis Miguel Mendoza García
DNI N° 71083204



.....
Hugo Michael Chávez Quito
DNI N° 71583676

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí</p>	<p>5 Área de investigación: Transportes Línea de investigación: Estrategias de tecnologías de información Y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales Y no convencionales Para el desarrollo sostenible. Sublínea de investigación: Ingeniería vial con fines socio productivos. Grupo de investigación: Resolución N° 254-2022-UNSM/FICA-CF-NLU Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autores: Luis Miguel Mendoza García Hugo Michael Chávez Quito</p>	<p>2 Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil https://orcid.org/0000-0003-1528-3114 https://orcid.org/0009-0006-9835-1571</p>
<p>15 Asesor: Ing. M.sc. Máximo Alcibiades Vilca Cotrina</p>	<p>2 Dependencia local de soporte: Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil Unidad o Laboratorio Ingeniería Civil https://orcid.org/0000-0003-2686-5486</p>

Dedicatoria

La presente tesis quiero dedicarla especialmente a mi madre, quien siempre ha sido mi roca y mi fuente de amor incondicional. Tu sacrificio, apoyo y fe en mí son la razón por la que he llegado hasta aquí. Esta tesis es un pequeño homenaje a tu amor y dedicación. Te quiero con todo mi corazón.

A mis hermanas, quienes han sido mis compañeras de vida y mi apoyo constante. Gracias por ser mis confidentes y mis amigas. Esta tesis es un testimonio de nuestro amor y apoyo mutuo.

A mis amigos, quienes han sido mi apoyo y mi alegría durante este viaje. Gracias por ser mis compañeros de risa y mis motivadores. Este logro es también el vuestro, y estoy muy agradecido por tenerlos a mi lado.

Al amor de mi vida, mi Alianza Lima. Gracias por acompañarme en este proceso y por ser mi motivación constante en la búsqueda de mis sueños. Agradezco profundamente todas las alegrías que me has brindado, los triunfos y las emociones vamos juntos por más éxitos.

Hugo Michael Chávez Quito

A mi abuelita por ser el soporte y estar presente en toda la etapa de mi formación académica y por darme alientos emocionales en los momentos más difíciles.

A mi tío por los consejos e inculcarme al estudio, por enseñarme los valores, la responsabilidad y la humildad y por compartir su experiencia y ser parte de mi desarrollo como profesional.

A mis padres por darme la vida y brindarme su apoyo incondicional durante mi formación como profesional.

Luis Miguel Mendoza García

Agradecimientos

A nuestros progenitores por el apoyo incondicional, emocional y moral durante nuestra formación profesional y por hacer de nosotros personas de bien para la sociedad.

Gracias a nuestro asesor el Ingeniero Máximo Vilca Cotrina por el apoyo y seguimiento durante el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

A los ingenieros docentes de la escuela profesional de ingeniería civil y arquitectura por todas las enseñanzas y exigencias durante el tiempo que pasamos por las aulas de la facultad de ingeniería civil y arquitectura.

A Consorcio Ejecutor Caño y a su representante a don José Alexander Reguera Ysuiza por permitirnos ser partícipes y laborar en la ejecución de la obra y así poder desarrollar nuestra tesis.

A dios por darnos la vida y permitirnos terminar nuestro proyecto de investigación con satisfacción.

Los Autores.

Índice general

² Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento	8
Índice general	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	13
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes de la investigación	18
2.2 Fundamentos teóricos	20
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1 Ámbito y condiciones de la investigación	31
3.1.1 Contexto de la investigación	31
3.1.2 Periodo de ejecución	33
3.1.3 Autorización y permisos	33
3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad	33
3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales	33
3.2 Sistema de variables	34
3.2.1 Variables principales	34
3.2.2 Variables secundarias	34
3.3 Procedimientos de la investigación	35
3.3.1 Objetivo específico ¹ : Identificar y analizar las variables exógenas intervinientes en el rendimiento de la maquinaria usada en el movimiento de tierras	35
² 3.3.2 Objetivo específico 2: Determinar y analizar los rendimientos de la maquinaria usada para la ejecución de las partidas de movimiento de tierras del proyecto: “Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí” con código único de inversiones 2297272	35
² 3.3.3 Objetivo específico 3: Identificar y analizar los factores técnicos y administrativos de la operación y mantenimiento del equipo mecánico y como estos influyen en su rendimiento.	52
² CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55

4.1	Objetivo específico 1: Identificar y analizar las variables exógenas intervinientes en el rendimiento de la maquinaria usada en el movimiento de tierras.....	55
4.2	Objetivo específico 2: Determinar y analizar los rendimientos de la maquinaria usada para la ejecución de las partidas de movimiento de tierras del proyecto: "Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjui" con código único de inversiones 2297272.	56
4.3	Objetivo específico 3: Identificar y analizar los factores técnicos y administrativos de la operación y mantenimiento del equipo mecánico y como estos influyen en su rendimiento.	67
	CONCLUSIONES	70
	RECOMENDACIONES.....	71
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
	Bibliografía	72
	ANEXOS	75
	ANEXO 01	75
	ANEXO 02	76
	ANEXO 03	78
	ANEXO 04	81
	ANEXO 05	87
	ANEXO 06	91
	ANEXO 07	94
	PLANOS	94

Índice de tablas

Tabla 1. Factor de abundamiento.....	25
Tabla 2. Ubicación geográfica.....	32
Tabla 3. Operacionalización de las variables.....	34
Tabla 4. Partidas donde se utilizó equipo mecánico.....	35
Tabla 5. Maquinaria analizada durante la ejecución de la obra.....	36
Tabla 6. Capacidad del cucharón.....	37
Tabla 7. Ciclo de trabajo excavadora CAT 323.....	37
Tabla 8. Ciclo de trabajo excavadora Komatsu PC 210 LC.....	38
Tabla 9. Ciclo de trabajo excavadora Hyundai 220 LC-9.....	38
Tabla 10. Ciclo de trabajo excavadora Doosan DX 225 LCA.....	39
Tabla 11. Capacidad del cucharón del tractor CAT D6H.....	39
Tabla 12. Ciclo de trabajo del tractor Cat D6H de la partida 2.02.....	40
Tabla 13. Ciclo de trabajo del tractor Cat D6H de la partida 2.04.....	40
Tabla 14. Ciclo de trabajo del tractor Cat D6H de la partida 2.05.....	41
Tabla 15. Longitud de hoja de las motoniveladoras analizadas.....	41
Tabla 16. Factor de eficiencia de los trabajos.....	42
Tabla 17. Factores de eficiencia de los trabajos por cada partida.....	42
Tabla 18. Condiciones de empuje.....	43
Tabla 19. Factores de hoja seleccionados.....	43
Tabla 20. valores de pendiente de trabajo.....	44
Tabla 21. Numero de pasadas de las partidas donde utilizo el equipo.....	44
Tabla 22. Distancia recorrida en cada pasada por cada partida.....	45
Tabla 23. Espesores de capa por cada partida.....	45
Tabla 24. Velocidades de trabajo por cada pasada.....	46
Tabla 25. Capacidad del cucharón de los cargadores frontales.....	46
Tabla 26. Ciclo de trabajo del cargador SINOMACH 957H en la partida 5.01.....	46
Tabla 27. Ciclo de trabajo del cargador Volvo L90C correspondiente a la partida 5.01.....	47
Tabla 28. Ciclo de trabajo del cargador SINOMACH 957H en la partida 5.03.....	47
Tabla 29. Ciclo de trabajo del cargador Volvo L90C en la partida 5.03.....	48
Tabla 30. Ciclo de trabajo del cargador SINOMACH 957H en la partida 5.07.....	48
Tabla 31. Ciclo de trabajo del cargador Volvo L90C en la partida 5.07.....	48
Tabla 32. Ciclo de trabajo del cargador SINOMACH 957H en la partida 5.11.....	49
Tabla 33. Ciclo de trabajo del cargador Volvo L90C en la partida 5.11.....	49
Tabla 34. Ciclo de trabajo del cargador SINOMACH 957H en la partida 5.15.....	50
Tabla 35. Ciclo de trabajo del cargador Volvo L90C en la partida 5.15.....	50
Tabla 36. Ancho efectivo del rodillo.....	51
Tabla 37. Velocidades de los rodillos autopropulsados.....	51
Tabla 38. Espesores de capa de las partidas donde se usaron rodillos.....	51

Tabla 39. Numero de pasadas por partida donde se usaron los rodillos.....	52
Tabla 40. Tecnicas y instrumentos de recolección.....	54
Tabla 41. Resultados de Rendimientos de excavadoras.....	56
Tabla 42. Resultados de Rendimientos del tractor Cat D6H	57
Tabla 43. Tiempos requeridos de trabajo en las motoniveladoras	57
Tabla 44. Resultados de Rendimientos calculados de las motoniveladoras	59
Tabla 45. Resultados de rendimientos de los cargadores frontales	61
Tabla 46. Resultados de los rendimientos de los rodillos.....	62
Tabla 47. Caudal de la bomba de la cisterna	63
Tabla 48. Capacidad del tanque:.....	64
Tabla 49. Resistencia a la rodadura.....	64
Tabla 50. Pendiente de trabajo (cisterna).....	64
Tabla 51. Factor eficiencia del trabajo (cisterna).....	64
Tabla 52. Resultados de rendimientos de cisterna de Volvo 2000 gal.	65
Tabla 53. Resultados de rendimientos de los volquetes utilizados en el proyecto en investigación	66
Tabla 54. Matriz de Consistencia	75
Tabla 55. Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (Excavadoras)	81
Tabla 56. Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (tractor).....	81
Tabla 57. Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (motoniveladoras).....	82
Tabla 58. Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (cargadores frontales)	83
Tabla 59. Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (rodillos lisos).....	84
Tabla 60. Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (volquetes).....	85
Tabla 61. Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (cisterna)	86

2 **Índice de figuras**

<i>Figura 1.</i> Mapa de ubicación nacional, regional, provincial y distrital	31
<i>Figura 2.</i> Inicio y fin de tramo de la obra.	32

RESUMEN

Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del caño – distrito de Juanjuí.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general realizar el análisis comparativo entre los rendimientos formulados en el expediente técnico y el rendimiento obtenidos en campo del equipo mecánico que se utilizó durante la ejecución de las partidas de movimiento de tierras, pavimentos y transportes del proyecto: “Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí” con código único de inversiones **2297272**, el cual tiene como entidad ejecutora de inversiones al Gobierno Regional de San Martín Sede Central y como contratista al Consorcio Ejecutor Caño. La ubicación del proyecto empieza en la calle prolongación Huallaga cdra. 3 en el sector chambira en el distrito de Juanjuí y culmina en el caserío San Juan del caño. Para el desarrollo de la investigación se recopiló los datos en campos tales como el ciclo de trabajo, velocidades de cada uno de las maquinarias utilizadas durante la ejecución de los trabajos correspondientes a movimientos de tierras, factores intervinientes en el rendimiento y otros factores externos. Cabe indicar que la metodología que se utilizó en la investigación fue por observación directa, quiere decir que se tomó mediciones del ciclo de trabajo de cada una de las máquinas, empleada en la ejecución de la obra y posterior se concluyó con el cálculo de los rendimientos por partida haciendo uso de las fórmulas de rendimiento correspondiente a cada tipo de maquinaria. La maquinaria analizada fue: Excavadoras: Caterpillar Cat 323, Komatsu Pc 210 Lc, Hyundai 220 LC-9, Doosan DX 225 LCA, Tractor sobre orugas: Caterpillar Cat D6H Motoniveladoras: Caterpillar CAT 140K, Caterpillar CAT 120K John Deere 770CH Cargador frontal: Sinomach 957H, Volvo L90C, Rodillos: Caterpillar CAT CS54B, Bomag BW 211 D-40, Volquetes: Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3, Iveco BAP 895 de 15 M3, Cisterna: Volvo 2000 gal. Lo cual se obtuvo como resultados los siguientes rendimientos en promedio por equipo: Excavadoras (**908 m3/día**), Tractor sobre orugas (**1788.91 m3/día**), Motoniveladoras (**1147.33 m3/día**), Cargadores frontales (**1114.98 m3/día**), Rodillo lisos autopropulsados (**3162.26 m3/día**), y (**3808.66 m2/día**), y Volquetes (**808.78 m3k/día**), Cisterna (**61.31 m3/día**).

Palabra clave: movimiento de tierras, rendimientos, maquinaria, mejoramiento, camino vecinal.

ABSTRACT

Performance analysis of the mechanical equipment for the earthmoving of the project:
Improvement of the Chambira - San Juan del Caño sector road - district of Juanjuí

The general objective of this research work was to carry out a comparative analysis between the performance formulated in the technical file and the performance obtained in the field of the mechanical equipment used during the execution of the earthmoving, paving and transportation items of the project: "Improvement of the Chambira - San Juan del Caño sector road - district of Juanjuí" with unique investment code 2297272, having the San Martín Regional Government as investment executing entity and the Caño Executing Consortium as contractor. The location of the project begins in the street prolongación Huallaga cdra. 3 in the Chambira sector of the Juanjuí district and ends in the San Juan del Caño hamlet. Field data were collected for the development of the research, such as the work cycle, speeds of each of the machines used during the execution of the earthmoving works, factors intervening in the performance and other external factors. The methodology used in the investigation was through direct observation, which means that measurements were taken of the work cycle of each of the machines used in the execution of the work. Subsequently, it was concluded with the calculation of the performance per item using the performance formulas corresponding to each type of machinery. The machinery analyzed was: Excavators: Caterpillar Cat 323, Komatsu Pc 210 Lc, Hyundai 220 LC-9, Doosan DX 225 LCA; Crawler tractor: Caterpillar Cat D6H; Motor Graders: Caterpillar CAT 140K, Caterpillar CAT 120K John Deere 770CH; Front loader: Sinomach 957H, Volvo L90C, Rollers: Caterpillar CAT CS54B, Bomag BW 211 D-40, Tippers trucks: Mercedes Benz FOX 830 of 15 M3, Iveco BAP 895 of 15 M3, Tanker: Volvo 2000 gal. The following average performance per equipment was obtained: Excavators (908 m³/day), Crawler Tractor (1788.91 m³/day), Motor Graders (1147.33 m³/day), Front Loaders (1114.98 m³/day), Self-propelled Smooth Rollers (3162.26 m³/day), and (3808.66 m²/day). 33 m³/day, Front loaders (1114.98 m³/day), Self-propelled smooth rollers (3162.26 m³/day), and (3808.66 m²/day), and Tipper truck (808.78 m³/day), Tanker (61.31 m³/day).

Keywords: earth movement, performance, machinery, improvement, neighborhood walk.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1 Marco general del problema

El equipo mecánico o maquinaria pesada, son esenciales y de gran importancia durante la ejecución de una obra pública y más aún si este se refiere a mejoramiento, creación, rehabilitación de caminos vecinales, porque en estos tienen grandes cantidades de movimiento de tierras en las partidas a ejecutar tales como son el corte, transporte y conformación de relleno, lo cual sería imposible ejecutar utilizando solamente la mano de obra o recursos humanos, debido a que se utilizaría gran cantidad de personal y este a su vez afectaría en costos y rendimientos planteados en el expediente técnico de obra. Por ello para evitar inconvenientes, baja productividad y rendimiento nace la necesidad de utilizar maquinaria.

Al utilizar maquinaria es necesario hacer una selección correcta de la misma teniendo en cuenta los frentes de trabajo y su utilización durante la ejecución de las partidas de movimiento de tierras a nivel de explanaciones, ya que en estas partidas influye bastante y una mala selección del equipo mecánico influiría en los rendimientos y productividad de los mismos y este a su vez en el tiempo y plazos de ejecución de la obra y esto afectaría a la economía de la obra o significaría ganancia o pérdida a favor del contratista.

Muchas veces los rendimientos de la maquinaria propuesta en los expedientes técnicos de mejoramiento, creación, rehabilitación de caminos vecinales, difieren de la realidad por lo que la información utilizada a veces no es la correcta o no corresponde a la zona.

En la región San Martín no se cuenta con información real en cuanto al rendimiento de maquinaria a usar en movimientos de tierras por ello nace la necesidad de contar con información real y precisa para así tener costos aproximados que no varíen abismalmente de la realidad y que el contratista no incurra en penalizaciones y ampliaciones de plazo durante la ejecución de la obra.

Los rendimientos que plantean los fabricantes de maquinarias muchas veces no toman en cuenta la realidad ni las condiciones de trabajo de las zonas ni los cambios climáticos que puede suceder durante el día y que esto afectan al trabajo, pero si acotan que los motores reducen en porcentaje la potencia a determinada altura sobre el nivel del mar y que esto afecta al rendimiento de las maquinarias.

Los expedientes técnicos de mejoramiento de carreteras de la región San Martín muchas veces son copia de otros expedientes planteados y aprobados en la región costa y no existe compatibilidad con la zona de trabajo, por lo cual los rendimientos varían en cantidades sustanciales en pérdida hacia la economía de la obra y variación del presupuesto del mismo y también los plazos programados de ejecución.

1.2 Formulación del problema de investigación

¿Cuál es la diferencia entre el rendimiento propuesto en el expediente técnico y el rendimiento real del equipo mecánico para el movimiento de tierras a nivel de explanaciones del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí con código único de inversiones 2297272?

1.3 Hipótesis de investigación

Los rendimientos del expediente técnico serán diferentes a los rendimientos reales del equipo mecánico que se utilizaron para el movimiento de tierras a nivel de explanaciones del proyecto “Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí” con código único de inversiones 2297272.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar el análisis comparativo entre el rendimiento propuesto en el expediente técnico y el rendimiento real obtenidos en campo, del equipo mecánico para el movimiento de tierras a nivel de explanaciones del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí” con código único de inversiones 2297272.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar y analizar las variables exógenas intervinientes en el rendimiento de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Determinar y analizar los rendimientos reales de la maquinaria usada para la ejecución de las partidas de corte, transporte y conformación de rellenos del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí con código único de inversiones 2297272.
- Identificar y analizar los factores técnicos y administrativo de la operación y mantenimiento del equipo mecánico.

35 CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Palencia (1984), manifiesta en su investigación titulada ¹² Consideraciones sobre la selección y cálculo de producción de maquinaria pesada para el movimiento de tierras presentada ante la Universidad de Guatemala, que al trabajar en obras que tienen como partidas movimiento de tierras pues la regla más importante que influyen en relación a los costos de la ejecución del proyecto son los rendimientos de las maquinarias y los mantenimientos preventivos que estas reciben, ya que al no tener un mantenimiento adecuado pues estas se reflejan en pérdida de tiempo y así a su vez aumentan los costos de las horas máquinas.

Sánchez (2018), manifiesta en su trabajo de investigación denominado ¹⁰ Estimación de rendimiento y productividad de equipo y mano de obra de un proyecto vial con declaratoria de emergencia presentado ante el Instituto Tecnológico de Costa Rica, expone como objetivo principal ³³ determinar los rendimientos y productividad de mano de obra y equipos correspondientes a las actividades usadas en un proyecto vial y que factores influyen en esta. El cual tuvo como resultado de su investigación los siguientes rendimientos: Excavadora Hidráulica 298.62 m³/hr, Volquete (13 m³) 88.04 m³/hr, Tractor (CAT D4-G) 374.75 m³/hr, Motoniveladora John Deere 770 BH 257.16 m²/hr, Retroexcavadora 72 HP 81.91 m³/hr, Motoniveladora Komatsu GB 655 319.61 m²/hr.

Vargas (1999), describe en su tesis denominada ¹ La Maquinaria Pesada En Movimientos De Tierras sustentada ante el Instituto Tecnológico de la Construcción, Ciudad de México, expone como objetivo general los diferentes métodos para el cálculo de ⁶ rendimiento de la maquinaria pesada usada en los movimientos de tierra. En esta investigación se describen los siguientes métodos: método mediante gráficos, método mediante fórmulas, método mediante observación directa.

Osses y Vera (2008), argumenta en su tesis ¹² Factores incidentes en la determinación de costos de movimiento de tierras y rocas, presentada ante la Universidad De Santiago De Chile, menciona lo importante y necesario que es analizar todas las operaciones de los equipos mecánicos, de manera concisa y con detalle con el fin de identificar todos los por menores y factores que influyen ya sea positivo o negativo respectivamente. El análisis no solo debe ceñirse en el aspecto administrativo y técnico, solamente excepto al contrario debería darse de forma generalizada, esto con la

finalidad de tener identificados las posibles fallas y errores en los diferentes aspectos ya sean técnicos y administrativos y como estos inciden e influyen en el rendimiento y la producción de los equipos mecánicos y este a su vez en los costos de operación durante los trabajos a ejecutar.

A nivel nacional

⁴ Malpica (2014), manifiesta en su tesis Evaluación de rendimientos de equipos en las operaciones de movimiento de tierras en el minado Cerro Negro Yanacocha – Cajamarca, presentado ante la Universidad Privada Del Norte, sede Cajamarca, expone como objetivo la determinación de los ciclos de la maquinaria pesada que se usaron en los trabajos correspondientes al movimiento de tierras del proyecto antes mencionado, también precisa determinar los rendimientos que plantean los fabricantes el cual se encuentra en cada uno de sus manuales. Los equipos mecánicos analizados en la investigación fueron; excavadora, bulldozer, cargador frontal, volquete de 15 m3, motoniveladora. Los resultados obtenidos durante la investigación fueron: rendimiento de la Excavadora fue 81.17 m3/hora, el rendimiento del Tractor fue 163.93 m3/hora el rendimiento del Cargador Frontal fue 67.91 m3/hora y del Volquete fue 47.18 m3/hora y por último el de la Motoniveladora fue 0.21 Ha/hora.

Huingo (2013), menciona en su trabajo de investigación Evaluación de rendimientos de maquinaria pesada en la ejecución de cierres de mina - caso Maqui Maqui Norte – Cajamarca presentado ante la Universidad Nacional De Cajamarca, tuvo como objetivo principal determinar y calcular los rendimientos de los equipos mecánicos o maquinaria utilizada en la ejecución de los trabajos del proyecto Rehabilitaciones finales camino de acarreo norte Maqui Maqui – Cajamarca, el cual recolecto toda la información en campo a través de la observación directa y algunas mediciones, posteriormente proceso la información recolecta en gabinete y como resultado obtuvo los rendimientos de los equipos mecánicos lo cual se menciona a continuación:

Obtuvo como resultados los siguientes rendimientos de los equipos analizados: Tractor Cat D8R: en la partida de excavación de material común 162.42 m3/hora y en la partida de corte y relleno balanceado 256.18 m3/hora. Tractor Komatsu D65EX-15E0: en excavación de material común 176.17 m3/hora y en corte y relleno compensado 112.30 m3/hora.

A nivel local

No aplica

2.2 Fundamentos teóricos

2.2.1 Movimiento de tierras

Los movimientos de tierra se refieren a todo tipo de actividades y acciones frecuentes en infraestructura vial y estas son realizadas por el hombre para variar y modificar la tipología y topografía del terreno y adaptarla conforme a la necesidad del proyecto y estas son ejecutadas con maquinaria pesada de acuerdo a cada trabajo (Orta Amaro, 2013, pág. 1)

Los movimientos de tierras es una obra muy independiente y, a su vez, parte de cualquier otra obra de construcción. Así sea la construcción de una edificación, puente y cualquier tipo de obra que conlleve y contenga movimiento de suelos, la programación de la maquinaria y su utilización para la ejecución de partidas que tienen movimiento de tierras es muy importante ya que así se obtendrá un mejor trabajo y coordinación con los demás frentes de trabajos (Dominguez Martel & Caceres Lopez, 2022)

Los contratistas que se dedican al rubro de la construcción, y mejor si es a carreteras, estos cuentan con profesionales tales como ingenieros, arquitectos, topógrafos, laboratoristas y otra diversidad de profesionales, todos ellos dependen del pool de maquinaria pesada para ejecutar los trabajos referentes a movimiento de tierras y también dependen de la destreza y habilidad de manejo del operador de maquinaria para que la ejecución de los trabajos y propiamente de la obra marchen bien y se construya con éxito (Londoño, 2010, pág. 27).

Según (Bazauri & Tauma, 2019), las operaciones previas al movimiento de tierras son: trazo y replanteo topográfico del tramo en estudio, desmonte y desbroce, descapote, mejoramiento de los accesos (fuentes y canteras), manejo de las fuentes (ríos, quebradas), manejo de la disposición del depósito para la eliminación de material excedente.

Los aspectos que debemos tener en cuenta antes de realizar los trabajos ³ de las partidas de movimiento de tierras son: altura sobre el nivel del mar, precipitaciones, transporte para maquinaria, coordinación con la población, granulometría de los agregados y suelos, tipología y geología de los suelos.

Según el (MTC, 2013, pág. 71), las partidas de movimiento de tierras y donde se usa la maquinaria más conocida son: Desbrocé y limpieza del terreno; excavaciones para explanaciones; terraplenes.

2.2.1.1 Criterios principales en los movimientos de tierras

cuando el contratista se dispone a la ejecución de una obra se enfrenta con estos tres tipos de exigencias y problemas:

Calidad: en cada obra esto tiene que darse y el ente encargado que esto se plasme en campo es la supervisión de obra, ellos son los que dan el visto bueno a los trabajos y proceden al pago. Se deben ejecutar todos los trabajos de acuerdo a lo estipulado en el contrato, planos de ejecución de obra tales como: planta perfil, secciones y de acuerdo con los metrados y por último de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto u obra (Baca Arzubialde, 2019).

Plazos de ejecución: las partidas deben ejecutarse según el cronograma y planificación de la obra (Gantt), y los plazos que este establecen.

Según el artículo 197. de (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019, pág. 79), menciona que el contratista puede solicitar ampliación de plazo, por cualquier causa ajenas a su voluntad y por causas no atribuibles al mismo, siempre que modifique la ruta crítica del cronograma de ejecución de obra vigente.

Economía de ejecución: las partidas deben realizarse a costos tales que los precios contratados le produzcan un beneficio y utilidades y así maximizar las ganancias atribuidas al contratista (Rojo López, 2010, pág. 51).

2.2.1.2 Procesos para un buen movimiento de tierras

Según (Chilon & Vásquez, 2020), los procesos que se rigen para realizar un buen movimiento de tierras, se empiezan por el trazo y replanteo topográfico, posterior a ello se debe realizar la caracterización física de los suelos en la zona a intervenir para así saber qué tipo de maquinaria se debe utilizar los siguientes pasos a seguir son:

Trazado y replanteo topográfico:

Según (Londoño, 2010), dice que es los trabajos realizados por la cuadrilla de topografía, lo cual deja demarcando los puntos y BMs a través de estacas o hitos, según corresponda esto debe realizarse antes de iniciar los trabajos de movimiento de tierras, lo cual apoyara a la referencia de los trabajos a realizarse, y a los operadores de maquinaria, esto le indicara donde cortar o cuanto rellenara en el terreno en intervención. Este trabajo se realizará antes, durante y después.

Desbroce y limpieza del terreno:

Según (Londoño, 2010), consiste en los trabajos de cortar y retirar toda la capa vegetal que se presenta en los tramos que correspondiesen, estos trabajos se pueden realizar con maquinaria, pueden ser excavadora, tractores sobre orugas, retroexcavadora o cargador frontal. Para esta actividad se recomienda tractor sobre orugas ya que es un equipo de empuje y sacara de raíz los árboles y eliminara la capa vegetal presente.

Excavación: esta actividad consiste en remover y fracturar los suelos de su estado natural y darle forma conforme al requerimiento del proyecto.

Transporte y eliminaciones de material excedente: es el trabajo de transportar material excedente provenientes de las excavaciones a los depósitos de material excedentes ya establecidos.

Para este trabajo se utiliza los volquetes y cargador frontal o retroexcavadora.

Extendido: este trabajo consiste en regar el material a lo largo de la carretera y como maquinaria se usa la motoniveladora.

Compactación: es prácticamente la parte final del proceso, acá debe quedar la subrasante bien definida sin hundimientos, con los alineamientos correctos, estos trabajos lo realizan con el rodillo liso vibratorio ya sea mixto o de doble cilindro.

2.2.2 Proceso constructivo de las partidas en evaluación

2.2.2.1.1 Corte para explanaciones en material suelto

Se coloca datos topográficos necesarios para realizar el corte en los taludes y plataforma.

Se realizan los cortes en taludes, comenzando por la parte más alta (corona del talud).

Se realizan los ensanches de la plataforma para marcar el pie del talud mediante el uso del tractor sobre orugas.

Se realizan los cortes sobre la plataforma para alcanzar el nivel adecuado donde se establecerá la subrasante.

2.2.2.1.2 ¹ Perfilado y compactado de subrasante en zonas de corte

Luego **de** realizar los cortes sobre la plataforma, se procede a realizar los trabajos de perfilado sobre la subrasante.

Se realiza la compactación sobre la plataforma, y se adiciona agua mediante el uso de la cisterna, hasta obtener el grado de compactación óptimo requerido exigido en las especificaciones técnicas.

2.2.2.1.3 Conformación de terraplenes con material de préstamo

Teniéndose los datos topográficos que marquen las alturas de los rellenos y teniendo el ancho de la calzada que indica el proyecto, se procede al recibimiento de los volquetes que trasladan el material desde las canteras correspondientes.

Mediante el uso del tractor sobre orugas se va esparciendo el material hasta generar terraplenes de entre 30 a 40 cm de espesor. Se compactan los terraplenes creados mediante el uso del rodillo, adicionando agua con la cisterna.

Se repite el procedimiento hasta alcanzar los niveles de relleno que indican los datos topográficos.

2.2.2.1.4 Mejoramiento de subrasante con material de préstamo

Se identifican los puntos donde el terreno está saturado y se producen hundimientos, además de la presencia de material orgánico. Mediante el uso del tractor sobre orugas se procede a retirar el material saturado o inestable. Se reemplaza por un material adecuado extraído de las canteras.

Se compacta mediante capas y adicionando agua de ser necesario para una mejor adherencia. Una vez alcanzado los niveles se procede a hacer el refine final mediante el uso de la motoniveladora.

2.2.2.1.5 Capa anticontaminante e= 0.15 m

Teniendo la subrasante lista a nivel de corte, rellenos, mejoramiento, y refine, se procede a colocar la capa anticontaminante mediante los volquetes que van trasladando el material. Mediante el uso de la motoniveladora el cual sirve para expandir y esparcir los materiales agregados.

Con los materiales agregados esparcidos se va conformando la capa de acuerdo al espesor requerido. Se va adicionando agua al material anticontaminante extraído de las canteras. Se compacta el material hasta alcanzar el grado de compactación exigido por el proyecto y que se controla mediante los ensayos de suelo correspondientes.

2.2.2.1.6 Afirmado granular e= 0.20 m

Teniendo la capa anticontaminante conformada, se procede a colocar la capa de afirmado mediante los volquetes que van trasladando el material. Mediante el uso de la motoniveladora el cual sirve para expandir y esparcir los materiales agregados. Con el

material esparcido se va conformando la capa de acuerdo al espesor requerido. Se va adicionando agua al material para afirmado extraído de las canteras. Se compacta el material hasta alcanzar el grado de compactación exigido por el proyecto y que se controla mediante los ensayos de suelo correspondientes.

2.2.3 Maquinaria usada durante la ejecución de movimiento de tierras

Los equipos mecánicos son muy importantes en la realización de los trabajos correspondientes a movimiento de tierras ya que sin estos los trabajos requerirían más tiempo para su ejecución y esto afectaría a la economía del contratista y a su vez se vería influenciado en la programación de los trabajos lo cual estarían con retraso. Durante la realización de las actividades que comprenden al movimiento de tierras a nivel de los equipos que se utilizan en la mayoría de obras de infraestructura vial son:

- Excavadora, Tractor sobre orugas, Cargador frontal, Motoniveladora, Volquetes, Cisternas

2.2.3.1 Rendimientos de maquinaria pesada

Los rendimientos o producción de los equipos mecánicos se pueden definir como las unidades de actividades o trabajos realizados en la unidad del tiempo:

$$\text{rendimiento} = \frac{\text{unidades de trabajo}}{\text{hora}} \quad (2.1)$$

Es la capacidad de ejecutar determinada magnitud o volumen de trabajo en un plazo de tiempo determinado, generalmente se expresan en diferentes unidades de medida tales como: m/hr, m²/hr, m³/hr. (Orta Amaro, 2013, pág. 68)

2.2.4 Factores de eficiencia intervinientes en los rendimientos de maquinarias.

La eficiencia se refiere al trabajo que ejecuta la maquinaria y cuanto desgaste presenta tanto como en energía y potencia. Las maquinas sencillas o complejas que realicen trabajo tiene partes mecánicas que se movilizan, de cómo que siempre se pierde algo de energía debido a la fricción o alguna otra causa. Así no toda la energía es absorbida y esta a su vez realiza un trabajo útil (Cherné & González).

2.2.4.1 Factor de eficiencia de la maquina

Se le conoce como factor de rendimiento o trabajo o eficiencia. Representa las pérdidas del rendimiento del equipo, las cuales están en función directa de las condiciones mismas de la máquina, la adaptación que se pueda tener a cierta labor.

2.2.4.2 Capacidad del cucharón o pala

Se refiere a la capacidad del volumen que puede acoger en el cucharón al momento de excavar o empujar o transporta ya sea de la excavadora, motoniveladora, cargador frontal, tractor.

2.2.4.3 Factor de eficiencia de la hoja

Este es la relación que hay entre la cantidad de material en la hoja o cucharón y la capacidad real esto se puede representar mediante la fórmula:

$$\text{Factor de eficiencia de la hoja} = \frac{\text{material cargado por el cucharón}}{\text{capacidad nominal del cucharón}} \quad (2.2)$$

2.2.4.4 Factor de esponjamiento o abundamiento

Al excavar el material en el banco, se retira, lo que provoca un aumento de volumen. Este hecho debe tenerse en cuenta para calcular la producción de excavación y dimensionar adecuadamente los medios de transporte necesarios. En todo momento se debe saber si los volúmenes de material que se maneja corresponden al material en banco (Banco) o al material ya excavado (Suelto). La relación de volúmenes antes y después de la excavación se denomina factor de abundancia. (Cherné & González, pág. 11)

$$\text{Factor de Esponjamiento (F.V)} = \left[\frac{B}{L} - 1 \right] * 100 \quad (2.3)$$

Donde:

F.V.= Esponjamiento medido en % B= Peso del suelo inalterado

L= Peso del suelo suelto

Se puede tomar el factor de abundamiento de acuerdo al tipo de suelo y en cuanto % aumenta este cuando se extrae de su estado natural, se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1

Factor de abundamiento	
Clases de suelo	Porcentaje de esponjamiento
Arena o Grava limpia	5.00% - 15.00%
Suelo artificial	10.00% - 25.00%
Material suelto	10.00 % - 35.00%
Tierra común	20.00% - 45.00%
Arcilla roca	30.00% - 45.00%
Roca solida	

Fuente: Juárez Badillo & Rico Rodríguez, (2005)

2.2.4.5 Ciclo de trabajo

El concepto de ciclo de trabajo está unido a las distintas maquinarias que ejecutan operaciones para aumentar su productividad y hacer un debido y correcto trabajo, el cual se establece como el tiempo total que demora la maquinaria en desarrollar un trabajo el cual esta medido en minutos. El tiempo de un ciclo contempla los tiempos tomados que se ocupan en maniobras tales como: carga, descarga, espera, retorno, acarreo, etc.

2.2.5 Formula general para determinar el rendimiento

La fórmula general que se utiliza para el rendimiento teórico de las maquinarias con un ciclo estandarizado y poder determinar mediante el reemplazo de algunos factores es:

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{Cm * (F.V.)}, \frac{m^3}{hr}$$

(2.4)

Donde:

R= Rendimiento en m³/hora (medidos en banco) E= Eficiencia de la pala.

Q= Capacidad del cucharón de la pala. K= Factor de eficiencia del cucharón.

F.V.= Factor de abundamiento T= Ciclo de trabajo en minutos.

2.2.6 Características del equipo mecánico para movimiento de tierras

El buen uso del equipo mecánico en labores determinadas es muy necesario saber y conocer las características de cada uno de ellos y según esto tener una correcta selección.

2.2.6.1 Excavadora

Definición: Las excavadoras para movimiento de tierra pueden movilizarse sobre ruedas u orugas. En el caso de trabajos sobre terrenos de gran desnivel se recomienda el uso de cadenas. El centro de gravedad de esta máquina se encuentra más cerca del suelo con el uso de las cadenas u orugas. Además, hay mayor contacto con la superficie y, por lo tanto, mayor estabilidad. (Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar, 2013, pág. 23)

Rendimiento: el rendimiento de esta maquinaria se mide en m³/hr el cual está definido por la siguiente formula:

$$R = \frac{3600*Q*E*K}{Cm*Fv}$$

(2.5)

11
Donde:

3600: Numero de segundos en una hora.

Fv: Factor de abundamiento

Q: Capacidad del cucharon de la pala.

E: Eficiencia de la pala.

K: Factor de eficiencia del cucharon.

Cm: Ciclo de trabajo en segundos.

2.2.6.2 Tractor o Bulldozer

7
Definición: En movimiento de tierras se le llama tractor a la maquinaria autónoma que permite el sostén y maniobra de diversos equipos como la pala de empuje, además este se compone por un chasis, motor Diesel y órganos de transmisión de fuerza.

32
el chasis del tractor de orugas soporta los diversos elementos y este a su vez debe ser robusto y rígido. (Costes , 1975, pág. 2)

Esta maquinaria sirve para empujar cualquier tipo de material.

Rendimiento: el rendimiento de esta maquinaria se mide en m3/hr el cual está definido por la siguiente formula:

$$R = \frac{60*Q*E*K}{Cm*Fv} \quad (2.6)$$

1
Donde:

R: Rendimiento en m3/hora Q: Capacidad del cucharon de la pala.

Fv: Factor de abundamiento E: Eficiencia de la pala.

K: Factor de eficiencia del cucharon. Cm: Ciclo de trabajo en segundos.

2.2.6.3 Cargador frontal

Definición: Este tipo de maquinaria pesada es usada para recoger la tierra removida por la excavadora o como resultado de voladuras en el terreno. Con estos equipos se facilita y acelera en gran medida el acarreo del material. Pueden usarse los cargadores frontales para conducir el material hasta la zona de almacenamiento o a los vehículos de transporte. Los diferentes tipos de material requieren de cucharas especiales para su manejo. (Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar, 2013, pág. 96)

Rendimiento: el rendimiento de esta maquinaria se mide en m³/hr el cual está definido por la siguiente formula:

$$R = \frac{60*Q*E*K}{T*Fv}$$

(2.7)

1
Donde:

R: Rendimiento en m³/hora (en cantera) Q: Capacidad nominal del cucharon en m³

K: Factor de llenado del cucharon E: Factor de rendimiento de trabajo

Fv: Factor de eficiencia del cucharon. T: Tiempo de un ciclo (minutos)

2.2.6.4 Motoniveladora

Definición: Este tipo de maquinaria pesada tiene como función puntual, extender y nivelar las capas de material del terreno. Ese proceso de puede hacer cuantas veces se requiera para conformar un terraplén o nivelar taludes. Las motoniveladoras tienen una hoja ubicada entre el eje posterior y delantero de las ruedas. A esta pieza se la llama "vertedera", la cual es capaz de elevarse, descender, girar o balancearse. Esas funciones permiten obtener diferentes efectos en las capas, hasta obtener el resultado deseado. (Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar, 2013, pág. 653)

Rendimiento: el rendimiento de esta maquinaria se mide en m²/hr o ha/hr o m³/hr el cual está definido por la siguiente formula:

$$R = \frac{D*e*(L_e-L_0)*F_h*E*p}{N*T}$$

(2.8)

Donde:

15
N: Numero de pasadas Requerido. D: Distancia recorrida por pasada.

e: Espesor de la capa E: Factor de eficiencia de trabajo

S: Velocidad de la motoniveladora. Le: Ancho útil en cada pasada

Lo: Ancho de traslape Fh: Factor de hoja

p: Factor de pendiente T: Tiempo requerido para efectuar el trabajo

2.2.6.5 Rodillo liso

Esta maquinaria se usa para la compactación de afirmados, asfalto y cualquier tipo de material que sirva como superficie de rodadura, se basan en el movimiento vibratorio. Esta maquinaria es ideal para el desarrollo de infraestructura vial como lo son las carreteras.

Rendimiento: el rendimiento de esta maquinaria se mide en m³/hr o m²/día el cual está definido por la siguiente formula:

$$R = \frac{E \cdot 60 \cdot S \cdot W \cdot D}{N}$$

(2.9)

Donde:

E: Eficiencia.

S: Velocidad de recorrido en m/mim

W: Ancho efectivo del rodillo.

D: Espesor de la capa de material suelto.

N: Número de pasadas del rodillo.

2.2.6.6 Volquete

El volquete es el equipo mecánico más común encargado del transporte y acarreo de material ya sea de cantera o excedente proveniente de los cortes de taludes.

Los volquetes permiten transportes a distancias de 100 a 1000 metros y con pendientes poco pronunciadas máximos de 15%. (Galabru , 1977, pág. 72)

Rendimiento: para el cálculo del rendimiento de esta maquinaria influye la distancia de transporte, el ciclo de trabajo que se basa en el tiempo fijo que es el tiempo que demora en cargar con ayuda del cargador frontal y el tiempo de descarga de la tolva y por ultimo el tiempo variable que se basa en la velocidad de ida y de retorno.

2.2.6.7 Cisterna

Definición: El camión cisterna sirve para transportar agua, desde la fuente hasta lo largo del tramo de la carretera.

Rendimiento: el rendimiento de la cisterna depende básicamente de la velocidad del llenado y de descarga, el tiempo de viaje cuando está cargado y el tiempo de viaje descargado y también la distancia de transporte.

$$R = \frac{60 \cdot C \cdot r \cdot p \cdot E}{T_a} \quad (2.11)$$

Donde:

D: Distancia de acarreo (m).

21

T_a: Duración del ciclo (min).

C: Capacidad del tanque (litros)

21

r: Resistencia a la rodadura.

p: Factor de pendiente.

E: Factor de eficiencia de trabajo.

5 CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1 Contexto de la investigación

3.1.1.1 Ubicación política

El proyecto ²³ Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del caño – distrito de Juanjuí.

La carretera se encuentra ubicado políticamente:

- Región : San Martín
- Provincia : Mariscal Cáceres
- Distrito : Juanjuí

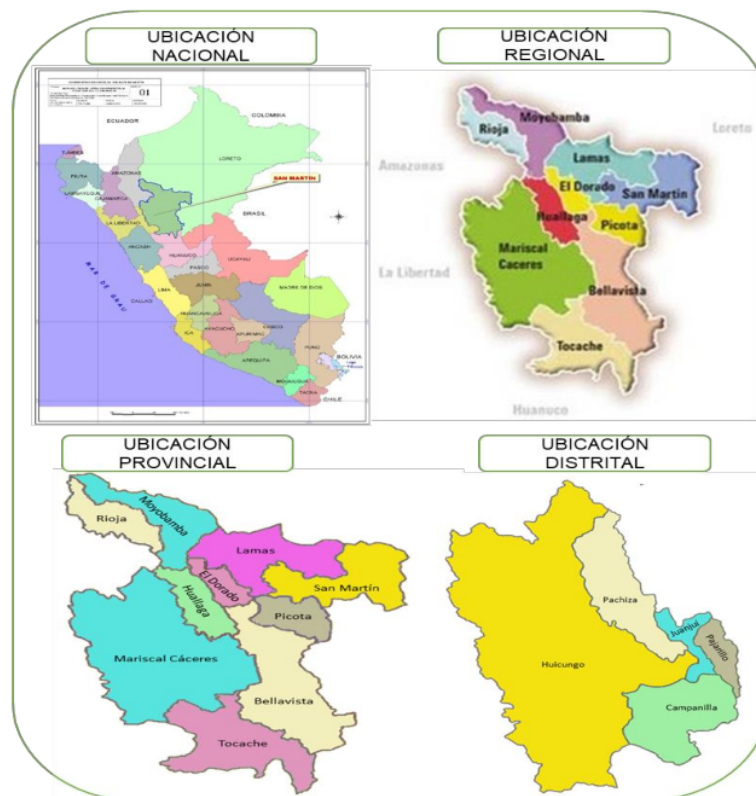


Figura 1. Mapa de ubicación nacional, regional, provincial y distrital
Fuente: (Gobierno Regional De San Martín, 2022), adaptada por los autores

3.1.1.2 Ubicación geográfica

Geográficamente el área de investigación se ubica en el distrito de Juanjuí, Sector Chambira – Caserío San Juan Caño, en la zona Sur – este de la región San Martín a una altitud de 336 m.s.n.m, entre los 07° 10' 46" de latitud Sur y 76° 43' 35" latitud Oeste.

Tabla 2

Ubicación geográfica

Descripción	
Departamento	San Martín
Provincia	Mariscal Cáceres
Distrito	Juanjuí
Sectores	Sector Chambira – Caserío San Juna del Caño
Coordenadas de Inicio de tramo	N:9205358.805 E:305589.459
Coordenadas de Fin de tramo	N:9202151.912 E:299551.112
Altitud:	Cota de Inicio 391.51 y Cota final 327.82 m.s.n.m.

Fuente: Expediente técnico de la obra, (2022)

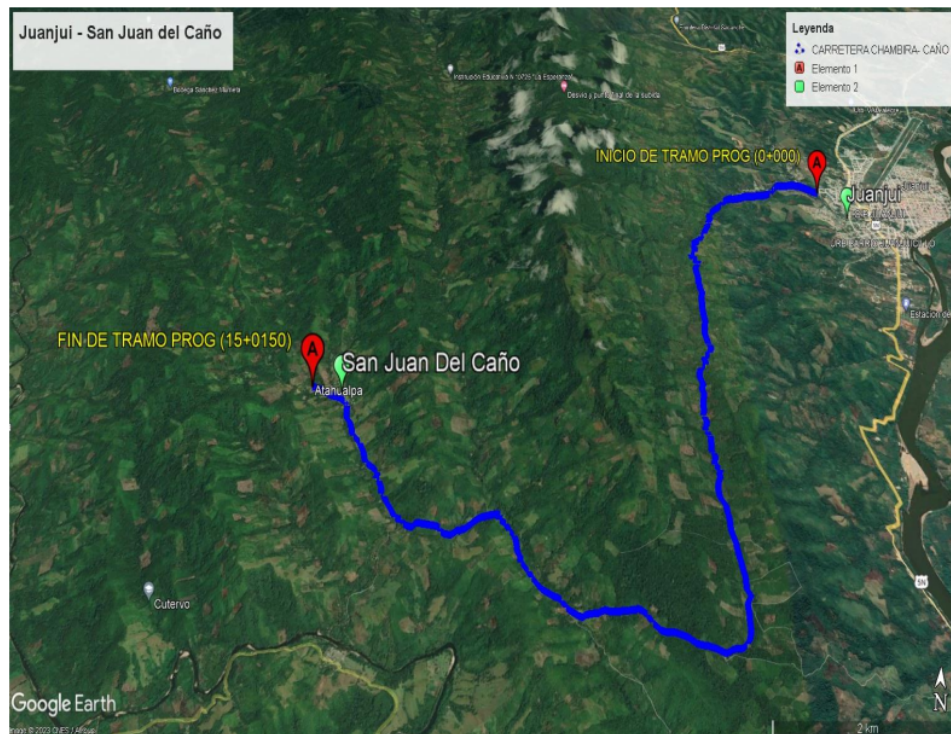


Figura 2. Inicio y fin de tramo de la obra.
Fuente: Google Maps, adaptada por los autores, (2023)

3.1.2 Período de ejecución

Se considero un período de ejecución de 1 año hasta la elaboración del informe final de la tesis.

3.1.3 Autorización y permisos

La autorización para la ejecución de la presente investigación para optar el título profesional de ingeniero civil, fue dada mediante la resolución N° 254-2022-UNSM/FICA-CF-NLU. Con fecha 15 de setiembre del 2022.

3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad

3.1.4.1 Control ambiental

Durante las actividades de campo de la presente investigación los autores declaran haber respetado y cumplido con el plan de manejo ambiental de la obra: "Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí" con código único de inversiones 2297272, Tales como recolección de los residuos inorgánicos y colocarlos en los contenedores, manejo de los depósitos de material excedente.

3.1.4.2 Protocolos de bioseguridad

Durante el desarrollo de la presente investigación nos regimos en el Plan Para la vigilancia, Prevención y Control del Covid-19 elaborado por el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST), del Consorcio Ejecutor Caño y aprobado por la entidad, Gobierno Regional de San Martín Sede Central con fecha 12 de mayo del 2022 el cual tiene como objetivos:

- Establecer las medidas de vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición al SARS-Cov-2 (COVID-19) del proyecto en mención".
- Garantizar la sostenibilidad de las medidas de vigilancia, prevención y control adoptadas para evitar la transmisibilidad del COVID-19.

3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales

Antes y durante el desarrollo de la presente investigación, los autores siguieron los principios éticos internacionales de investigación, orientándose al respeto de los trabajadores de construcción civil que se encontraban en campo realizando sus labores diarias, y valorando el ecosistema que existían en el tramo de la carretera en estudio sin alterar su flora y fauna silvestre.

2 3.2 Sistema de variables

3.2.1 Variables principales

Variable independiente:

Movimiento de tierras

Variables dependientes:

Rendimiento de equipos mecánicos (maquinaria)

Aspectos topográficos, geotécnicos y morfológicos del emplazamiento del proyecto

41 3.2.1.1 Operacionalización de las variables

Tabla 3

Operacionalización de las variables

1 Objetivo específico 1: Identificar y analizar las variables exógenas intervinientes en el 2 rendimiento de la maquinaria usada en el movimiento de tierras.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Identificar y analizar	Variables exógenas intervinientes en el rendimiento de la maquinaria.	Observación en campo y anotaciones.	Descripción de las variables

7 Objetivo específico 2: Determinar y analizar los rendimientos de la maquinaria usada para la ejecución de las partidas de movimiento de tierras del proyecto: "Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanju" con 5 código único de inversiones 2297272

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Determinar y analizar	Rendimientos de la maquinaria utilizada en la ejecución del proyecto en mención.	Llenado del formato de ciclo de trabajo realizado en campo. Factor de abundamiento Eficiencia del lampón Capacidad del lampón	Segundos Adimensional M3

Objetivo específico 3: Identificar y analizar los factores técnicos y administrativos de la operación y mantenimiento del equipo mecánico y como estos influyen en su 2 rendimiento.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Identificar y analizar	Factores técnicos y administrativos de la operación y mantenimiento y como influyen en el rendimiento de la maquinaria.	Observación en campo y anotaciones.	Descripción de los factores técnicos y administrativos.

Fuente: propia del estudio, (2023)

2 3.2.2 Variables secundarias

No aplica

3.3 Procedimientos de la investigación

3.3.1 Objetivo específico 1: Identificar y analizar las variables exógenas intervinientes en el rendimiento de la maquinaria usada en el movimiento de tierras.

Actividad 1: Para identificar y analizar las variables exógenas intervinientes en el rendimiento del equipo mecánico se realizó el registro en campo por observación directa y los sucesos que pasaban durante la ejecución de la obra y las condiciones de trabajo.

3.3.2 Objetivo específico 2: Determinar y analizar los rendimientos de la maquinaria usada para la ejecución de las partidas de movimiento de tierras del proyecto: “Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjui” con código único de inversiones 2297272

Actividad 1: Se recopiló información del expediente técnico objeto de estudio tales como análisis de precios unitarios, presupuesto, y las partidas donde se usarán intervendrán equipos mecánicos.

Se identificó las siguientes partidas correspondientes a movimiento de tierras, pavimentos y transportes donde tienen mayor incidencia de uso de maquinaria lo cual se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4

Partidas donde se utilizó equipo mecánico.

Partida	Partida	unidad
02	Movimiento de tierras	
02.02	Corte para explanaciones en material suelto	m3
02.03	Perfilado y compactado de subrasante en zonas de corte	m2
02.04	Información de terraplenes con material de préstamo	m3
02.05	mejoramiento de subrasante con material de préstamo	m3
03	Pavimentos	
03.01	Capa anticontaminante e= 0.15 m	m3
03.02	Afirmado granular e= 0.20 m	m3
05	Transporte	
05.01	Transporte de material excedente de corte hasta 1km.	m3k
05.02	Transporte de material excedente de corte d > 1km	m3k
05.03	Transporte de material de préstamo para terraplén hasta 1km.	m3k
05.04	Transporte de material de préstamo para terraplén d > 1km.	m3k
05.05	Transporte de agua para terraplén hasta 1km	m3k
05.06	Transporte de agua para terraplén d > 1km	m3k
05.07	Transporte de material de préstamo p/mejoramientos hasta 1km.	m3k
05.08	Transporte de material de préstamo p/mejoramientos d > 1km.	m3k
05.09	Transporte de agua p/mejoramientos hasta 1km	m3k

05.10	Transporte de agua p/mejoramientos d > 1km	m3k
05.11	Transporte de material anticontaminante para subbase hasta 1 km	m3k
05.12	Transporte de material anticontaminante para subbase d > 1 km	m3k
05.13	Transporte de agua para subbase hasta 1 km	m3k
05.14	Transporte de agua para subbase d > 1 km	m3k
05.15	Transporte de material afirmado para base hasta 1 km	m3k
05.16	Transporte de material afirmado para base d > 1 km	m3k
05.17	Transporte de agua para base hasta 1 km	m3k
05.18	Transporte de agua para base d > 1 km	m3k

Fuente: expediente técnico: "Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí" con código único de inversiones 2297272

Actividad 2: Se identifico las características de las maquinarias utilizadas en las partidas de movimiento de tierras, pavimentos, afirmados y transporte de material y agua del proyecto en mención.

Se identifico los equipos mecánicos usados en la ejecución del proyecto en estudio

Tabla 5

Maquinaria analizada durante la ejecución de la obra

Tipo	Marca	Modelo	Año de fabricación
Excavadora	Caterpillar	Cat 323	2018
Excavadora	Komatsu	Pc 210 Lc	2013
Excavadora	Hyundai	220 LC-9	2012
Excavadora	Doosan	DX 225 LCA	2015
Tractor sobre orugas	Caterpillar	Cat D6H	1989
Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	2022
Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	2022
Motoniveladora	John Deere	770CH	2015
Cargador frontal	Sinomach	957H	2014
Cargador frontal	Volvo	L90C	1997
Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	2017
Rodillo	Bomag	BW 211 D-40	2016
Volquete	Mercedes Benz	FOX 830 de 15 M3	2015
Volquete	Iveco	BAP 895 de 15 M3	2013
Cisterna	Volvo	Volvo 2000 gal	2009

Fuente: propia del estudio, (2022)

Actividad 3: Se identifico los factores intervinientes para el cálculo del rendimiento del equipo mecánico utilizado en las partidas de movimiento de tierras, pavimentos, afirmados y transporte de material y agua del proyecto en mención.

Factores intervinientes medidos en campo

Excavadora

En la Partida 02.02 Corte para explanaciones en material suelto se utilizó este tipo de maquinaria.

Capacidad del cucharón (Q)**Tabla 6**

Capacidad del cucharón

Maquinaria	Marca	Modelo	Capacidad del cucharón (m3)
Excavadora	CAT	323	1.30
Excavadora	Komatsu	PC 210 LC	1.44
Excavadora	Hyundai	220 LC-9	1.34
Excavadora	Doosan	DX 225 LCA	1.24

Fuente: propia del estudio, (2023)

Factor de esponjamiento o abundamiento (Fv)

Para todas las excavadoras se utilizará $F_v = 1.2$ ya que este fue el valor utilizado para el cálculo de rendimientos planteados en el expediente y técnico así tener igual de condiciones.

Eficiencia de la pala (E)

$$E = \frac{50 \text{ min}}{60 \text{ min}}$$

$$E = 0.83$$

Factor de eficiencia del cucharón (K)

$$K = \frac{1}{1 + \% \text{ esponjamiento}} \quad (4.2)$$

$$\% \text{ Esponjamiento} = 20\%$$

$$= 0.83$$

Tiempo de cada ciclo de trabajo (Cm)**Tabla 7**

Ciclo de trabajo excavadora CAT 323

Ciclo de excavadora					
Muestra	Cargar cucharón	Giro con cucharón cargado	Descarga de cucharón	Giro sin carga	Tiempo total de ciclo (seg)
1	10.0	5.0	4.0	5.0	24.0
2	11.0	6.0	4.0	5.0	26.0
3	11.0	5.0	5.0	4.0	25.0
4	11.0	5.0	4.0	4.0	24.0
5	12.0	6.0	5.0	5.0	28.0
6	10.0	6.0	5.0	5.0	26.0
7	11.0	6.0	4.0	4.0	25.0

8	10.0	6.0	5.0	4.0	25.0
9	11.0	5.0	5.0	5.0	26.0
10	10.0	5.0	5.0	5.0	25.0
11	10.0	6.0	4.0	4.0	24.0
12	12.0	6.0	4.0	4.0	26.0
13	10.0	5.0	5.0	5.0	25.0
14	11.0	6.0	5.0	5.0	27.0
15	10.0	5.0	5.0	4.0	24.0
Promedio					25.3

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 8

Ciclo de trabajo excavadora Komatsu PC 210 LC

Ciclo de excavadora					
Muestra	Cargar cucharón	Giro con cucharón cargado	Descarga de cucharón	Giro sin carga	Tiempo total de ciclo (seg)
1	10.0	5.0	4.0	4.0	23.0
2	12.0	4.0	3.0	5.0	24.0
3	11.0	5.0	4.0	4.0	24.0
4	9.0	5.0	4.0	4.0	22.0
5	10.0	5.0	4.0	3.0	22.0
6	10.0	5.0	4.0	4.0	23.0
7	9.0	4.0	3.0	3.0	19.0
8	11.0	4.0	3.0	4.0	22.0
9	10.0	4.0	3.0	4.0	21.0
10	11.0	4.0	4.0	4.0	23.0
11	10.0	5.0	4.0	3.0	22.0
12	11.0	5.0	3.0	3.0	22.0
13	9.0	4.0	3.0	3.0	19.0
14	12.0	4.0	4.0	4.0	24.0
15	10.0	4.0	3.0	4.0	21.0
Promedio					22.1

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 9

Ciclo de trabajo excavadora Hyundai 220 LC-9

Ciclo de excavadora					
Muestra	Cargar cucharón	Giro con cucharón cargado	Descarga de cucharón	Giro sin carga	Tiempo total de ciclo (seg)
1	11.0	5.0	5.0	6.0	27.0
2	12.0	4.0	5.0	5.0	26.0
3	10.0	4.0	4.0	5.0	23.0
4	12.0	5.0	5.0	6.0	28.0
5	10.0	5.0	4.0	5.0	24.0
6	11.0	4.0	4.0	6.0	25.0
7	11.0	5.0	5.0	5.0	26.0
8	12.0	5.0	4.0	5.0	26.0
9	11.0	5.0	5.0	6.0	27.0

10	11.0	5.0	4.0	6.0	26.0
11	12.0	4.0	5.0	5.0	26.0
12	10.0	5.0	5.0	5.0	25.0
13	11.0	4.0	5.0	5.0	25.0
14	12.0	5.0	4.0	5.0	26.0
15	10.0	4.0	4.0	6.0	24.0
Promedio					25.6

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 10

Ciclo de trabajo excavadora Doosan DX 225 LCA

Ciclo de excavadora					
Muestra	Cargar cucharón	Giro con cucharón cargado	Descarga de cucharón	Giro sin carga	Tiempo total de ciclo (seg)
1	10.0	4.0	4.0	4.0	22.0
2	10.0	4.0	5.0	4.0	23.0
3	11.0	5.0	5.0	5.0	26.0
4	12.0	5.0	5.0	4.0	26.0
5	11.0	4.0	4.0	5.0	24.0
6	11.0	4.0	4.0	5.0	24.0
7	10.0	5.0	5.0	4.0	24.0
8	12.0	4.0	4.0	4.0	24.0
9	11.0	5.0	5.0	4.0	25.0
10	11.0	5.0	4.0	4.0	24.0
11	11.0	4.0	5.0	5.0	25.0
12	11.0	5.0	4.0	5.0	25.0
13	10.0	4.0	5.0	5.0	24.0
14	11.0	5.0	4.0	5.0	25.0
15	10.0	5.0	5.0	4.0	24.0
Promedio					24.3

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tractor sobre orugas

Capacidad del cucharón (Q)

Tabla 11

Capacidad del cucharón del tractor CA¹ D6H

Tipo	Marca	Modelo	Capacidad del cucharón (m3)
Bulldozer	CAT	D6H	3.70

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Factor de esponjamiento o abundamiento (Fv)

$$Fv=1.2$$

Eficiencia de la pala (E)

$$E = \frac{45 \text{ min}}{60 \text{ min}} \quad E = 0.75$$

Factor de eficiencia del cucharón (K)

$$K = \frac{1}{1 + \% \text{ esponjamiento}} \quad (4.2)$$

$$\% \text{ Esponjamiento} = 20\% = 0.83$$

13

Nota: Pero al ser un tractor sobre oruga con especificaciones distintas de trabajo se toma

este valor como $K=1$ debido a que no se está cargando el material sino ripiando, Por lo tanto, las maquinarias que no poseen coeficiente de carga para el presente estudio son: Bulldozer, Motoniveladora.

Tiempo de cada ciclo de trabajo (Cm)**Tabla 12**

Ciclo de trabajo del tractor Cat D6H de la partida 2.02

Muestra	Fase de excavación	Fase de acarreo	Fase de retorno	Tiempo de ciclo (seg)
1	20.0	58.0	44.0	122.0
2	21.0	62.0	42.0	125.0
3	18.0	66.0	46.0	130.0
4	22.0	60.0	50.0	132.0
5	20.0	62.0	40.0	122.0
6	19.0	58.0	44.0	121.0
7	23.0	58.0	42.0	123.0
8	22.0	66.0	46.0	134.0
9	20.0	70.0	44.0	134.0
10	21.0	60.0	40.0	121.0
11	18.0	62.0	42.0	122.0
12	23.0	64.0	40.0	127.0
13	21.0	56.0	44.0	121.0
14	22.0	58.0	44.0	124.0
15	20.0	64.0	42.0	126.0
Promedio				125.6

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Nota: es para una distancia de 70 metros

Tabla 13

Ciclo de trabajo del tractor Cat D6H de la partida 2.04

Muestra	Fase de acarreo	Fase de retorno	Tiempo de ciclo (seg)
1	23.0	18.0	41.0
2	25.0	17.0	42.0
3	26.0	18.0	44.0
4	24.0	20.0	44.0
5	25.0	16.0	41.0
6	23.0	18.0	41.0
7	23.0	17.0	40.0
8	26.0	18.0	44.0

9	28.0	18.0	46.0
10	24.0	16.0	40.0
11	25.0	17.0	42.0
12	26.0	16.0	42.0
13	22.0	18.0	40.0
14	23.0	18.0	41.0
15	26.0	17.0	43.0
Promedio			42.1

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Nota: es para una distancia de 40 metros

Tabla 14

Ciclo de trabajo del tractor Cat D6H de la partida 2.05

Muestra	Fase de acarreo	Fase de retorno	Tiempo de ciclo (seg)
1	18.0	14.0	32.0
2	19.0	13.0	32.0
3	20.0	14.0	34.0
4	18.0	15.0	33.0
5	19.0	12.0	31.0
6	18.0	14.0	32.0
7	18.0	13.0	31.0
8	20.0	14.0	34.0
9	21.0	14.0	35.0
10	18.0	12.0	30.0
11	19.0	13.0	32.0
12	20.0	12.0	32.0
13	17.0	14.0	31.0
14	18.0	14.0	32.0
15	20.0	13.0	33.0
Promedio			32.3

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Nota: es para una distancia de 30 metros

Motoniveladora

Longitud de la hoja

Tabla 15

Longitud de hoja de las motoniveladoras analizadas

Maquinaria	Marca	Modelo	Longitud de hoja (m)
Motoniveladora	CAT	140K	3.70
Motoniveladora	CAT	120K	3.70
Motoniveladora	JOHN DEERE	770CH	3.70

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Factor de eficiencia del trabajo**Tabla 16**

Factor de eficiencia de los trabajos

1	Descripción			
	Condiciones de trabajo	Organización de obra		
		Buena	Promedio	1 Mala
Buena		0.9	0.75	0.6
Promedio		0.8	0.65	0.5
Mala		0.7	0.6	0.45

Fuente: Manual Caterpillar. Edición 31. (2013)

Tabla 17

Factores de eficiencia de los trabajos por cada partida

Partida	Tipo	Marca	Modelo	(E)
02.03	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.65
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.65
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.65
02.04	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.90
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.90
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.90
02.05	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.80
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.80
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.80
03.01	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.90
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.90
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.90
03.02	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.90
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.90
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.90

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Ancho efectivo

22

Ancho útil en cada pasada Le

Ancho de traslape Lo = 0.30 m

Ancho efectivo = Le - Lo = 3.70 - 0.30 = 3.40

Se utilizará para todas las motoniveladoras

8

Nota: Representa el ancho de la faja que la máquina repasa entre la pasada anterior y la siguiente, en condiciones normales se puede adoptar un valor promedio de 30 cm.

Factor de hoja**Tabla 18**

Condiciones de empuje	Factor de hoja (Fh)
Empuje fácil: Se refiere a la cantidad que la cuchilla coge en un empuje realizado, también se refiere al material suelto, suelos con baja saturación, a los suelos que presentan arenas blandas, a la tierra común, materiales acopiados en banco.	0.90 - 1.10
Empuje promedio: Se refiere al material suelto, pero con dificultad de empujar cuando la cuchilla esta al tope, también se refiere a suelos con grava, arena y restos de roca triturada.	0.70 - 0.90
Empuje de dificultad moderada: Se refiere al alto contenido de humedad en los suelos, suelos arcillosos, arcilla seca y dura, suelo natural.	0.60 - 0.70
Empuje difícil: Se refiere a partes de rocas fragmentadas por voladuras con dinamita, o rocas grandes fragmentadas.	0.40 - 0.60

Fuente: Malpica Quijada, (2014), adaptado por los autores

Tabla 19

Factores de hoja seleccionados

Partida	Tipo	Marca	Modelo	(Fh)
02.03	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.9
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.9
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.9
02.04	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	1.1
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	1.1
	Motoniveladora	John Deere	770CH	1.1
02.05	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.9
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.9
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.9
03.01	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	1.1
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	1.1
	Motoniveladora	John Deere	770CH	1.1
03.02	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	1.1
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	1.1
	Motoniveladora	John Deere	770CH	1.1

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Nota: según al tipo de suelo y la dificultad del empuje

Factor de pendiente "p"

Se definen en la siguiente tabla:

Tabla 20

valores de pendiente de trabajo

Pendiente del terreno (%)	Factor (p)
-15	1.2
-10	1.14
-5	1.07
0	1
5	0.93
10	0.86
15	0.77

Fuente: Malpica Quijada, (2014)

Numero de pasadas requeridos por partidas**Tabla 21**

Numero de pasadas de las partidas donde utilizo el equipo

Partida	Tipo	Marca	Modelo	Numero de pasadas (N)
02.03	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	4
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	4
	Motoniveladora	John Deere	770CH	4
02.04	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	5
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	5
	Motoniveladora	John Deere	770CH	5
02.05	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	4
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	4
	Motoniveladora	John Deere	770CH	4
03.01	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	6
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	6
	Motoniveladora	John Deere	770CH	6
03.02	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	7
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	7
	Motoniveladora	John Deere	770CH	7

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Distancia recorrida en cada pasada por partidas**Tabla 22**

Distancia recorrida en cada pasada por cada partida

Partida	Tipo	Marca	Modelo	Distancia (D) m
02.03	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	110
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	100
	Motoniveladora	John Deere	770CH	140
02.04	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	110
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	100
	Motoniveladora	John Deere	770CH	120
02.05	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	70
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	60
	Motoniveladora	John Deere	770CH	80
03.01	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	150
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	150
	Motoniveladora	John Deere	770CH	150
03.02	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	150
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	150
	Motoniveladora	John Deere	770CH	150

*Fuente: Propia del estudio, (2023)*Espesor de capa**Tabla 23**

Espesores de capa por cada partida

Partida	Tipo	Marca	Modelo	Espesor de capa (m)
02.03	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	No Presenta
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	No Presenta
	Motoniveladora	John Deere	770CH	No Presenta
02.04	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.3
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.3
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.3
02.05	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.3
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.3
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.3
03.01	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.15
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.15
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.15
03.02	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.2
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.2
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.2

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Velocidad de las motoniveladoras

Tabla 24

Velocidades de trabajo por cada pasada

Partida	Tipo	Marca	Modelo	Velocidad por pasada (km/hora)							
				1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	
02.03	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	4.20	4.50	5.20	7.00				
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	4.00	4.20	5.00	6.80				
	Motoniveladora	John Deere	770CH	4.50	4.80	5.50	7.20				
02.04	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	4.2	5.00	6.00	7.20	8.20			
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	4.00	4.80	5.50	7.00	7.90			
	Motoniveladora	John Deere	770CH	4.5	5.20	5.50	7.30	8.30			
02.05	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	4.00	5.20	6.50	7.00	4.00			
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	3.80	5.00	6.20	6.80	3.80			
	Motoniveladora	John Deere	770CH	4.2	5.40	6.80	7.10	4.2			
03.01	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	4.3	5.50	6.50	7.20	8.20	8.50		
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	4.00	5.30	6.20	7.00	7.90	8.30		
	Motoniveladora	John Deere	770CH	4.5	5.60	6.60	7.30	8.30	8.50		
03.02	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	4.3	5.40	6.00	6.80	7.10	7.50	8.30	
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	4.00	5.30	5.80	6.70	7.00	7.40	8.10	
	Motoniveladora	John Deere	770CH	4.5	5.50	6.20	6.90	7.10	7.60	8.30	

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Cargadores frontales

Capacidad del cucharón (Q)

Tabla 25

Capacidad del cucharón de los cargadores frontales

Maquinaria	Marca	Modelo	Capacidad del cucharón (m3)
Cargador frontal	Sinomach	957H	3.000
Cargador frontal	Volvo	L90C	3.500

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tiempo de cada ciclo de trabajo en segundos (Cm)

Tabla 26

Ciclo de trabajo del cargador SINOMACH 957H en la partida 5.01

Muestra	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo total de ciclo (seg)
1	8.0	20.0	6.0	15.0	49.0
2	8.0	22.0	7.0	15.0	52.0
3	10.0	21.0	5.0	14.0	50.0
4	9.0	21.0	6.0	14.0	50.0
5	7.0	22.0	6.0	16.0	51.0
6	8.0	20.0	7.0	15.0	50.0
7	8.0	20.0	5.0	14.0	47.0
8	7.0	21.0	5.0	14.0	47.0

9	7.0	22.0	7.0	15.0	51.0
10	9.0	20.0	7.0	16.0	52.0
11	10.0	20.0	5.0	14.0	49.0
12	10.0	20.0	6.0	15.0	51.0
13	7.0	21.0	6.0	15.0	49.0
14	10.0	21.0	5.0	14.0	50.0
15	9.0	21.0	7.0	14.0	51.0
Promedio					49.9

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 27

Ciclo de trabajo del cargador Volvo L90C correspondiente a la partida 5.01

Muestra	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo total de ciclo (seg)
1	5.0	22.0	7.0	15.0	49.0
2	7.0	23.0	6.0	15.0	51.0
3	6.0	21.0	8.0	17.0	52.0
4	5.0	22.0	8.0	16.0	51.0
5	6.0	22.0	7.0	16.0	51.0
6	5.0	22.0	8.0	15.0	50.0
7	5.0	23.0	6.0	15.0	49.0
8	6.0	21.0	7.0	17.0	51.0
9	7.0	23.0	7.0	16.0	53.0
10	7.0	23.0	6.0	15.0	51.0
11	6.0	21.0	6.0	17.0	50.0
12	6.0	21.0	8.0	16.0	51.0
13	5.0	23.0	8.0	15.0	51.0
14	7.0	23.0	6.0	17.0	53.0
15	5.0	21.0	7.0	15.0	48.0
Promedio					50.7

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 28

Ciclo de trabajo del cargador SINOMACH 957H en la partida 5.03

Muestra	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo total de ciclo (seg)
1	8.0	15.0	6.0	11.0	40.0
2	8.0	17.0	7.0	11.0	43.0
3	10.0	16.0	5.0	9.0	40.0
4	9.0	16.0	6.0	9.0	40.0
5	7.0	17.0	6.0	12.0	42.0
6	8.0	15.0	7.0	11.0	41.0
7	8.0	15.0	5.0	10.0	38.0
8	7.0	16.0	5.0	10.0	38.0
9	7.0	17.0	7.0	11.0	42.0
10	9.0	14.0	7.0	12.0	42.0
11	10.0	15.0	5.0	10.0	40.0
12	10.0	15.0	6.0	11.0	42.0
13	7.0	16.0	6.0	11.0	40.0
14	10.0	16.0	5.0	10.0	41.0
15	9.0	14.0	7.0	10.0	40.0
Promedio					40.6

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 29

Ciclo de trabajo del cargador Volvo L90C en la partida 5.03

Muestra	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo total de ciclo (seg)
1	5.0	17.0	7.0	11.0	40.0
2	7.0	18.0	6.0	11.0	42.0
3	6.0	16.0	8.0	13.0	43.0
4	5.0	17.0	8.0	12.0	42.0
5	6.0	17.0	7.0	12.0	42.0
6	5.0	17.0	8.0	11.0	41.0
7	5.0	18.0	6.0	11.0	40.0
8	6.0	16.0	7.0	13.0	42.0
9	7.0	18.0	7.0	12.0	44.0
10	7.0	18.0	6.0	11.0	42.0
11	6.0	16.0	6.0	15.0	43.0
12	6.0	16.0	8.0	12.0	42.0
13	5.0	18.0	8.0	10.0	41.0
14	7.0	19.0	6.0	13.0	45.0
15	5.0	16.0	7.0	11.0	39.0
PROMEDIO					41.9

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 30

Ciclo de trabajo del cargador SINOMACH 957H en la partida 5.07

Muestra	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo total de ciclo (seg)
1	11.0	16.0	6.0	11.0	44.0
2	11.0	18.0	7.0	10.0	46.0
3	13.0	17.0	5.0	10.0	45.0
4	12.0	17.0	6.0	9.0	44.0
5	10.0	18.0	6.0	12.0	46.0
6	11.0	16.0	7.0	11.0	45.0
7	11.0	16.0	5.0	10.0	42.0
8	10.0	17.0	5.0	10.0	42.0
9	10.0	18.0	7.0	11.0	46.0
10	12.0	15.0	7.0	12.0	46.0
11	13.0	16.0	5.0	10.0	44.0
12	13.0	16.0	6.0	11.0	46.0
13	10.0	17.0	6.0	11.0	44.0
14	13.0	17.0	5.0	11.0	46.0
15	12.0	15.0	7.0	9.0	43.0
Promedio					44.6

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 31

Ciclo de trabajo del cargador Volvo L90C en la partida 5.07

Muestra	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo total de ciclo (seg)
1	10.0	16.0	7.0	12.0	45.0
2	12.0	18.0	6.0	10.0	46.0
3	11.0	19.0	8.0	13.0	51.0
4	10.0	16.0	8.0	11.0	45.0
5	11.0	17.0	7.0	12.0	47.0
6	10.0	17.0	8.0	11.0	46.0

7	10.0	18.0	6.0	11.0	45.0
8	11.0	16.0	7.0	13.0	47.0
9	12.0	18.0	7.0	12.0	49.0
10	12.0	18.0	6.0	11.0	47.0
11	11.0	16.0	6.0	15.0	48.0
12	11.0	17.0	8.0	11.0	47.0
13	10.0	18.0	8.0	11.0	47.0
14	12.0	16.0	6.0	13.0	47.0
15	10.0	17.0	7.0	12.0	46.0
Promedio					46.9

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 32

Ciclo de trabajo del cargador SINOMACH 957H en la partida 5.11

Muestra	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo total de ciclo (seg)
1	8.0	15.0	6.0	11.0	40.0
2	8.0	17.0	7.0	11.0	43.0
3	10.0	16.0	5.0	9.0	40.0
4	9.0	16.0	6.0	9.0	40.0
5	7.0	17.0	6.0	12.0	42.0
6	8.0	15.0	7.0	11.0	41.0
7	8.0	15.0	5.0	10.0	38.0
8	7.0	16.0	5.0	10.0	38.0
9	7.0	17.0	7.0	11.0	42.0
10	9.0	14.0	7.0	12.0	42.0
11	10.0	15.0	5.0	10.0	40.0
12	10.0	15.0	6.0	11.0	42.0
13	7.0	16.0	6.0	11.0	40.0
14	10.0	16.0	5.0	10.0	41.0
15	9.0	14.0	7.0	10.0	40.0
Promedio					40.6

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 33

Ciclo de trabajo del cargador Volvo L90C en la partida 5.11

Muestra	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo total de ciclo (seg)
1	5.0	17.0	7.0	11.0	40.0
2	7.0	18.0	6.0	11.0	42.0
3	6.0	16.0	8.0	13.0	43.0
4	5.0	17.0	8.0	12.0	42.0
5	6.0	17.0	7.0	12.0	42.0
6	5.0	17.0	8.0	11.0	41.0
7	5.0	18.0	6.0	11.0	40.0
8	6.0	16.0	7.0	13.0	42.0
9	7.0	18.0	7.0	12.0	44.0
10	7.0	18.0	6.0	11.0	42.0
11	6.0	16.0	6.0	15.0	43.0
12	6.0	16.0	8.0	12.0	42.0
13	5.0	18.0	8.0	10.0	41.0
14	7.0	19.0	6.0	13.0	45.0
15	5.0	16.0	7.0	11.0	39.0
Promedio					41.9

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 34

Ciclo de trabajo del cargador SINOMACH 957H en la partida 5.15

Muestra	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo total de ciclo (seg)
1	8.0	15.0	6.0	11.0	40.0
2	8.0	17.0	7.0	11.0	43.0
3	10.0	16.0	5.0	9.0	40.0
4	9.0	16.0	6.0	9.0	40.0
5	7.0	17.0	6.0	12.0	42.0
6	8.0	15.0	7.0	11.0	41.0
7	8.0	15.0	5.0	10.0	38.0
8	7.0	16.0	5.0	10.0	38.0
9	7.0	17.0	7.0	11.0	42.0
10	9.0	14.0	7.0	12.0	42.0
11	10.0	15.0	5.0	10.0	40.0
12	10.0	15.0	6.0	11.0	42.0
13	7.0	16.0	6.0	11.0	40.0
14	10.0	16.0	5.0	10.0	41.0
15	9.0	14.0	7.0	10.0	40.0
Promedio					40.6

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tabla 35

Ciclo de trabajo del cargador Volvo L90C en la partida 5.15

Muestra	Carga	Transporte	Descarga	Retorno	Tiempo total de ciclo (seg)
1	5.0	17.0	7.0	11.0	40.0
2	7.0	18.0	6.0	11.0	42.0
3	6.0	16.0	8.0	13.0	43.0
4	5.0	17.0	8.0	12.0	42.0
5	6.0	17.0	7.0	12.0	42.0
6	5.0	17.0	8.0	11.0	41.0
7	5.0	18.0	6.0	11.0	40.0
8	6.0	16.0	7.0	13.0	42.0
9	7.0	18.0	7.0	12.0	44.0
10	7.0	18.0	6.0	11.0	42.0
11	6.0	16.0	6.0	15.0	43.0
12	6.0	16.0	8.0	12.0	42.0
13	5.0	18.0	8.0	10.0	41.0
14	7.0	19.0	6.0	13.0	45.0
15	5.0	16.0	7.0	11.0	39.0
Promedio					41.9

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Rodillos

Ancho efectivo del rodillo (W)

Tabla 36

Ancho efectivo del rodillo

Marca	Modelo	Ancho del tambor (m) A	Ancho de traslape (m) B	Ancho Efectivo (m) A-B
Caterpillar	CAT CS54B	2.134	0.20	1.934
Bomang	BW 211 D-40	2.13	0.20	1.930

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Velocidades de recorrido (S)

Tabla 37

Velocidades de los rodillos autopropulsados

Partida	Tipo	Marca	Modelo	S (Km/h)	S (m/min)
02.03	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	5.0	83.33
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	4.5	75.00
02.04	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	5.0	83.33
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	4.5	75.00
02.05	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	5.0	83.33
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	4.8	80.00
03.01	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	5.0	83.33
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	4.8	80.00
03.02	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	5.0	83.33
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	4.8	80.00

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Espesor de la capa de material suelto (D)

Tabla 38

Espesores de capa de las partidas donde se usaron rodillos

Partida	Tipo	Marca	Modelo	D (m)
02.03	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	0.20
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	0.20
02.04	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	0.30
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	0.30
02.05	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	0.40
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	0.40
03.01	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	0.15
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	0.15
03.02	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	0.20
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	0.20

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Número de pasadas del rodillo (N)

Tabla 39

Numero de pasadas por partida donde se usaron los rodillos

Partida	Tipo	Marca	Modelo	N
02.03	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	4.00
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	4.00
02.04	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	6.00
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	5.00
02.05	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	5.00
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	5.00
03.01	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	5.00
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	5.00
03.02	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	5.00
	Rodillo	Bomang	BW 211 D-40	5.00

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Actividad 4: Para determinar los rendimientos de la maquinaria objeto de la investigación se utilizó toda la información recopilada.

Actividad 5: Se Realizó el cuadro comparativo entre los rendimientos del expediente técnico y los rendimientos calculados de cada uno de las maquinarias ya antes mencionadas, nos apoyaremos de tablas y hojas de cálculo.

3.3.3 Objetivo específico 3: Identificar y analizar los factores técnicos y administrativos de la operación y mantenimiento del equipo mecánico y como estos influyen en su rendimiento.

Actividad 1: Para lograr identificar los factores técnicos y administrativos se realizó una serie de anotaciones en el cuaderno de campo de las situaciones adversas que se suscitaban en el día a día conforme avanzaba la obra

Diseño de la investigación

Tipo y nivel investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicado ya que el problema es conocido y se pueden encontrar las soluciones a los diversos problemas planteados y su propósito de aportar al conocimiento teórico es secundario.

El nivel de investigación es descriptivo ya que describen los fenómenos dentro del ámbito en el cual se centra el estudio y el método más usado con frecuencia es la recolección de datos, esto con el fin de recolectar los datos que ayudaran a solucionar los problemas planteados en la investigación

Según Hernández (2014). Refiere que ¹⁶ la población es el conjunto de todos los objetos que tienen características similares. En este trabajo de investigación lo conformo las obras de Mejoramiento y creación de caminos vecinales ² en la Provincia de Mariscal Cáceres - San Martín.

Para la presente investigación se tomó como muestra el proyecto denominado: "Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjui" con código único de inversiones 2297272.

Población y muestra

Población

Según Hernández (2014). Refiere que es el conjunto de todos los objetos que tienen características similares.

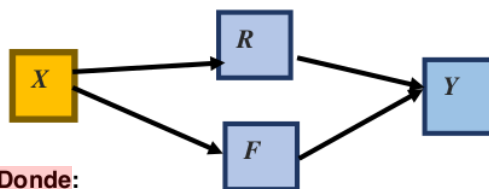
Obras de Mejoramiento y creación de caminos vecinales ¹ en la Provincia de Mariscal Cáceres - San Martín.

Muestra

Se tomo como muestra los equipos mecánicos utilizadas para Movimientos de tierras, Pavimentos y Transportes ³ del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjui" con código único de inversiones 2297272.

Diseño analítico, muestral y experimental

¹ El tipo de estudio es no experimental y descriptivo porque no se puede manipular las variables y porque se describe las variables utilizando la técnica de observación para la recolección de datos reales del campo y le corresponde el siguiente diseño:



Donde:

³⁸ X: Ejecución del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjui" con código único de inversiones 2297272.

R: Rendimiento de los equipos mecánicos

F: Aspectos topográficos, geotécnicos y morfológicos y emplazamiento del proyecto.

Y: Resultados de estudios en campo; rendimientos del equipo mecánico que se analizó para el movimiento de tierras a nivel de explanaciones del proyecto en estudio.

3

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 40

Técnicas e instrumentos de recolección		
Técnica	Instrumento	Aplicación
Recolección de información	Presupuesto, análisis de precios unitarios	Rendimientos de equipos mecánicos. Partidas que intervienen equipos mecánicos.
Observación directa	Libreta de campo Llenado de fichas de evaluación.	Ciclos de trabajos. Velocidades de los equipos mecánicos. Características de los equipos mecánicos.
Rendimiento teórico	Fórmulas de rendimiento	Rendimiento de: Excavadoras, Tractor, Cargadores Frontales, Motoniveladoras, Volquetes y Cisterna.

Fuente: Propia del estudio, 2023

1

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

se recopiló la información del expediente técnico tales como (presupuesto, análisis de precios, y otros) donde se pueda identificar los rendimientos de las maquinarias propuestas en el expediente técnico, se recolectó información en campo de las características de las maquinarias utilizadas en el proyecto y también los ciclos de trabajo, velocidades de las motoniveladoras, volquetes y cisterna.

12

Se procesó toda la información recopilada a través de tablas en Excel, fórmulas de rendimientos de maquinaria.

2 CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Objetivo específico 1: Identificar y analizar las variables exógenas intervinientes en el rendimiento de la maquinaria usada en el movimiento de tierras.

Descripción: se identificó las variables exógenas intervinientes en el rendimiento de la maquinaria usada en el movimiento de tierras lo cual se mencionan a continuación:

Calentamiento de la maquina: las causas atribuibles a esto puede ser la antigüedad de la máquina, falta de mantenimiento a los filtros, falta de refrigerante o fallas leves en el motor (Baca Arzubialde, 2019)

Altura de trabajo: la altura es una de las variables que si influyen sustancialmente en el rendimiento de la maquinaria ya que como todo trabajo de altura es riesgoso y tienen que ser ejecutados con seguridad y por operadores experimentados y con destreza para trabajos con maquinaria en alturas de lo contrario podría suscitarse algún tipo de accidente (A. Deshmukh & S. Mahatme, 2015)

Fallas mecánicas: es una de las causas que influyen en el rendimiento de la maquinaria.

La solución es revisar todo el equipo con anticipación antes de comenzar cada labor, y descartar posibles fallas mecánicas graves (Dominguez Martel & Caceres Lopez, 2022)

Dimensionamiento de la flota: el cálculo de la flota de equipos mecánicos es muy importante ya que estos definen el rendimiento correcto y adecuado de la maquinaria. Ejemplo: la excavadora cuando trabaja en las partidas de corte en material suelto debe contar como mínimo con 5 volquetes para que así el trabajo sea continuo fluido y la maquinaria no esté en stand by (Bazauri & Tauma, 2019)

Falta de piezas o repuestos: es uno de los principales problemas que siempre nos encontramos en obra y que no se pueden mitigar de forma general, ya que no se sabe que repuesto se tendría que tener en stock, pero si se debería contar con los repuestos que se suelen reponer con frecuencia para así evitar que las maquinas no se utilicen en el día (Mohamed Malo, 2019)

Estandarización de marcas y modelos de la maquinaria y equipos: es muy importante estandarizar las marcas y modelos ya que no todos los mecánicos reparan todas las marcas, la gran mayoría de mecánicos saben todo al respecto de los equipos

de la marca Caterpillar, y los mecánicos de algunas marcas se tiene que traer del concesionario o directamente de Lima, y también los repuestos de algunas marcas se deben traer de lima o importarlo del país de origen, en el caso de la marca Caterpillar se tiene un concesionario cerca el cual es Orvisa, pero a veces también no tiene en stock algunos repuestos y tienen que traer de Lima u otra provincia cerca que tenga en stock.

Discusión: las variables que se identificaron son resultado de la recopilación de la información en campo y experiencia de los operadores y de la administración de la obra.

4.2 Objetivo específico 2: Determinar y analizar los rendimientos de la maquinaria usada para la ejecución de las partidas de movimiento de tierras del proyecto: “Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí” con código único de inversiones 2297272.

Descripción: se identificó los factores que intervienen para el cálculo del rendimiento de una de la maquinaria en estudio. Y se calculó cada uno de los rendimientos de las maquinarias en estudio.

Excavadoras

Reemplazando los datos de (Q, E, K, Cm, Fv) en la formula siguiente:

$$R = \frac{3600 * Q * E * K}{Cm * Fv} \quad (2.5)$$

Se obtienen los siguientes valores de rendimientos de las excavadoras:

Tabla 41

Resultados de Rendimientos de excavadoras

Marca	Modelo	Rendimiento calculado (m3/hora)	Rendimiento calculado (m3/día)
Caterpillar	Cat 323	106.05	848.40
Komatsu	Pc 210 Lc-10	134.87	1078.9
Hyundai	220 LC-9	108.18	865.40
Doosan	DX 225 LCA	105.32	842.50
Rendimiento promedio		113.61	908.80

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Tractor sobre orugas

Reemplazando los datos de (Q, E, K, Cm, Fv) en la siguiente fórmula:

$$R = \frac{60 \cdot Q \cdot E \cdot K}{Cm \cdot Fv}$$

Y se obtiene lo siguiente:

Tabla 42

Resultados de Rendimientos del tractor Cat D6H

Partidas donde se utilizo	Tipo	Marca	Modelo	Factores Intervinientes					Rendimiento calculado (m3/hora)	Rendimiento calculado (m3/día)
				Q (m3)	E	K	Cm*	Fv		
02.02	Tractor	Caterpillar	Cat	3.7	0.75	1.00	2.09	1.00	66.39	531.12
02.04	sobre	Caterpillar	D6H	3.7	0.83	1.00	0.70	1.00	263.23	2105.84
02.05	orugas	Caterpillar		3.7	0.83	1.00	0.54	1.00	341.22	2729.76
Rendimiento promedio									223.61	1788.91

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Motoniveladoras

Cálculo del tiempo requerido: se calcula reemplazando datos en la siguiente formula.

$$T = \frac{P \cdot D}{S \cdot E} + \frac{P \cdot D}{S1 \cdot E} \quad (4.3)$$

Se reemplazó todos los datos en la formula (4.3) y se obtuvo los siguientes resultados

Tabla 43

Tiempos requeridos de trabajo en las motoniveladoras

Partida	Tipo	Marca	Modelo	Tiempo requerido (horas)
02.03	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.1346
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.1285
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.1618
02.04	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.1058
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.1011
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.1138
02.05	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.0647
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.0579
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.0711
03.01	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.1578
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.165
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.1546

03.02	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	0.1877
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 120K	0.1936
	Motoniveladora	John Deere	770CH	0.1839

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Cálculo del rendimiento

Para determinar el rendimiento se necesita toda la información ya antes descrita y se lo reemplaza en la siguiente fórmula:

$$R = \frac{D * e * (L_e - L_0) * F_h * E * p}{N * T}$$

Y se obtiene los siguientes resultados de rendimiento el cual se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 44
Resultados de Rendimientos calculados de las motoniveladoras

Partidas donde se utilizo	Marca	Modelo	Factores Intervinientes							Rendimientos calculados				
			N (veces)	D (m)	E	Le (m)	Lo (m)	Fh	pendiente	T (horas)	(m2/hora)	(m2/dia)	m3/hora)	(m3/dia)
02.03 Perfilado y compactación de subrasante en zonas de corte	Caterpillar	CAT 140K	4.00	110.00	0.65	3.70	0.30	0.90	0.86	0.1346	349.43	2795.44		
	Caterpillar	CAT 120K	4.00	100.00	0.65	3.70	0.30	0.90	0.86	0.1285	332.83	2662.64		
	John Deere	770CH	4.00	140.00	0.65	3.70	0.30	0.90	0.86	0.1618	369.99	2959.92		
02.04 Conformación de terraplenes con material suelto	Caterpillar	CAT 140K	5.00	110.00	0.90	3.70	0.30	1.10	1.07	0.1058		224.68	1797.44	
	Caterpillar	CAT 120K	5.00	100.00	0.90	3.70	0.30	1.10	1.07	0.1011		213.82	1710.56	
	John Deere	770CH	5.00	120.00	0.90	3.70	0.30	1.10	1.07	0.1138		227.79	1822.32	
02.05 Mejoramiento de subrasante con material de préstamo	Caterpillar	CAT 140K	4.00	70.00	0.80	3.70	0.30	0.90	0.93	0.0647		184.84	1478.72	
	Caterpillar	CAT 120K	4.00	60.00	0.80	3.70	0.30	0.90	0.93	0.0579		177.05	1416.40	
	John Deere	770CH	4.00	80.00	0.80	3.70	0.30	0.90	0.93	0.0711		192.07	1536.56	
03.01 Capa anticontaminante E= 0.15 m	Caterpillar	CAT 140K	6.00	150.00	0.90	3.70	0.30	1.10	1.07	0.1578		85.60	684.80	
	Caterpillar	CAT 120K	6.00	150.00	0.90	3.70	0.30	1.10	1.07	0.1650		81.86	654.88	
	John Deere	770CH	6.00	150.00	0.90	3.70	0.30	1.10	1.07	0.1546		87.38	699.04	
03.02 Afirmado Granular E=0.20 m	Caterpillar	CAT 140K	7.00	150.00	0.90	3.70	0.30	1.10	1.07	0.1877		82.24	657.92	
	Caterpillar	CAT 120K	7.00	150.00	0.90	3.70	0.30	1.10	1.07	0.1936		79.72	637.76	
	John Deere	770CH	7.00	150.00	0.90	3.70	0.30	1.10	1.07	0.1839		83.95	671.60	
									Rendimiento promedio		350.75	2806	143.42	1147.33

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Cargadores frontales

Factor de esponjamiento o abundamiento (Fv)

Para todos los tractores sobre orugas se utilizará $F_v = 1.2$ ya que este fue el valor utilizado para el cálculo de rendimientos planteados en el expediente y técnico así tener igual de condiciones. (Chilon & Vásquez, 2020)

Eficiencia de la pala (E)

$$E = \frac{45 \text{ min}}{60 \text{ min}} \longrightarrow E = 0.75$$

Factor de eficiencia del cucharón (K)

$$K = \frac{1}{1 + \% \text{ esponjamiento}} \quad (4.2)$$

$$\% \text{ Esponjamiento} = 20\% \longrightarrow = 0.83$$

Reemplazando los datos de (**Q, E, K, Cm, Fv**) en la siguiente fórmula:

$$R = \frac{60 * Q * E * K}{T * F_v}$$

Se obtienen los siguientes resultados que se muestran a continuación:

Tabla 45

Resultados de rendimientos de los cargadores frontales

Partidas donde se utilizo	Tipo	Marca	Modelo	Factores Intervinientes					Rendimiento calculado (m3/hora)	Rendimiento calculado (m3/día)
				E	Q	K	T	Fv		
05.01 Transporte de material excedente de corte hasta 1 km	Cargador frontal	Sinoma ch	957H	0.75	3.00	0.83	0.83	1.20	112.73	901.80
	Cargador frontal	Volvo	L90C	0.75	3.50	0.83	0.85	1.20	129.44	1035.50
05.03 Transporte de material de préstamo para terraplén hasta 1 km	Cargador frontal	Sinoma ch	957H	0.75	3.00	0.83	0.68	1.20	138.55	1108.37
	Cargador frontal	Volvo	L90C	0.75	3.50	0.83	0.70	1.20	156.62	1252.98
5.07 transporte de material de préstamo para mejoramientos hasta 1km.	Cargador frontal	Sinoma ch	957H	0.75	3.00	0.83	0.74	1.20	126.12	1008.97
	Cargador frontal	Volvo	L90C	0.75	3.50	0.83	0.78	1.20	139.93	1119.40
5.11 Transporte de material anticontaminante para sub base hasta 1 km	Cargador frontal	Sinoma ch	957H	0.75	3.00	0.83	0.68	1.20	138.55	1108.37
	Cargador frontal	Volvo	L90C	0.75	3.50	0.83	0.70	1.20	156.62	1252.98
5.15 Transporte de material afirmado para base hasta 1 km	Cargador frontal	Sinoma ch	957H	0.75	3.00	0.83	0.68	1.20	138.55	1108.37
	Cargador frontal	Volvo	L90C	0.75	3.50	0.83	0.70	1.20	156.62	1252.98
Rendimiento promedio								139.37	1114.98	

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Rodillos

Se reemplaza los factores intervinientes en la siguiente formula:

$$R = \frac{E * 60 * S * W * D}{N}$$

Tabla 46
Resultados de los rendimientos de los rodillos

RODILLOS LISOS AUTOPROPULSADOS													
Partidas donde se utilizo	Tipo	Marca	Modelo	Factores Intervinientes					Rendimiento calculado				
				E	S	W	D	N	(m3/h ora)	(m3/día)	(m2/h ora)	(m2/día)	
02.03 Perfilado y compactación de subrasante en zonas de corte	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	0.83	83.33	1.93	0.20	4.00	401.30	3210.43	501.63	4013.04	
02.04 Conformación de terraplenes con material suelto	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	0.83	83.33	1.93	0.30	6.00	401.30	3210.43			
02.05 Mejoramiento de subrasante con material de préstamo	Rodillo	Bomag	BW 211 D-40	0.83	75.00	1.93	0.30	5.00	360.43	2883.42	450.54	3604.28	
03.01 Capa anticontaminante E= 0.15 m	Rodillo	Bomag	BW 211 D-40	0.83	75.00	1.93	0.30	5.00	432.51	3460.10			
03.02 Afirmado Granular E=0.20 m	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	0.83	83.33	1.93	0.40	5.00	642.09	5136.68			
	Rodillo	Bomag	BW 211 D-40	0.83	80.00	1.93	0.40	5.00	615.13	4921.04			
	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	0.83	83.33	1.93	0.15	5.00	240.78	1926.26			
	Rodillo	Bomag	BW 211 D-40	0.83	80.00	1.93	0.15	5.00	230.67	1845.39			
	Rodillo	Caterpillar	CAT CS54B	0.83	83.33	1.93	0.20	5.00	321.04	2568.34			
	Rodillo	Bomag	BW 211 D-40	0.83	80.00	1.93	0.20	5.00	307.56	2460.52			
									Rendimiento promedio	395.28	3162.26	476.09	3808.66

Fuente: Propia del estudio, (2023)

Cisterna

Duración del ciclo "ta"

$$T_a = t_1 + t_2 + t_a + t_r + t_f$$

Tiempo de carga:

$$T_1 = \frac{C}{J}$$

21

Donde:

J: Rendimiento de la bomba (lts/min).

Tabla 47

Caudal de la bomba de la cisterna

Bomba	J (lts/min)
2"	215
3"	480
4"	850

Fuente: propia del estudio, 2023

Tiempo de descarga: según (Malpica Quijada, 2014), es el tiempo que demora el camión en vaciar el agua, a través del regador, en la superficie del relleno. En promedio se puede considerar un caudal de vaciado de 400 a 600 Lts/Min, por lo cual:

$$T_2 = \frac{C}{J_v}$$

Donde:

Jv: Caudal de vaciado 400 a 600 lts/min.

Tiempo de acarreo

$$t_a = \frac{D}{V_c}$$

Donde:

D: Distancia de acarreo en metros.

Vc: Velocidad del camión cargado en m/min.

Distancia de acarreo: Distancia desde la fuente agua al lugar del trabajo

$$D = 500 \text{ m}$$

$$V_c = 22 \text{ km/h}$$

$$V_c = 366.67 \text{ m/min}$$

Tiempo de retorno:

$$T_r = \frac{D}{V_r}$$

Donde:

Vr: Velocidad del camión vacío m/min.

$$V_r = 28 \text{ km/h}$$

$$V_r = 466.67 \text{ m/min}$$

Tiempo fijo:

$$T_f = \text{De 1 a 1.5 min} \quad T_f = 1.50 \quad \text{min}$$

Donde: V_f : Representa el tiempo que demandan las maniobras para que el camión se ubique en el lugar de carga y para que la bomba de agua empiece a funcionar.

Tabla 48

Capacidad del tanque:

Equipo	Marca	Capacidad
Camión cisterna	Volvo	2000 galones o 7571 Litros

Fuente: propia del estudio, 2023

Tabla 49

Resistencia a la rodadura

CONDICIONES DEL CAMINO	FACTOR "r"
Plano y firme	0.98
Mal conservado pero firme	0.95
De arena y grava suelta	0.90
Blando y sin conservación	0.85

Fuente: propia del estudio, 2023

Factor pendiente

Tabla 50

Pendiente de trabajo (cisterna)

PENDIENTE DEL TERRENO (%)	FACTOR (p)
-15	1.2
-10	1.14
-5	1.07
0	1
5	0.93
10	0.86
15	0.77

Fuente: Malpica (2014)

Factor eficiencia del trabajo

Tabla 51

Factor eficiencia del trabajo (cisterna)

Condiciones de trabajo	Organización de obra		
	Buena	Promedio	Mala
Buena	0.9	0.75	0.6
Promedio	0.8	0.65	0.5
Mala	0.7	0.6	0.45

Fuente: Manual Caterpillar (2020)

Cálculo del ciclo de trabajo

Se calcula con la siguiente formula:

$$T_a = \frac{C}{J} + \frac{C}{J_v} + \frac{D}{V_c} + \frac{D}{V_r} + t_f$$

Se reemplaza los datos de:

$$C = 7571.00 \quad \text{Lts}$$

$$J = 850.00 \text{ Lts/min}$$

$$J_v = 400 \text{ Lts/min}$$

$$D = 500 \text{ m}$$

$$V_c = 466.67 \text{ m/min}$$

$$V_r = 466.67 \text{ m/min}$$

$$T_f = 1.50 \text{ min}$$

Y se obtiene como resultado:

$$T_a = 31.48 \text{ min}$$

Cálculo de rendimiento

Para calcular el rendimiento se reemplazará los datos de los factores intervinientes (C, r, p, E, T_a), en la siguiente formula:

$$R = \frac{60 * C * r * p * E}{T_a}$$

Donde:

D: Distancia de acarreo (m). T_a : Duración del ciclo (min).

C: Capacidad del tanque (litros) r: Resistencia a la rodadura.

i: Cantidad de agua (litros/m³). p: Factor de pendiente.

E: Factor de eficiencia de trabajo. h: Corrección por altura.

Y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 52

Resultados de rendimientos de cisterna de Volvo 2000 gal.

Partidas donde se utilizo	Tipo	Modelo	Rendimiento Calculado (m ³ /día)
02.03 Perfilado y compactación de subrasante en zonas de corte			
02.04 Conformación de terraplenes con material suelto			
02.05 Mejoramiento de subrasante con material de préstamo	Cisterna	Volvo 2000 gal	61.31
03.01 Capa anticontaminante E= 0.15 m			
03.02 Afirmado Granular E=0.20 m			

Fuente: propia del estudio, (2023)

Nota: las demás partidas como 5.05, 5.06, 5.09, 05.10, 05.13, 05.14, 05.17, 05.18, ver en la memoria de cálculo del anexo 05 correspondiente a cisterna.

Volquetes

Tabla 53

Resultados de rendimientos de los volquetes utilizados en el proyecto en investigación

Partidas	Tipo	Marca	Rendimiento Calculado (m3k/día)
5.01	Volquete	Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3	374.63
	Volquete	Iveco BAP 895 de 15 M3	401.88
5.02	Volquete	Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3	1227.25
	Volquete	Iveco BAP 895 de 15 M3	1173.38
5.03	Volquete	Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3	416.38
	Volquete	Iveco BAP 895 de 15 M3	442.75
5.04	Volquete	Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3	1227.25
	Volquete	Iveco BAP 895 de 15 M3	1173.38
5.07	Volquete	Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3	398.63
	Volquete	Iveco BAP 895 de 15 M3	420.00
5.08	Volquete	Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3	1227.25
	Volquete	Iveco BAP 895 de 15 M3	1173.38
5.11	Volquete	Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3	416.38
	Volquete	Iveco BAP 895 de 15 M3	442.75
5.12	Volquete	Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3	1227.25
	Volquete	Iveco BAP 895 de 15 M3	1173.38
5.15	Volquete	Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3	416.38
	Volquete	Iveco BAP 895 de 15 M3	442.75
5.16	Volquete	Mercedes Benz FOX 830 de 15 M3	1227.25
	Volquete	Iveco BAP 895 de 15 M3	1173.38
Rendimiento promedio			808.78

Fuente: propia del estudio, (2023)

Nota: ver memoria de calcula que se encuentra en el anexo 05

Discusión: las progresivas que sirvieron para tomar los datos de los ciclos de trabajos fueron: para las partidas 02.02 y 02.03 (0+000 – 2+995, 5+305 – 5+432, 6+082 – 6+166, 6+560 – 6+910), ya que en estas progresivas se tuvo bastante corte y relleno respectivamente. Para las partidas 2.04 y 02.05 se recopilaron datos de las progresivas (2+852 – 3+997, 5+445 – 5+650, 8+070 – 8+756, 9+375 – 10+385) y el resto de partidas fueron a lo largo del tramo del proyecto en estudio. Se determinó todos los factores intervinientes, ciclos de trabajo tomados en campo, y se calculó los rendimientos de cada una de las maquinarias utilizadas durante la ejecución de las partidas de 02 movimientos de tierras, 03 pavimentos y 05 transportes del proyecto en estudio, se analizaron 4 excavadoras, 1 tractor sobre orugas, 3 motoniveladoras, 2 cargadores frontales, 2 rodillos lisos autopropulsados, 2 volquetes y una cisterna de

2000 galones de capacidad de almacenamiento. Los resultados de los rendimientos promedios se muestran a continuación:

Excavadoras obtuvieron los resultados de 113.61 **m3/hora** y **908.80 m3/día**, y las marcas analizadas fueron (Cat 323, Komatsu, Hyundai y Doosan).

Tractor sobre orugas se obtuvo los resultados de **231.61 m3/hora** y **1788.91 m3/día**, el único modelo que se analizó fue Cat D6H del año 1989.

Motoniveladoras se obtuvo los siguientes resultados **143.42 m3/hora** y **1147.33 m3/día** y las máquinas analizadas fueron Cat 140k, Cat 120k y John Deere 770CH.

Cargadores frontales se obtuvo los siguientes resultados **139.37 m3/hora** y **1114.98 m3/día** y las máquinas analizadas fueron Sinomach 957H Y Volvo L90C.

Rodillos lisos autopropulsados se obtuvo los siguientes resultados de **395.28 m3/hora**, **3162.26 m3/día**, **476.09 m2/hora** y **3808.66 m2/día**, y las máquinas analizadas fueron Cat CS54B y Bomag BW 211 D-40.

Volquetes se obtuvo los siguientes resultados **808.78 m3/día**, y las máquinas analizadas fueron Mercedes Benz con placa FOX 830 de 15 m3 de capacidad, y Iveco con placa BAP 895 de 15 m3 de capacidad.

Cisterna se obtuvo el siguiente resultado **61.31 m3/día** y la única máquina utilizada fue el camión cisterna Volvo de 2000 galones de capacidad de almacenamiento.

2

4.3 Objetivo específico 3: Identificar y analizar los factores técnicos y administrativos de la operación y mantenimiento del equipo mecánico y como estos influyen en su rendimiento.

Descripción: Se Identifico y analizo los factores técnicos y administrativos de la operación y mantenimiento del equipo mecánico y como estos influyen en su rendimiento obteniéndose como resultado lo siguiente:

1

Factores que influyen en el rendimiento

Técnicos de la operación de los equipos

Humano: **para** tener un buen rendimiento se debe contar con operadores con destreza y experiencia en el manejo de equipos y este a su vez debe ser responsable ejecutando las labores que se encomiendan. por otro lado, el operador tiene que haber descansado mínimo las 8 horas diarias ya que si esta de sueño afectaría al rendimiento del equipo.

Geográficos: condiciones de trabajo tales como pendiente y la topografía del terreno donde se ejecutarán los trabajos.

Tipo de suelo: ¹⁴ para establecer el tipo de maquinaria a usar es de acuerdo al material que está conformado el terreno en el cual se trabaja. los suelos más ideales y que son trabajables son la tierra común, arcilla y bancos de arena. ya que si el suelo es duro el rendimiento disminuye y esto afecta en costos y tiempo de trabajo.

Climáticos: es uno de los factores que si tiene mayor incidencia en los rendimientos, ya que si llueve el suelo se satura y no permite el traslado de la maquinaria y también satura el suelo y se pega en el lampón del equipo. Administrativos del mantenimiento de los equipos

Administrativos del mantenimiento de los equipos

Equipo: si el equipo es alquilado puede presentar fallas que no son atribuibles al arrendatario, pero si es propio se conoce las dificultades que presenta el equipo por antecedentes ya antes presentado.

Operador de maquinaria: el operador de la maquinaria debe conocer el equipo el cual opera y debe tener destrezas de mecánico para que así pueda descartar posibles fallas graves y así comunicar al capataz de maquinaria y maestranza.

Los Mantenimientos Rutinarios: se debe dar todos los días antes de iniciar las labores y consiste en revisar las llantas que no estén bajas, el nivel de aceite que tiene el motor, el nivel del aceite hidráulico, nivel del refrigerante, y lo más importante que cuente con el combustible necesario. Si no se hace lo antes mencionado esto podría conllevar a fallas graves.

Los Mantenimientos Periódicos: este tipo de mantenimiento debe darse cuando la maquinaria haya completado las 250 horas de trabajo o de acuerdo con el fabricante, pero esto puede afectarse por los factores climáticos que impedirían el traslado de los repuestos tales como filtros y aceites desde la tienda o concesionario hasta el lugar donde se encuentre el equipo. este mantenimiento consta en los cambios de aceite del motor, el aceite hidráulico, filtros tales como: del aceite, de aire, de combustible, y también el líquido refrigerante.

Revisión General del Equipo: Es muy importante hacer el chequeo general de los equipos paulatinamente para así descartar fallas.

Adaptación del Equipo: algunos fabricantes establecen que a cierta altura sobre el nivel del mar el equipo reduce su potencia de trabajo, por eso es muy importante darse cuenta como está trabajando el equipo si se adapta o no a las condiciones de trabajo.

Estado del Equipo: el equipo tiene que estar en óptimas condiciones, y no tiene que ser muy antiguo.

Tener un buen mecánico de cabecera: se debe contar con un mecánico que tenga experiencia en la reparación y mantenimientos de los equipos, ya que si el mecánico no sabe mucho del tema pues esto acarrearía a días de paralización de la máquina y también puede empeorar la falla.

Discusión: para identificar los factores técnicos y administrativos del proyecto "Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí" con código único de inversiones 2297272. Se tomó registro de los factores antes mencionado, se hizo la consulta de los antecedentes de mantenimiento tanto como rutinario y periódicos de las maquinarias y según a eso se procedió a describir los factores.

CONCLUSIONES

1. Se identificó las variables externas que también inciden ¹ en el rendimiento de los equipos que se utilizó ¹ para el movimiento de tierras del proyecto, los cuales fueron Calentamiento de la máquina, altura de trabajo, fallas mecánicas, dimensionamiento de la flota, falta de piezas o repuestos y por último la estandarización de las marcas y modelos.
2. Se determinó los rendimientos de los equipos mecánicos ³ del proyecto Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí y se obtuvo como resultados los siguientes rendimientos en promedio: Excavadoras (*113.61 m3/hora y 908.80 m3/día*), Tractor sobre orugas (*223.61 m3/hora y 1788.91 m3/día*), Motoniveladoras (*143.42 m3/hora y 1147.33 m3/día*), Cargadores frontales (*139.37 m3/hora y 1114.98 m3/día*), Rodillo lisos autopropulsados (*395.28 m3/hora, 3162.26 m3/día*), y (*476.09.72 m2/hora y 3808.66 m2/día*), y Volquetes (*808.78 m3k/día*), Cisterna (*61.31 m3/día*).
3. Se concluye que los rendimientos en algunas maquinarias son mayores y en otras menores con referencia a lo que se tiene del expediente técnico.
4. Se identificó los factores técnicos y administrativos ⁴⁷ de la operación y el mantenimiento ³ de los equipos mecánicos que influyen en el rendimiento de la equipos utilizada durante la ejecución ³ de los trabajos de movimiento de tierras, pavimentos y transportes, los cuales fueron ; **Factores Técnicos:** Factor humano, factores geográficos o de ubicación, factor tipo de suelo, factores climáticos Etc. **Factores Administrativos** : se refiere básicamente a los factores de ; equipo, al operador de maquinaria y a los mantenimientos tanto como rutinario y periódico, y también a la adaptación del equipo, estado del equipo y tener un buen mecánico en casos de emergencia
5. Se determinó la cantidad del pool de ⁴ maquinaria utilizada en las partidas de movimiento de tierras del proyecto antes mencionado los cuales fueron: 3 Excavadoras, 1 Tractor sobre Orugas (Bulldozer), 3 Motoniveladoras, 2 Cargadores Frontales, 2 Rodillos, 2 Volquetes de 15 m3 y 1 Cisterna de 2000 galones.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener en cuenta al momento del cálculo todos ¹⁰ los factores que influyen en el rendimiento del equipo mecánico antes mencionados.
2. Al responsable de obra, se le recomienda tener bien en claro cuáles son las especificaciones de todas las partidas de tal manera que se pueda lograr los objetivos planteados en relación a la ejecución de obra.
3. El responsable encargado de la maquinaria a utilizar en los movimientos de tierras y su posterior construcción deberá contar con suficiente experiencia, de lo contrario, tuviera mayores probabilidades de cometer errores y ocasionar el desarrollo no exitoso del proyecto, acarreando problemas de tiempo y dinero.
4. Se recomienda no utilizar equipos antiguos y que tengan problemas frecuentes tales como fallas mecánicas.
5. Tener en stock los repuestos esenciales y que son de mayor uso en almacén, para así evitar que los equipos estén paralizados y no produzcan ya que esto afectaría a la economía de la obra y por ende al contratista.
6. Tener operadores con experiencia y que sepa el manejo correcto de los equipos y así tener un buen rendimiento y reducir los errores de manejo.
7. A las empresas constructoras, se les recomienda trabajar con cuidado y precaución teniendo en cuenta la naturaleza y los ecosistemas que se desarrollan al largo de la carretera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Deshmukh, D., & S. Mahatme, P. (2015). *Factors Affecting Performance of Excavating Equipment: An Overview*. Badnera: Index Copernicus Value.
- Baca Arzubialde, J. C. (2019). "RENDIMIENTO DE MAQUINARIA EN UNA EMPRESA DEL RUBRO MINERO EN PERÚ": *Una revisión de la literatura científica en los últimos 10 años*. Lima: Universidad Privada Del Norte.
- Baños López, J., & Boixader Rivas, M. (2009). *Movimiento de tierras y firmes*. Madrid: Tornapunta Ediciones S.L.U.
- Bazauri Briones, E. S., & Tauma Bobadilla, L. A. (2019). *Comparación del rendimiento en campo y las especificaciones del fabricante de la maquinaria pesada en una mina de Cajamarca, 2019*. Cajamarca: Universidad Privada Del Norte.
- Caterpillar. (2013). *Manual de rendimiento Caterpillar*.
- Caterpillar. (2018). *Manual de Maquinaria Especificaciones técnicas*. Mexico: Cat.
- Caterpillar. (2018). *Manual de Motoniveladora CAT 120 K*. Mexico: CAT.
- Caterpillar. (2020). *Manual de maquinaria pesada*. Estados Unidos: Cat.
- Caterpillar. (2020). *Manual de Motoniveladora 140K*. Mexico: CAT.
- Cherné Tarilonte, J., & González Aguilar, A. (s.f.). *Construcciones Industriales 5º Ingeniería Industrial*.
- Chilon Pompa, C. W., & Vásquez Salazar, A. N. (2020). *Evaluación de rendimientos de equipos de carguío y acarreo para la construcción de un Pad en una empresa minera Cajamarca, 2020*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Costes, J. (1975). *Maquinas Para Movimiento De Tierras "Descripcion, Utilizacion y Entretenimiento*. Barcelona: Reverte.
- Deere, J. (2018). *CONSTRUCTION EQUIPMENT (John Deere 770CH)*. Texas : Deere & Company.
- Dominguez Martel, D. V., & Caceres Lopez, B. E. (2022). *Comparación del rendimiento de campo de la maquinaria y las especificaciones del fabricante en las actividades de movimiento de tierras de la construcción de una poza en la mina Summa Gold Corporation – Huamachuco, 2021*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.

- Fu, J. (2013). *Logistics of Earthmoving Operations Simulation and Optimization*. Estocolmo: KTH Royal Institute of Technology.
- Galabru , P. (1977). *Maquinaria general en obras y movimientos de tierra*. Barcelona: Reverte.
- Gobierno Regional De San Martin. (2022). *E.T. "Mejoramiento y creación del camino vecinal que une el sector Chambira y el caserío San Juan del Caño, provincia de Mariscal Cáceres - San Martín"*. Juanjui: Proyecto Especial Huallaga Central.
- Gutierrez Angulo, V. E., & Pereira Moreira, R. A. (2006). *Apoyo Didactico Para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Maquinaria y Equipo de construccion*. Cochabamba.
- <https://www.maciasflores.com/servicios/movimientos-de-tierra.html>. (s.f.).
- Huingo Calua, N. (2013). *Evaluación de rendimientos de maquinaria pesada en la ejecución-n de cierres de mina - caso Maqui Maqui Norte – Cajamarca .* Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecanica de suelos Tomo I Fundamentos de la mecánica de suelos*. Mexico: LIMUSA.
- Kapur Shah, R. (2015). *Earthwork Planning and Visualisation of Time-Location Information in Road Construction Projects*. Liverpool: Liverpool John Moores University.
- Komatsu. (2015). *Manual de maquinaria (Excavadora)*. Madrid: Komatsu.
- Londoño Londoño, J. (2010). *Maquinaria Pesada Para Movimiento de Tierras*. Quindío: Universidad Del Quindío.
- Malpica Quijada, C. F. (2014). *Evaluación de rendimientos de equipos en las operaciones de movimiento de tierras en el minado Cerro Negro Yanacocha – Cajamarca. .* Cajamarca: Universidad Privada Del Norte.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (14 de Diciembre de 2019). Texto Único Ordenado de la ley N° 30225 LEY DE CONTRATACIONES DEL ESTADO. *Normas legales Actualizadas*, pág. 66.
- Mohamed Malo, D. (2019). *Mining Machinery Maintenance Key Performance Indicators Improvement at the Nordgold Taparko Mine*. Estambul: European Business & Management.
- MTC. (2013). *Manual de Carreteras Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

- Nowak, P., & Gilbert, P. (2015). *Earthworks: a guide, Second edition*. Inglaterra: ICE Publishing.
- Orta Amaro, P. A. (2013). *Tecnología de construcción de las explanaciones*. Habana: Félix Valera.
- Osses Atabales, R. M., & Vera Gatica, A. I. (2008). *Factores incidentes en la determinación de costos de movimiento de tierras y rocas*. . Santiago : Universidad De Santiago De Chile.
- Palencia. (1984). *Consideraciones sobre la selección y cálculo de producción de maquinaria pesada para el movimiento de tierras*. . Guatemala: Universidad De Guatemala.
- RLCE. (2018). *Ley N° 30225*. Lima: Diario el Peruano.
- Rojo López, J. (2010). *Manual De Movimiento de Tierras a Cielo Abierto*. Madrid: FUEYO EDITORES.
- Sánchez Valera, D. (2018). *Estimación de rendimiento y productividad de equipo y mano de obra de un proyecto vial con declaratoria de emergencia*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Tiktin Ferreiro, J. (1997). *Procedimientos generales de construcción*. Madrid: E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Vargas Sanchez, R. (1999). *La Maquinaria Pesada En Movimientos De Tierras (Descripción y Rendimiento)*. Ciudad de Mexico: Instituto Tecnológico De La Construcción .

ANEXOS

ANEXO 01

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERALIZACIÓN		METODOLOGÍA
			VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	
¿Cuál es la diferencia entre el rendimiento propuesto en el expediente real y el rendimiento real del equipo mecánico para el movimiento de tierras a nivel de explanaciones del proyecto?	<p>Objetivo general Realizar el análisis comparativo entre el rendimiento propuesto en el expediente técnico y el rendimiento real obtenidos en campo, del equipo mecánico para el movimiento de tierras a nivel de explanaciones del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí con código único de inversiones 2297272.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar y analizar las variables exógenas intervinientes en el rendimiento de la maquinaria para movimiento de tierras. Determinar y analizar los rendimientos reales de la maquinaria usada para la ejecución de las partidas de corte, transporte y conformación de rellenos del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí con código único de inversiones 2297272. Identificar y analizar los factores técnicos y administrativo de la operación y mantenimiento del equipo mecánico. 	<p>Los rendimientos del expediente técnico son diferentes a los rendimientos reales del equipo mecánico que se utilizara para el movimiento de tierras a nivel de explanaciones del Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí con código único de inversiones 2297272.</p>	<p>Variable independiente Movimiento de tierras</p> <p>Variable dependiente maquinaria</p>	<p>Variable independiente: Ejecución de las partidas de movimiento de tierras donde se utiliza maquinaria</p>	<p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Nivel de investigación Descriptiva</p> <p>Diseño de investigación No experimental</p> <p>Población Obras de mejoramiento y creación de caminos vecinales en la provincia de Mariscal Cáceres, Región San Martín.</p> <p>Muestra Maquinaria utilizada durante la ejecución de las Partidas de movimientos de tierras a nivel de explanaciones del proyecto en estudio</p>

Fuente: propia del estudio desarrollado por los autores, 2023

ANEXO 02

Declaratorio de autenticidad


Yo, Luis Miguel Mendoza García, con DNI N° 71083204, y Hugo Michael Chávez Quito con DNI N° 71583676, bachilleres de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autores de la tesis titulada: **Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí.** Y asesorado por el Ing. M.sc Máximo Alcibíades Vilca Cotrina.


Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados son resultados reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 10 de abril del 2023


Luis Miguel Mendoza García
DNI N° 71083204


Hugo Michael Chávez Quito
DNI N° 71583676

Declaración de autenticidad

Ing. M.sc Máximo Alcibiades Vilca Cotrina, con DNI N° 16448408, Docente de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, asesor de la tesis titulada: **Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjuí.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de autoría de mi asesorado.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados son resultados reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 24 de abril del 2023





Ing. M.sc Máximo Alcibiades

Vilca Cotrina

DNI N° 16448408

ANEXO 03

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA			
Proyecto: Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjui.					
Localización: Caserío: San Juan del Caño Dist: Juanjui Prov. : Mariscal Cáceres Depart.: San Martín					
Asesor: Ing. M.sc. Máximo Alcibiades Vilca Cotrina					
Tesistas: Bach. Luis Miguel Mendoza García Bach. Hugo Michael Chávez Quito					
FORMATO DE APUNTE DE CICLO DE TRABAJO					
TIPO DE MAQUINARIA		MARCA		FECHA DE MEDICION	
CAPACIDAD DEL CUCHARON					
PARTIDA					
MUESTRA	FASES				
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
PROMEDIO					

ANEXO 04

Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (Excavadoras)

EXCAVADORAS

Partidas donde se utilizo	Datos obtenidos en la investigación					Datos tomados del expediente técnico					Diferencia de rendimientos (Rendimiento calculado - rendimiento E.T.) (m3/día)
	Marca	Modelo	Año de Fabricación	Potencia Del Motor (HP)	Capacidad del lampón (m3)	Rendimiento calculado (m3/día)	Potencia en HP	Capacidad del lampón (m3)	Rendimiento (m3/día)	Incidencia de cuadril	
02.02 Corte para explanación es en Material suelto	Caterpillar	Cat.323	2018	172.32	1.30	848.40		400.00	400.00		448.40
	Komatsu	Pc.210 Lc-10	2013	155	1.44	1078.90		400.00	400.00		678.90
	Hyundai	220 LC-9	2012	150	1.34	865.40	115-165 HP	400.00	400.00	0.5	465.40
	Doosan	DX 225 LCA	2015	158	1.24	842.50	0.58-1.07	400.00	400.00		442.50
Rendimiento calculado promedio						908.80					

Fuente: propia del estudio, (2023)

Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (tractor)

TRACTOR SOBRE ORUGAS

Partidas donde se utilizo para explanación es en Material suelto	Datos obtenidos en la investigación					Datos tomados del expediente técnico					Diferencia de rendimientos (Rendimiento calculado - rendimiento E.T.) (m3/día)
	Marca	Modelo	Año de Fabricación	Potencia Del Motor (HP)	Capacidad del lampón (m3)	Rendimiento calculado (m3/día)	Potencia Del Motor (HP)	Capacidad del lampón (m3)	Rendimiento (m3/día)	Incidencia de cuadrilla	
02.02 Corte para explanación es en Material suelto	Caterpillar	Cat D6H	1989	165	3.7	531.12	190-240 HP	No se Precisa	400	1	131.12
					3.7	2105.84			2200	0.5	-94.16

E= 0.15 m	John Deere	770CH	2015	205	699.04									-250.96
03.02 Afirmado	Caterpillar	CAT 140K	2022	171	657.92									-292.08
Granular E=0.20	Caterpillar	CAT 120K	2022	140	637.76	145-150 HP	NP	950	1	NP				-312.24
m	John Deere	770CH	2015	205	671.60									-278.40
	Rendimiento Promedio			2806.00	1147.33									

Fuente: propia del estudio, (2023)

Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (cargadores frontales)

CARGADORES FRONTALES

Partidas donde se utilizo	Datos obtenidos en la investigación						Datos tomados del expediente técnico					Diferencia de rendimientos (Rendimiento calculado - rendimiento E.T.) (m3/día)	
	Marca	Modelo	Año de fabricación	Potencia Del Motor (HP)	Capacidad del lampon (m3)	Rendimiento calculado (m3/día)	Potencia En HP	Capacidad del lampon (m3)	Rendimiento (m3/día)	Incidencia de cuadrilla			
05.01 Transporte de material excedente de corte hasta 1 km	Sinomach	957H	2014	217	3.00	901.80							91.80
05.03 Transporte de material de préstamo para terraplén hasta 1 km	Volvo	L90C	1997	154	3.50	1035.50			810				225.50
05.07 transporte de material de préstamo para mejoramientos hasta 1km.	Sinomach	957H	2014	217	3.00	1108.37							298.37
5.11 Transporte de material anticontaminante para subbase hasta 1 km	Volvo	L90C	1997	154	3.50	1252.98			810				442.98
5.15 Transporte de material afirmado para base hasta 1 km	Sinomach	957H	2014	217	3.00	1008.97							198.97
	Volvo	L90C	1997	154	3.50	1119.40	125-155 HP	2.29	810	0.5			309.40
	Sinomach	957H	2014	217	3.00	1108.37							298.37
	Volvo	L90C	1997	154	3.50	1252.98							442.98
	Sinomach	957H	2014	217	3.00	1108.37							298.37
	Volvo	L90C	1997	154	3.50	1252.98							442.98
	Rendimiento Promedio					1114.98							

Fuente: propia del estudio, (2023)

Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (rodillos lisos)

Partidas donde se utilizó	Datos obtenidos en la investigación							Datos tomados del expediente técnico				Diferencia de rendimientos (Rendimiento calculado - rendimiento E.T.) (m2/día)	
	Marca	Modelo	Año de fabricación	Potencia Del Motor (HP)	Peso del Tambor (Tn)	Rendimiento calculado (m3/día)	Potencia Del Motor (HP)	Peso del Tambor (Tn)	Rendimiento (m2/día)	Incidencia de cuadrilla	Rendimiento calculado - rendimiento E.T.) (m3/día)		
02.03 Perfilado y compactación de subrasante en zonas de corte	Caterpillar	CAT CS54B	2017	131	5.79	4013.04	70-100 HP	(7-9)	2780	NP	1	1233.04	NP
02.04 Conformación de terraplenes con material suelto	Bomag	BW 211 D-40	2016	131	9.50	3604.28	70-100 HP	(7-9)	NP	2200	0.5	NP	1010.43
02.05 Mejoramiento de subrasante con material de préstamo	Caterpillar	CAT CS54B	2017	131	5.79	5136.68	70-100 HP	(7-9)	NP	1700	0.5	NP	3436.68
03.01 Capa anticontaminante E= 0.15 m	Bomag	BW 211 D-40	2016	131	9.50	4921.04	101-135 HP	(10-12)	950	0.5	0.5	NP	976.26
03.02 Afirmado Granular E=0.20 m	Caterpillar	CAT CS54B	2017	131	5.79	2568.34	101-135 HP	(10-12)	NP	950	0.5	NP	1618.34
	Bomag	BW 211 D-40	2016	131	9.50	2460.52							1510.52
						Rendimiento Promedio			3191.10				3808.66

Fuente: propia del estudio, (2023)

Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (volquetes)

Partidas donde se utilizo	Datos obtenidos en la investigación					Datos tomados del expediente técnico				Diferencia de rendimientos (Rendimiento calculado - rendimiento E.T.)
	Marca	Año de fabricación	Potencia Del Motor (HP)	Capacidad de la Tolva (m3)	Rendimiento Calculado (m3k/día)	Potencia En HP	Capacidad de la Tolva (m3)	Rendimiento (m3k/día)	Incidencia de cuadrilla	
05.01 Transporte de material excedente de corte hasta 1 km	Mercedes Benz	2015	435	15	374.63	435	15	359.9	1	14.73
05.02 Transporte de material excedente de corte D > 1 km	Iveco	2013	474	15	401.88	474	15	359.9	1	41.98
05.03 Transporte de material de préstamo para terrapién hasta 1 km	Mercedes Benz	2015	435	15	1227.25	435	15	1312.5	1	-85.25
05.04 Transporte de material de préstamo para terrapién > 1 km	Iveco	2013	474	15	1173.38	474	15	1312.5	1	-139.13
5.07 transporte de material de préstamo para mejoramientos hasta 1km.	Mercedes Benz	2015	435	15	416.38	435	15	359.9	1	56.48
5.08 transporte de material de préstamo para mejoramientos d > 1km.	Iveco	2013	474	15	442.75	474	15	1312.5	1	-85.25
5.11 Transporte de material anticontaminante para subbase hasta 1 km	Mercedes Benz	2015	435	15	1173.38	435	15	1312.5	1	-139.13
5.12 Transporte de material anticontaminante para subbase d > 1 km	Iveco	2013	474	15	416.38	474	15	359.9	1	56.48
5.15 Transporte de material afirmado para base hasta 1 km	Mercedes Benz	2015	435	15	1227.25	435	15	1312.5	1	-85.25
5.16 Transporte de material afirmado para base d> 1 km	Iveco	2013	474	15	1173.38	474	15	1312.5	1	-139.13
					Rendimiento Promedio			808.78		



Fuente: propia del estudio. (2023)

Cuadro comparativo entre los rendimientos del E.T. y lo calculado en la investigación (cisterna)

Partidas donde se utilizó	Datos obtenidos en la investigación				Datos tomados del expediente técnico			Diferencia de rendimientos (Rendimiento calculado - rendimiento E.T.)	
	Modelo	Año de fabricación	Potencia Del Motor (HP)	Capacidad del tanque (gal)	Rendimiento Calculado (m ³ /día)	Potencia En HP	Capacidad del tanque (gal)		Rendimiento (m ³ /día)
02.03 Perfilado y compactación de subrasante en zonas de corte									
02.04 Conformación de terraplenes con material suelto									
02.05 Mejoramiento de subrasante con material de préstamo									
03.01 Capa anticontaminante E=0.15 m									
03.02 Afirmado Granular E=0.20 m terraplén hasta 1km									
5.05 Transporte de agua para terraplén d > 1km	Volvo	2009	150	2000	691.84	No se precisa	2000	662.4	1
5.09 Transporte de agua para mejoramientos hasta 1km									
5.10 Transporte de agua para mejoramientos d > 1km									
5.13 Transporte de agua para subbase hasta 1 km									
5.14 Transporte de agua para subbase d > 1 km									
5.17 Transporte de agua para base hasta 1 km									
5.18 Transporte de agua para base d> 1 km									

Fuente: propia del estudio. (2023)

ANEXO 05

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	
			
Proyecto:	Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño – distrito de Juanjui.		
Localización:	Caserío: San Juan del Caño Dist: Juanjui Prov.: Mariscal Cáceres Depart.: San Martín		
Asesor:	Ing. M.sc. Máximo Alcibiades Vilca Cotrina		
Tesistas:	Bach. Luis Miguel Mendoza García Bach. Hugo Michael Chávez Quíto		
PARTIDA:	05.01	TRANSPORTE DE MAT. EXCEDETE DE CORTE HASTA 1KM.	
VOLQUETES			
* HACIENDO USO DEL CARGADOR FRONTAL SINOMACH 957H - VOLQUETE FOX 830			
DATOS GENERALES			
Velocidad Cargado			25.00 km/hr
Velocidad Descargado			35.00 km/hr
Tiempo de Viaje Cargado	(Tc)		2.4 x d
Tiempo de Viaje Descargado	(Td)		1.71428571 x d
Volumen de la Tolva del Volquete	(a)		15.00 m ³
Distancia de transporte			1.00 km
CALCULO DE RENDIMIENTOS			
Tiempo de Carguo al Volquete	Tcv		8.00 min
Tiempo de Descarga y maniobras del Volquete	Tdv		2.30 min
Tiempo Útil : 8 hrs. x 90.00%	(b)		432 min
Tiempo de Ciclo del Volquete	Tciclo = Tcv+Tdv+Tc+Td		10.30 + 4.11 x d
Para d= 1.00 km, Ciclo=	(c)		14.41 min
Numero de ciclos	(d) = (b) / (c)		29.97
Volumen Transportado por el Volquete	(e) = (a) x (d)		449.6 m ³ /día
Cargador s/llantas 125-155HP, 3 y3			Rend = 900.00 m ³ /día
Incidencia del cargador			0.4163
RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA "d" :	d = 1.00 Km		Esponjamiento= 1.20
		Rendimiento = 374.63 m³	
* HACIENDO USO DEL CARGADOR FRONTAL VOLVO L90C - VOLQUETE BAP 895			
DATOS GENERALES			
Velocidad Cargado			25.00 km/hr
Velocidad Descargado			35.00 km/hr
Tiempo de Viaje Cargado	(Tc)		2.4 x d
Tiempo de Viaje Descargado	(Td)		1.71428571 x d
Volumen de la Tolva del Volquete	(a)		15.00 m ³
Distancia de transporte			1.00 km
CALCULO DE RENDIMIENTOS			
Tiempo de Carguo al Volquete	Tcv		7.02 min
Tiempo de Descarga y maniobras del Volquete	Tdv		2.30 min
Tiempo Útil : 8 hrs. x 90.00%	(b)		432 min
Tiempo de Ciclo del Volquete	Tciclo = Tcv+Tdv+Tc+Td		9.32 + 4.11 x d
Para d= 1.00 km, Ciclo=	(c)		13.44 min
Numero de ciclos	(d) = (b) / (c)		32.15
Volumen Transportado por el Volquete	(e) = (a) x (d)		482.3 m ³ /día
Cargador s/llantas 125-155HP, 3 y3			Rend = 1025.29 m ³ /día
Incidencia del cargador			0.3920
RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA "d" :	d = 1.00 Km		Esponjamiento= 1.20
		Rendimiento = 401.88 m³	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA



Proyecto: Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño - distrito de Juanjuí.
Localización: Caserío: San Juan del Caño Dist: Juanjuí Prov.: Mariscal Cáceres Depart.: San Martín
Asesor: Ing. M.sc. Máximo Alcibádes Vilca Cotrina
Tesistas: Bach. Luis Miguel Mendoza García
 Bach. Hugo Michael Chávez Quito

PARTIDAS: 05.02, 05.04, 05.08, 05.12, 05.16

VOLQUETES

*** HACIENDO USO DEL CARGADOR FRONTAL SINOMACH 957H**

DATOS GENERALES

Velocidad Cargado		25.00 km/hr
Velocidad Descargado		30.00 km/hr
Tiempo de Viaje Cargado	(Tc)	2.4 x d
Tiempo de Viaje Descargado	(Td)	2 x d
Volumen de la Tolva del Volquete	(a)	15.00 m3
Distancia de transporte		1.00 km

CALCULO DE RENDIMIENTOS

Tiempo Útil : 8 hrs. x 90.00%	(b)	432 min
Tiempo de Ciclo del Volquete	Tciclo = Tc+Td	4.40 x d
Para d= 1.00 km, Ciclo=	(c)	4.40 min
Numero de ciclos	(d) = (b) / (c)	98.18
Volumen Transportado por el Volquete	(e) = (a) x (d)	1472.7 m3/día
Cargador s/llantas 125-155HP, 3 y3		Rend = 900.00 m3/día

RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA "d" : d = 1.00 Km Esponjamiento= 1.20

Rendimiento = 1227.25 m3

*** HACIENDO USO DEL CARGADOR FRONTAL VOLVO L90C**

DATOS GENERALES



Velocidad Cargado		22.00 km/hr
Velocidad Descargado		32.00 km/hr
Tiempo de Viaje Cargado	(Tc)	2.72727273 x d
Tiempo de Viaje Descargado	(Td)	1.875 x d
Volumen de la Tolva del Volquete	(a)	15.00 m3
Distancia de transporte		1.00 km

CALCULO DE RENDIMIENTOS

Tiempo Útil : 8 hrs. x 90.00%	(b)	432 min
Tiempo de Ciclo del Volquete	Tciclo = Tc+Td	4.60 x d
Para d= 1.00 km, Ciclo=	(c)	4.60 min
Numero de ciclos	(d) = (b) / (c)	93.87
Volumen Transportado por el Volquete	(e) = (a) x (d)	1408.1 m3/día
Cargador s/llantas 125-155HP, 3 y3		Rend = 1025.29 m3/día

RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA "d" : d = 1.00 Km Esponjamiento= 1.20

Rendimiento = 1173.38 m3

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA		
Proyecto:	Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del caño – distrito de Juanjui.	
Localización:	Caserío: San Juan del Caño Dist: Juanjui Prov.: Mariscal Cáceres Depart.: San Martín	
Asesor:	Ing. M.sc. Máximo Alcibiades Vilca Cotrina	
Tesistas:	Bach. Luis Miguel Mendoza García Bach. Hugo Michael Chávez Quito	
PARTIDAS:	05.03, 05.11, 05.15	
VOLQUETES		
* HACIENDO USO DEL CARGADOR FRONTAL SINOMACH 957H		
DATOS GENERALES		
Velocidad Cargado		25.00 km/hr
Velocidad Descargado		35.00 km/hr
Tiempo de Viaje Cargado	(Tc)	2.4 x d
Tiempo de Viaje Descargado	(Td)	1.71428571 x d
Volumen de la Tolva del Volquete	(a)	15.00 m ³
Distancia de transporte		1.00 km
CALCULO DE RENDIMIENTOS		
Tiempo de Carguío al Volquete	Tcv	6.55 min
Tiempo de Descarga y maniobras del Volquete	Tdv	2.30 min
Tiempo Útil : 8 hrs. x 90.00%	(b)	432 min
Tiempo de Ciclo del Volquete	Tciclo = Tcv+Tdv+Tc+Td	8.85 + 4.11 x d
Para d= 1.00 km, Ciclo=	(c)	12.97 min
Numero de ciclos	(d) = (b) / (c)	33.31
Volumen Transportado por el Volquete	(e) = (a) x (d)	499.7 m ³ /día
Cargador s/llantas 125-155HP, 3 y3		Rend = 1098.53 m ³ /día
Incidencia del cargador		0.3790
RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA "d" :	d = 1.00 Km	Esponjamiento= 1.20
	Rendimiento = 416.38 m³	
* HACIENDO USO DEL CARGADOR FRONTAL VOLVO L90C		
DATOS GENERALES		
Velocidad Cargado		25.00 km/hr
Velocidad Descargado		35.00 km/hr
Tiempo de Viaje Cargado	(Tc)	2.4 x d
Tiempo de Viaje Descargado	(Td)	1.71428571 x d
Volumen de la Tolva del Volquete	(a)	15.00 m ³
Distancia de transporte		1.00 km
CALCULO DE RENDIMIENTOS		
Tiempo de Carguío al Volquete	Tcv	5.78 min
Tiempo de Descarga y maniobras del Volquete	Tdv	2.30 min
Tiempo Útil : 8 hrs. x 90.00%	(b)	432 min
Tiempo de Ciclo del Volquete	Tciclo = Tcv+Tdv+Tc+Td	8.08 + 4.11 x d
Para d= 1.00 km, Ciclo=	(c)	12.20 min
Numero de ciclos	(d) = (b) / (c)	35.42
Volumen Transportado por el Volquete	(e) = (a) x (d)	531.3 m ³ /día
Cargador s/llantas 125-155HP, 3 y3		Rend = 1245.00 m ³ /día
Incidencia del cargador		0.3556
RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA "d" :	d = 1.00 Km	Esponjamiento= 1.20
	Rendimiento = 442.75 m³	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA



Proyecto: Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto:
 Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del caño – distrito de Juanjui.
Localización: Caserío: San Juan del Caño Dist: Juanjui Prov. : Mariscal Cáceres Depart.: San Martín
Asesor: Ing. M.sc. Máximo Alcibádes Vilca Cotrina
Tesistas: Bach. Luis Miguel Mendoza García
 Bach. Hugo Michael Chávez Quito

PARTIDAS: 5.05, 5.06, 5.09, 05.10, 05.13, 05.14, 05.17, 05.18

CISTERNA

CAMIÓN CISTERNA VOLVO 2000 GAL

DATOS GENERALES

Velocidad Cargado		22.00 km/hr
Velocidad Descargado		30.00 km/hr
Tiempo de Viaje Cargado	(Tc)	2.7272727 x d
Tiempo de Viaje Descargado	(Td)	2 x d
Volumen del Camión Cistern	(a)	7.57 m3
Distancia de transporte		1.00 km

CALCULO DE RENDIMIENTOS

Tiempo Útil : 8 hrs. x 90.00%	(b)	432 min
Tiempo de Ciclo del Camión Cisterna	Tciclo = Tc+Td	4.73 x d
Para d= 1.00 km, Ciclo=	(c)	4.73 min
Numero de ciclos	(d) = (b) / (c)	91.38
Volumen Transportado por el Volquete	(e) = (a) x (d)	691.8 m3/dia

RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA "d" : d = 1.00 Km

Rendimiento = 691.84 m3

ANEXO 06

PANEL FOTOGRAFICO



Foto N°1. Se observa el cartel de obra el cual se encuentra en la progresiva 0+020.00 del tramo del proyecto en estudio.



Foto N°2. Se puede observar a la excavadora realizando un corte a media ladera corresponde a la progresiva 3+258.56 de la carretera.



Foto N°3. Se puede apreciar a volquetes llevando material para lo que correspondería a la subbase esta fotografía fue tomada en la progresiva 6+784.00.



Foto N°4. Se observa a la motoniveladora realizando trabajos de regadío del material para la capa anticontaminante de 0.15 metros posterior a eso le dará una pasada el rodillo liso vibratorio, corresponde a la progresiva 7+350.00.



Foto N°5. Se observa al volquete dejando cada 15 metros el material que servirá para subbase de la carretera, corresponde a la progresiva 7+786.00



Foto N°6. Se observa a la excavadora Hyundai 220 Lc realizando el corte del talud en la progresiva 2+228.00.

ANEXO 07

PLANOS

Análisis de rendimiento del equipo mecánico para el movimiento de tierras del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal sector Chambira - San Juan del Caño - distrito de Juanjuí

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 hdl.handle.net Fuente de Internet 3%

2 tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet 2%

3 repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet 1%

4 repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet 1%

5 Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante 1%

6 www.slideshare.net Fuente de Internet 1%

7 repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet 1%

8	Fuente de Internet	1 %
9	erods.files.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
15	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
16	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
17	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
18	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
19	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

20	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
21	www.doccity.com Fuente de Internet	<1 %
22	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
23	Rosales Hernández María Delfina. "Programa de selección de maquinaria en movimientos de tierra para proyectos carreteros de acuerdo a la normativa SCT", TESIUNAM, 2008 Publicación	<1 %
24	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
25	Submitted to Webster University Trabajo del estudiante	<1 %
26	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
27	purl.org Fuente de Internet	<1 %
28	spij.minjus.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
29	www.bnp.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

Submitted to Universidad Católica de Trujillo

30

Trabajo del estudiante

<1 %

31

"Technology Trends", Springer Science and
Business Media LLC, 2019

Publicación

<1 %

32

biblioteca2.ucab.edu.ve

Fuente de Internet

<1 %

33

repositoriotec.tec.ac.cr

Fuente de Internet

<1 %

34

vdocuments.pub

Fuente de Internet

<1 %

35

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

36

[Submitted to Universidad Privada Boliviana](#)

Trabajo del estudiante

<1 %

37

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

www.congreso.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

39

repositorio.unamba.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

40

repositorio.upse.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

41

dspace.casagrande.edu.ec:8080

Fuente de Internet

<1 %

42

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

43

scholarspace.manoa.hawaii.edu

Fuente de Internet

<1 %

44

"Las prácticas de liderazgo del equipo de gestión en relación con los asistentes profesionales de la educación. Estudio de caso", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2022

Publicación

<1 %

45

licitaciones.consorciosuyay.com

Fuente de Internet

<1 %

46

polodelconocimiento.com

Fuente de Internet

<1 %

47

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo