

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE CONSERVACIÓN VIAL Y SU
INCIDENCIA EN LOS COSTOS DE OBRA EN LA RED VIAL
VECINAL
TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL**

PRESENTADA POR

Bach. LAZO ACUÑA, ROSSMERY LISSET
Bach. RAMIREZ LEÓN, GIANELLA MARITZA

ASESOR: Mg. Ing. ARÉVALO LAY VÍCTOR
LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre Rosa, abuelos Herminia y Adán, tíos, hermanas, y mi pareja Víctor, quienes me brindaron consejos, apoyo y conocimientos a lo largo de todo mi proceso de formación y lograr así mi deseada titulación.

Rossmery Lisset Lazo Acuña

Esta tesis la dedico primeramente a Dios que siempre me impulsa a seguir adelante a pesar de los obstáculos, a mis padres, hermano, abuelos y personas que siempre creyeron en mí y me apoyaron en todo momento.

Gianella Maritza Ramirez León

AGRADECIMIENTO

Nuestro mayor agradecimiento a nuestro asesor por guiarnos en el desarrollo de esta tesis, a nuestra alma mater por habernos brindado los conocimientos sólidos para desarrollarnos como futuros ingenieros civiles; y a las personas que nos apoyaron en la tesis, entre ellos docentes, compañeros y familiares.

Gianella Ramirez y Rossmery Lazo

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos	13
1.2 Objetivo general y específicos	14
1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática.....	14
1.3.1 Delimitación espacial.....	14
1.3.2 Delimitación temporal	14
1.3.3 Delimitación temática.....	14
1.4 Justificación e importancia del estudio	14
1.4.1 Importancia de estudio.....	14
1.4.2 Justificación del estudio.....	15
1.4.2.1 Justificación teórica	15
1.4.2.2 Justificación metodológica	15
1.4.2.3 Justificación práctica	15
1.4.2.4 Justificación social.....	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
2.1 Antecedentes del estudio de investigación	16
2.1.1 Marco Histórico	16
2.1.2 Marco normativo	17
2.1.3 Investigaciones relacionadas con el tema	18
2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio	24
2.2.1 Conservación vial	24
2.2.2 Equipo de conservación vial.....	36
2.2.2.1 Tractor de orugas	36
2.2.2.2 Excavadora de orugas	40
2.2.2.3 Cargador frontal.....	45
2.2.2.4 Volquete (unidades de acarreo)	49
2.2.2.5 Motoniveladora.....	51
2.2.2.6 Cisterna.....	55
2.2.2.7 Rodillo vibratorio.....	56

2.2.3 Componentes que inciden en el rendimiento de los equipos.....	59
2.2.4 Costo horario del equipo.....	63
2.2.4.1 Costo de posesión o gastos fijos	63
2.2.4.2 Costo de Operación o gastos variables	67
2.2.5 Factores que afectan el rendimiento	73
2.3 Definición de términos básicos.....	74
2.3.1 Términos básicos	74
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	77
3.1 Hipótesis	77
3.1.1 Hipótesis principal.....	77
3.1.2 Hipótesis secundarias.....	77
3.2 Variables	77
3.2.1 Definición conceptual de las variables	77
3.2.2 Operacionalización de las variables.....	77
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	79
4.1 Tipo y nivel.....	79
4.1.1 Tipo de investigación.....	79
4.1.2 Nivel de investigación	79
4.2 Diseño de investigación	79
4.3 Población y muestra.....	79
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	79
4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	80
CAPÍTULO V: RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	81
5.1 Rendimiento de equipo de conservación vial según estudios de tesis.....	81
5.2 Rendimiento de equipo de conservación vial según fabricantes	97
5.3 Factores que afectan el rendimiento del equipo.....	100
5.4 Costo horario de equipos para la conservación vial	103
5.5 Análisis	106
5.5.1 Rendimientos de equipos mecánicos según manuales.....	106
5.5.2 Factores que afectan el rendimiento del equipo	108
5.6 Contratación de hipótesis	111
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115

ANEXOS.....	117
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	117
Anexo 2: FICHA N°1 Rendimientos de equipos de la tesis.....	118
Anexo 3: Ficha N°2 Rendimientos de equipos de la tesis.....	119
Anexo 4: Ficha N°3 Rendimientos de equipos de la tesis.....	120
Anexo 5: Ficha N°4 Rendimientos de equipos de la tesis.....	121
Anexo 6: Ficha N°5 Rendimientos de equipos de la tesis.....	122
Anexo 7: Ficha N°6 Rendimientos de equipos de la tesis.....	123
Anexo 8: Ficha N°7 Rendimientos de equipos de la tesis.....	124
Anexo 9: FICHA N°8 Rendimientos de equipos de la tesis.....	125
Anexo 10: Cuadro de rendimientos de tractor sobre orugas obtenidos de tesis.....	126
Anexo 11: Cuadro de rendimientos de Excavadora sobre orugas obtenidos de tesis...	126
Anexo 12: Cuadro de rendimientos de Cargador frontal obtenidos de tesis.....	127
Anexo 13: Cuadro de rendimientos de Motoniveladora obtenidos de tesis.....	127
Anexo 14: Cuadro de rendimientos de Rodillo vibratorio obtenidos de tesis.....	128
Anexo 15: Cuadro de rendimientos de Volquete obtenidos de tesis.....	128
Anexo 16: Rendimiento tractor de oruga según Caterpillar.....	129
Anexo 17: Rendimiento excavadora sobre oruga según Caterpillar.....	130
Anexo 18: Rendimiento de cargador frontal según Caterpillar.....	131
Anexo 19: Rendimiento de motoniveladora según Caterpillar.....	132
Anexo 20: Factores que afecta el rendimiento del equipo en la conservación vial.....	133
Anexo 21: Factores que afecta el rendimiento del equipo.....	134
Anexo 22: Costo horario de Excavadora.....	135
Anexo 23: Costo horario de Tractor.....	138
Anexo 24: Costo horario de Motoniveladora.....	141
Anexo 25: Costo horario de Cargador Frontal.....	144
Anexo 26: Costo horario de Rodillo.....	147
Anexo 27: Costo horario de Volquete.....	150
Anexo 29: Tasa de Interés Activas de Mercado (SEPTIEMBRE 2021).....	153
Anexo 30: APUS (Plan vial).....	154
Anexo 31: APUS (Manual Caterpillar).....	156
Anexo 32: Permiso de la Municipalidad Provincial de Cajatambo.....	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos de materiales según calidad	27
Tabla 2: Requisitos de material bituminoso diluido de curado medio	33
Tabla 3: Ventajas y desventajas del cargador frontal	45
Tabla 4: Factor de eficiencia.....	48
Tabla 5: Longitud efectiva.....	54
Tabla 6: Eficiencia horaria en el tiempo real	60
Tabla 7: Porcentaje de abundamiento según el tipo de suelo	60
Tabla 8: Factor de Carga.....	60
Tabla 9: Factor de pendiente del terreno	61
Tabla 10: Resistencia del equipo al rodamiento	62
Tabla 11: Factor de Altitud y Temperatura	62
Tabla 12: Vida económica útil de equipo	64
Tabla 13: Costo de Mantenimiento.....	69
Tabla 14: Costo de Mano de obra y Repuestos	69
Tabla 15: Vida Útil de piezas de desgaste	72
Tabla 16: Costo de hora hombre.....	72
Tabla 17: Resumen de ACUS con partidas que usan equipos	104
Tabla 18: Relación de ACUS con partidas que usan equipos.....	105
Tabla 19: Relación de Costo Horario/Potencia.....	105
Tabla 20: Tiempo de Retorno de Inversión	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Control de polvo mediante riego	26
Figura 2: Perfilado de superficie con aporte de material	29
Figura 3: Secuencia de imprimación reforzada	32
Figura 4: Deformación de la superficie de rodadura	35
Figura 5: Plantilla de perfil transversal según bombeo de camino	35
Figura 6: Tipos de hojas para el tractor de orugas	37
Figura 7: Fases del trabajo con hoja empujadora	37
Figura 8: Cálculo de producción: hojas U	40
Figura 9: Partes de una excavadora sobre orugas	41
Figura 10: Capacidades de la cuchara.....	42
Figura 11: Calculo tiempos de ciclo	43
Figura 12: Carga útil calculada de cucharón en m ³ por hora de 60 min	44
Figura 13: Carga útil calculada del cucharón en yardas cúbicas por hora de 60 minutos	44
Figura 14: Cargador frontal	45
Figura 15: Escarificadores de excavadora sobre oruga	46
Figura 16: Partes del cargador frontal.....	47
Figura 17: Cargador frontal en funcionamiento	47
Figura 18: Tabla para estimar la producción m ³ o yd ³ /hora de 60 min.....	48
Figura 19: Camión (volquete).....	50
Figura 20: Volquete con bolsas de cemento (usado para acarreo de materiales)	50
Figura 21: Ciclo de trabajo	51
Figura 22: Motoniveladora Komatsu. (2017).	52
Figura 23: Motoniveladora	53
Figura 24: Ángulo de la vertedera	54
Figura 25: Cisterna.....	56
Figura 26: Rodillo vibratorio	56
Figura 27: Equipo de compactación según el tipo de suelo.....	57
Figura 28: Producción de rodillo vibratorio	57
Figura 29: Eficiencia de la Velocidad de Desplazamiento	58
Figura 30: Costo horario del equipo	63
Figura 31: Relación de vida útil vs. Costo de operaciones.....	68

Figura 32: Matriz de Operacionalización de variable independiente	77
Figura 33: Matriz de Operacionalización de variable dependiente	78
Figura 34: Rendimientos de tractor sobre orugas Ficha N.º 1	81
Figura 35: Rendimientos de tractor sobre orugas Ficha N.º 6	82
Figura 36: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 1	83
Figura 37: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 3.....	83
Figura 38: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 4.....	84
Figura 39: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 5.....	85
Figura 40: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 6.....	85
Figura 41: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 7.....	86
Figura 42: Rendimientos de Cargador frontal Ficha N.º 3	87
Figura 43: Rendimientos de Cargador frontal Ficha N.º 4	87
Figura 44: Rendimientos de Cargador frontal Ficha N.º 6	88
Figura 45: Rendimientos de Motoniveladora Ficha N.º 1	89
Figura 46: Rendimientos de Motoniveladora Ficha N.º 2	89
Figura 47: Rendimientos de Motoniveladora Ficha N.º 5	90
Figura 48: Rendimientos de Motoniveladora Ficha N.º 5	91
Figura 49: Rendimientos de Rodillo vibratorio Ficha N.º 1	91
Figura 50: Rendimientos de Rodillo vibratorio (92 Hp) Ficha N.º 2.....	92
Figura 51: Rendimientos de Rodillo vibratorio Ficha (53.6 Hp) N.º 2.....	93
Figura 52: Rendimientos de Rodillo vibratorio (92 Hp) Ficha N.º 2.....	93
Figura 53: Rendimientos de Rodillo vibratorio (93 Hp) Ficha N.º 2.....	94
Figura 54: Rendimientos de Rodillo vibratorio (53.6 Hp) Ficha N.º 2.....	95
Figura 55: Rendimientos de Rodillo vibratorio (44 Hp) Ficha N.º 2.....	95
Figura 56: Rendimientos de Rodillo vibratorio Ficha N.º 6	96
Figura 57: Rendimiento Volquete Ficha N.º 3.....	97
Figura 58: Rendimientos del tractor de oruga vs. Plan viales	98
Figura 59: Rendimientos de la excavadora sobre oruga vs. Plan viales	98
Figura 60: Rendimiento de cargador frontal vs. Plan viales.....	99
Figura 61: Rendimientos de la motoniveladora vs. Plan viales	100
Figura 62: Factores que afectan el Rendimiento en un equipo.....	101
Figura 63: Otros factores que afectan el Rendimiento en un equipo.....	102
Figura 64: Resumen de factores que afecta la productividad del equipo según tipo de equipo.....	103

RESUMEN

La presente tesis titulada “Rendimiento del equipo de conservación vial y su incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal” tiene como objetivo hallar el rendimiento de los equipos utilizados para las diferentes actividades de conservación vial en una red vial vecinal y determinar cómo ésta afecta en los costos del proyecto.

La investigación realizada es de tipo descriptiva, ya que se halla el rendimiento de los equipos según manuales ya establecidos por el fabricante y para los costos de cada partida a analizar se hallarán mediante la determinación del Costo Horario de los equipos y maquinaria del sector en la construcción.

Esta investigación muestra como el rendimiento de los equipos es afectado por diferentes factores en las actividades de conservación vial, siendo de ayuda a los futuros proyectos al momento de estimar los costos del mismo.

Se utilizó el manual de Caterpillar como herramienta para hallar el rendimiento mediante las fórmulas o tablas y se aplicó factores que pudiesen afectar a cada equipo. Para esta investigación se analizó los equipos tales como: tractor de oruga, excavadora sobre oruga, cargador frontal, motoniveladora y rodillo liso.

Al momento de comparar los rendimientos dados por el fabricante y el obtenido mediante los planes viales se logró determinar que los rendimientos de los fabricantes son mayores causando que al momento de estimar los costos para la realización de un proyecto este no sea el real y pueda presentar mayores costos.

Palabras clave: Conservación vial, rendimiento, red vial vecinal, Caterpillar, tractor de oruga, excavadora sobre oruga, cargador frontal, motoniveladora y rodillo liso.

ABSTRACT

The present thesis titled "Performance of road maintenance equipment and its incidence in the costs of work in the neighborhood road network" has as objective to find the performance of the equipment used for the different activities of road maintenance in a neighborhood road network and to determine how this affects in the costs of the project. The research is descriptive, since the performance of the equipment is found according to manuals already established by the manufacturer and for the costs of each item to be analyzed will be found by determining the hourly cost of equipment and machinery in the construction sector.

This research shows how equipment performance is affected by different factors in road maintenance activities, which will help future projects when estimating project costs.

The Caterpillar manual was used as a tool to find the performance through formulas or tables and factors that could affect each equipment were applied. For this research, equipment such as: crawler tractor, crawler excavator, front end loader, motor grader and smooth roller were analyzed.

At the moment of comparing the yields given by the manufacturer and the obtained by means of the road plans it was determined that the yields of the manufacturers are higher causing that at the moment of estimating the costs for the realization of a project this is not the real one and can present higher costs.

Keywords: Road maintenance, performance, neighborhood road network, Caterpillar, crawler tractor, crawler excavator, front end loader, motor grader and smooth roller.

INTRODUCCIÓN

En el Perú se cuenta con un 83% de carreteras no pavimentadas a los cuales se les realiza un mantenimiento ya que de esta manera se preserva su tiempo de vida.

Para la conservación vial es importante conocer los rendimientos de los equipos empleados por cada actividad ya que estos ofrecen una información que influirá en la estimación de costos, cotizaciones y planificación de cronogramas de actividades.

En el capítulo I se desarrolla la investigación mediante la descripción, formulación del problema general y específico. Se plantearon los objetivos generales y específico, como objetivo general se sostuvo establecer el rendimiento del equipo de conservación vial para determinar la incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal y se justificó la importancia de la presente investigación.

En el capítulo II se recopiló diferentes tesis nacionales e internacionales que sirven como antecedentes de esta investigación y también se buscó información que ayudará a completar las bases teóricas del tema.

En el capítulo III se planteó las hipótesis principal y secundarias teniendo como hipótesis principal el rendimiento del equipo de conservación vial incide en los costos de obra en la red vial vecinal.

En el capítulo IV se explica el tipo y nivel de la investigación, siendo de tipo descriptiva y nivel descriptivo – relacional.

En el capítulo V se realizó mediante tesis halladas fichas comparativas de los rendimientos empleados en esas investigaciones, se calculó el rendimiento según los manuales del fabricante y se halló los costos por actividad y su variación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

El Perú cuenta con un total de 140,184.22 kilómetros de Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal. El 16% son carreteras pavimentadas y el 83% carreteras no pavimentadas según el SINAC. Es por ello que esta investigación se centrará en la Red Vial Vecinal ya que es una de las redes que mayor prevalencia posee.

El uso de la maquinaria pesada en la construcción y conservación vial es fundamental ya que mejora la productividad del trabajo. Sin embargo, los rendimientos de los equipos que nos ofrecen los fabricantes no son los reales ya que existen diversos factores que inciden negativamente en ellos, tales como:

- Mantenimiento de la maquinaria
- Experiencia del operador
- Condiciones climáticas
- Sección transversal de la vía

Estos son algunos de los factores que afectan negativamente sobre los rendimientos de los equipos, trayendo como consecuencia una incidencia en el costo de la ejecución del proyecto de conservación vial en una red vial vecinal.

La carencia de datos sobre rendimientos de equipos usados en conservación vial trae como consecuencia que varias empresas sin experiencia resulten afectadas en los costos al iniciar actividades.

Es por ello la importancia de calcular rendimientos “in situ”, las cuales permiten obtener valores con factores reales y no supuestos o aproximados como los rendimientos ofrecidos por los fabricantes.

Por tal motivo el presente estudio tiene como objeto determinar cuáles son los factores que inciden negativamente en el rendimiento de las maquinarias pesadas y cómo es que afecta a los costos de la obra.

Problema general:

¿Cuál es el rendimiento del equipo de conservación vial y su incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal?

Problemas específicos:

a) ¿Cuál es el rendimiento del equipo de conservación vial según los manuales del fabricante y su incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal?

- b) ¿Cuáles son los factores que afectan el rendimiento del equipo de conservación vial según el manual del fabricante y su incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal?

1.2 Objetivo general y específicos

Objetivo General:

Establecer el rendimiento del equipo de conservación vial para determinar la incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal.

Objetivos Específicos:

- a) Analizar el rendimiento del equipo de conservación vial según los manuales del fabricante para determinar la incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal.
- b) Determinar los factores que afectan el rendimiento del equipo de conservación vial según el manual del fabricante para determinar la incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal.

1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática

1.3.1 Delimitación espacial

La investigación se realizará en base al plan de trabajo de conservación vial de una red vial vecinal.

1.3.2 Delimitación temporal

Para la investigación se recolectaron datos de libros, planes de trabajo, papers, manuales de los fabricantes de los últimos 5 años.

1.3.3 Delimitación temática

La investigación busca conocer cómo varía el costo de un proyecto de conservación vial en una red vial vecinal debido a los rendimientos de su equipo o maquinaria pesada.

1.4 Justificación e importancia del estudio

1.4.1 Importancia de estudio

Cuando se halla el rendimiento teórico, usando los manuales de los fabricantes para maquinarias pesadas encontramos que estos rendimientos se encuentran en condiciones ideales, por ello cuando la maquinaria se usa en campo presenta un rendimiento distinto.

Debido a ello nos vimos en la necesidad de poder hallar el rendimiento real de la maquinaria para la conservación vial de una red vial vecinal, pues el desempeño de la maquinaria influye en los costos del proyecto.

1.4.2 Justificación del estudio

1.4.2.1 Justificación teórica

Con esta investigación se busca la incidencia de los costos en proyectos de conservación vial de una red vial vecinal cuando los rendimientos del equipo no son los que nos indica el fabricante.

1.4.2.2 Justificación metodológica

Se utilizarán técnicas de investigación cualitativa ya que obtendremos datos del plan de trabajo de conservación vial de la red vial vecinal y también los manuales de los fabricantes de equipo pesado.

1.4.2.3 Justificación práctica

Esta investigación nos permitirá obtener el rendimiento real del equipo utilizando métodos teóricos obtenidos de los fabricantes y los rendimientos reales obtenidos de los planes de trabajos en una conservación vial de una red vial vecinal. De esta manera se logrará conseguir los presupuestos reales en los proyectos, buscando ser una fuente de información sobre rendimientos de equipos para futuros proyectos de conservación vial que tengan condiciones similares.

1.4.2.4 Justificación social

La presente investigación busca brindar la información necesaria para poder determinar un adecuado rendimiento de los equipos utilizados en una conservación vial, ya que tienen influencia en los costos. De esta manera se podrá ayudar a las municipalidades en la toma de decisiones al darle mantenimiento a red vial ya que nos enfocaremos en una red vial vecinal no pavimentada.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación

2.1.1 Marco Histórico

Desde siempre ha sido una gran incertidumbre el rendimiento de equipos usados en obras de diferentes índoles tales como; movimiento de tierra, construcción de carreteras y también el mantenimiento de estas, influyendo en los costos de una obra.

En el Perú y en otros países a nivel de Latinoamérica, vienen investigando los rendimientos de equipos, mostrándonos la gran variedad que existe debido a los distintos factores que influyen en este, ya sea por el tipo de contrato, geometría de la carretera, mantenimiento del equipo, clima, etc.

El sistema nacional de carretera del Perú se divide en: Red vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial vecinal o Rural. (D. No 017-2007-MTC, 2007).

En esta investigación nos enfocaremos en la red vial vecinal la cual está conformada por carreteras que constituye la red vial circunscrita al ámbito local, ya que tiene como prioridad articular las capitales de provincias con capitales de distrito y las entidades responsables de la conservación vial vecinal de vías recaen en los gobiernos locales. (D.S. No 017-2007-MTC, 2007).

Ya que la vida útil de una red vial vecinal se deteriora con el paso del tiempo. Se realiza la conservación vial la cual consiste en actividades de obras e instalación con carácter permanente o continuo en el tramo de una red vial para evitar que ésta sufra daños estructurales. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Dentro de estas actividades se encuentran:

- **Mantenimiento rutinario:** Son las actividades inmediatas y constantes ejecutadas dentro del presupuesto anual en una vía. De esta manera se previene el deterioro y se mantiene en condiciones iniciales. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008)
- **Mantenimiento periódico:** Se realiza a más de un año de entregado el proyecto, centrándose en la intervención de calzadas y bermas, debido al incremento de la demanda. Estas actividades se realizan cada cierto número de años, la cual consiste en un sello o un micropavimento para reforzar y

mejorar la vida útil del pavimento por 5 años a más y debe realizarse en el mismo trazado de carretera actual. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008, pág. 36)

- Rehabilitación: consiste en ejecutar actividades para que la vía regrese a sus características iniciales, teniendo un nuevo periodo de servicio. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008, pág. 21)

Para poder hallar el costo de un proyecto de conservación vial, un factor importante es el uso de equipo o maquinaria pesada y saber su rendimiento en condiciones no ideales. Por ello es necesario contar con el rendimiento real de un equipo de maquinaria pesada en campo ya que esto influirá en los costos de la obra.

Para ello se utilizarán los manuales del fabricante y la data obtenida del plan de trabajo de mantenimiento periódico la cual contiene las actividades a desarrollarse en la investigación.

Según (Tiktin, 1997) la producción o rendimiento del equipo es expresada en m³, ton, ml, m² y el tiempo efectuado por cada trabajo expresado en hora, día.

2.1.2 Marco normativo

La presente investigación considerara los siguientes antecedentes normativos, esto debido a que los planes de trabajos a considerar han sido elaborados bajo ciertas bases legales:

- Decreto de urgencia N.º 070-2020, aprueba el financiamiento de medidas en materia de infraestructura de vías urbanas, equipamiento urbano y de saneamiento urbano y rural, estableciendo medidas extraordinarias para la reactivación económica ante la emergencia sanitaria COVID-19, fomentando el trabajo local a través del empleo de la mano de obra no especializada y especializada en el mantenimiento periódico y rutinario de las vías nacionales, departamentales y vecinales.
- RM N.º 339-2020-MTC/01.02, aprueba los formatos de términos de referencia, así como el formato de registro de información de inventario vial.
- Resolución Directoral N.º 022-2013-MTC/14, La cual aprueba las especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013.
- Resolución Directoral N.º 017-2013-MTC/14, aprueba el Manual de Carreteras- Conservación Vial.

- Resolución Directoral N.º 008-2014-MTC/14, aprueba la versión a marzo 2014 del Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.
- Resolución Directoral N.º 002-2018-MTC/14, aprueba el glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial.
- Resolución Directoral N.º 697-2003-MTC/20, aprueban que Provias Nacional asuma los derechos y obligaciones del programa de Rehabilitación de Transportes del Proyecto Especial Rehabilitación Infraestructura de Transporte teniendo como finalidad el mantenimiento, conservación y mejoramiento de las carreteras asfaltadas de la red vial nacional.
- Resolución Ministerial N.º 223-2007-MTC-02, modificada por Resolución Ministerial N.º 408-207-MTC/02, creó el programa “proyecto Perú”, bajo la responsabilidad de Provias Nacional, cuya finalidad es la de mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformado por ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la red Vial nacional, Departamental y Vecinal.
- Ley N.º 27783 “Ley de Bases de la Descentralización”, aprueba la descentralización de responsabilidades, competencias y funciones haciendo responsables a los 3 niveles de gobiernos existentes, Gobierno Nacional, Gobierno Regional y Gobiernos locales, cuyo fin es el desarrollo integral y sostenible del país para el beneficio de la población.
- Ley N.º 2972 “ley orgánica de Municipalidades”, aprueba la autonomía económica, administrativa y política a los gobiernos locales.
- El Reglamento de Jerarquización Vial aprobado por el Decreto Supremo N.º 017-2007-MTC, aprueba la clasificación de las rutas en el SINAC (Sistema Nacional de Carreteras), dándole el siguiente orden: Red Vial Nacional, Red Vial Departamental y Red Vial Vecinal o Rural.

2.1.3 Investigaciones relacionadas con el tema

Investigaciones nacionales

(Malpica Quijada, 2014) En su investigación “Evaluación de rendimientos de equipos en las operaciones de movimiento de tierras en el minado cerro negro Yanacocha – Cajamarca”. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad Privada del Norte, Perú. Nos indicó el equipo de maquinaria

pesada utilizada en los trabajos de movimiento de tierras, obteniendo los rendimientos reales de las maquinarias pesadas.

Se utilizó maquinaria pesada como excavadora, tractor sobre orugas, cargador frontal, volquetes y motoniveladoras. Con esto se halló los rendimientos reales y se comparó con los rendimientos dados por el fabricante observándose que los rendimientos reales presentaban valores menores a los dados por el fabricante.

Para la toma de datos se utilizó la técnica de observación directa en campo mediante ficha de campo. De esta manera se obtuvieron los tiempos o ciclos de cada actividad utilizando maquinaria pesada, eficiencia, velocidades, entre otros.

Esta tesis nos muestra cómo los factores afectan a los rendimientos de la maquinaria pesada en una mina, por ende, podremos aplicarlos al rendimiento de la maquinaria pesada en la conservación vial de una red vial vecinal.

(Aguilar Azañero & Ysla Oyarce, 2016) Nos mostró en su investigación “Cálculo de rendimiento de retroexcavadora, excavadora y cargador frontal en movimiento de tierras, Chachapoyas, Amazonas”. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú. Cómo calcular el rendimiento de las maquinarias pesadas en la ciudad de Chachapoyas utilizando una retroexcavadora modelo Cat 420F, excavadora Cat 329D y un cargador frontal Cat 962 H. A su vez determinó cuáles fueron los factores que producen un bajo rendimiento de los equipos.

Para la toma de datos realizaron el método de observación directa, ya que estuvieron en campo tomando el tiempo de trabajo de los equipos para luego en el gabinete obtener los rendimientos de los equipos en las condiciones dadas por el terreno, factores operacionales entre otros.

Los resultados obtenidos en esta tesis mostraron una variación entre el rendimiento dado por el fabricante de un 40-50% menor a la obtenida en la ciudad de Chachapoyas.

De esta tesis nos podemos guiar utilizando la metodología de la obtención de los datos para poder calcular los rendimientos de la maquinaria pesada en la conservación vial de una red vial vecinal.

(Gutiérrez Zea, 2020) En su investigación de pregrado “Mantenimiento de las vías departamentales no pavimentadas (Afirmado) de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros – Apurímac”, Perú. Buscó encontrar los parámetros para diseñar el plan de mantenimiento rutinario de las vías departamentales de Andahuaylas y Chincheros realizado mediante administración directa. De esta manera se explicó cuáles son las actividades realizadas en un mantenimiento rutinario en vías afirmadas: limpieza en cunetas, alcantarillas, badenes, conservación de señales verticales, entre otros.

Para el mantenimiento rutinario de las vías departamentales se adquirió maquinarias como excavadora CAT 926, Volquete Volvo 480 HP, Motoniveladora CAT-12M, entre otros. De esta manera se evitó alquilar y se pudo alcanzar el mantenimiento de vías hasta un 80% y estas maquinarias pudieron destinarse a las obras por administración directa.

Se concluyó que gracias a la maquinaria adquirida por el gobierno regional se pudo mejorar el alcance del proyecto de 50% al 80% en mantenimiento de vías y que el factor económico es determinante para poder alcanzar el 100% de vías en mantenimiento rutinario. (falto la conclusión)

Esta tesis nos muestra los factores que inciden en los costos del mantenimiento rutinario de una red vial, de esta manera podemos enfocarlo en el rendimiento de maquinarias.

Investigaciones internacionales:

(Camelo García & Pereira Ampudia, 2015) En su estudio de pregrado “Factores que afectan los rendimientos de las motoniveladoras y compactadores en las construcciones de obras viales urbanas en Bogotá”, Colombia. Buscó evaluar los factores que inciden en la productividad de motoniveladoras y compactadoras usadas en obras viales en la ciudad de Bogotá para así obtener rendimientos reales de operación.

Para ello, se comenzó con la recolección de datos basados en la toma de tiempos de operación entre motoniveladoras y compactadores haciendo visitas de campo de 6 obras viales ubicadas en diferentes puntos de la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta algunos factores como experiencia del operador, condiciones generales de trabajo y el registro de algunas eventualidades, ya que

algunas empresas no suelen contemplar el tipo de actividad, lugar de obra, clima, experiencia entre otros.

Del estudio se obtuvo que el clima, el número de pasadas y el tipo de contrato de la máquina afectan a los rendimientos de las maquinarias pesadas, además de las horas de llegada al lugar de trabajo y las horas de descanso.

Se concluyó que cuando las empresas carecen de experiencia en rendimientos suelen utilizar las tablas de proveedores de maquinarias que representan los datos en condiciones ideales, pero con la experiencia se irá ajustando los nuevos rendimientos en base a la observación directa en campo.

Ya que en el plan de trabajo obtenido se utilizó motoniveladoras, esta tesis nos permitirá calcular el rendimiento de las motoniveladoras orientadas a una conservación vial de una red vial vecinal.

(Álvarez Barrios & Bello Lozano, 2015) en su estudio de los rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras en la ciudad de Cartagena caso estudio: Urbanización Coral Lakes y Zona Franca Parque Central. Universidad de Cartagena. Buscó calcular los rendimientos de maquinaria pesada mediante una investigación de tipo mixta, medición directa y documental, la medición directa es la obtenida en campo y encuestas; la documentada son las teorías expuestas por el fabricante y/o fórmulas de las encuestas y la obtenida en campo en la ciudad de Cartagena, permitiéndole seleccionar maquinarias en común como bulldozer, pala frontal, motoniveladoras.

Para el cálculo de rendimientos se realizaron encuestas a empresas, la cual permitió definir criterios, para luego tabular y analizar mediante métodos estadísticos y matemáticos en obra y así obtener conclusiones formales sobre ellos. Con este estudio se logró obtener información de rendimientos de maquinaria no solo de los ábacos o tablas de fabricantes y de fórmulas teóricas sino reales. Los cuales permitirán mejorar los presupuestos y cronogramas con datos más apegados a la realidad.

Se concluyó que utilizando el manual de rendimientos según Caterpillar se realiza una actividad con el 100% de eficiencia y esto hace que al momento de presentar un presupuesto este se encuentre alejado de la realidad. Por ello esta investigación servirá de base de datos para la ciudad de Cartagena ya que se

obtuvo una tabla de rendimientos de movimientos de tierras con los datos obtenidos mediante las encuestas y datos estadísticos.

Esta tesis nos permitirá orientar hacia la obtención de datos de manera no presencial, ya que obtiene los rendimientos de maquinarias mediante encuestas realizadas a empresas que cuentan con experiencia y/o se encuentran ejecutando determinadas obras para el movimiento de tierras.

(Sánchez Varela, 2018) El proyecto de grado “estimación de rendimiento y productividad de equipo y mano de obra de un proyecto vial con declaratoria de emergencia”, Costa Rica. Busca recopilar datos del rendimiento de maquinaria pesada y mano de obra con el fin de poder estimar costos y la duración de proyectos similares. Ya que en Costa Rica las infraestructuras viales son las más vulnerables pues presentan daños por diferentes fenómenos naturales.

El método para determinar todos los datos es de observación en campo, lo cual necesitará cuaderno de apuntes, cronómetro, registro fotográfico y videos. Las actividades analizadas corresponden a excavación de la vía, excavación para estructuras, colocación de alcantarillas, relleno para alcantarillas, conformación y limpieza de zanjas y cunetas. Siendo esto básico para la rehabilitación de vías de bajo tránsito rurales dañadas por lluvias y otros factores.

En cuanto a los factores que afectan la productividad menciona al mantenimiento, tránsito de personas y vehículos, averías y daños factores que producen impacto en el trabajo de una máquina al reducir el tiempo efectivo.

Se concluyó en esta tesis de pregrado, que las actividades de excavación en una vía según un contratista se realizan en 75 días cuando debería realizarse en 24 días, habiendo sobreestimación de la actividad.

Cuando se hace uso de la maquinaria pesada, la productividad es de alrededor de 70% a diferencia que la mano de obra de 50%, esto muestra cómo mejora el rendimiento de una obra utilizando maquinaria pesada.

Esta tesis nos orienta a poder realizar la aproximación de costos en un proyecto vial, esto mediante el cálculo de rendimiento de maquinaria pesada y mano de obra.

(Alvarado Peralta, 2018) En su tesis de pregrado “Cómo se calcula la productividad y el costo horario de la maquinaria pesada para el movimiento de tierra en la obra del Hospital del IESS de Durán”, Ecuador. Define los factores que afectan al rendimiento de la máquina ya sea la eficiencia, el esponjamiento, la carga, la productividad, entre otros. A su vez detalla las maquinarias que se utilizaron para la excavación: excavadora modelo Caterpillar 320 DL y volqueta Hino 700 y para el relleno usó Tractor Caterpillar D6N, motoniveladora Komatsu GD555-5, rodillo Bomag BW211D-4, Volqueta Hino 700 y camión cisterna Volkswagen.

La toma de datos se obtuvo en campo mediante la observación de las maquinarias, esto es usado para poder obtener el rendimiento por el método teórico – práctico usando fórmulas en base a la observación y los datos in situ y el rendimiento por el método teórico dado por los proveedores de maquinaria. Por último, se comparó los costos unitarios obtenidos de los rendimientos por el método teórico y el método teórico – práctico en la excavación y relleno para optimizar el presupuesto inicial y mejorar la eficacia en la elección de la maquinaria. De esta manera se obtuvo el equipo pesado ideal que fue necesario para el movimiento de tierra.

Mediante esta tesis podremos comparar los costos de posesión y operación de una maquinaria pesada dependiendo de su rendimiento y aplicarlo a una red vial vecinal.

(Carranza Cortés & Combita Castro, 2015) Nos explica en su tesis “Análisis del desempeño de la excavadora Cat 320d en la construcción de una vía, ejecutando actividades de movimiento de tierra. caso de estudio – proyecto caricare en el departamento Arauca”, Colombia. Que el equipo pesado es fundamental en la construcción de una vía ya que mejora la productividad. Por ende, se vio necesario determinar qué factores afectan a su rendimiento o productividad y cuáles fueron los rendimientos del equipo en esas condiciones. Se tomaron los datos en campo mediante formatos que contabilizaban la entrada y los volúmenes que se movían de material diariamente y el tiempo de cada actividad en estas condiciones. Con esto se calculó el rendimiento de la máquina y se compararon con los datos que ofrecía el fabricante en condiciones ideales obteniendo un rendimiento menor que la dada por el fabricante.

Por ello se concluyó que las máquinas deberían estar en condiciones óptimas para así poder rendir el 100%, entendiéndose que los rendimientos de los fabricantes se dan en condiciones ideales y por ende no se cumplen en campo. Ya que esta tesis utiliza excavadora CAT 320D, nos podrá orientar en el cálculo del rendimiento utilizando los datos del fabricante y los datos de campo.

2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

2.2.1 Conservación vial

La conservación vial se define como el conjunto de actividades de obras de ingeniería vial que requieren realizarse de manera preventiva para evitar el deterioro de los elementos que conforman la vía, y está a su vez forma parte del patrimonio vial que debe conservarse en forma rutinaria y periódica para evitar el deterioro; el gasto en conservación es una actividad estratégica que depende de la producción de los equipos para preservar el patrimonio vial y disminuir los costos de operación.

a) Conservación rutinaria comprende las actividades de:

- Bacheo en afirmado:

En esta actividad se busca reparar baches, pozos e irregularidades que generen riesgo para la circulación del tránsito, evitando el deterioro prematuro de la capa de afirmado.

Se recomienda el uso de materiales granulares que provengan de excavaciones, canteras o escorias metálicas, trituración de rocas o gravas, entre otros.

Para esta actividad se utiliza cargador frontal, volquete, rodillo vibratorio, tanque de agua, entre otros.

Para la realización de este trabajo se realiza lo siguiente:

Primero se colocarán las señales preventivas y los dispositivos de seguridad para una adecuada realización de labores y ordenar el tránsito en la vía. Una vez que el personal cuenta con sus implementos de seguridad se localizaron los lugares de bacheo tomándose evidencias fotográficas de los casos más representativos. Luego se transportará el material de afirmado a lugares ya determinados, de esta manera no se interrumpirá el tránsito en esa área. Se adecuará la sección por rellenar y

esta deberá ser rectangular y tener una profundidad uniforme, el material suelto o extraño será extraído.

El interior del bache se deberá compactar y alcanzar al menos un grado de 100% de compactación de la densidad seca máxima del Proctor modificado. Al momento de esparcir el material en capas esta no debe ser superior a 10 centímetros. Se compacta cada capa para lograr un mínimo de grado de compactación del 100% de la densidad seca máxima de Proctor modificado. Por último, se limpiará el material excedente y se retirarán las señalizaciones.

- **Perfilado de la superficie sin aporte de material**

Consiste en compactar el material superficial de la vía que se encuentre suelto y comience a perder espesor debido al desgaste, erosión, etc. De esta manera se logrará tener una superficie de rodadura óptima para el usuario.

Se necesitará agua para desarrollar esta actividad y estacas de madera.

Para esta actividad se utilizará motoniveladora con escarificador, rodillo liso, herramientas manuales, camión cisterna, entre otros.

En este trabajo se realiza lo siguiente:

Primero se colocarán los dispositivos de seguridad y señales preventivas para un adecuado trabajo evitando de esta manera los accidentes. Cuando el personal se encuentre debidamente uniformado y con su equipo de protección personal se tomarán las fotos de los tramos a mejorar.

Se limpia y perfila las cunetas haciendo uso de la motoniveladora y se tendrá el cuidado necesario para no dañar los cabezales de las alcantarillas. Luego se compacta el material afirmado siempre que tenga la humedad óptima, esta actividad se iniciará comenzando por los bordes exteriores hasta llegar al centro utilizando el rodillo. Si la zona es peraltada la compactación se realizará del borde inferior al superior. Es necesario retirar del área de trabajo las piedras con diámetro superior a 7.5 cm.

Finalmente se limpiarán las zonas cercanas y las estructuras de drenaje que pudieran haber sido afectadas durante esta actividad, se depositará el

material excedente en los DME autorizados y se retirará las señales de seguridad en el área.

- Control de polvo mediante riego de agua

Se realiza el regado en la superficie de la carretera para evitar el polvo que afecta la visibilidad de los usuarios y que daña al medio ambiente. Además, el polvo genera pérdida en el material fino y esto produce el deterioro de la capa de afirmado.

Para esta actividad se utiliza vehículo de escolta, cisterna de agua con sistema de distribución de riego y equipo de bombeo.

El procedimiento para esta actividad es el siguiente:

Primero se equipará los vehículos y equipos de trabajo con letreros, chalecos con material retro reflectivos y señales que servirán de apoyo y seguridad para los trabajadores al realizar la actividad. La cisterna de agua utiliza una velocidad entre 10 y 30 km/hora al momento de regar el agua, esta actividad se realizará de 2 a 3 veces por día para evitar que se forme polvo en la superficie.



Figura 1: Control de polvo mediante riego

Fuente: MTC, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Norma Técnica (2018)

b) Conservación periódica comprende las actividades de:

- Perfilado de la superficie con aporte de material

Esta actividad se realiza para restablecer el material de la capa de rodadura perdido debido a la erosión o desgaste. Se realiza la

escarificación, conformación y compactación del material de aporte, de esta manera se mejorará la capa de rodadura, se recuperará la rasante y el bombeo original de la vía.

Los materiales utilizados en esta actividad podrán provenir de excavaciones, canteras o escorias metálicas, trituración de rocas o gravas. Los agregados deberán ser resistentes y durables evitando el exceso de partículas blandas y sin presencia de materia orgánica entre ellos la arcilla, etc. Al momento de trasladar el material de afirmado al sitio de la obra se deberá cubrir y humedecer con lona para evitar que este afecte a los trabajadores o pobladores.

Según (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013) Estos son los requisitos de los materiales según calidad:

Tabla 1: Requisitos de materiales según calidad

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A - 1	A - 2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	-				
37.5mm(1 1/2")	100	-				
25mm (1")	90 – 100	100	100	100	100	100
19mm (3/4")	65 – 100	80– 100				
9.5mm (3/8")	45 – 80	65– 100	50 – 85	60– 100		
4.75mm (N°4)	30 – 65	50 – 85	35 – 65	50 – 85	55– 100	70– 100
2.0mm (N° 10)	22 – 52	33 – 67	25 – 50	40 – 70	40 – 70	55– 100
4.25 un (N° 40)	15 - 35	20 – 45	15 – 30	25 – 45	25 – 45	30 – 70
75 un (N° 200)	5 – 20	5 – 20	5 – 15	5 – 20	5 – 20	8 – 25

Fuente: MTC, Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013).

Requisitos de calidad:

- Desgaste los ángulos: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de plasticidad 4-9% (MTC E 111)
- CBR 40% min. (MTC E 132)

Para esta actividad se utilizará motoniveladora con escarificador, volquete, cargador frontal, rodillo liso o neumático dependiendo el material de la rasante, cisterna, equipo de bombeo, entre otros.

Esta actividad se realizará a la par del mantenimiento de drenaje lateral según la región en la que se realice el trabajo. Se colocarán los implementos de seguridad en la vía para protección del personal de

trabajo y de los usuarios de la carretera que son: conos, barriles, chalecos, cinta reflectiva, y colores como el amarillo limón o naranja fluorescentes en los implementos a usar.

La superficie en la que se desarrollará esta actividad deberá ser menor a los 1000 m, el contratista podrá abrir más de un frente de trabajo siempre que se tenga una distancia mínima de 1 km entre el inicio y el frente del siguiente. Los peones harán uso de banderines para mejorar el tránsito en la mitad de la carretera que no se realiza la actividad.

Para esta actividad se requerirá un topógrafo para el levantamiento de la rasante.

Se escarificara la superficie con la cuchilla de la motoniveladora o escarificador dependiendo de la capa de rodadura. Dependiendo de la pendiente transversal se inclinará la cuchilla, la escarificación será de máximo 15 cm, su profundidad. Los materiales orgánicos o de baja calidad en la rasante serán retirados y eliminados en un botadero. El material suelto y óptimo para esta actividad será nivelado en la superficie de la carretera para que no se contamine con materiales no ideales. Una vez limpiadas las bermas se iniciará con el perfilado.

Se colocará y nivelará el material de aporte y este deberá cumplir con el espesor de capa de rodadura requerido por el ingeniero supervisor o los planos.

Luego se humedece la superficie que tenga materiales sueltos para evitar la formación de polvo o lodo, las piedras con diámetro mayor a 10 cm serán retiradas manualmente. Cuando se tenga la humedad requerida se compactará con un mínimo de 8 pasadas con un rodillo liso y neumático si hay materiales de rasante granulares o arcillosos. Finalmente se hará un segundo levantamiento topográfico cuando se haya finalizado la actividad, se quitará la señalización y estacas del eje.



Figura 2: Perfilado de superficie con aporte de material

Fuente: MTC, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Norma Técnica (2018)

- Control de polvo mediante riego de sales

El mecanismo de trabajo es el de escarificar la capa de afirmado que se encuentre, para luego añadir material requerido de la cantera para así combinarlo y mezclarse con la sal específica, todo esto de acuerdo al diseño aprobado, teniendo esto como objetivo evitar la emisión de polvos.

Los controladores de polvos se deben suministrar debidamente sellados, cumpliendo las disposiciones incluidas las de medio ambiente. Además de las exigencias de calidad en ASTM D-98 y ASTM E-449.

El valor del pH será medido de acuerdo a la norma NTP 339.073 la cual indica el rango de pH permitido la cual es de 5.0 y 8.0. Además, de la norma NTP 339.074, donde S04(contenido de sulfatos) no podrá ser superior a 1000 ppm.

Según (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018) menciona los equipos a usar:

El equipo empleado consiste motoniveladora con estratificadora o tractor con Ripper, mezcladoras rotativas, disgregadoras, compactadora, zaranda, rodillos (pata de cabra, liso vibratorio, neumático), máquinas distribuidoras, vehículo de escolta, cisterna de agua con equipo de bombeo de agua, volquete, entre otros. Además de las esenciales herramientas de mano y equipo de transporte necesarios. (Pág. 267)

Previo a la ejecución los contratistas preparan los vehículos y equipos debidamente (letreros y carteles) para garantizar la seguridad del personal de obra y usuarios. Las cuales deberán seguir las indicaciones del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la construcción vigente.

La cisterna de agua deberá desplazarse con velocidad que se encuentre en el rango de 10 y 30 Km/hora rociando así el agua con regularidad y evitando la formación de charcos. Esta actividad se deberá realizar 2 o 3 veces al día o de forma que no se forme polvo en la superficie.

Para la aceptación de actividad realizada caerá sobre la responsabilidad del supervisor. Esto siempre será aceptado cuando las actividades se hayan culminado con satisfacción. La unidad de medida será el kilómetro (km). Siendo el pago a realizar por precio unitario o cumplimiento del indicador de conservador o el indicador de nivel de servicio.

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, la suma indicada en cada ítem, o precio unitario, deberá cubrir todos los gastos de equipo, mano de obra y herramientas; incluyendo los costos de carga, descarga y transporte, así como todo aquello que sea necesario para la ejecución satisfactoria de la actividad. (Pág. 268)

- Control de polvo mediante riego de productos químicos

Para la realización del trabajo primero se deberá estratificar el afirmado existente, segundo será añadir material de cantera y mezclarlo junto al producto químico especificado, cumpliendo el diseño asignado que tuvo previa aprobación la cual tiene el objetivo de controlar la emisión de polvo.

Las características de los suelos o agregados deberán ser indicadas por el fabricante de estabilizados, además de no superar el 1.0% de materiales orgánicos.

Estos controladores de polvo pueden suministrarse debidamente sellados, que cumplan las disposiciones técnicas correspondientes incluidas las de medio ambiente. A su recepción o inspección serán revisados y de ser el caso rechazados los que se encuentran dañados. Cada lote debe contar con la hoja de datos técnicos del producto y

constancia del fabricante sobre su eficiencia, dosificaciones, forma de uso, almacenaje, temperaturas de trabajo y fechas de fabricación y vencimiento.

A la vez estos controladores de polvo deben de cumplir con las exigencias de calidad de ASTM D-98 y ASTM E-449.

Según (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018), Por lo general, el equipo consiste en, motoniveladora con escarificadora o tractor con Ripper, mezcladoras rotativas, disgregadoras, compactadora, zaranda, rodillos (pata de cabra, liso vibratorio, neumático), máquinas distribuidoras, vehículo de escolta, cisterna de agua con, equipo de bombeo de agua, volquete, entre otros. Así como las herramientas de mano y equipo de transporte necesarios. (pág. 270)

Para la aceptación de actividad realizada caerá sobre la responsabilidad del supervisor. Esto siempre será aceptado cuando las actividades se hayan culminado con satisfacción. La unidad de medida será el metro cuadrado (m²). Siendo el pago a realizar por precio unitario o cumplimiento del indicador de conservador o el indicador de nivel de servicio.

- Control de polvo mediante imprimación reforzada

El trabajo trata del tratamiento superficial a nivel de “penetración directa” sobre el afirmado existente, la cual ya fue desagregada y dejado de la forma en que es más fácil el descenso del material asfáltico. Resultando el afirmado altamente flexible, ya que se acomoda sobre las deformaciones existentes en la plataforma. El trabajo consta de etapas las cuales son:

Escarificado y perfilado: con la motoniveladora se escarifica el espesor asignado la cual procede del diseño, aplicando un riego de agua y así extender el material removido, dar el perfilado y compactado correspondiente. Añadiendo materiales granulares faltantes.

Primer riego asfáltico: se aplica la primera capa de riego con asfalto, la penetración de riego no debe ser inferior a 13 mm. Dejando un mínimo de 48 horas sin tránsito, luego se regará agua solo si es necesario.

Posterior a ello se realizará el compactado con rodillo liso y luego con el neumático con que se logrará alcanzar la densidad final.

Segundo riego asfáltico: se aplicará riego con asfalto especificado, dejando curar también 48 horas, tras esto se barrera el exceso de asfalto. Luego de ello se distribuirá arena natural o friccional, con el objetivo de absorber asfalto fresco e impedir la adherencia con los neumáticos del vehículo. Finalmente se compactará con rodillo neumático hasta sellar la superficie.

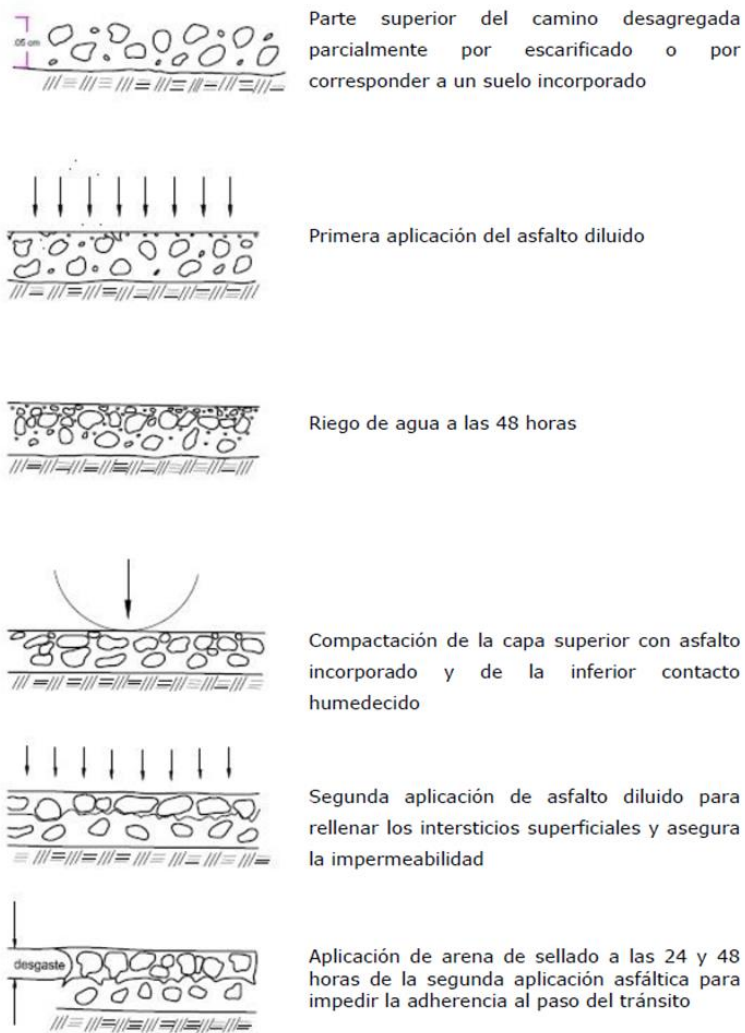


Figura 3: Secuencia de imprimación reforzada

Fuente: MTC, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Norma Técnica (2018)

El tipo de material será establecido en cada proyecto, antes de iniciar cada proyecto el supervisor deberá aprobar la tasa de aplicación la cual dependerá de los resultados del tramo sujeto de prueba.

Tabla 2: Requisitos de material bituminoso diluido de curado medio

Características	Ensayo	MC – 30	
		Mín.	Máx.
Viscosidad cinemática a 60°C, mm 2/s	MTC E 301	30	60
Punto de inflamación (TAG, Copa abierta) °C	MTC E 312	38	
Destilación, volumen total destilado hasta 360° C % Vol			
• A 190° C			
• A 225° C	MTC E 311		25
• A 260° C		40	70
• A 315° C		75	93
Residuo de la destilación a 360° C		50	
Pruebas sobre el residuo de la destilación		100	
• Ductilidad a 25°C, 5cm/min., cm		120	250
Penetración a 5°C, 100g., 5seg (*)			
• Viscosidad absoluta a 60 °C, Plas		300	1200
• Solubilidad en tricloetileno, %		99	
Contenido de agua, % del volumen		-	

Opcionalmente se puede reportar Penetración en vez de viscosidad.

Fuente: MTC, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Norma Técnica (2018)

La aceptación de actividad realizada caerá sobre la responsabilidad del supervisor. Esto siempre será aceptado cuando las actividades se hayan culminado con satisfacción. La unidad de medida será el metro cuadrado (m2). Siendo el pago a realizar por precio unitario o cumplimiento del indicador de conservador o el indicador de nivel de servicio.

- Control de polvo mediante mortero asfáltico

La actividad comienza con la escarificación de la capa de afirmado, conformar y colocar una capa de mortero asfáltico, cuyo espesor varía de 3 a 6 mm, o los diseños previos aprobados, evitando así la formación de polvos.

Según (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018), los materiales a usar para la ejecución de este trabajo serán: Agregados pétreos y polvo mineral, material bituminoso, agua, aditivos para control de rotura y otros. (pág. 279)

Además, según (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018), equipo requerido es, motoniveladora con escarificadora, tractor con Ripper, equipo para distribución de mortero asfáltico, mezcladora rotativa, barredora mecánica, compactadora, vehículo de escolta, cisterna de agua, equipo de bombeo y volquete. Así como las herramientas de mano y equipo de transporte necesarios. (pág. 279)

La elección de la clase de mortero asfáltico a usar, podría adoptar algunas de las granulometrías indicadas en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción vigente.

Para la aplicación del mortero deberá considerarse que la temperatura atmosférica se encuentre sobre los 10 °C y la superficie de rodadura esté seca. Después de la primera aplicación deberá de esperar a secarse y exponerse a carga vehicular al menos un día, solo así se podrá realizar la segunda aplicación.

Para la aceptación de actividad realizada caerá sobre la responsabilidad del supervisor. Esto siempre será aceptado cuando las actividades se hayan culminado con satisfacción. La unidad de medida será el metro cuadrado (m²). Siendo el pago a realizar por precio unitario o cumplimiento del indicador de conservador o el indicador de nivel de servicio.

- Reposición de afirmado

El trabajo comenzará con el escarificado del afirmado, colar material adicional, conformar y compactar la plataforma, con el fin de recuperar el nivel de la superficie de rodadura.

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad son, motoniveladora con escarificador, cargador frontal, excavadora, rodillos, volquete, camión cisterna, equipo de laboratorio, herramientas y otros. (pág. 283)



Figura 4: Deformación de la superficie de rodadura

Fuente: Plan trabajo Agomarca

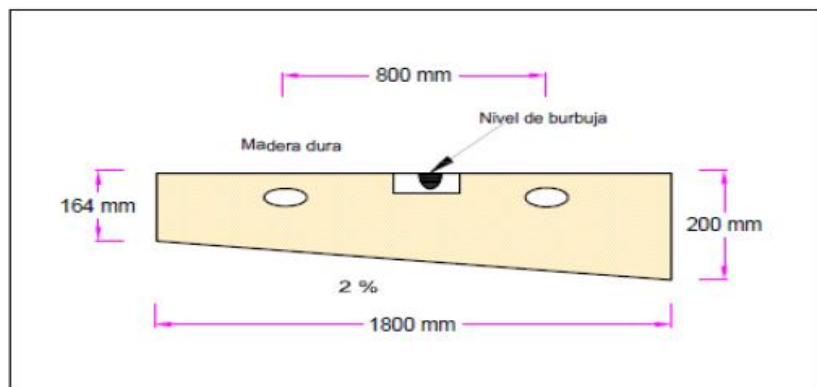
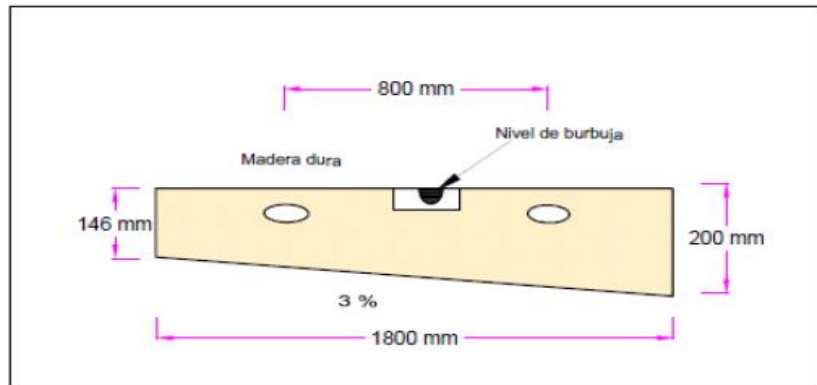
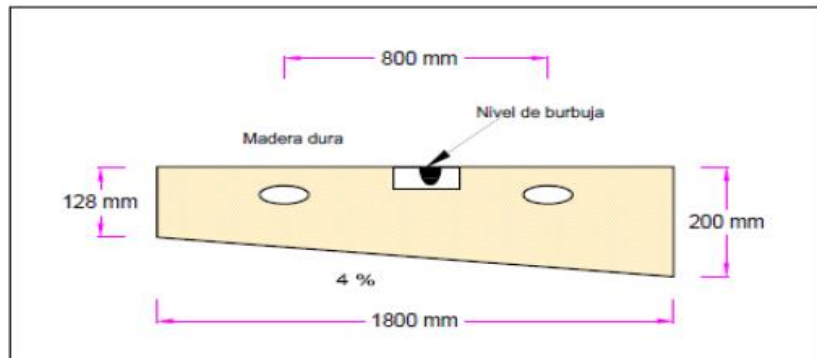


Figura 5: Plantilla de perfil transversal según bombeo de camino

Fuente: MTC, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Norma Técnica (2018)

Para la aceptación de actividad realizada caerá sobre la responsabilidad del supervisor. Esto siempre será aceptado cuando las actividades se hayan culminado con satisfacción. La unidad de medida será el metro cúbico (m³). Siendo el pago a realizar por precio unitario o cumplimiento del indicador de conservador o el indicador de nivel de servicio.

2.2.2 Equipo de conservación vial

Para el trabajo de conservación vial rutinaria y periódica nos enfocaremos en cinco equipos pesados, una volqueta y una cisterna. Estos equipos en conjunto trabajarán para poder desempeñar un rendimiento adecuado dependiendo de las condiciones y factores que inciden en este.

A continuación, se describirán los equipos utilizados y cómo se hallará el rendimiento suministrado por el fabricante y el rendimiento por medio de fórmulas.

2.2.2.1 Tractor de orugas

(Tiktin, 1997) Son máquinas diseñadas para realizar actividades de empuje o tracción, el tractor sobre cadenas (Dozer) posee una velocidad máxima de desplazamiento de 15 km/h y un esfuerzo de tracción hasta 110.000 kg. Es recomendable utilizarlo cuando el terreno sea blando o rocosos ya que su diseño es favorable pues posee una gran superficie de apoyo para evitar que se hunda y también evitar el deslizamiento al adherirse de mejor manera y tener mayor tracción.

Cuenta con hoja de empuje recta (Bulldozer) y escarificador (Ripper), y también con equipos menos frecuentes como la barra de tiro y el cabrestante.

Equipo del tractor de orugas:

1. Hoja de empuje:

Se encuentra en la parte delantera del tractor, adherida mediante sistemas que realizan distintos movimientos en la hoja. A su vez existen dos tipos que caracterizan al tractor: hoja recta (bulldozer) y hoja angulable (Angledozer).

La hoja recta (bulldozer) cuenta con diferentes tipos de hojas que se pueden acoplar al tractor y las más usadas son:

- Hoja universal o “u”: cuenta con una hoja de capacidad mayor y es recomendable su uso al empujar material.
- Hoja recta o plana: al no contar con ángulos como la universal, hace que su capacidad de transporte de material sea menor. Sin embargo, para terrenos difíciles es ideal al momento de excavar en rocas.
- Hoja semiuniversal: cuenta con propiedades similares a la de hoja universal y hoja recta, es adecuado para todo tipo de condiciones.
- Hoja amortiguada: es utilizada para empujar mototrailas entre otros, es de menor tamaño comparado a las demás.

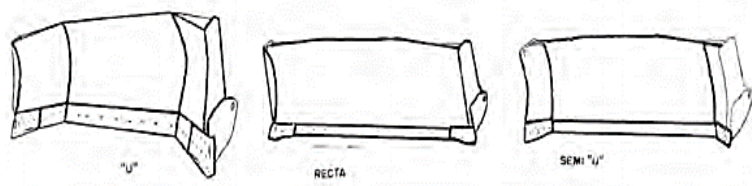


Figura 6: Tipos de hojas para el tractor de orugas

Fuente: Tikin, Procesos generales de la construcción: Movimiento de tierras. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones (1997)

Para el ciclo de trabajo el empuje tendrá 3 fases:

1 era Fase: Excavación o arranque, el operador desciende la hoja hasta que esta se clave en el terreno.

2 da Fase: Acarreo y apilado, el operador levanta la hoja para empujar el material y transportarlo al lugar de acopio.

3 era Fase: el retorno.

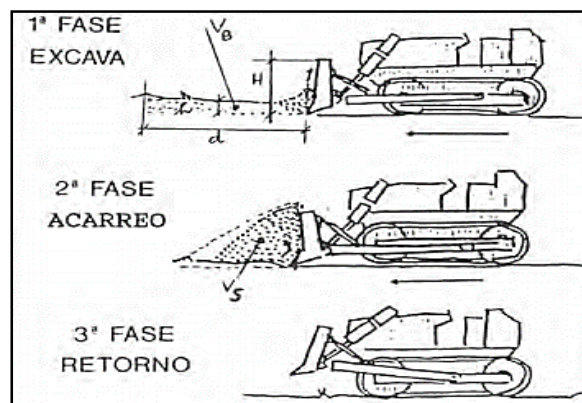


Figura 7: Fases del trabajo con hoja empujadora

Fuente: Tikin, Procesos generales de la construcción: Movimiento de tierras. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones (1997)

2. Hoja angulable:

El tractor se detiene, gira y retrocede para luego con la hoja levantada reanudar su ciclo de trabajo. Este equipo posee una hoja angulable que es recta y que a su vez no interfiere al momento de empujar el material, tiene una curvatura ideal para poder desplazar el material a la derecha o izquierda. El tractor con hoja angulable o Angledozer posee la hoja muy adelantada y esto hace que disminuya el esfuerzo de empuje a comparación del tractor con hoja recta (bulldozer).

3. Escarificador (Ripper):

Posee un bastidor en la parte trasera del tractor que se fija en el terreno utilizando unos dientes. Para poder seleccionar el escarificador se deben tener en cuenta los factores como: presión descendiente, potencia al volante del tractor, peso del tractor.

a) Rendimiento de equipo:

Según (Solanilla, 2003) el rendimiento de los equipos se puede determinar mediante datos suministrados por el fabricante y por medio de fórmulas, los cuales son:

a.1) Método suministrado por el fabricante:

Obtenido por los datos y curvas que están establecidos por los fabricantes de los equipos pesados en sus catálogos de ventas. Tienden a ser datos no reales ya que el rendimiento varía debido a las diferentes condiciones en las que se ejecuta el trabajo.

De esta manera se tendría que el rendimiento utilizando el método del fabricante es:

$$\text{Rendimiento máximo (m}^3\text{/h)} = \frac{\text{producción}}{\text{rendimiento}} \times \text{factores de corrección} \quad \text{Fórmula 1}$$

Para calcular la producción del tractor de oruga es necesario conocer su potencia y la distancia de empuje del material hasta depositarlo en un determinado lugar.

Para este caso utilizaremos las gráficas dadas por el fabricante dependiendo del modelo de tractor. La producción máxima se hallará de las gráficas de producción no corregidas de las hojas

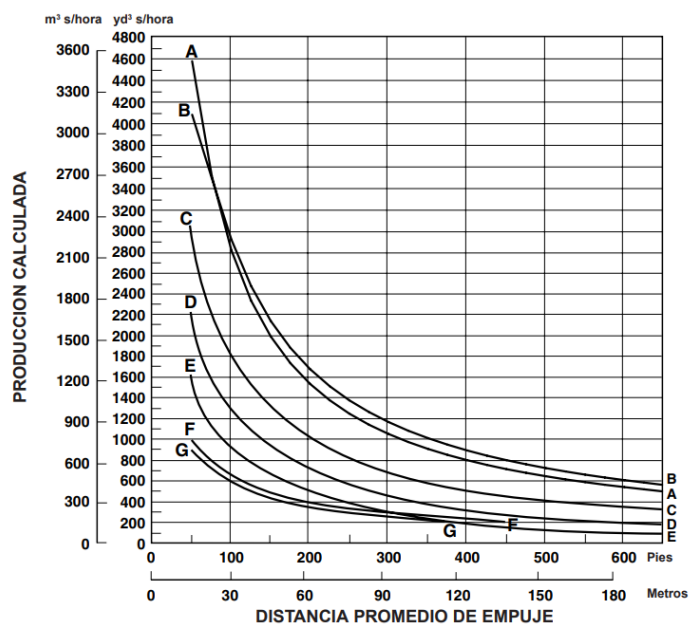
empujadoras recta, semi universal y universal y dependerá de las siguientes condiciones:

- Eficiencia al 100%,
- Tiempos fijos de 0,05 min,
- Maquinaria que excava 15 m y luego empuja la carga para retirarla por encima de una pared alta
- Densidad del suelo: 1370 kg/m³ suelto (2300 lb/yd³)
- Coeficiente de tracción en máquinas con cadenas: 0,4 o más
- Utilizar hojas de control hidráulico
- Excavación, acarreo y regreso.

El rendimiento en m³ en banco (yd³/h), se le aplicará el factor de carga utilizando las tablas.

De la figura 9 en la parte de abscisas se encontrará la distancia de empuje, en las ordenadas los m³/h de material suelto, y las curvas observadas son las potencias del tractor dependiendo el modelo. Para el ejemplo utilizamos una gráfica de Caterpillar con hoja universal y como se halla su producción. Sin embargo, esta tabla puede cambiar dependiendo el tipo de hoja de empuje utilizada ya sea universal, recta o plana y semi universal y el modelo dado por el fabricante (clave).

PRODUCCION CALCULADA • Hojas universales • D7G hasta D11R



CLAVE	
A	— D11R-11U
B	— D11R CD
C	— D10R-10U
D	— D9R-9U
E	— D8R-8U
F	— D7R-7U
G	— D7G-7U

Figura 8: Cálculo de producción: hojas U

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

Ya que las condiciones dadas anteriormente son ideales, es necesario aplicar a la producción teórica dada por la gráfica los factores que inciden en el rendimiento.

a.2) Método por medio de fórmulas:

Según (Alvarado Peralta, 2018) el rendimiento se mide a través de los cálculos por fórmulas y datos tomados en campo.

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * F.V}; (m^3/Hr) \quad \text{Fórmula 2}$$

Donde:

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

E = Eficiencia general

Q = Capacidad de carga de la cuchilla en m3

K = Coeficiente de carga

F.V = Factor de abundamiento

T = Tiempo de un ciclo

2.2.2.2 Excavadora de orugas

Poseen una superestructura con la capacidad de rotar 360°, esta a su vez excava, carga, gira, descarga y eleva los materiales en la cuchara fija que posee. Son utilizadas en la excavación, carguío, giro, desplazamiento, movilización y desmovilización de materiales.

Este tipo de excavadoras hidráulicas se pueden aplicar en las excavaciones de zanjas normales y de gran tamaño, peinado de taludes, excavación para estructuras y excavación en bancos de préstamo.

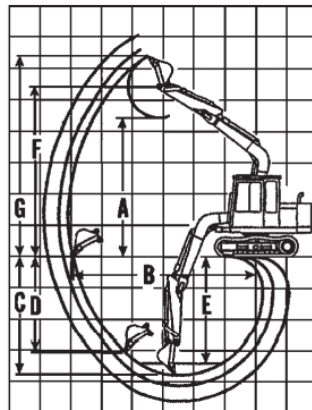
Tamaño de excavadora hidráulica:

Depende del tamaño del cucharón expresado en metros cúbicos, a su vez el volumen deberá estar al ras del cucharón. Una vez obtenido este volumen, se comparará con el volumen colmado de material en estado

suelto que el cucharón puede levantar. Se realiza esto ya que, por el esponjamiento del suelo, el volumen en estado natural de un material tiende a ser menor que el volumen en estado suelto de un material.

Partes Básicas de la Excavadora Hidráulica:

Las partes básicas de una excavadora hidráulica son: Cabina, Punto de giro, pluma, cuchara, plano de sustentación, montaje (orugas o llantas).



**Pluma de una pieza
Límites de excavación**

- Zapatas y tren de rodaje estándar
- No se incluye la altura de la garra de la zapata

CLAVE:

- A** Altura máxima de carga del cucharón con dientes.
- B** Alcance máximo a nivel del suelo.
- C** Profundidad máxima de excavación.
- D** Excavación vertical máxima.
- E** Profundidad máxima de excavación con fondo plano de 2,44 m (8'0").
- F** Altura máxima del pasador de articulación del cucharón.
- G** Altura máxima a los dientes del cucharón en la cima del arco.

Figura 9: Partes de una excavadora sobre orugas

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

Sistema de traslación de la Excavadora Hidráulica:

Las excavadoras montadas sobre cadenas (orugas) son ideales cuando en el área de proyecto los trabajos a realizar son grandes y largos, el desplazamiento no es fundamental, pero sí tener una estabilidad dependiendo el tiempo de suelo que se tenga. La pala montada sobre orugas usualmente es menos costosa a comparación de las palas montadas sobre ruedas.

a) Rendimiento de equipo:

a.1) Método suministrado por el fabricante:

Para calcular la producción o rendimiento de la excavadora es necesario saber que esta depende de la capacidad y grado de llenado de la cuchara, velocidades de maniobra y elevación y el método utilizado para la carga.

Capacidad de la cuchara:

Se debe diferenciar si al llenar la cuchara esta será a ras o colmada y esto depende del material a cargar.

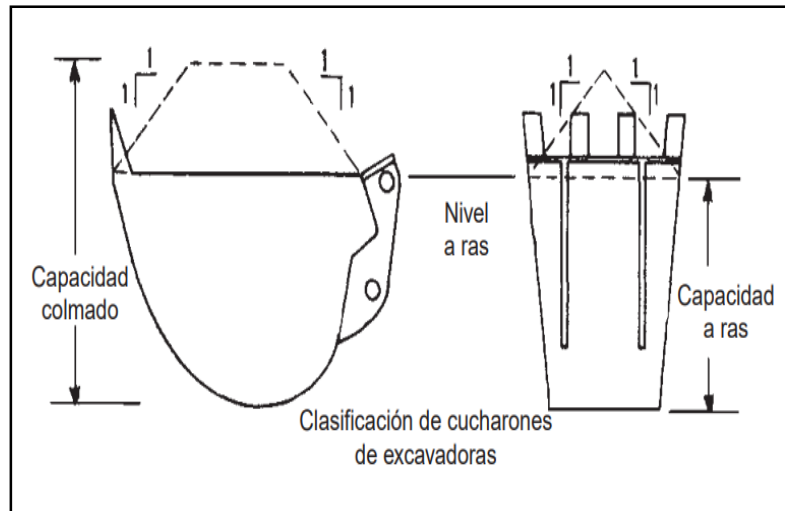


Figura 10: Capacidades de la cuchara

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

Tiempos del ciclo de maniobra:

Este ciclo consta de cuatro partes: carga del cucharón, descarga del cucharón, giro con carga y giro sin carga. Este a su vez depende del tamaño de la máquina, pues si son pequeñas tendrán ciclos más rápidos que las máquinas grandes.

A continuación, se mostrará las tablas utilizadas para calcular el tiempo de ciclo, se muestra los tiempos típicos según la experiencia con excavadoras Caterpillar en las siguientes condiciones:

- Sin obstáculos
- Condiciones de trabajo ideales o favorables
- Operador con habilidad normal
- Ángulo de giro de 60° a 90°

Mientras más favorables sean las condiciones de trabajo, el ciclo de trabajo será mejor.

Modelo	307B	311B	312B, 312B L	315B, 315B L	317B L, 317B LN	318B L, 318B LN	320B	322B	325B	330B	345B*	365B	375
Tamaño del cucharón L (yd ³)	280 0,37	450 0,59	520 0,68	520 0,68	520 0,68	800 1,05	800 1,05	1000 1,31	1100 1,44	1400 1,83		1900 2,5	2800 3,66
Tipo de suelo	← Tierra Compactada →						← Arcilla dura →						
Profund. de excavación (m) (pies)	1,5 5	1,5 5	1,8 6	3,0 10	3,0 10	3,0 10	2,3 8	3,2 10	3,2 10	3,4 11		4,2 14	5,2 17
Carga del cucharón (min)	0,08	0,07	0,07	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09		0,10	0,11
Giro con carga (min)	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07		0,09	0,10
Descarga del cucharón (min)	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04		0,04	0,04
Giro sin carga (min)	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07		0,07	0,09
Tiempo total de ciclo (min)	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,25	0,23	0,25	0,25	0,27		0,30	0,34

TABLA PARA CALCULAR TIEMPOS DE CICLO													
Tiempo de ciclo	TAMAÑO DE MAQUINA											Tiempo de ciclo	
	307	311B	312B	315B L 317B L	318B L	320C	322B	325B	330B	345B Serie II	365B L		375
10 SEG.													0,17 min.
15													0,25 min.
20 SEG.													0,33 min.
25													0,42 min.
30 SEG.													0,50 min.
35													0,58 min.
40 SEG.													0,67 min.
45													0,75 min.
50 SEG.													0,83 min.
55													0,92 min.
60 SEG.													1,0 min.

Figura 11: Calculo tiempos de ciclo

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

Una vez obtenido el tiempo medio de ciclo estimado de la tabla anterior, y estimando la carga media del cucharón de la excavadora se puede obtener el rendimiento en m³/hora para luego ser corregida por la eficiencia de la máquina en obra dado por:

Tiempo en		CARGA UTIL CALCULADA DEL CUCHARON** — METROS CUBICOS SUELTOS																		Tiempo en		
Seg.	Min.	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	4,0	Ciclos por min.	Ciclos por seg.
10,0	0,17																				6,0	360
11,0	0,18																				5,5	330
12,0	0,20	60	90	150	210	270															5,0	300
13,3	0,22	54	81	135	189	243	297	351	405	459	513	567	621	675	729	783	837	891	945	1080	4,5	270
15,0	0,25	48	72	120	168	216	264	312	360	408	456	504	552	600	648	696	744	792	840	960	4,0	240
17,1	0,29	42	63	105	147	189	231	273	315	357	399	441	483	525	567	609	651	693	735	840	3,5	210
20,0	0,33	36	54	90	126	162	198	234	270	306	342	378	414	450	486	522	558	594	630	720	3,0	180
24,0	0,40	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	600	2,5	150
30,0	0,50	24	36	60	84	108	132	156	180	204	228	252	276	300	324	348	372	396	420	480	2,0	120
35,0	0,58	20	31	51	71	92	112	133	153	173	194	214	235	255	275	296	316	337	357	408	1,7	102
40,0	0,67					81	99	177	135	153	171	189	207	225	243	261	279	297	315	360	1,5	90
45,0	0,75									133	148	164	179	195	211	226	242	257	273	312	1,3	78
50,0	0,83																				1,2	72

Figura 12: Carga útil calculada de cucharón en m3 por hora de 60 min

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

Tiempo en		CARGA UTIL CALCULADA DEL CUCHARON** — YARDAS CUBICAS SUELTAS																		Tiempo en		
Seg.	Min.	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	5,00	5,25	Ciclos por min.	Ciclos por seg.
10,0	0,17																				6,0	360
11,0	0,18																				5,5	330
12,0	0,20	75	150	225	300	375															5,0	300
13,3	0,22	67	135	202	270	337	404	472	540	607	675	742	810	877	945	1012	1080	1215	1350	1417	4,5	270
15,0	0,25	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	1080	1200	1260	4,0	240
17,1	0,29	52	105	157	210	262	315	367	420	472	525	577	630	682	735	787	840	945	1050	1102	3,5	210
20,0	0,33	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	495	540	585	630	675	720	810	900	945	3,0	180
24,0	0,40	37	75	112	150	187	225	262	300	337	375	412	450	487	525	562	600	675	750	787	2,5	150
30,0	0,50	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	600	630	2,0	120
35,0	0,58	36	51	77	102	128	154	180	205	231	256	282	308	333	360	385	410	462	513	535	1,7	102
40,0	0,67					112	135	157	180	202	225	247	270	292	315	337	360	405	450	472	1,5	90
45,0	0,75									180	200	220	240	260	280	300	320	360	400	409	1,3	78
50,0	0,83																				1,2	72

Figura 13: Carga útil calculada del cucharón en yardas cúbicas por hora de 60 minutos

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

a.2) Método por medio de fórmulas:

$$R = \frac{3600 * Q * K * E}{T * F * V}; (m^3 / Hr) \quad \text{Fórmula 5}$$

Donde:

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

Q = capacidad o volumen del cucharón en m3

K = factor de llenado del cucharón (depende de las dimensiones y capacidad del cucharón). Se encuentra en manuales de Caterpillar

E = factor de eficiencia

T = tiempo de un ciclo (minutos)

FV = factor de abundamiento

2.2.2.3 Cargador frontal

(Malpica Quijada, 2014) También llamada pala cargadora, existen dos tipos dependiendo el apoyo que utilicen: sobre orugas o ruedas.

Están diseñados para excavar, cargar material de acopio transportar descargar.

En suelos sueltos pueden transportarse en distancias cortas de 10 a 20 m.

Cargador frontal sobre orugas:

Son pequeños y se utilizan mayormente en limpieza y carguío en suelos arcillosos como cargadores frontales a ruedas.

Tabla 3: Ventajas y desventajas del cargador frontal

Ventajas	Desventajas
- En condiciones duras presenta mayor rendimiento.	- Capacidad de cucharón hasta 7m ³
- En superficies blandas se mantiene estable	- Presenta baja velocidad al desplazarse.

Fuente: Elaboración propia

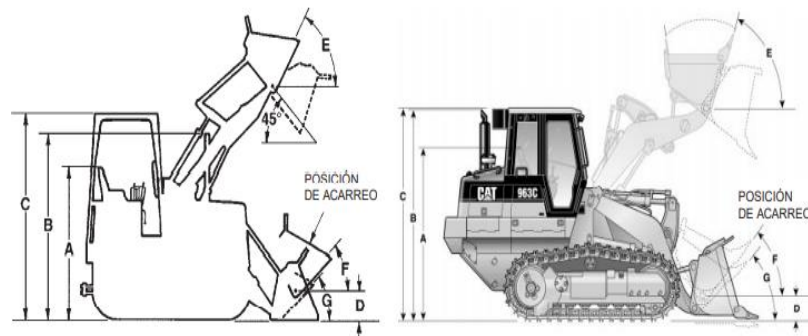


Figura 14: Cargador frontal

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

Existen dos modelos de escarificador en la cargadora de oruga o cadena:

- Escarificador de bisagra o radial: El ángulo varía cuando el vástago penetra el terreno.
- Escarificador de paralelogramo: el ángulo se mantiene constante cuando se realiza la penetración al terreno con el vástago.

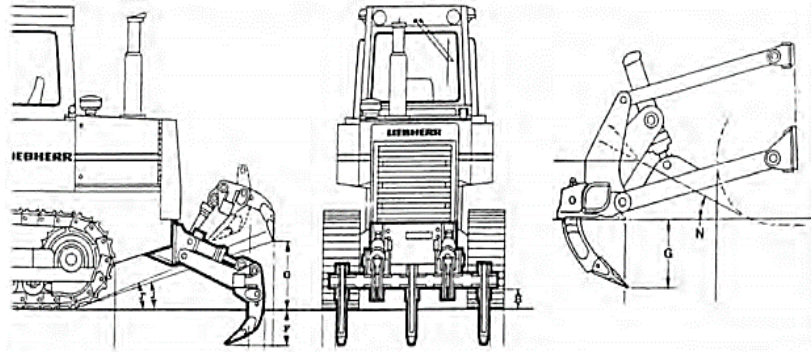


Figura 15: Escarificadores de excavadora sobre oruga

Fuente: Tikin, Procesos generales de la construcción: Movimiento de tierras. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones (1997)

Cargador frontal sobre ruedas:

Equipo apoyado sobre ruedas utilizado en proyectos de minería y construcción civil. Cuenta con un chasis articulado al motor montado sobre las ruedas traseras y una cabina apoyada en el chasis delantero, dependiendo del fabricante. Posee un giro de 40° del chasis dependiendo de la dirección de avance.

Su potencia depende del motor Diesel, y su sistema de movimiento de ruedas. Cuando se excava, se da la tracción trasera que ayuda a realizar esta actividad. La tracción delantera se utiliza cuando el material es transportado en el cucharón.

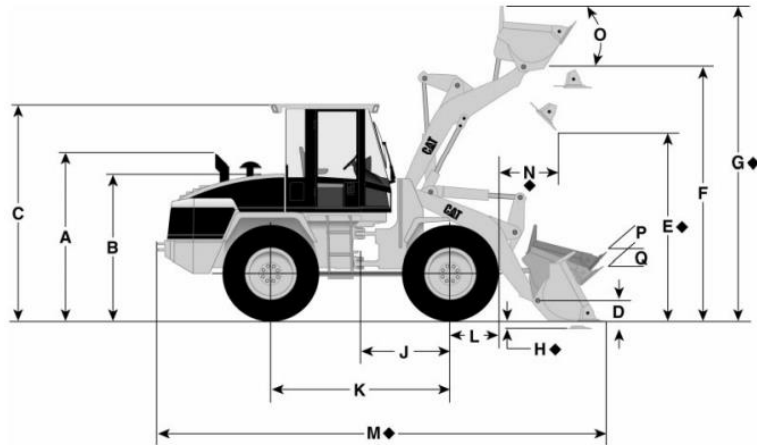


Figura 16: Partes del cargador frontal

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

Ciclo de trabajo

Cuenta con cuatro fases de trabajo:

1. Carga: la cargadora frontal utiliza la cuchara para llenar material avanzado y la eleva para luego retroceder.
2. Acarreo: cuando la cuchara está llena el equipo retrocede y se eleva para poder transportar el material, normalmente son distancias pequeñas.
3. Descarga: se procede a verter el material en un contenedor o se acopia.
4. Maniobra: Retrocede y maniobra cuando baja la cuchara vacía hasta tener el llenado a ras del suelo e iniciar el ciclo de nuevo.

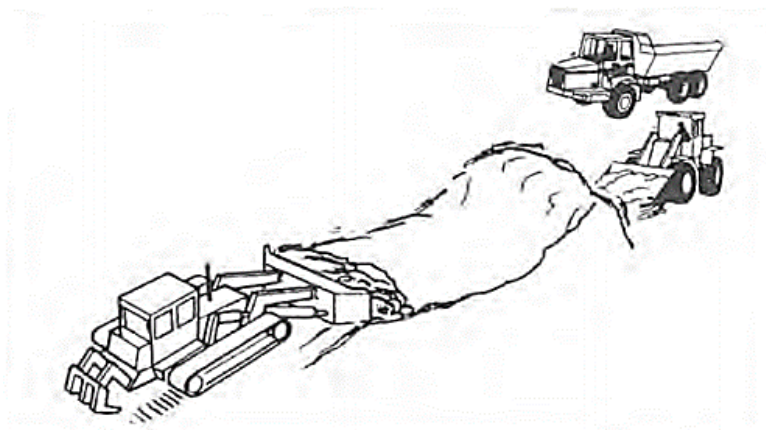


Figura 17: Cargador frontal en funcionamiento

Fuente: Tikin, Procesos generales de la construcción: Movimiento de tierras. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones (1997)

a) Rendimiento de equipo:

a.1) Método suministrado por el fabricante:

Para hallar el rendimiento del cargador frontal sobre ruedas, ya que este es utilizado cuando las distancias de acarreo son considerables es necesario estimar el tiempo de ciclo de la máquina utilizando el manual de Caterpillar. Luego se estimará la capacidad del cucharón como se realizó en el caso de las excavadoras utilizando las siguientes tablas:

Tamaño de cuch. (m ³ o yd ³)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0		
Tiempo de ciclo (min.)	Los números en fondo blanco indican producción media																				
Ciclos por hora																					
0,35	171																				
0,40	150	150	225	330	375	450	525														
0,45	133	135	200	268	332	400	466	530	600	665	730	800	865								
0,50	120	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	1003	1080	1140	1200	
0,55	109	109	164	218	272	328	382	436	490	545	600	655	705	765	820	870	925	980	1008	1090	
0,60	100	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
0,65	92	92	138	184	230	276	322	368	416	460	505	555	600	645	690	735	780	830	875	920	
0,70	86								342	386	430	474	515	560	600	645	690	730	775	815	860
0,75	80														560	600	640	680	720	760	800

Tamaño de cuch. (m ³ o yd ³)	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0		
Tiempo de ciclo (min.)	Los números en fondo blanco indican producción media																	
Ciclos por hora																		
0,35	171																	
0,40	150																	
0,45	133																	
0,50	120	1320	1440															
0,55	109	1200	1310	1420	1520	1635	1740	1850	1960	2070	2180	2285	2395	2505	2615	2725	2830	
0,60	100	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	
0,65	92	1010	1105	1195	1285	1380	1470	1560	1655	1745	1840	1930	2020	2115	2205	2300	2390	
0,70	86	945	1030	1120	1200	1290	1375	1460	1545	1630	1720	1805	1890	1975	2060	2150	2235	
0,75	80	880	960	1040	1120	1200	1280	1360	1440	1520	1600	1680	1760	1840	1920	2000	2080	
0,80	75				975	1050	1125	1200	1275	1350	1425	1500	1575	1650	1725	1800	1875	1950

Figura 18: Tabla para estimar la producción m3 o yd3/hora de 60 min

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

Tabla 4: Factor de eficiencia

Eficiencia del trabajo Tiempo de trabajo por hora	Factor de eficiencia	Factor de carga del cucharón
60 min. /hora	1	Tamaño del cuch. X 1,00
55	0.91	0.95
50	0.83	0.9
45	0.75	0.85
40	0.69	0.8
		0.75

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

a.2) Método por medio de fórmulas:

$$R = \frac{60 * Q * K * E(0.764)}{T * F.V} ; (m^3 /Hr) \quad \text{Fórmula 6}$$

Donde:

R= rendimiento en m³/hora (medido en banco)

Q=capacidad de la máquina

K= Factor de llenado del cucharón

E= factor de rendimiento de trabajo (incluyendo tiempos perdidos)

F.V.= Factor de abundamiento

T= Tiempo del ciclo (minutos)

2.2.2.4 Volquete (unidades de acarreo)

Las máquinas para uso de carga y transporte reciben un nombre en inglés scrapers, lo que en español se suele conocer como tráiler. El equipo está provisto de una caja articulada sobre ruedas, además de un dispositivo que permite volcar la carga para vaciar la carga transportada. Muy utilizado en el movimiento de tierras y acarreo de materiales a usar durante la obra. Pueden transportar cargas de hasta 20 Tn. La caja articulada cuenta con mecanismos hidráulicos.

Existen tipos de volquetes los cuales son:

Volquete estándar: la caja se encuentra abierta hacia atrás y vuelca la carga hacia atrás también.

Volquete lateral: Volcar la carga hacia la derecha o izquierda.

Volquete con semirremolque: es la combinación de un tractor y remolque, contando con tres ejes en la parte delantera.

Este equipo se considera de transporte pesado, dentro de estos se diferencian por la capacidad de carga.

Camiones de obra, es similar a un camión normal la diferencia se encuentra en sus mecanismos reforzados para así resistir los efectos de las sobrecargas impuestas. Cuenta con un sistema de suspensión en todas las ruedas brindando suavidad en marcha y velocidad de transporte.

Según (Díaz del Ríos, 2007), los camiones de carretera (no de obra) pueden llegar a vencer pendientes del 12 al 14 por 100 en pista seca y no resbaladiza, mientras que los camiones de obra pueden llegar a pendientes del orden del 20 por 100. (pág. 622)



Figura 19: Camión (volquete)

Fuente: Sinotruk, Volquete A7 420 V8x4 (2014)



Figura 20: Volquete con bolsas de cemento (usado para acarreo de materiales)

Fuente: Elaboración propia

a) Rendimiento de equipo:

a.1) Método por medio de fórmulas:

El cálculo del rendimiento, se realizará con la siguiente fórmula:

$$R = Q * 60 * \frac{E}{T} ; (m^3/Hr) \quad \text{Fórmula 7}$$

Donde:

R= rendimiento en m³/hora (medido en banco)

Q=capacidad de la máquina

E= factor de rendimiento de trabajo

T= tiempo empleado en un ciclo completo

El tiempo de un ciclo completo será representado de la siguiente manera:

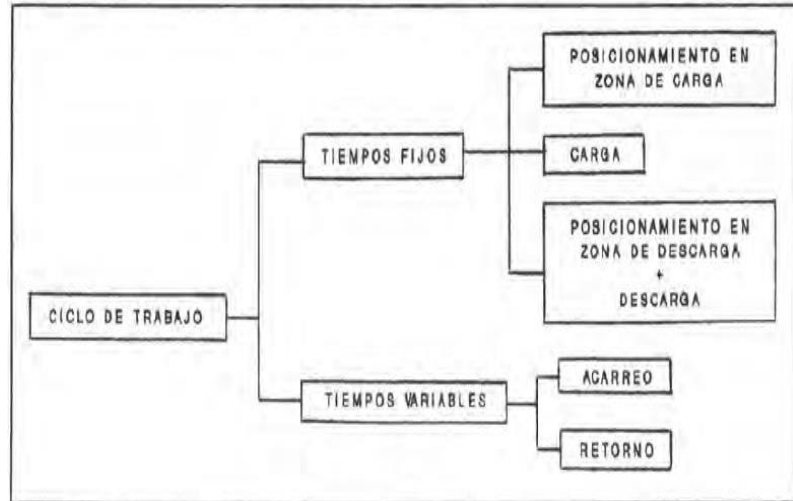


Figura 21: Ciclo de trabajo

Fuente: Tikin, Procesos generales de la construcción: Movimiento de tierras. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones (1997)

Entonces, el tiempo de un ciclo completo será calculado de la siguiente manera:

$$T = T1 + T2 + T3 + T4 \quad \text{Fórmula 8}$$

Donde:

T1= tiempo usado en maniobras de acomodo

T2= tiempo de carga

T3= Tiempo de acarreo de material

T4= tiempo de regreso con equipo vacío

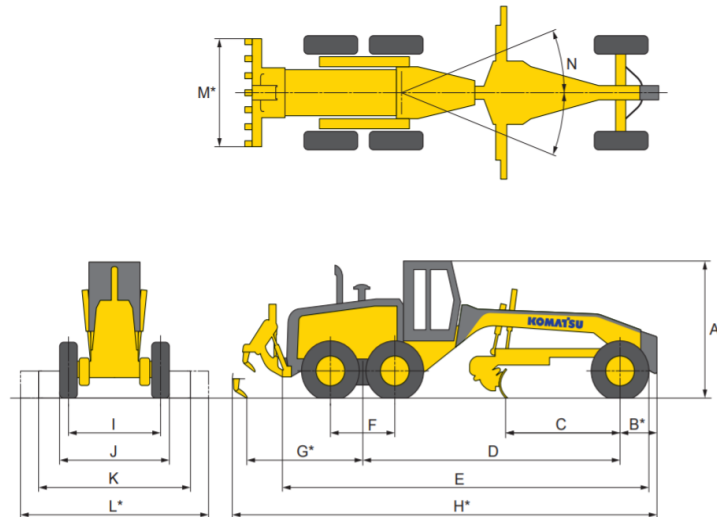
2.2.2.5 Motoniveladora

Equipo utilizado para realizar trabajos de nivelación de terrenos, de mayor precisión que una Topadora. Se compone de un tractor sobre ruedas y de una cuchilla de perfil curvo que descansa en un tren delantero también con ruedas. Puede perfilar taludes en terraplenes y desmontes, así como también cunetas de caminos, con el grado de inclinación que se necesite, ya que la cuchilla central puede inclinarse

a derecha o izquierda, verticalmente casi a 90 grados y girar horizontalmente. Es una de las máquinas más completas.

Su manejo requiere de un alto grado de especialización debido a sus múltiples funciones.

En cuanto a las partes que conforman a la motoniveladora se tienen:



A	Altura: Cabina de bajo perfil	3200 mm	10'6"
B*	Centro de eje delantero a contrapeso (Empuje)	927 mm	3'0"
C	Borde de corte a centro de eje delantero	2380 mm	7'10"
D	Distancia entre ejes al centro del tándem	6270 mm	20'7"
E	Neumático delantero al parachoques trasero	8995 mm	29'6"
F	Distancia entre ejes del tándem	1525 mm	5'0"
G*	Centro del tándem a atrás del desgarrador	2780 mm	9'1"
H*	Largo total	10365 mm	34'0"
I	Trocha	2060 mm	6'9"
J	Ancho de neumáticos	2485 mm	8'2"
K	Ancho de vertedera estándar	3710 mm	12'2"
L*	Ancho de vertedera opcional	4320 mm	14'2"
M*	Ancho de la viga del desgarrador	2305 mm	7'7"
N	Articulación, Izquierda o derecha	25°	

*opcional

Figura 22: Motoniveladora Komatsu. (2017).

Fuente: Komatsu, Catálogo de Komatsu GD555-5 (2017).



Figura 23: Motoniveladora

Fuente: Elaboración propia

a) Rendimiento de equipo:

a.1) Método suministrado por el fabricante:

Para el cálculo teórico, nos apoyaremos en el manual de Caterpillar, la cual nos muestra una fórmula y tablas con valores a introducir en la respectiva fórmula.

$$A = S * (L_e - L_o) * 1000 * E \quad \text{Fórmula 9}$$

Donde:

A= área de operación horaria (m²/h)

S= velocidad de operación (km/h)

Le= longitud efectiva de la hoja (m)

L0= ancho de superposición

E=eficiencia de trabajo

Para la velocidad de operación Caterpillar nos muestra una tabla con datos de velocidades según la actividad a realizar con el equipo:

Nivelación de acabado:	0-4 km/h
Trabajo pesado con la hoja:	0-9 km/h
Reparación de zanjas:	0-5 km/h
Desgarramiento:	0-5 km/h
Mantenimiento de carreteras:	5-16 km/h
Mantenimiento de caminos de acarreo:	5-16 km/h
Movimiento de nieve:	7-21 km/h
Limpieza de nieve:	15-28 km/h

Para la longitud efectiva se obtendrá el dato del siguiente cuadro:

Tabla 5: Longitud efectiva

Longitud de vertedera (m)	Longitud efectiva (m), ángulo de hoja 30°	Longitud efectiva (m), ángulo de hoja 45°
3.658	3.17	2.59
3.962	3.43	2.8
4.267	3.7	3.02
4.877	4.22	3.45
7.315	6.33	5.17

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

Para mayores longitudes de hoja y otros ángulos se puede hallar la longitud efectiva con la siguiente fórmula:

$$Le = \cos(\text{radianes (Long. De la hoja)}) * \text{Long. De la hoja} \quad \text{Fórmula 10}$$

Midiendo el ángulo de la siguiente manera:

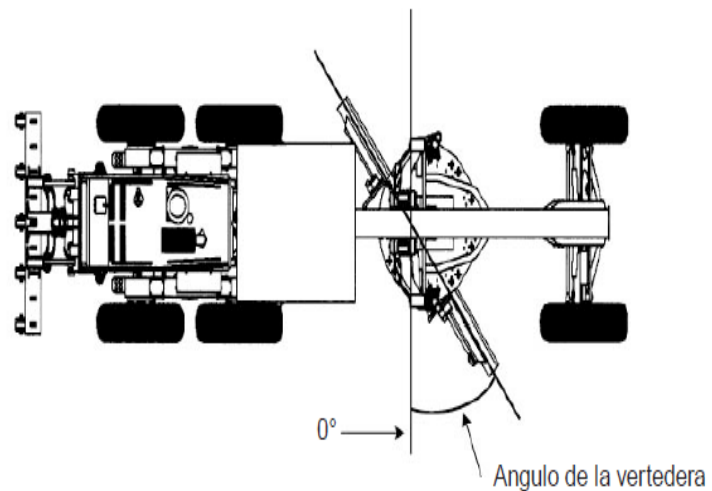


Figura 24: Ángulo de la vertedera

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

El ancho de superposición (Lo) se forma cuando al hacer una pasada el material se acumula en un costado, luego en la siguiente pasada se sobrepondrá para limpiar lo que la primera pasada arrumo. Siendo generalmente una medida de 0.60 m. Además, es para mantener los neumáticos fuera de los camellones en la pasada de retorno.

La eficiencia del trabajo (E) varía según condiciones del trabajo, experiencia del operador, teniendo un rango de 0.70 a 0.85.

a.2) Método por medio de fórmulas:

$$R = \frac{60 * f * i * l * t}{m} \quad \text{Fórmula 11}$$

Donde:

60: referencia de los minutos en una hora (min)

f: espesor

i: factor eficiencia

l: ancho útil (m)

t: velocidad media (ida) (m/min)

m: número de pasadas

Según (Vargas Sánchez , 1999) muestra velocidades de trabajo promedio dadas por fabricantes y contratistas:

Conservación de caminos	2 – 6 km/hr
Mezclado de material	6 – 11 km/hr
Formado de cunetas	1.5 – 4 km/hr
Extendido de material	6 – 8 km/hr
Conformado	1.5 – 4 km/hr
Escarificado	3 – 5 km/hr

2.2.2.6 Cisterna

Depósito grande, generalmente subterráneo, para recoger y conservar el agua. O también conocido como tanque de combustible de un buque.

El camión cisterna es una variedad de camión que se utiliza para el transporte de multitud de tipos de líquidos, como puede ser el agua, los combustibles o algunos productos químicos, o para su mantenimiento durante un largo período de tiempo, en función de qué características presentan.

También se pueden utilizar para transportar gases licuados ya que ocupan menor volumen de esta manera, facilitando su transporte y aumentando la cantidad que puede ser transportada, siendo necesario aumentar la presión interior.



Figura 25: Cisterna

Fuente: Elaboración propia

2.2.2.7 Rodillo vibratorio

Este equipo de trabajo se utiliza para compactar subbases o bien mezclas bituminosas en caliente tras su extendido mediante un rodillo vibratorio. Dando la compactación deseada o indicada en las especificaciones técnicas.

El peso del equipo es de 6 a 15 tn, siendo casi la mitad del peso solo el cilindro.



Figura 26: Rodillo vibratorio

Fuente: Elaboración propia

Existen distintos tipos de compactadores los cuales se clasifican generalmente de la siguiente manera: de patas de cabra, vibratorio, neumáticos, de piones de alta velocidad, de ruedas cortadoras.

Para facilitar la comparación, el Manual de Caterpillar nos muestra una gráfica recomendado equipos a usar dependiendo del tipo de suelo a trabajar:

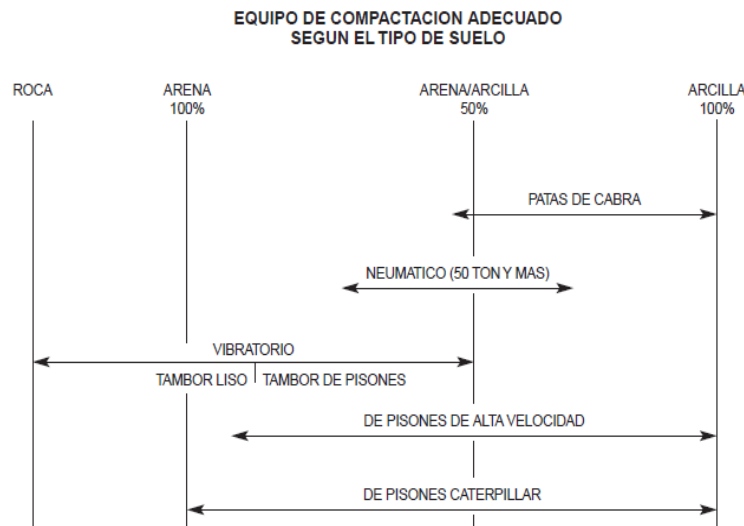


Figura 27: Equipo de compactación según el tipo de suelo

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

a) Rendimiento de equipo:

a.1) Método suministrado por el fabricante:

Para el cálculo teórico, se deberá buscar en la tabla siguiente, haciendo la lectura correspondiente.

Modelo	Ancho del tambor		Espesor de la capa		Pasadas necesarias	Cálculos de producción			
	cm	pulg	cm	pulg		Zanja de 3,7 m (12 pies)	Base de carretera 9,15 m (30 pies)	Áreas abiertas	
CS-323C	127	50	10,2	4	6	m ³ /hr yds ³ /hr	80 104	111 145	122 159
CS-431C, CS-433C	167,6	66	10,2	4	4	m ³ /hr yds ³ /hr	159 209	249 326	249 326
CS-531D, CS-533D	213,4	84	15,2	6	6	m ³ /hr yds ³ /hr	239 313	299 391	324 424
CS-563D	213,4	84	15,2	6	4	m ³ /hr yds ³ /hr	— —	448 587	486 636
CP-323C	127	50	15,2	6	6	m ³ /hr yds ³ /hr	120 156	133 174	183 239
CP-433C	167,6	66	15,2	6	6	m ³ /hr yds ³ /hr	159 209	199 261	249 326
CP-533D, CP-563D	213,4	84	30,5	12	6	m ³ /hr yds ³ /hr	478 626	478 626	647 847

Figura 28: Producción de rodillo vibratorio

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

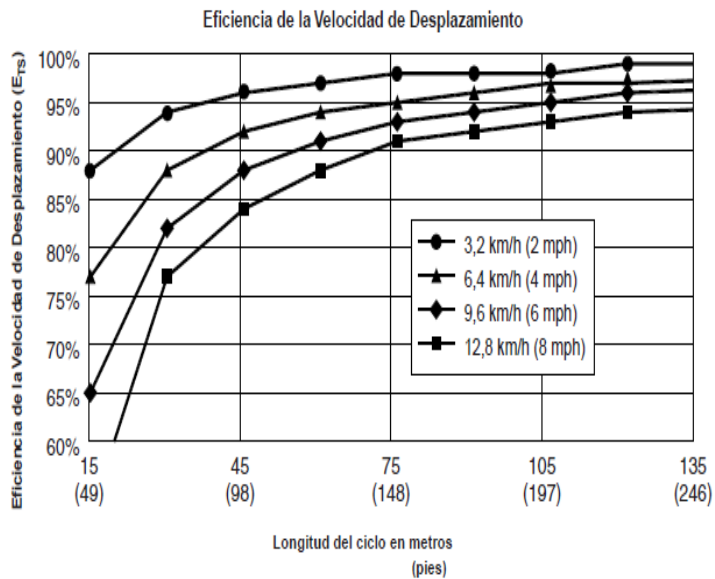


Figura 29: Eficiencia de la Velocidad de Desplazamiento

Fuente: Caterpillar, Manual de rendimiento Caterpillar (2000)

a.2) Método por medio de fórmulas:

El rendimiento de un compactador de tipo vibratorio se mide con la siguiente fórmula, según Caterpillar:

$$R = \frac{A * V * C}{P} \text{ en } (m^3/Hr) \quad \text{Fórmula 12}$$

Donde:

A= ancho en m de compactación por pasada (se recomienda considerar el doble de la anchura del tambor)

V= promedio de velocidad (km/h)

C= espesor en milímetros de la capa apisonada

P=número de pasadas requeridas para llegar a la compactación específica

El rendimiento según (Tiktin, pág. 13.32) es:

$$R = \frac{e * L * V * k1 * Fh}{N} \quad \text{Fórmula 13}$$

Donde:

L= longitud del tambor

V= velocidad de trabajo (m/h)

e= espesor de la capa apisonada(m)

N=número de pasadas

K1= coeficiente de solape entre pasadas

Fh= factor eficiencia horaria

También se puede calcular el rendimiento considerando el ciclo completo, para lo cual se considera una longitud determinada, ancho y espesor final, incluyendo la capacidad del compactador (C), el tiempo de ciclo será usado en dar pasadas necesarias.

$$R = \frac{C * 60 * Fh}{t} \quad \text{Fórmula 14}$$

Donde:

C= ancho*espesor*distancia= l*e*d

t= N.º pasadas* t de cada pasada= N*d/V

Sustituyendo:

$$R = \frac{l * e * V * Fh}{N} \quad \text{Fórmula 15}$$

2.2.3 Componentes que inciden en el rendimiento de los equipos

Los equipos utilizados en la construcción cumplen un factor importante pues mejoran la productividad o rendimiento de una actividad. Por ello es importante conocer el rendimiento en los equipos el cual se define como la cantidad producida en un determinado tiempo. La cantidad producida, compactada o movida por un equipo pesado siendo en m³ y el tiempo determinado en horas o días dependiendo de la actividad realizada. La cual es afectada por diversos factores.

a) Factor de eficiencia (eficiencia horaria)

(Tiktin, 1997) menciona que la eficiencia horaria es la productividad óptima o de punta trabajando los 60 minutos de cada hora. Sin embargo, en la práctica el trabajo realizado es de 45 o 50 minutos y esto nos muestra que la eficiencia horaria disminuye debido a que en campo no se dan las condiciones ideales para un trabajo. (pág. 3.4)

Tabla 6: Eficiencia horaria en el tiempo real

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

Fuente: Tikin, Procesos generales de la construcción: Movimiento de tierras. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones (1997)

Elaborado: (Alvarado Peralta, 2018)

b) Factor de abundamiento

(Malpica Quijada, 2014, pág. 8) El factor de abundamiento es la relación de volúmenes excavados antes y después. Representados como material en banco, material suelto y material compactado en un determinado trabajo.

Tabla 7: Porcentaje de abundamiento según el tipo de suelo

Clases de tierra	Porcentaje de abundamiento
Arena o grava limpia	De 5% a 15%
Suelo artificial	De 10% a 25%
Material suelto	De 10% a 35%
Tierra común	De 20% a 45%
Arcilla	De 30% a 60%
Roca sólida	De 50% a 80%

Fuente: Mecánica de suelos. FICM. 1999-2000

c) Factor de carga

Durante el trabajo la máquina carga el material excedente o trasladado al lugar de la actividad, dependiendo de la facilidad del material a trabajar, el cargado de éste será también sencillo teniendo un factor del 100%, teniendo una relación directamente proporcional. Mientras mayor dificultad tenga el material a cargar el factor irá reduciendo.

Tabla 8: Factor de Carga

Tipo de carga	Factor de carga	Tipo de material
Carga fácil	0.95	Arcilla, arenas
Carga media	0.85	Tierra común
Carga dura	0.7	Gravas
Carga muy dura	0.55	Pizarras, roca fragmentada

Fuente: M.I. Eduardo Medina W. Publicación de la Universidad Iberoamericana A.C. México).

Elaborado: (Alvarado Peralta, 2018) Cálculo de productividad y costo horario de la maquinaria de tierras del proyecto.

d) Factor de pendiente del terreno

En toda actividad a realizar la pendiente del terreno juega un papel importante ya que si presenta una pendiente favorable el ascenso, acarreo y retorno es menor al que si se trabajara en una pendiente pronunciada. Existe una lista de máquinas que se ven afectadas con la pendiente del terreno entre ellas tenemos las siguientes: bulldozers, volquetes, motoniveladoras, cargadores, etc.

Tabla 9: Factor de pendiente del terreno

% de Pendiente	Factor “p”
(-10) a (-20)	Hasta 125%
0 a -10	110%
0	100%
0 a 10	90%
10 a 20	75%

Fuente: M.I. Eduardo Medina W. (Publicación de la Universidad Iberoamericana A.C. México).

Elaborado: (Alvarado Peralta, 2018) Cálculo de productividad y costo horario de la maquinaria de tierras del proyecto

e) Resistencia al rodamiento

Es la fuerza contraria al terreno frente al giro de las ruedas para que el equipo pueda desplazarse.

(Alvarado Peralta, 2018, pág. 26) La resistencia de rodamiento se produce cuando existe:

Fricción interna: se origina en el tren de fuerza desde el volante del motor hacia los neumáticos

Flexión de los neumáticos: la resistencia aumenta debido a que la banda de rodadura se deforma por el giro de los neumáticos en el camino.

Peso sobre las ruedas: Dado por el equipo vacío y el peso de carga que pueda transportar. (Pág. 26)

Tabla 10: Resistencia del equipo al rodamiento

TIPO DE CAMINO	Factor “ur”	kg/t
Pavimentos estabilizados, duro y liso que no cede bajo el peso y que se riega y repara	0.02	20
Camino firme, liso y ondulado en tierra, que cede un poco bajo la carga repartida con regularidad	0.035	35
Caminos en tierra con baches y surcos, cede un poco bajo la carga 2 a 3 cm. No se repara, se riega.	0.05	50
Caminos en tierra con baches y surcos, blando, sin estabilizar. No se repara. Penetración 10 a 15 cm.	0.075	75
Arenas y gravas sueltas	0.1	100
Camino fangoso con surcos. No se repara	0.10 – 0.20	100 - 200

Fuente: Wilfrido Merino, Maquinaria y equipos, fundamento de trabajo de los equipos.

Elaborado: Alvarado J. (2018). Cálculo de productividad y costo horario de la maquinaria de tierras del proyecto.

f) Factor de altitud y temperatura

Siendo el Perú un país diverso en clima esto gracias a los diferentes pisos altitudinales que posee nuestro territorio, es de vital importancia considerar las estas condiciones de la mano. Teniendo en cuenta que en la sierra los motores de las maquinarias realizan un mayor esfuerzo, el factor influye sobre el peso específico y la potencia de la misma.

Tabla 11: Factor de Altitud y Temperatura

ALTITUD (m)	TEMPERATURA (°C)						
	42°	32°	21°	15°	10°	4°	(-7°)
0	95.4	97.1	99.1	100	100.8	101.8	103.9
305	92	93.7	95.5	96.4	97.4	98.4	103.3
915	85.5	87.2	88.8	89.6	90.5	91.4	93.3
1525	79.5	80.9	92.25	93.3	84.2	89.9	86.7
2136	73.9	75.2	86.7	77.5	78.2	79	80.6
2745	68.6	69.9	71.3	72	72.7	73.4	74.8

Fuente: M.I. Eduardo Medina W. (Publicación de la Universidad Iberoamericana A.C. México).

g) Ciclo de trabajo de los equipos

Es el tiempo que se demora el equipo para realizar una actividad desde su punto de partida hacia el punto final y regreso/viceversa. La suma de tiempos utilizados en este recorrido nos definirá el tiempo del periodo.

Existen dos tipos de tiempos en el periodo de trabajo los cuales son:

- Tiempos constantes: aquellos que no varían al momento de realizar el trabajo.
- Tiempos variables: varían en relación a la longitud recorrida del transporte del material extraído.

2.2.4 Costo horario del equipo

Según (Ibáñez, 2011) “los costos de alquiler horario de los equipos dependen de los costos de posesión y de los costos de operación” (pág. 81)

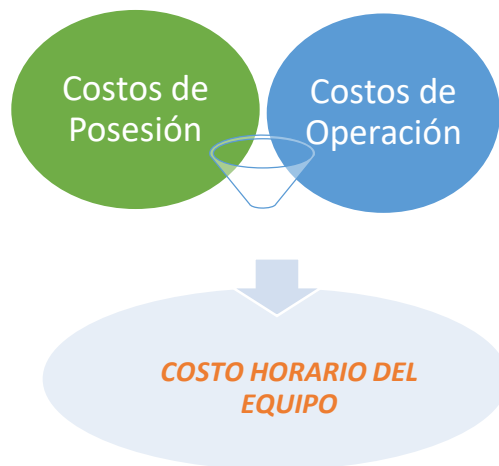


Figura 30: Costo horario del equipo

Fuente: Elaboración propia

2.2.4.1 Costo de posesión o gastos fijos

Es la cantidad de dinero invertido por la empresa o propietario del equipo para adquirir una maquinaria, además de incluir los gastos de hacerlo funcionar, realizar trabajos y conservarla en buen estado de operación. A los cuales son conocidos como gastos fijos, los cuales dependen de los siguientes factores (Ramos Salazar, págs. 1-2)

a) Valor de adquisición (Va):

Es el valor del mercado y se conoce al solicitar la cotización del producto.

b) Vida económica útil (VEU):

Suele definirse como el tiempo durante el cual la maquinaria trabaja con un rendimiento justificable. Ya que cuando aumenta la vida y el uso de la máquina, disminuye la productividad y los costos de operación constantemente aumentan debido al mantenimiento y reparación.

Tabla 12: Vida económica útil de equipo

Descripción	Años (n)	Horas (ve hrs)
I. Equipos para perforación		
Compresoras	6	12000
Martillos neumáticos	3	3
Perforadora sobre orugas	6	12000
II. Equipos para movimiento de tierras		
Cargadores sobre orugas	6	12000
Cargadores sobre llantas		
De 1,5 y d3. – 3,5 yd3.	5	10000
De 4,0 y d3. – 8,0 yd3.	6	12000
Moto traíllas		
a) Autocargables		
De 11 y yd3. Y 16yd3	5	10000
De 23 yd3	6	12000
b) Cargables		
De 14 yd3 – 31 yd3	6	12000
Excavadora sobre llantas	5	10000
Excavadora sobre oruga	5	10000
Retroexcavadoras cargadoras	5	10000
Retroexcavadoras cargadoras	5	10000
Tractores sobre oruga		
De 60 – 190 HP	5	10000
De 190 – 240 HP	6	12000
De 305 – 850 HP	7.5	15000
III. Rippers	10	20000
IV. Tractores sobre llantas	5	10000
V. Pala frontal	5	10000

Fuente: Ramos Salazar, El equipo y sus costos de operación (2001)

Descripción	Años (n)	Horas (ve hrs)
III. Equipos para refine y afirmado		
Motoniveladoras	7.5	15000
IV. Equipos de compactación		
Compactador vibratorio	2	4000
Rodillo liso vibratorio autopropulsado	5	10000
Rodillo liso vibratorio de tiro	5	10000
Rodillo neumático autopropulsado	6	12000
Rodillo pata de cabra vibratorio autopropulsado	6	12000
Rodillo pata de cabra vibratorio de tiro	6	12000
Rodillo tándem estático autopropulsado	6	12000
Rodillo tándem vibratorio autopropulsado	6	12000
Rodillo tres ruedas estático autopropulsado	5	10000
V. Equipos productores de agregados		
Chancadora primaria	10	20000
Chancadora secundaria	10	20000
Chancadora primaria – secundaria	10	20000
Zaranda vibratoria	10	20000
VI. Pavimentación		
Amasadora de asfalto	5	10000
Barredora mecánica	5	10000
Calentador de aceite	5	10000
Cocina de asfalto	5	10000
Planta de asfalto en frio	10	20000
Secador de áridos	10	20000
Pavimentadora sobre orugas	10	20000
VII. Equipos diversos		
Fajas transportadoras	5	10000
Grupos electrógenos	6	12000
Montacargas	5	10000
Grúa hidráulica telescópica		
a) Autopropulsado		
De 18 Tn. – 9m	6	12000
De 35 Tn. – 9.6m.	8	16000
b) Autopropulsado montado sobre camión	8	16000
Mezcladoras	4	8000
Motobombas	2	3000
Planta dosificadora de concreto	10	20000
Tractor de tiro	6	12000
Vibradores	2	4000

Fuente: Ramos Salazar, El equipo y sus costos de operación (2001)

Descripción	Años (n)	Horas (ve hrs)
VIII. Vehículos		
Camionetas	7	8000
Camión cisterna	6	6900
Camión concretero	6	6900
Camión imprimador	6	6900
Camión plataforma	6	6900
Semitrayler	6	6900
Volquete	6	6900
Volquetes fuera de ruta	9	12500

Fuente: Ramos Salazar, El equipo y sus costos de operación (2001)

c) Valor de rescate o salvataje (V_r)

Es el valor de reventa del equipo cuando llega al final de su vida económica. Normalmente el valor de rescate fluctúa entre el 20 a 25% del valor de adquisición para la maquinaria pesada en países en desarrollo como el nuestro.

Para equipos livianos el valor de rescate varía entre el 10 y 20% del valor de adquisición.

d) Valor de inversión media anual (IMA)

Este valor depende de dos valores el primero es el precio de venta y el de vida útil, siendo el valor invertido al principio de cada año de vida de la máquina.

$$IMA = \frac{Va(N + 1) + Vr(N - 1)}{2N} \quad \text{Fórmula 15}$$

Donde:

N: Vida económicamente útil en años

Va: valor de adquisición de la maquinaria, menos piezas de recambio

Vr: Valor residual o reemplazo

Este valor influye sobre el cálculo de interés por inversión y seguros, trayendo consigo la misma influencia al momento de calcular el costo de alquiler de todas las máquinas que se encuentren en el rubro de gastos fijos.

e) Interés de capital invertido (I)

Las empresas requieren de fondos para poder adquirir una maquinaria, así que se encuentran sujetos a pagos de ciertos intereses, de igual forma al ser adquirido al contado también se encuentran con cargos de interés de inversión.

$$I = \frac{IMA * \%i}{VEU} \quad \text{Fórmula 16}$$

Donde:

I: Interés de inversión de capital

IMA: Inversión Media Anual

%i: Tasa de interés vigente para el tipo de moneda a utilizar por inversión de capital (Tasa Activa en Moneda Nacional – TAMN, Tasa Activa en Moneda Extranjera – TAMEX)

N: Vida económica útil en Años

VEU: Vida económicamente útil en horas

f) Seguros y almacenaje (SeI):

Los seguros varían de acuerdo al tipo y modelo de maquinaria, así como los riesgos que pueden cubrir durante su vida útil, esto sucede si la máquina se encuentra sujeta a una compañía aseguradora. Estos impuestos suelen tener un porcentaje de 3, al cual se les adicionan otros impuestos resultando un valor aproximado de 4%, la fórmula para gastos por seguros es la siguiente:

$$SeI = \frac{IMA * \Sigma \text{ de tasa anuales}}{VEU} \quad \text{Formula 17}$$

Donde:

SeI: Seguros: seguros e impuestos

Σ de tasas anuales: sumatoria de primas anuales de seguros, tasas de impuestos anuales y el porcentaje de almacenaje

IMA: Inversión Media Anual

VEU: vida económicamente útil en horas

2.2.4.2 Costo de Operación o gastos variables

(Ramos Salazar, 2001) indica que los costos de operación deben incluirse en los gastos fijos, también llamado gastos de posesión, todos los gastos de operación se van regulando en base a la experiencia, pero no para todas las máquinas, algunos costos de operación son:

a) Mantenimiento y reparación (CMR)

Dentro del mantenimiento para la maquinaria pesada, se realizan los mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos.

Mantenimiento correctivo: se encarga de reparar la maquinaria cuando se daña, sin embargo, este tipo de mantenimiento eleva los costos ya que con frecuencia daña otras partes del equipo.

Mantenimiento preventivo: se enfocará en realizar un mantenimiento de manera preventiva de acuerdo a los periodos de vida útil establecidos. De esta manera el equipo estará en condiciones adecuadas al momento de ejecutar un proyecto.

Mantenimiento predictivo: consiste en ir a la par con la vida útil de los lubricantes y partes o piezas del equipo, para que a su debido momento se puedan cambiar. De esta manera se conseguirá una mayor vida útil de lubricantes y piezas gastadas.

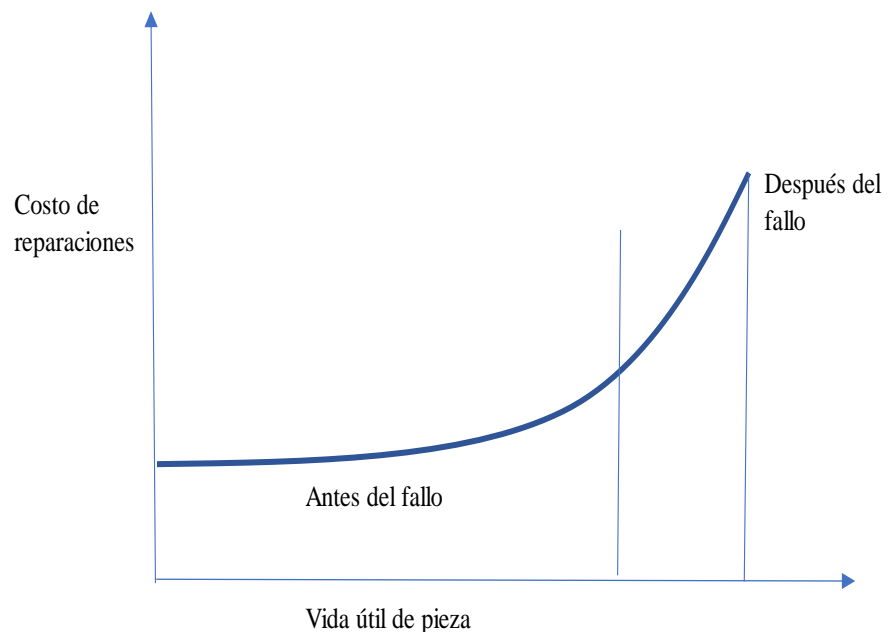


Figura 31: Relación de vida útil vs. Costo de operaciones

Fuente: Solanilla, Gerencia de equipos para obras civiles y minería (2003)

El costo de mantenimiento y reparación (CMR) de una maquinaria resulta de la sumatoria de la mano de obra (CMO) y del costo de los repuestos (CR):

$$CMR = CMO + CR \quad \text{Formula 18}$$

Para obtener el costo de la mano de obra (CMO) y el costo de los repuestos (CR), se debe calcular previamente el costo de mantenimiento (CM) de una maquinaria durante su vida útil. Este se considera referencialmente como un porcentaje del valor de adquisición.

Tabla 13: Costo de Mantenimiento

Costo de mantenimiento	
Costo de mantenimiento para trabajo duro	80 a 100% del valor de Adquisición
Costo de mantenimiento para trabajo normal	70 a 90% del valor de Adquisición
Costo de mantenimiento para trabajo suave	50 a 80% del valor de Adquisición

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Elementos para la determinación del Costo Horario de los equipos y maquinaria del sector construcción (2010)

Tabla 14: Costo de Mano de obra y Repuestos

Costo de mano de obra y repuestos	
El costo de la mano de obra (CMO) representa el 25% del costo de mantenimiento (CM) sobre el número de hora de la via económica útil	$CMO = \frac{25\% (CM)}{VEU}$
El costo de los repuestos (CR) representa el 75% del costo de mantenimiento (CM) sobre el número de hora de la via económica útil	$CR = \frac{75\% (CM)}{VEU}$

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Elementos para la determinación del Costo Horario de los equipos y maquinaria del sector construcción (2010)

No consideran el desgaste de las piezas ni herramientas de corte.

b) Combustible

La cantidad y precio de los combustibles varía con la potencia, ubicación clase de trabajo y tipo de maquinaria a utilizarse. Para el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010) la forma más exacta de conocer el valor del consumo del combustible es obtenerlo de campo. Se utilizan valores iniciales que son proporcionados por los manuales técnicos de los equipos los que deberán ser comparador por los valores que se van dando en el desarrollo del proyecto, lo que permitirá tener valores reales de consumo de combustible en obra.

c) Lubricantes

De acuerdo a la capacidad de la máquina y el mantenimiento brindado por la empresa o propietario responsable de esta, varia el consumo de aceites para controles hidráulicos, aceite para el motor y las grasas.

El método más exacto para averiguar el costo hora del consumo de cada uno de los aceites consiste en tomar el dato de la capacidad del depósito en galones (motores, carter, depósitos para aceites hidráulicos y de transmisión), multiplicar este dato por el valor del galón de aceite respectivo y dividir todo entre las horas recomendadas para cada cambio correspondiente.

$$\text{Costo lubricantes (S/. / h)} = \frac{\text{costo galon x Capacidad del deposito}}{\text{Periodo en horas de cambio de aceite}} \quad \text{Formula 18}$$

Las condiciones climáticas durante el trabajo obligan a cambiar los lubricantes con más frecuencia por lo que será necesario determinar estas variaciones extraordinarias que de ninguna manera pueden reflejarse en una simple fórmula. Será siempre necesario llevar una estadística que nos permita determinar con mayor exactitud el momento del cambio de lubricantes.

Finalmente conviene advertir que es muy importante la calidad de los lubricantes. En base de lo señalado precedentemente puede estimarse el costo de lubricación entre el 10% y 15% del consumo del carburante Diésel.

d) Grasas

La cantidad de grasa que se va a usar depende del tipo y tamaño de la máquina. Para tener un dato más exacto se debe recurrir a los datos que suministra el fabricante para cada máquina específica.

$$\text{Costo hora de grasa (S/. / h)} = \frac{\text{costo de la grasa por equipo}}{\text{Período en horas de engrase}} \quad \text{Fórmula 19}$$

e) Filtros

Se puede considerar que el valor de los filtros es igual al 20% de la suma de los combustibles y lubricantes. El gasto realizado para el cambio de filtros no solo debe de considerarse el artículo además de ello debe tener en cuenta la mano de obra del personal o personas a realizar el cambio de filtro.

$$\text{Costo hora de filtro (S/. / h)} = \frac{20 \times (\text{Combustible} + \text{Lubricante})}{100} \quad \text{Formula 20}$$

f) Sistema de rodamiento (Llantas o neumáticos)

El costo hora de los neumáticos es muy difícil de determinar, en la medida de que su vida útil depende de muchas variables tales como el mantenimiento, presiones de inflado, estado de la vía, velocidad de desplazamiento, curvas y pendientes de la vía, posición de la llanta en la maquina (delantera, trasera, dirección o de tracción), carga, etc. Lo que sí debemos tener en cuenta es que el costo por hora de las llantas es alto y merece un cálculo aparte.

El costo hora (S/. / h) se determina de las siguientes fórmulas:

$$\text{Costo hora de de la llanta(S./h)} = \frac{\text{Costo de la llanta}}{\text{Vida util de la llanta (hrs.)}} \quad \text{Fórmula 21}$$

g) Piezas de desgaste

Son aquellas piezas sujetas a desgaste rápido, pero de fácil reemplazo. Entre estas piezas podemos citar tolvas, mandíbulas, cucharones, tren de rodamiento, etc.

No se pueden dar reglas concretas dada la gran variedad de condiciones de uso, sin embargo, hay valores de la experiencia que resulta necesario tener presente:

Tabla 15: Vida Útil de piezas de desgaste

Vida útil de piezas de desgaste	
Trenes de orugas	2000 a 6000 h
Hojas motoniveladora	2000 a 3000 h
Cintas transportadas	500 a 1500 h (2 recauchutados)
Cucharón	3000 a 5000 h

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

$$\text{Costo hora de piezas de desgaste (S./h)} = \frac{\text{Costo de las piezas de desgaste}}{\text{Vida util de las piezas de desgaste (hrs.)}} \quad \text{Fórmula 22}$$

h) Herramientas de corte

Son herramientas de costo variable y depende de las condiciones de trabajo, tipo de material, etc. Entre estas herramientas podemos citar a las cuchillas, cantoneras, brocas, dientes de cucharón, puntas de los escarificadores, punta de martillos, etc.

$$\text{Costo hora de herramientas de corte (S./h)} = \frac{\text{Costo de las herramientas de corte}}{\text{Vida útil de las herramientas (hrs.)}} \quad \text{Fórmula 23}$$

i) Operador especializado

El costo de hora hombre (H-H) de los operadores va a estar en función de la normatividad legal de los trabajadores de construcción civil. Sin embargo, dado el costo de la máquina a utilizar sus operadores tendrán una bonificación adicional la cual dependerá de cada empresa. En forma referencial podemos indicar el costo de horas hombres (H-H) del operador más usualmente utilizado.

Tabla 16: Costo de hora hombre

Costo de hora – hombre
Operador especializado de equipo liviano = 1.2 x costo de H-H operario de construcción civil
Operador especializado de equipo pesado = 1.5 x costo de H-H operario de construcción civil

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Elementos para la determinación del Costo Horario de los equipos y maquinaria del sector construcción (2010)

El costo horario de una máquina seca no incluye operador, combustible, lubricante, filtros, herramientas de corte y llantas.

2.2.5 Factores que afectan el rendimiento

Los factores más importantes a considerar en los rendimientos reales de las maquinarias en las obras viales son el clima, el número de pasadas por el tramo y el tipo de contrato de la máquina, los cuales no son considerados a la hora de obtener un rendimiento real por máquina. De los factores que más predominaron en la afectación de los rendimientos reales de las máquinas objeto de este estudio fueron, las condiciones climáticas y eventualidades provocadas por el operario dentro de las cuales podemos señalar las horas de llegada tarde al lugar de trabajo, la toma en demasía de las horas de descanso y la realización de otras actividades distintas a las asignadas. Es necesario que en las obras viales se hagan seguimientos supervisados para identificar los rendimientos reales de cada máquina y evitar al máximo cada uno de los factores que afecten su producción y genere retraso en la programación de la obra.

- Clima: las actividades realizadas por un equipo se ven afectadas por la lluvia, viento y condiciones desfavorables.
- Geometría de la carretera: según en su libro (Cárdenas Grisales, 2008), una vía “es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo con niveles adecuados de seguridad y comodidad”.
- Mantenimiento de equipos: implica tomar medidas tempranas para evitar el deterioro o pérdida de las piezas que conforman el equipo.
- Administración y gestión del equipo: Por falta de una buena programación, inoperatividad de los equipos u otras causas, las flotas no son bien dimensionadas, lo cual afecta el rendimiento.
- Condiciones del camino: Los equipos sobre neumáticos tienen que trabajar en materiales sueltos y/o apilados, teniendo dificultades para trabajar en un frente amarrado o duro debido a que el equipo patina. Vías en mal estado debido a fuertes lluvias (baches, encalaminados y acolchonamientos), dificultan el traslado de los volquetes aumentando el tiempo del ciclo de acarreo y por lo tanto menor productividad.
- Formación y disciplina del operador

- Supervisión del trabajo
- Excesiva rotación del personal
- Congestionamiento del tránsito de unidades: Existió interferencia con otros equipos de otras contratistas, ya que las vías son de uso común, este problema generó, que los equipos no se desplacen libremente. El fabricante no considera la interferencia con otros equipos. que hacen que este equipo se detenga para dar pase a los demás.
- Calentamiento de máquina: los equipos deberían calentar la máquina antes de trabajar y al finalizar se recomienda tomar un tiempo de 10 a 15 minutos. Para cuidar los equipos y alargar su tiempo de vida
- Antigüedad de equipo: Los equipos que se utilizan para realizar la actividad son relativamente antiguos. Este motivo es relevante ya que un equipo se considera 100% efectivo, hasta los 5 años de antigüedad.
- Altitud: A mayor altura, menor presión atmosférica, lo que lleva a que la potencia en los motores de aspiración natural también disminuya; por tanto, la fuerza de tracción del vehículo también disminuye.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Términos básicos

- **Manual mantenimiento o conservación vial:** constituye un documento técnico que permite a los responsables, programar, presupuestar, ejecutar y controlar las actividades de conservación vial; y tiene por finalidad brindar los criterios apropiados que se deben aplicar para la gestión del conjunto de actividades técnicas de naturaleza rutinaria y periódica. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)
- **Gestión de conservación vial:** Comprende la realización de un conjunto de actividades integradas tales como la definición de políticas, la planificación, la organización, el financiamiento, la ejecución, el control y la operación, para lograr una conservación vial que asegure la economía, la fluidez, la seguridad y la comodidad de los usuarios viales. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)
- **Programa de conservación vial:** Documento elaborado en la Etapa PRE Operativa por el Contratista – Conservador, que contiene las actividades que realizará el contratista durante la ejecución del servicio, asimismo incluye el

plan de conservación vial, el plan de manejo socio ambiental, el inventario vial de la situación inicial y el plan de calidad. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

- **Conservación vial:** es un proceso que incluye actividades de obras e instalación con carácter permanente o continuo en tramo de una red vial, Se requiere asignar un presupuesto anual de recursos económicos, personal capacitado y utilizar máquinas y herramientas. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)
- **Inventario de condición:** el objetivo de realizar el inventario es de detallar el estado en el que se encuentra la vía y las posteriores medidas o intervenciones a realizar en lo que concierne a las actividades de conservación vial. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)
- **Niveles de intervención de conservación vial:** se clasifican por tener actividades desde las más sencillas (mantenimiento rutinario) hasta una intervención más costosa y complicada (rehabilitación o reconstrucción). (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)
- **Sistema Nacional de Carreteras (SINAC):** consta de tres redes viales. La red vial nacional, red vial departamental o regional y red vial vecinal o rural. (D.S. No 017-2007-MTC, 2007)
- **Red vial nacional:** conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, sirve como receptor de las carreteras departamentales o regionales. La entidad encargada del sistema nacional de vías es el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (D.S. No 017-2007-MTC, 2007)
- **Red vial departamental o regional:** constituye la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional, articulando la red vial vecinal o rural. La entidad competente encargada del sistema departamental de vías son los gobiernos regionales. (D.S. No 017-2007-MTC, 2007)
- **Red vial vecinal o rural:** conformada por carreteras que constituye la red vial circunscrita al ámbito local, función principal es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, las entidades encargadas del mantenimiento de sistema vial vecinal de vías son los gobiernos locales. (D.S. No 017-2007-MTC, 2007)

- **Camino vecinal:** es un camino que pertenece al sistema vial vecinal y que es competencia de los gobiernos locales. Sirven para dar acceso a los centros poblados, caseríos o predios rurales. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2011)
- **Red vial vecinal o rural:** está compuesta por carreteras en el ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia y capitales de distrito con los centros poblados, tiene carretera en muy diferentes grados de conservación y tipos de superficie de rodadura. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2020)
- **Afirmado:** consiste en la construcción de una o más capas de material granular seleccionado para que sea la superficie de rodadura de una carretera no pavimentada. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis principal

El rendimiento del equipo de conservación vial incide en los costos de obra en la red vial vecinal.

3.1.2 Hipótesis secundarias

- a) El rendimiento del equipo de conservación vial calculado según los manuales del fabricante incide en los costos de obra en la red vial vecinal.
- b) Los factores que afectan el rendimiento del equipo de conservación vial inciden en los costos de obra en la red vial vecinal.

3.2 Variables

3.2.1 Definición conceptual de las variables

- Variable independiente:

Rendimiento del equipo: Es la cantidad o magnitud producida, en un tiempo determinado en la medición del rendimiento, según la incidencia de los factores mide el trabajo útil ejecutado.

- Variable dependiente:

Costos de obra: Costos del equipo incluyen todos los costos relacionados con la adquisición y operación del equipo que se utiliza para brindar el servicio. Estos costos podrían incluir la depreciación del equipo, los contratos de mantenimiento, la mano de obra y las piezas de repuesto, entre otros.

3.2.2 Operacionalización de las variables

VARIABLES INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO	HERRAMIENTA
Rendimiento del equipo	Metodo de medicion de rendimiento	Rendimiento real	m3/hr, m3/d, m/h, m2/h	Observacion Datos fabricante Curvas fabricante Formulas	Cuaderno de apuntes, cronometro, registro fotográfico y videos
		Rendimiento teorico			Manual caterpillar - komatsu catalogos de venta
		Rendimiento teorico - practico			Toma de datos in situ - Manuales del fabricante
	Factores que inciden en el rendimiento	- Geometria (ancho de superficie de rodadura)	m	Medicion obtenida del plan de trabajo vial	Plan de trabajo vial
orografia (pendiente)		%	Manual de carreteras, estudio de suelos	Plan de trabajo vial	

Figura 32: Matriz de Operacionalización de variable independiente

Fuente: Elaboración propia

VARIABLES DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO	HERRAMIENTA
Costos de obra		Costos unitarios	Tarifa/hora, soles	Análisis de costos unitarios	Manual capeco
		Cantidad	und	Plan de trabajo vial	Data obtenida en campo
		Costo hora	hora/m3, soles	Costos actuales del mercado	Costos actuales del mercado

Figura 33: Matriz de Operacionalización de variable dependiente

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y nivel

4.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva ya que mediante el marco teórico obtenemos los métodos necesarios para poder hallar los rendimientos de los equipos de conservación vial y cómo estos afectan a los costos de una obra.

Se emplea en la investigación el método deductivo ya que utilizaremos diferentes métodos o fórmulas ya establecidos por los fabricantes para el cálculo del rendimiento del equipo en la conservación vial de una red vial vecinal.

4.1.2 Nivel de investigación

La investigación es de nivel descriptivo – relacional, pues nos permite obtener mediante fórmulas ya establecidas la relación de nuestra variable independiente los rendimientos de los equipos en la conservación vial de una red vial vecinal y relacionarla con el costo de obra.

4.2 Diseño de investigación

La investigación presenta un diseño no experimental – transversal ya que los datos de campo han sido obtenidos mediante los planes viales y tesis. Por tal motivo no se requirió ir a campo y encontrar datos.

4.3 Población y muestra

- a) Población: Para la investigación, se tiene como estudio la conservación vial en la red vial vecinal.
- b) Muestra: La Muestra es no paramétrica y se ha tomado el estudio de la red vial vecinal: LM – 592 tramo I de Tumac a Mangas, CA – 501 tramo desde Cochas a Tocanca y CA – 507 tramo de Cp. Cahua a Cp. Huamanqui

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Tipos de técnicas e instrumentos

Se recolectó información para la investigación mediante tesis pasadas, libros que explicaban cómo se determinan los rendimientos de los equipos pesados y costos de los mismos. También se utilizó los manuales de equipos pesados para poder realizar nuestro marco teórico y el plan de trabajo de la red vial vecinal con las actividades realizadas en campo.

4.4.2 Procedimientos para la recolección de datos

En la investigación se utilizó bibliografía a través de libros, manuales, papers, planes de trabajos e investigación previas. La información secundaria encontrada nos permite poder estructurar la investigación y llegar a comprobar nuestros objetivos generales y específicos.

4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Para la investigación se tomaron los siguientes pasos:

Paso 1: Buscar un plan vial de trabajo, esto nos ayudará a delimitar nuestra muestra de investigación y saber que actividades de conservación vial y equipos pesados se utilizaran para realizar la actividad en la zona.

Paso 2: De los manuales, investigaciones previas, libros estructuramos nuestra investigación y definiremos nuestras variables.

Paso 3: Se realizan los cálculos para obtener los rendimientos teóricos y reales en la red vial vecinal.

CAPÍTULO V: RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Rendimiento de equipo de conservación vial según estudios de tesis

Mediante la información obtenida de tesis nacionales e internacionales se obtuvo el rendimiento de equipos como tractor, excavadora, cargador frontal, motoniveladora, rodillo vibratorio y volquete empleado para diversos proyectos. De esta manera se comparó los rendimientos obtenidos en campo, los obtenidos del fabricante y los rendimientos utilizando fórmulas.

A cada tesis se le formuló una ficha asignándole un número, en base a los cuales se elaboró un resumen para cada equipo como puede verse en los Anexos N.º 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

a) Tractor sobre orugas

En el Anexo N.º 10 se puede apreciar el resumen de estudios realizados por diferentes tesis las cuales calcularon rendimientos para actividades diferentes con un TRACTOR sobre orugas. Del Anexo N.º 10 observamos que en la ficha N.º 1 en la actividad de Excavación de material suelto, el rendimiento dado por el fabricante es de 464.97 m³/día, el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 732.36 m³/día, el rendimiento obtenido de campo es de 542.06 m³/día y el rendimiento obtenido del libro "Costos y tiempos en carretera" es de 470 m³/día. Para los datos de la ficha N.º 1 se elaboró la figura N.º 34, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

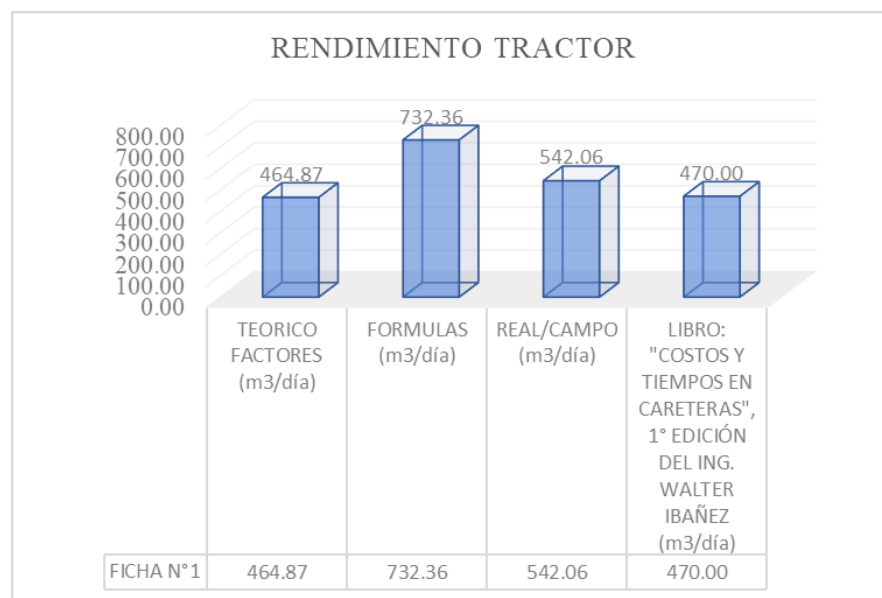


Figura 34: Rendimientos de tractor sobre orugas Ficha N.º 1

Fuente: Elaboración propia

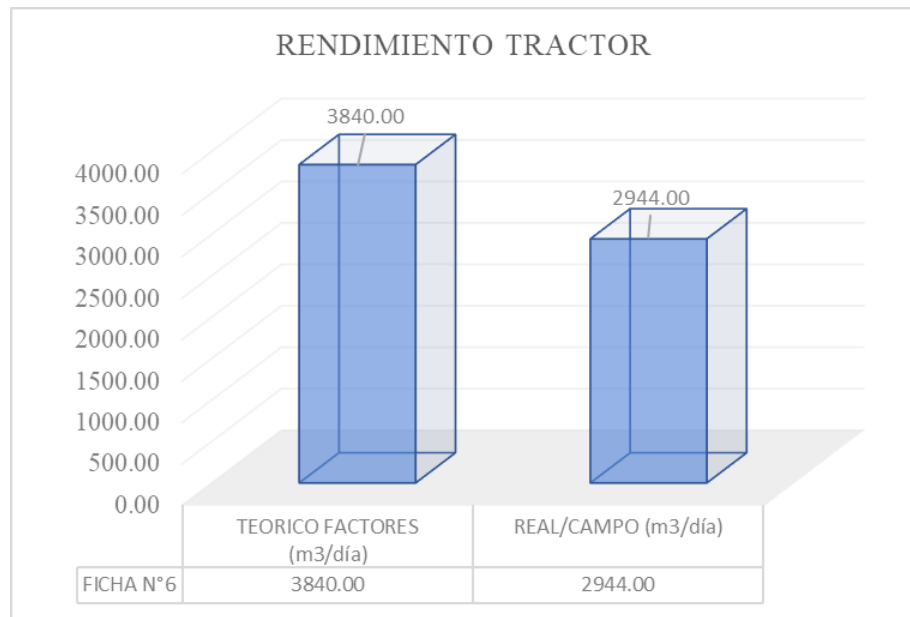


Figura 35: Rendimientos de tractor sobre orugas Ficha N.º 6

Fuente: Elaboración propia

Para los datos de la ficha N.º 6 se elaboró la figura N°35, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis. En la ficha N°6 en la actividad de Extendido de material suelto el rendimiento calculado por el fabricante es de 3840 m3/día, el rendimiento obtenido de campo es de 2944 m3/día.

b) Excavadora sobre orugas

En el Anexo N.º 11 se puede apreciar el resumen de estudios realizados por diferentes tesis las cuales calcularon rendimientos para actividades diferentes con un EXCAVADORA sobre orugas. Del Anexo N.º 11 observamos que en la ficha N.º 1 en la actividad de Excavación de material suelto, el rendimiento obtenido por el fabricante es de 602.20 m3/día, el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 701.52 m3/día, el rendimiento obtenido de campo es de 804 m3/día y el rendimiento obtenido del libro “Manual de la Construcción” es de 1240 m3/día. Para los datos de la ficha N°1 se elaboró la figura N°36, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

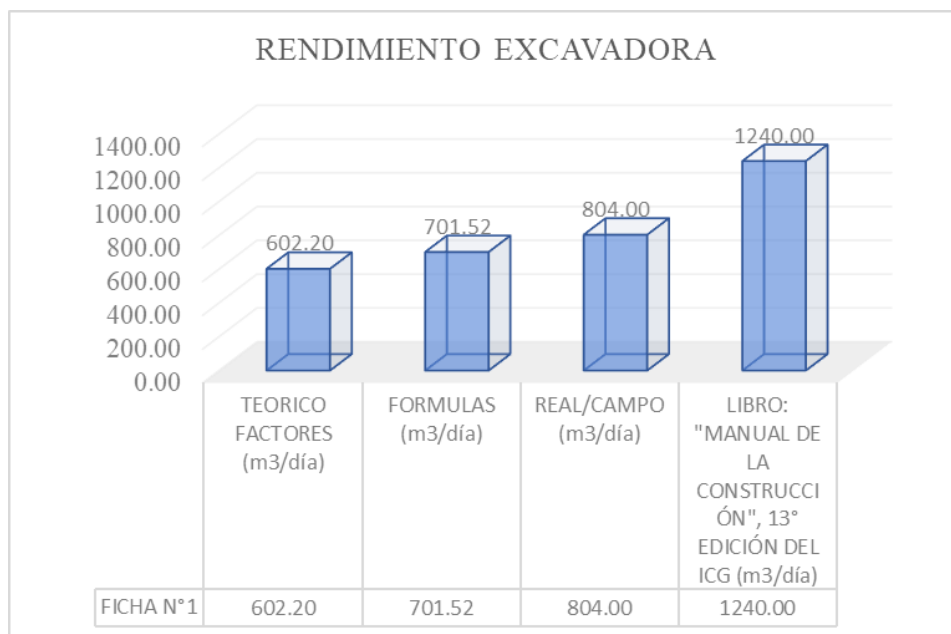


Figura 36: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 1

Fuente: Elaboración propia

En la ficha N°3 en la actividad de movimiento de tierras con material suelto (mineral), el rendimiento calculado por el fabricante es de 1035.84 m³/día, el rendimiento obtenido de campo es de 651.96 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Manual de la Construcción” es de 840 m³/día. Para los datos de la ficha N°1 se elaboró la figura N°37, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

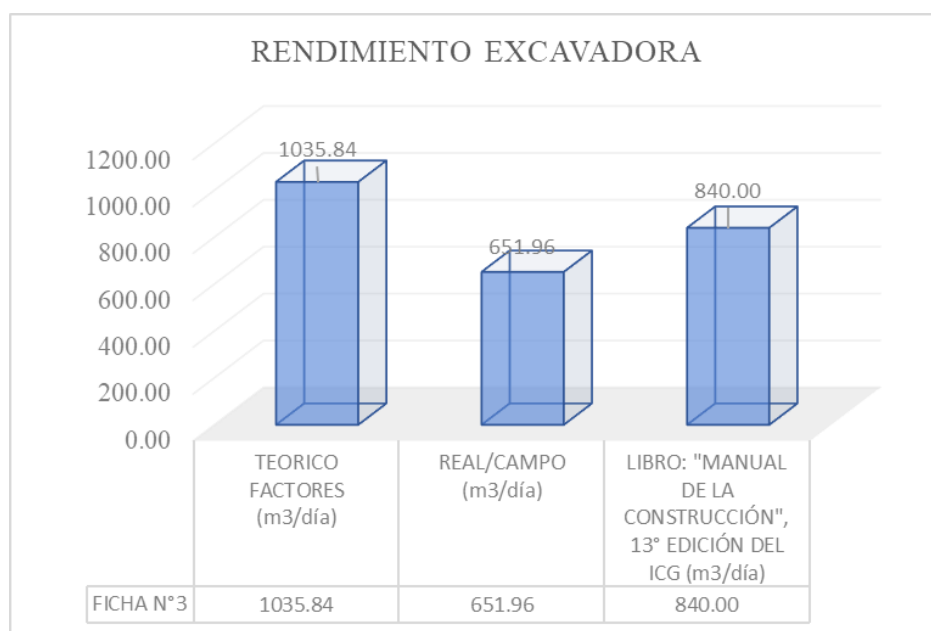


Figura 37: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 3

Fuente: Elaboración propia

En la ficha N°4 en la actividad de carguío con material suelto (arcilla) el rendimiento dado por el fabricante es de 1319.68 m³/día, el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 1757.11 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Manual de la Construcción” es de 1230 m³/día. Para los datos de la ficha N°4 se elaboró la figura N°38, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

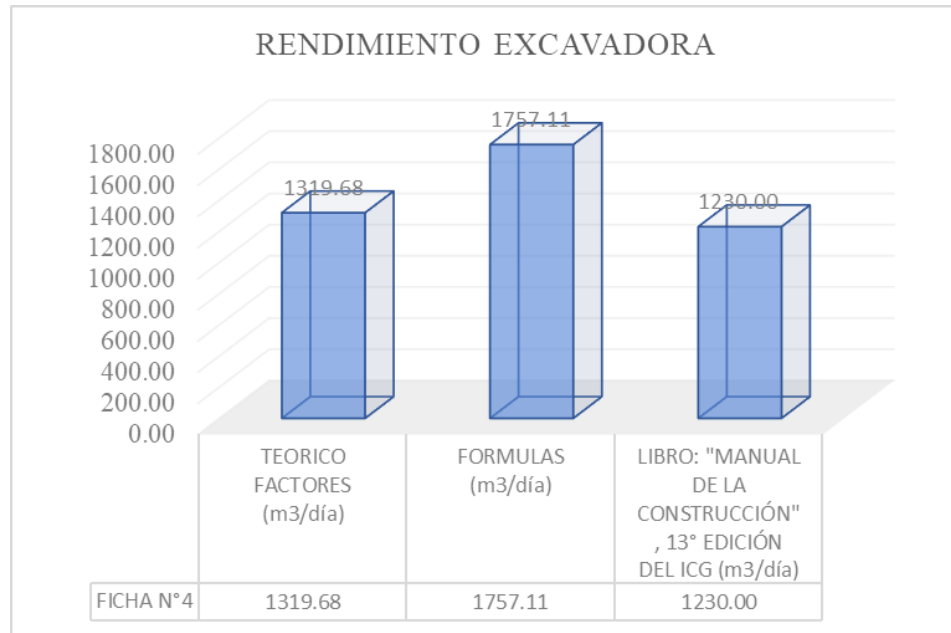


Figura 38: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 4

Fuente: Elaboración propia

En la ficha N°5 en la actividad de relleno de zanjas el rendimiento real obtenido es de 697.68 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Manual de la Construcción” es de 550 m³/día. Para los datos de la ficha N°5 se elaboró la figura N°39, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

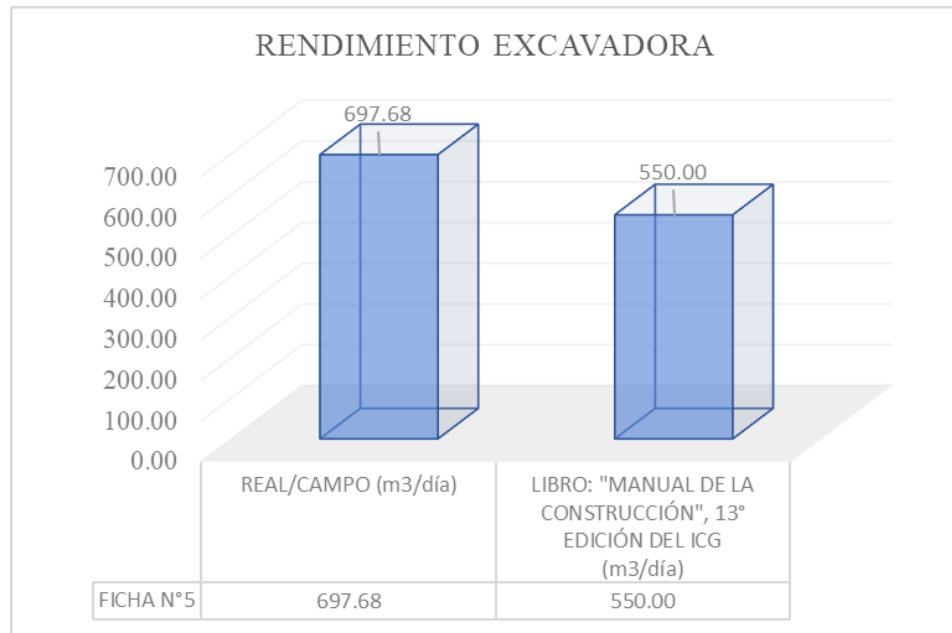


Figura 39: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 5

Fuente: Elaboración propia

En la ficha N°6 en la actividad de Conformación de talud con material suelto el rendimiento dado por el fabricante es de 2520 m³/día, el rendimiento obtenido de campo es de 1160 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Manual de la Construcción” es de 1430 m³/día. Para los datos de la ficha N°6 se elaboró la figura N°40, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

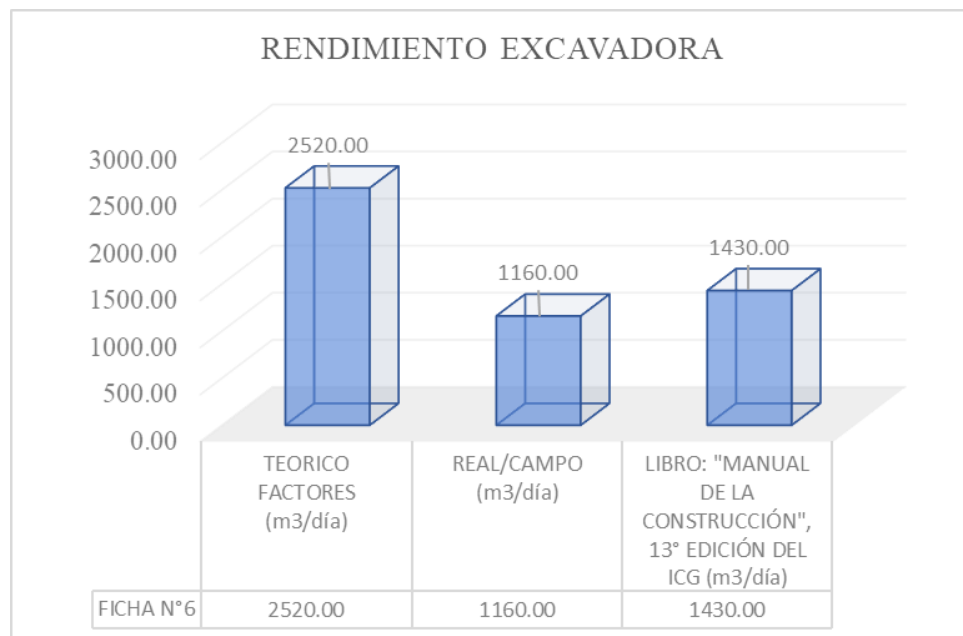


Figura 40: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 6

Fuente: Elaboración propia

En la ficha N°7 en la actividad de excavación del material tipo arena arcilloso el rendimiento dado por el fabricante es de 560 m³/día, el rendimiento obtenido de campo es de 513.20 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Costos y tiempos en carretera” es de 840 m³/día. Para los datos de la ficha N°7 se elaboró la figura N°41, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

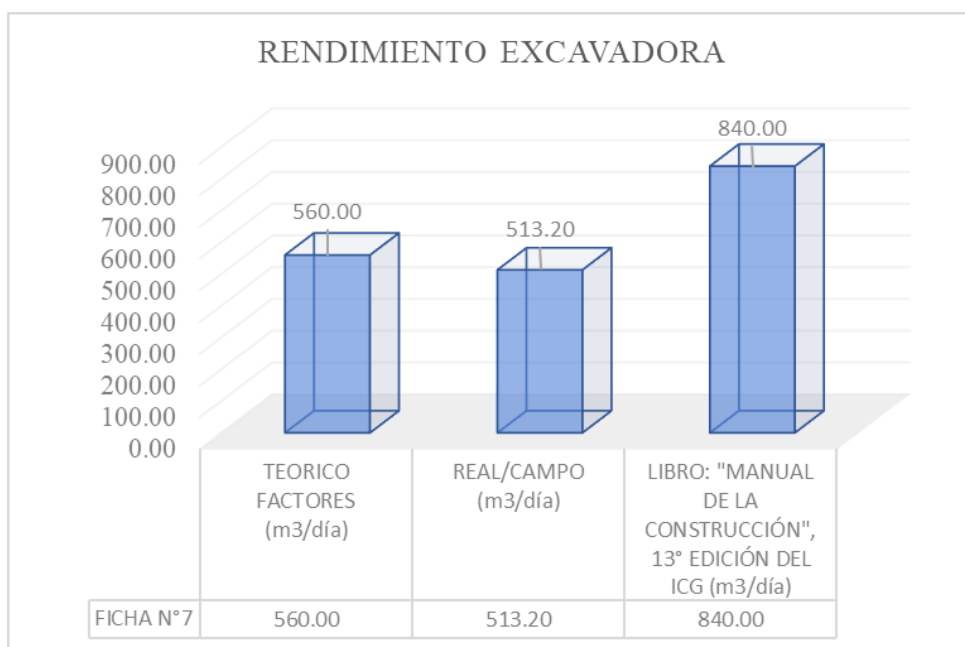


Figura 41: Rendimientos de Excavadora sobre orugas Ficha N.º 7

Fuente: Elaboración propia

c) Cargador frontal

En el Anexo N.º 12 se puede apreciar el resumen de estudios realizados por diferentes tesis las cuales calcularon rendimientos para actividades diferentes con un CARGADOR FRONTAL sobre ruedas. Del Anexo N.º 12 observamos que en la ficha N.º 3 en la actividad de Movimiento de tierras de material suelto (mineral) el rendimiento dado por el fabricante es de 744 m³/día, el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 548.76 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Manual de la Construcción” es de 750 m³/día.

Para los datos de la ficha N°3 se elaboró la figura N°42, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

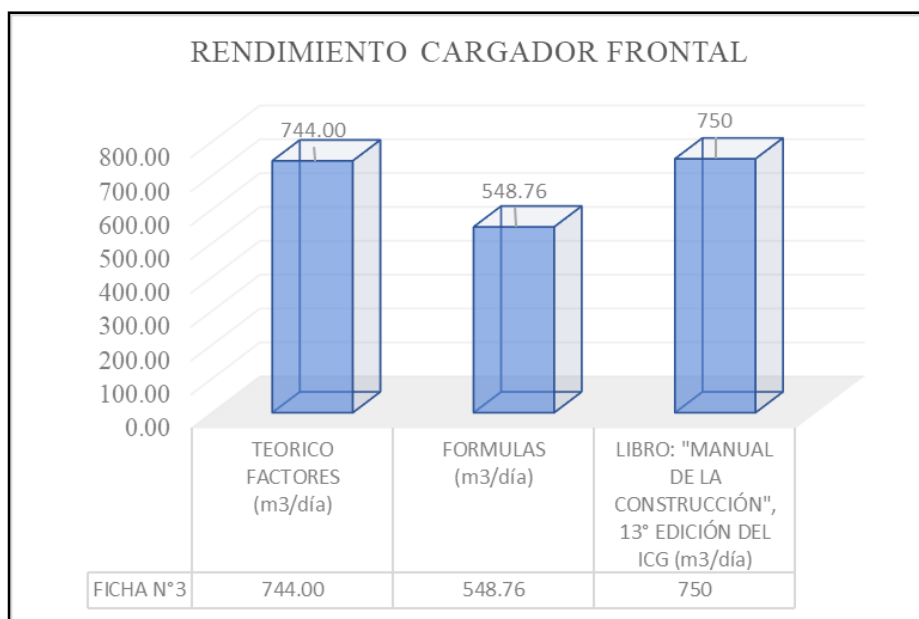


Figura 42: Rendimientos de Cargador frontal Ficha N.º 3

Fuente: Elaboración propia

En la ficha N.º 4 en la actividad de carguío de tierra suelta con arcilla el rendimiento dado por el fabricante es de 2063.68 m³/día, el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 1984.31 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Manual de la Construcción” es de 1180 m³/día. Para los datos de la ficha N°4 se elaboró la figura N°43, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

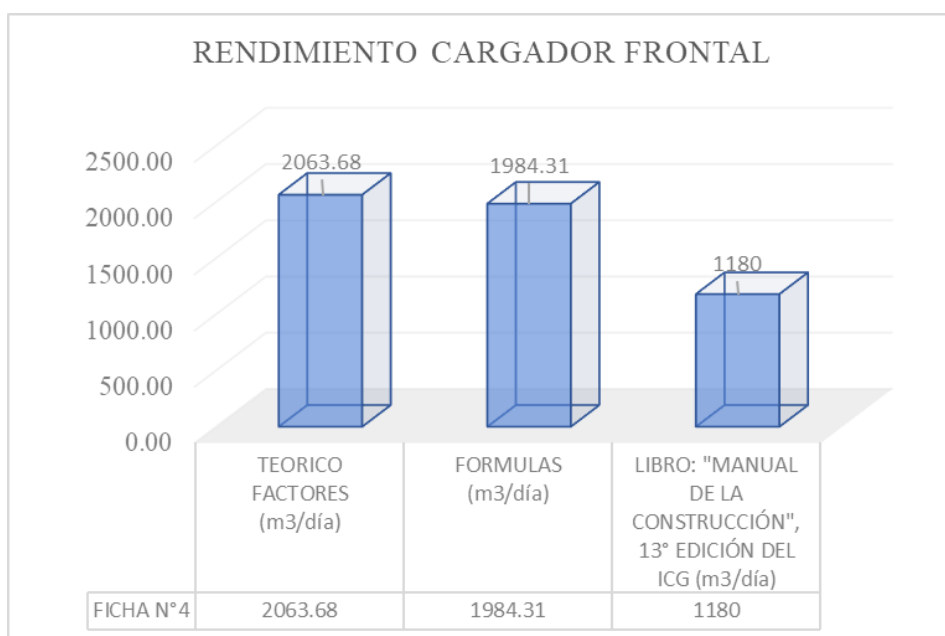


Figura 43: Rendimientos de Cargador frontal Ficha N.º 4

Fuente: Elaboración propia

En la ficha N.º 6 en la actividad de carguío de material suelto el rendimiento dado por el fabricante es de 3200 m³/día, el rendimiento obtenido de campo es de 2552 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Manual de la Construcción” es de 1290 m³/día. Para los datos de la ficha N.º6 se elaboró la figura N.º44, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

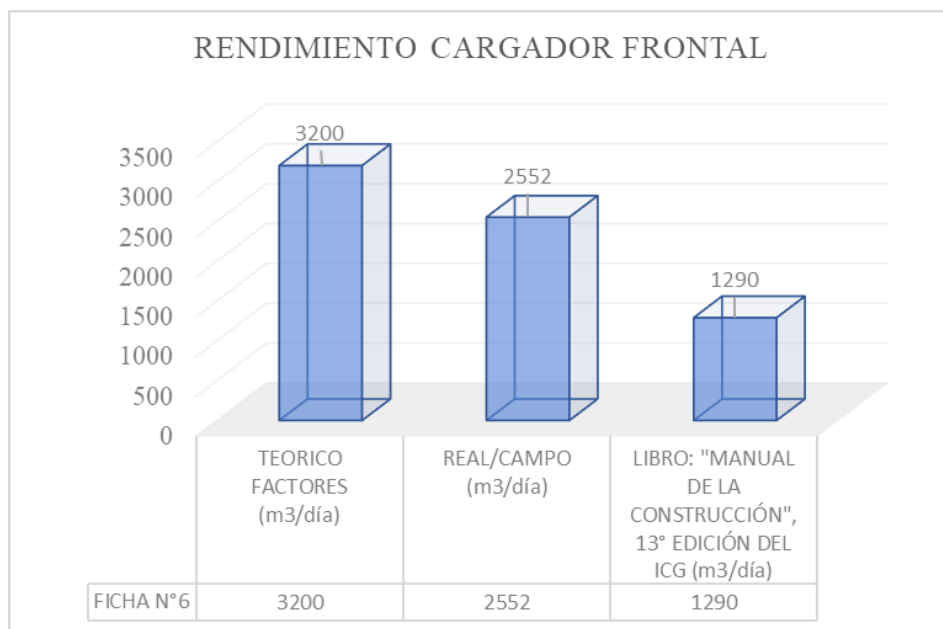


Figura 44: Rendimientos de Cargador frontal Ficha N.º 6

Fuente: Elaboración propia

d) Motoniveladora

En el Anexo N.º 13 se puede apreciar el resumen de estudios realizados por diferentes tesis las cuales calcularon rendimientos para actividades diferentes con un MOTONIVELADORA. Del Anexo N.º 13 observamos que en la ficha N.º 1 para la actividad de Nivelación de terreno con material suelto el rendimiento dado por el fabricante es de 1445.78 m³/día, el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 1272.89 m³/día, el rendimiento obtenido de campo es de 1260 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Costos y tiempos en carretera” es de 1101 m³/día. Para los datos de la ficha N.º1 se elaboró la figura N.º45, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

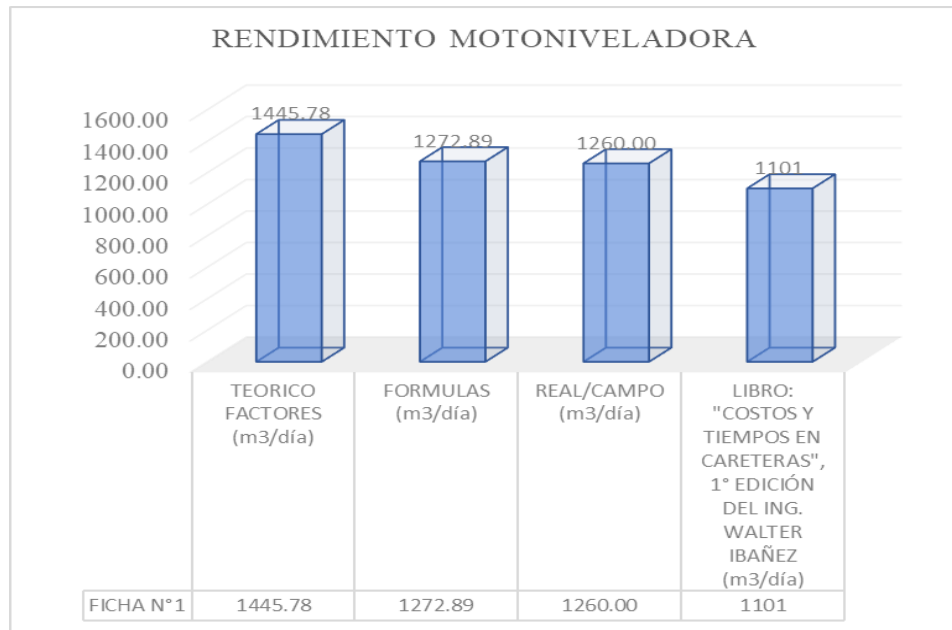


Figura 45: Rendimientos de Motoniveladora Ficha N.º 1

Fuente: Elaboración propia

En la ficha N.º 2 en la actividad de Nivelación de terreno con material suelto el rendimiento dado por el fabricante es de 1080 m³/día, el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 1728 m³/día, el rendimiento obtenido de campo es de 960 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Costos y tiempos en carretera” es de 1077 m³/día. Para los datos de la ficha N°2 se elaboró la figura N° 46, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

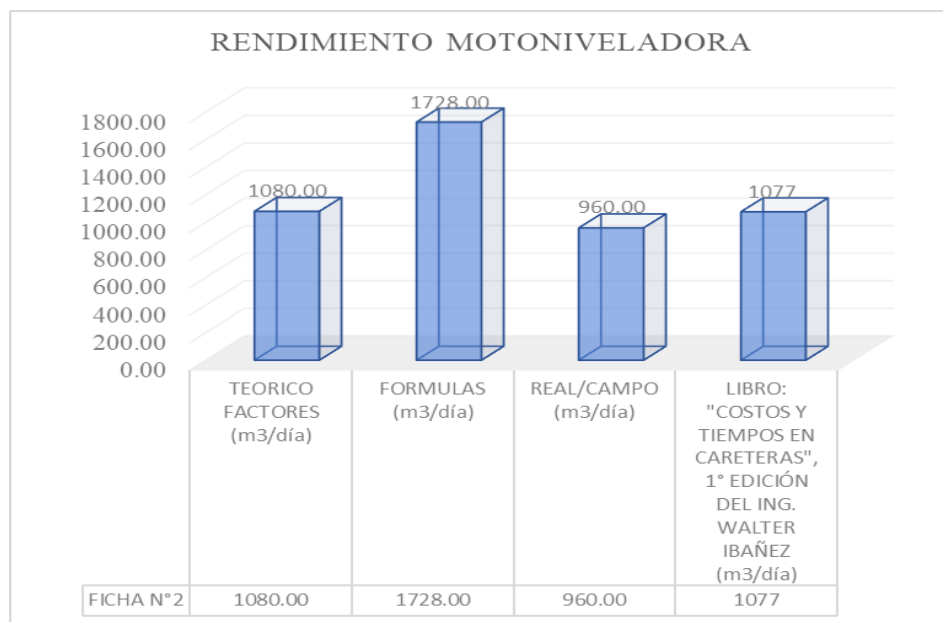


Figura 46: Rendimientos de Motoniveladora Ficha N.º 2

Fuente: Elaboración propia

En la ficha N.º 5 en la actividad de colocación de subbase con espesor de 20cm con suelo granular el rendimiento obtenido del fabricante es de 840 m³/día, el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 933.33 m³/día, el rendimiento obtenido de campo es de 448 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Costos y tiempos en carretera” es de 1077 m³/día. Para los datos de la ficha N.º5 se elaboró la figura N.º47, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

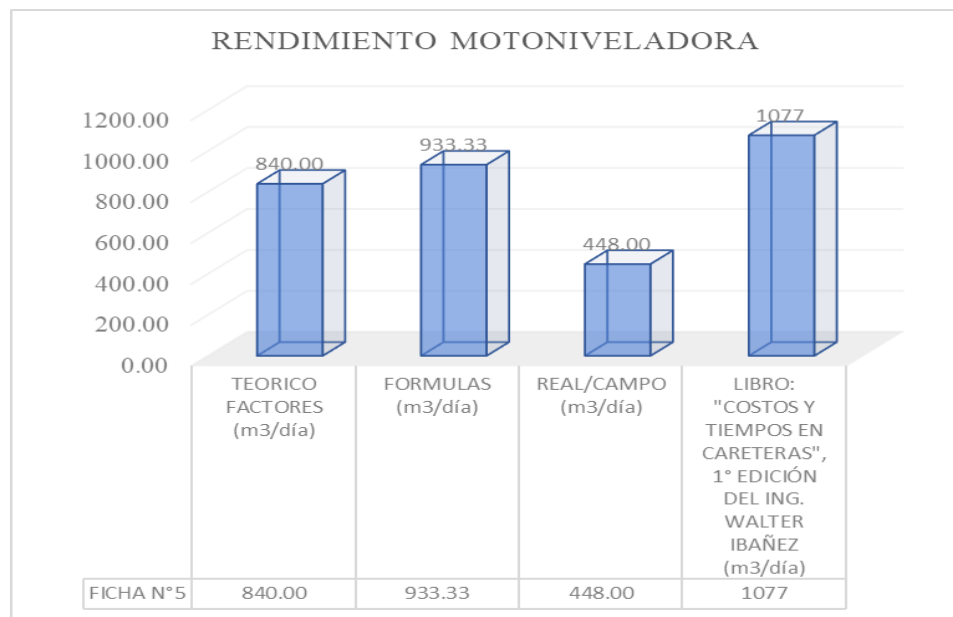


Figura 47: Rendimientos de Motoniveladora Ficha N.º 5

Fuente: Elaboración propia

En la ficha N.º 5 para la actividad de conformación de cunetas el rendimiento obtenido de campo es de 2057.28 m³/día y el rendimiento obtenido del libro “Costos y tiempos en carretera” es de 3290 m³/día. Para los datos de la ficha N.º5 se elaboró la figura N.º 48, siendo de fácil lectura para el respectivo análisis.

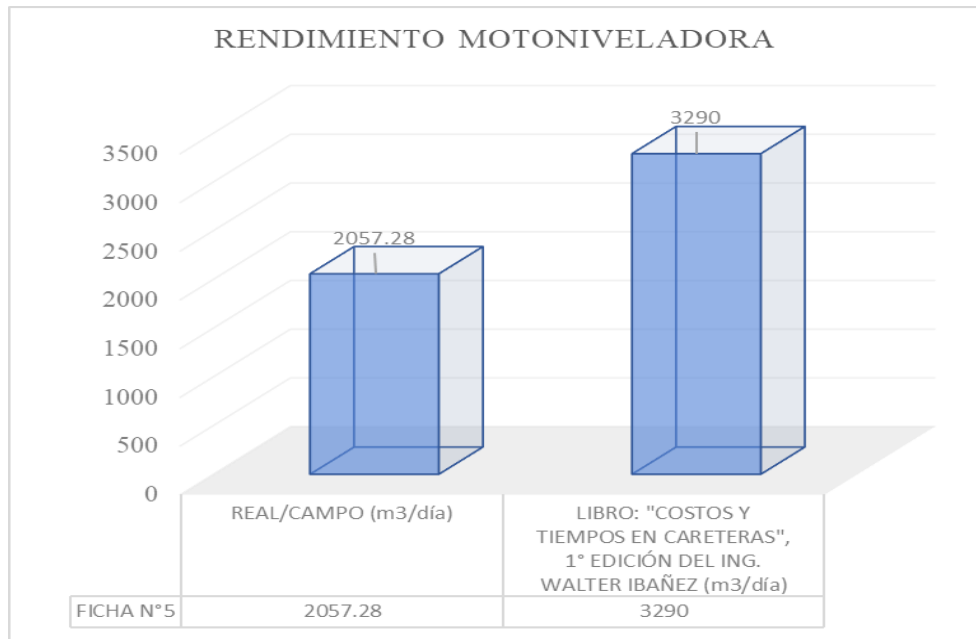


Figura 48: Rendimientos de Motoniveladora Ficha N.º 5

Fuente: Elaboración propia

e) Rodillo vibratorio

En el Anexo N.º 14 se puede apreciar el resumen de estudios realizados por diferentes testistas las cuales calcularon rendimientos para actividades diferentes con un RODILLO VIBRATORIO tipo liso.

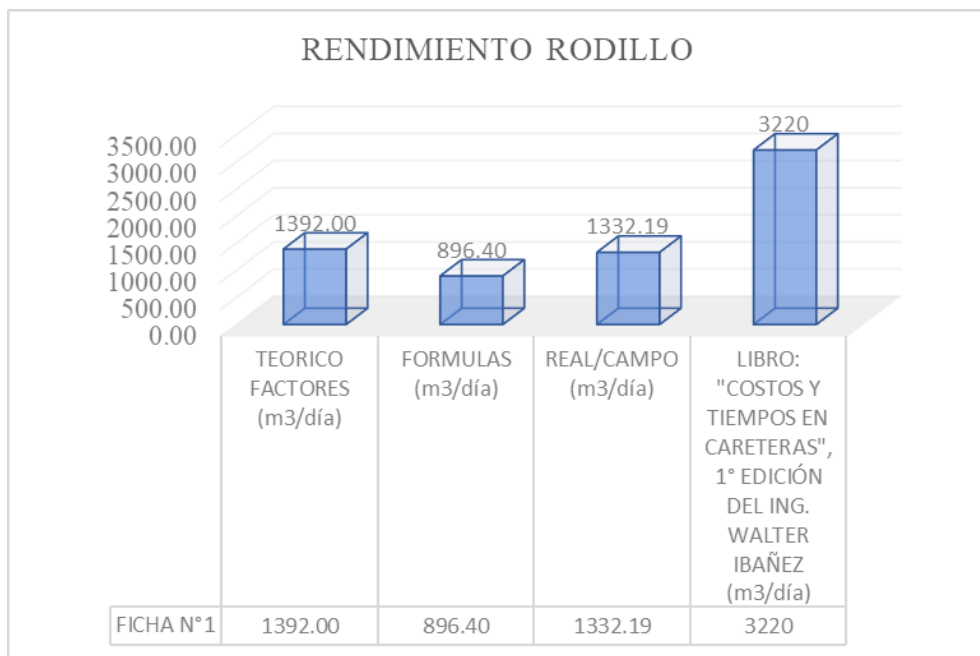


Figura 49: Rendimientos de Rodillo vibratorio Ficha N.º 1

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 49 se muestra gráficamente la comparación de rendimientos de la ficha N° 1 la cual realizó la actividad de compactación del material de relleno con material suelto, siendo el rendimiento teórico afectado por factores de 1392 m³/día, el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 896.40 m³/día, el rendimiento real u obtenido de campo es de 1332.19 m³/día y rendimiento según (Ibáñez, 2011) es de 3220 m³/día.

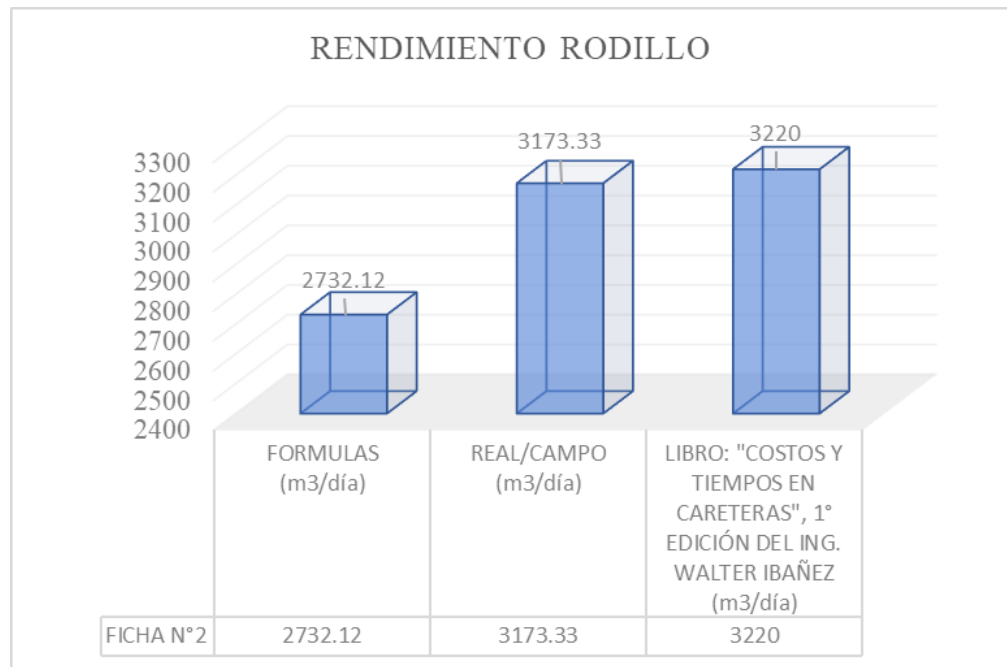


Figura 50: Rendimientos de Rodillo vibratorio (92 Hp) Ficha N.º 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°50 se muestra gráficamente la comparación de rendimientos de la ficha N°2 la cual realizó la actividad de compactación del material de relleno con material suelto(tierra) siendo el rendimiento calculado mediante fórmulas fue de 2732.12 m³/día, el rendimiento real u obtenido de campo fue de 3173.33 m³/día y rendimiento según (Ibáñez, 2011) resultó ser 3220 m³/día.

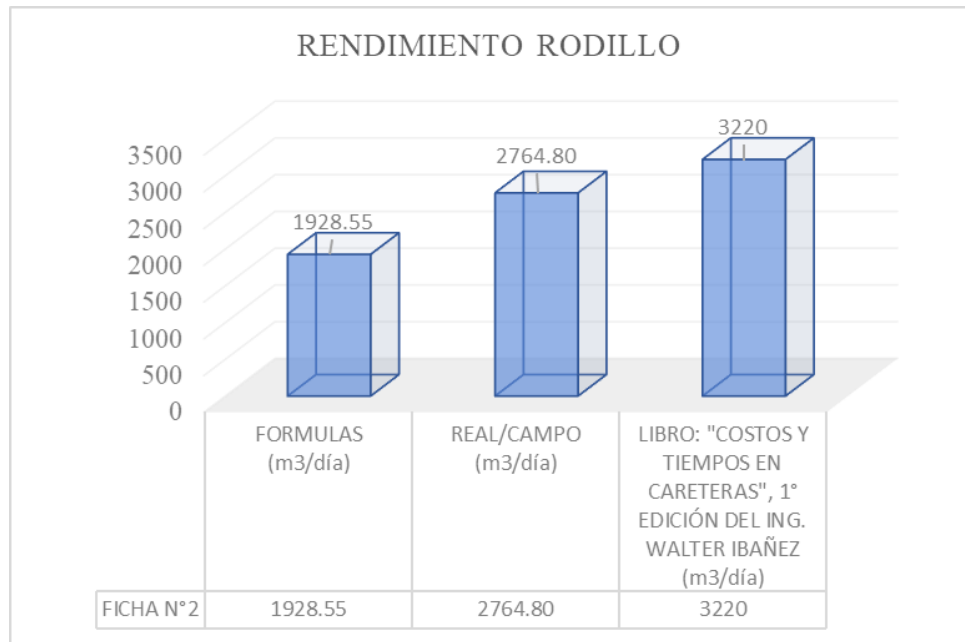


Figura 51: Rendimientos de Rodillo vibratorio Ficha (53.6 Hp) N.º 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°51 se muestra gráficamente la comparación de rendimientos de la ficha N°2 la cual realizó la actividad de compactación del material de relleno con material suelto (tierra) obteniendo el rendimiento calculado mediante fórmulas de 1928.55 m3/día, el rendimiento real u obtenido de campo fue de 2764.80 m3/día y rendimiento según (Ibañez, 2011) resultó ser 3220 m3/día.

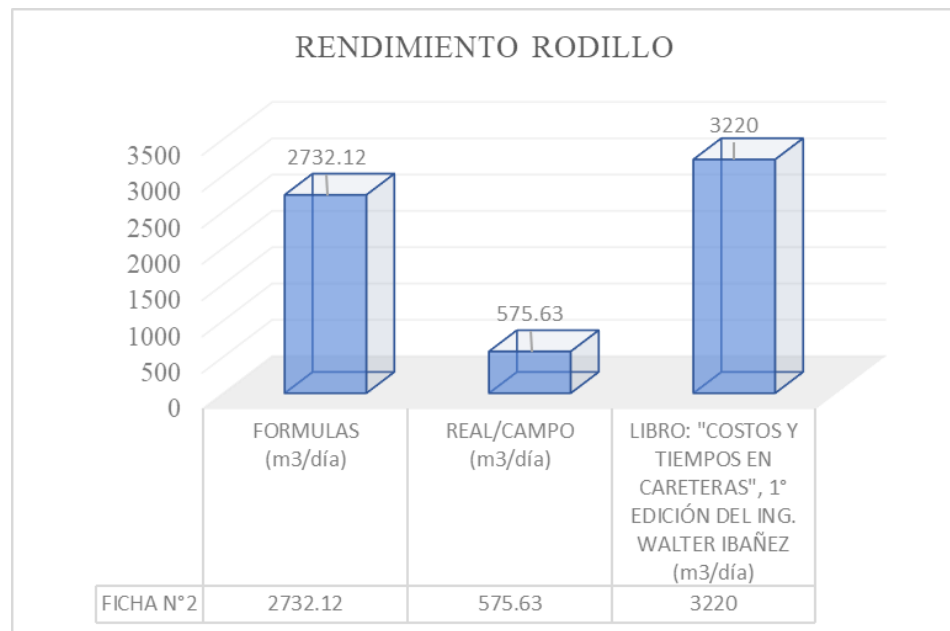


Figura 52: Rendimientos de Rodillo vibratorio (92 Hp) Ficha N.º 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°52 se muestra gráficamente la comparación de rendimientos de la ficha N°2 la cual realizó la actividad de compactación del material de relleno con material suelto (tierra), siendo el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 2732.12 m³/día, el rendimiento real u obtenido de campo es de 575.63 m³/día y rendimiento según (Ibáñez, 2011) resultó ser 3220 m³/día.

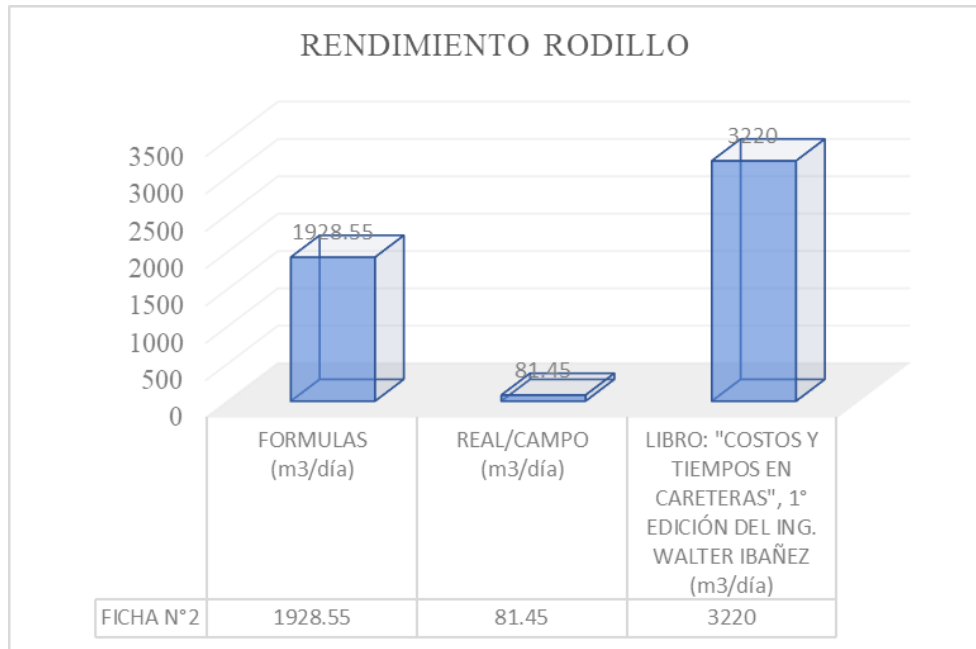


Figura 53: Rendimientos de Rodillo vibratorio (93 Hp) Ficha N.º 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°53 se muestra gráficamente la comparación de rendimientos de la ficha N°2 la cual realizó la actividad de compactación del material de relleno con material suelto (tierra), siendo el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 1928.55 m³/día, el rendimiento real u obtenido de campo es de 81.45 m³/día y rendimiento según (Ibáñez, 2011) resultó ser 3220 m³/día.

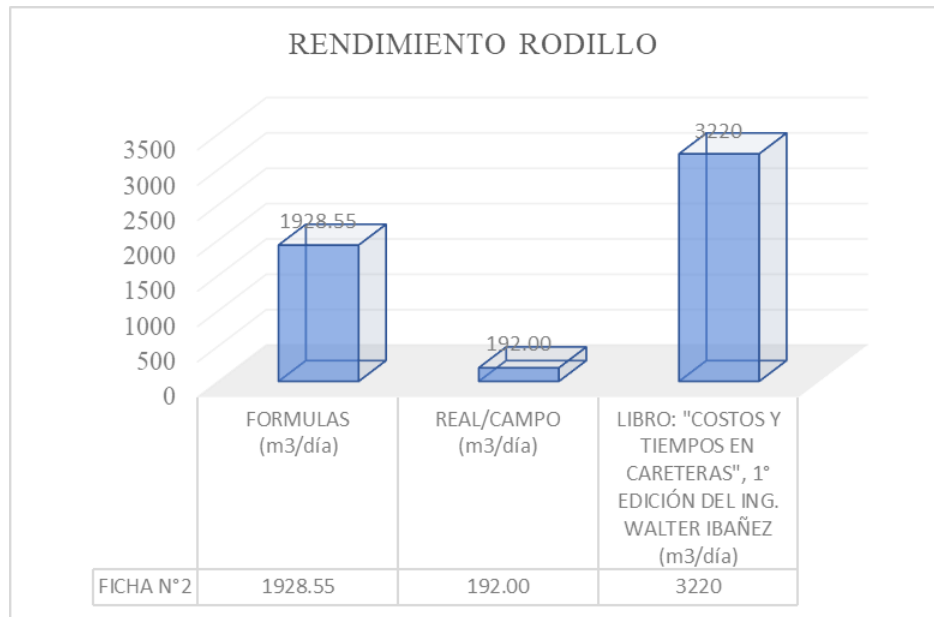


Figura 54: Rendimientos de Rodillo vibratorio (53.6 Hp) Ficha N.º 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°54 se muestra gráficamente la comparación de rendimientos de la ficha N°2 la cual realizó la actividad de compactación del material de relleno con material suelto (tierra), siendo el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 1928.55 m³/día, el rendimiento real u obtenido de campo es de 192 m³/día y rendimiento según (Ibañez, 2011) resultó ser 3220 m³/día.

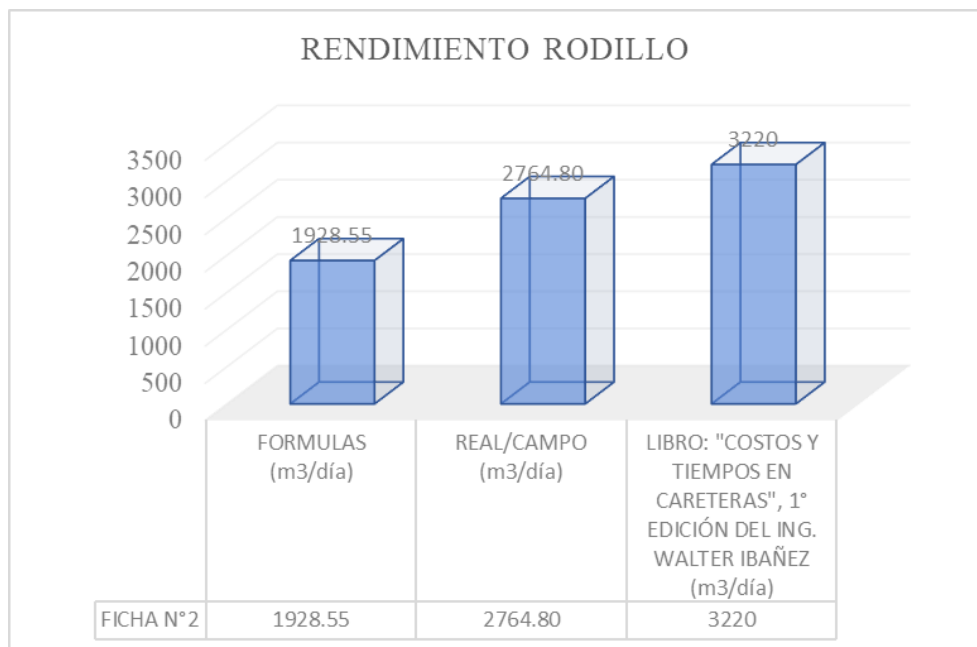


Figura 55: Rendimientos de Rodillo vibratorio (44 Hp) Ficha N.º 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°55 se muestra gráficamente la comparación de rendimientos de la ficha N°2 la cual realizó la actividad de compactación del material de relleno con material suelto (tierra), siendo el rendimiento calculado mediante fórmulas es de 1928.55 m³/día, el rendimiento real u obtenido de campo es de 2764.80 m³/día y rendimiento según (Ibáñez, 2011) resultó ser 3220 m³/día.

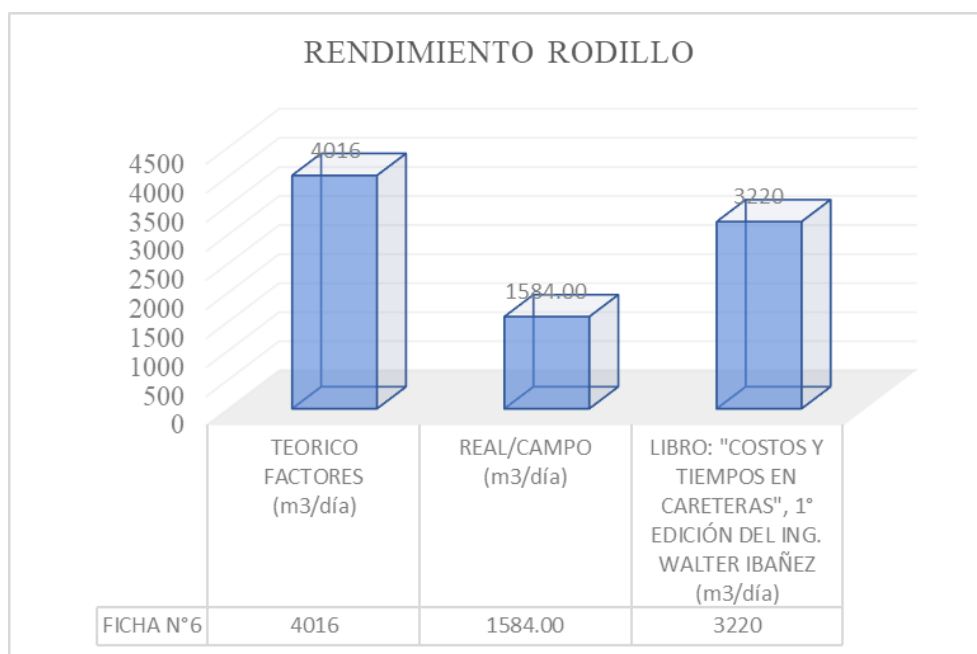


Figura 56: Rendimientos de Rodillo vibratorio Ficha N.º 6

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°56 se muestra gráficamente la comparación de rendimientos de la ficha N°2 la cual realizó la actividad de compactación del material de relleno con material suelto (tierra), siendo el rendimiento teórico afectado por factores s de 4016 m³/día, el rendimiento real u obtenido de campo es de 1584 m³/día y rendimiento según (Ibáñez, 2011) resultó ser 3220 m³/día.

f) Volquete

En el Anexo N.º 15 se puede apreciar el resumen de estudios realizados por diferentes tesis las cuales calcularon rendimientos para actividades diferentes con un VOLQUETE.

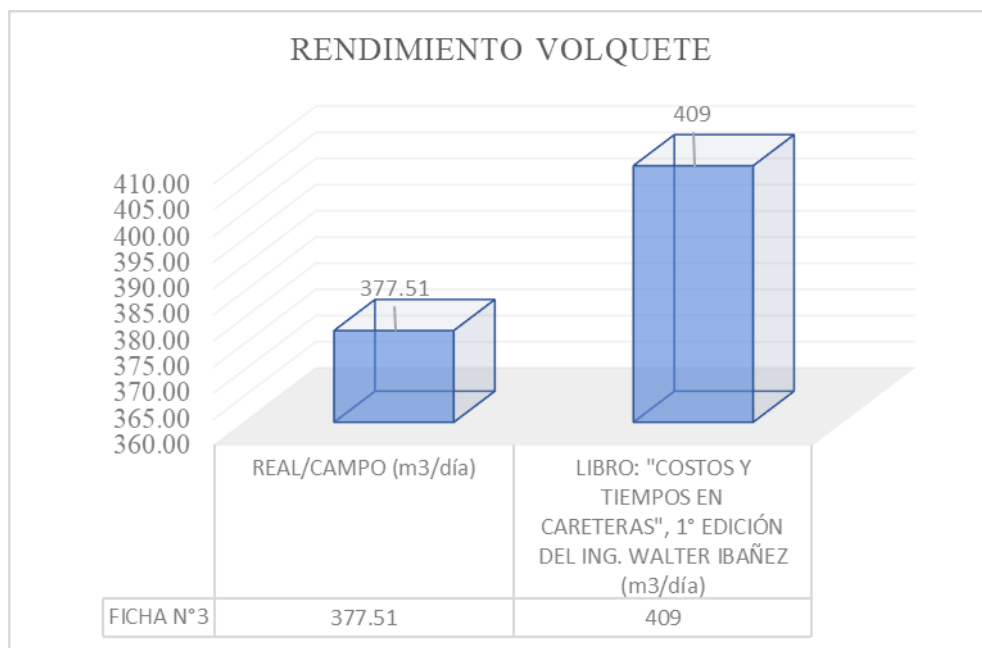


Figura 57: Rendimiento Volquete Ficha N.º 3

Fuente: Elaboración propia

En la figura N.º 57 se muestra gráficamente la comparación de rendimientos de la ficha N.º3 siendo el rendimiento real u obtenido de campo es de 377.51 m³/día y rendimiento según (Ibáñez, 2011) es de 409 m³/día.

5.2 Rendimiento de equipo de conservación vial según fabricantes

Se utilizó el manual del fabricante Caterpillar y se calculó el rendimiento de los equipos para las partidas que se aplican en la conservación vial. Los cálculos detallados se encuentran en el anexo N.º 16,17,18 y 19.

Con la finalidad de tener un elemento de control de los rendimientos calculados, se utilizaron las fichas de intervención vial de la provincia de Cajatambo, Lima tales como: LM – 592 tramo I de Tumac a Mangas, CA – 501 tramo desde Cochas a Tocanca y CA – 507 tramo de Cp. Cahua a Cp. Huamanqui.

Se comparó el rendimiento calculado por el manual del fabricante y el rendimiento obtenido de los planes viales; por cada equipo que intervino en los proyectos.

a) Tractor de orugas

Para el tractor de oruga modelo D7R y una distancia de acarreo de 75 m, el rendimiento obtenido aplicando los factores de corrección es igual a 82.92 m³/h. Y al compararlo con los equipos utilizados en la conservación vial nos dio el siguiente resultado:

EQUIPO							
Tractor a oruga							
Proyecto	PARTIDA	Altitud	Potencia (HP)	Rendimiento planes viales m3/h	Rendimiento por el fabricante m3/h	Modelo	Potencia (HP)
LM - 592	CORTE EN MATERIAL SUELTO	2600	190-240	47.39	82.92	D7R	230
	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA ESTABILIZADO E=0.15M						
	Extracción y apilamiento	2600	190-240	68.97	82.92	D7R	230
CA - 507	CORTE EN MATERIAL SUELTO		190-240	56.18	82.92	D7R	
	CAPA NIVELANTE E=0.05 M					D7R	230
	Extracción y apilamiento	2000	190-240	75.19	82.92	D7R	230
	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA ESTABILIZADO E=0.15 M					D7R	
	Extracción y apilamiento	2000	190-240	75.19	82.92	D7R	230

Figura 58: Rendimientos del tractor de oruga vs. Plan viales

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento de los equipos como es el caso del tractor a orugas depende de la potencia del motor y distancia de acarreo, el cual se obtiene de los gráficos de rendimiento del fabricante. A este rendimiento se le debe aplicar los factores de corrección por eficiencia del operador, tipo de material, método de empuje por zanja, eficiencia de trabajo, etc. Los cuales nos arrojan finalmente el rendimiento del fabricante. Como puede verse en el anexo 16.

b) Excavadora sobre orugas

Para el modelo 320D y un tiempo de ciclo igual a 0,23 se comparó el rendimiento dado por el fabricante que fue 234 m3/h y el dado por el plan vial. Y al compararlo con los equipos utilizados en la conservación vial nos dio el siguiente resultado:

EQUIPO								
Excavadora sobre oruga								
Proyecto	PARTIDA	Altitud	Potencia (HP)	Tipo de material	Rendimiento planes viales m3/h	Rendimiento por el fabricante m3/h	Modelo	Potencia (HP)
CA - 501	Capa nivelante e=0.5m	4107.74	225	Material suelto	125.00	234.00	320D	148

Figura 59: Rendimientos de la excavadora sobre oruga vs. Plan viales

Fuente: Elaboración propia

Para el rendimiento de la excavadora sobre oruga se observó que esta depende de los tiempos de ciclo de la máquina obtenida de las tablas del fabricante y la capacidad del cucharón dependiendo el modelo de equipo a utilizar en determinada actividad. A este rendimiento se le aplicó los factores de corrección

por eficiencia del operador los cuales arrojaron finalmente el rendimiento del fabricante. Como puede verse en el anexo 17.

c) Cargador frontal

Para el modelo 928G se halló el rendimiento dado por el fabricante y se comparó con el obtenido mediante los planes viales.

EQUIPO							
Cargador frontal							
Proyecto	PARTIDA	Altitud	Potencia (HP)	Rendimiento planes viales m3/h	Rendimiento por el fabricante m3/h	Modelo	Potencia (HP)
LM - 592	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA ESTABILIZADO E=0.15M						
	Zarandeo	2600	125	93.46	135.00	968G	125
CA - 501	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO	4107.74	100-115	25.51	135.00	968G	125
	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA A 1KM	4107.74	100-115	62.50	135.00	968G	125
	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA A 1KM	4107.74	100-115	87.72	135.00	968G	125
	RECONFORTACION DE CUNETAS	4107.74	100-115	112.36	135.00	968G	125
CA - 507	CAPA NIVELANTE E=0.05 M						
	Zarandeo	2000	125	93.46	135.00	968G	125
	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA Zarandeo	2000	125	87.72	135.00	968G	125

Figura 60: Rendimiento de cargador frontal vs. Plan viales

Fuente: Elaboración propia

Para el rendimiento del cargador frontal se estimó el tiempo de ciclos de trabajo de la máquina obtenida del fabricante encontrándose entre 0,45 a 0,55 respectivamente, estos valores comprenden a la carga, descarga y maniobra. Luego se halló el modelo de equipo empleado tomando de referencia la potencia del equipo dado en los planes viales, de esta manera se obtuvo la capacidad del cucharón y con ello el rendimiento dado por el fabricante mediante las tablas. A este rendimiento se le aplicó los factores de corrección por eficiencia del operador y factor de carga del cucharón los cuales nos arrojaron finalmente el rendimiento del fabricante. Como puede verse en el anexo 18

d) Motoniveladora

Para una motoniveladora de modelo 120H y potencia de 125 HP se comparó el hallado mediante el manual del fabricante y el hallado de los planes viales dando lo siguiente figura:

EQUIPO								
Motoniveladora								
Proyecto	PARTIDA	Altitud	Base espesor	Potencia (HP)	Rendimiento planes viales m3/h	Rendimiento dado por el fabricante m3/h	Modelo	Potencia (HP)
LM - 592	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA ESTABILIZADO e=0.15m	2600	0.15	125	40	297.37	120 H	125
CA - 501	CAPA NIVELANTE E:0.05m		0.05	125	125	396.49	120 H	125
CA - 501	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO e=0.15m	4108	0.15	125	25.51	198.24	120H	125
CA - 507	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA ESTABILIZADO E=0.15 M	2000	0.15	125	40.00	297.37	120H	125

Figura 61: Rendimientos de la motoniveladora vs. Plan viales

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento de los equipos para el caso de la motoniveladora se halló obteniendo la velocidad de operación para cada actividad, longitud efectiva de hoja, ancho de superposición dado del manual del fabricante que generalmente es 0.6m y la eficiencia del trabajo que se encuentra entre 0,70 y 0,85. De esta se aplicó la fórmula 9 y de esta manera se obtuvo el rendimiento el cual puede observarse en el anexo 19.

5.3 Factores que afectan el rendimiento del equipo

De las tesis ya antes mencionadas se elaboró un cuadro resumen (ver Anexo N°20) donde cada tesista indicó los factores que influyen en el rendimiento del equipo para el proyecto teniendo así una gama de factores que afectan la productividad del equipo. En el Anexo N°21 se representó gráficamente el cuadro anterior realizado para un mejor análisis.

En la figura N.º 62 se observa el resumen gráfico la cual contiene factores que afectan la productividad del equipo indistintamente del tipo de equipos usados, las cuales consideran que de las 7 tesis revisadas 6 de ellos consideraron la formación del operador, 4 de ellas la pendiente de terreno, 4 consideraron la altitud y temperatura, 3 de ellos consideraron esponjamiento del material y resistencia al rodamiento, 2 consideraron el tipo de material, y por último uno el número de pasadas.

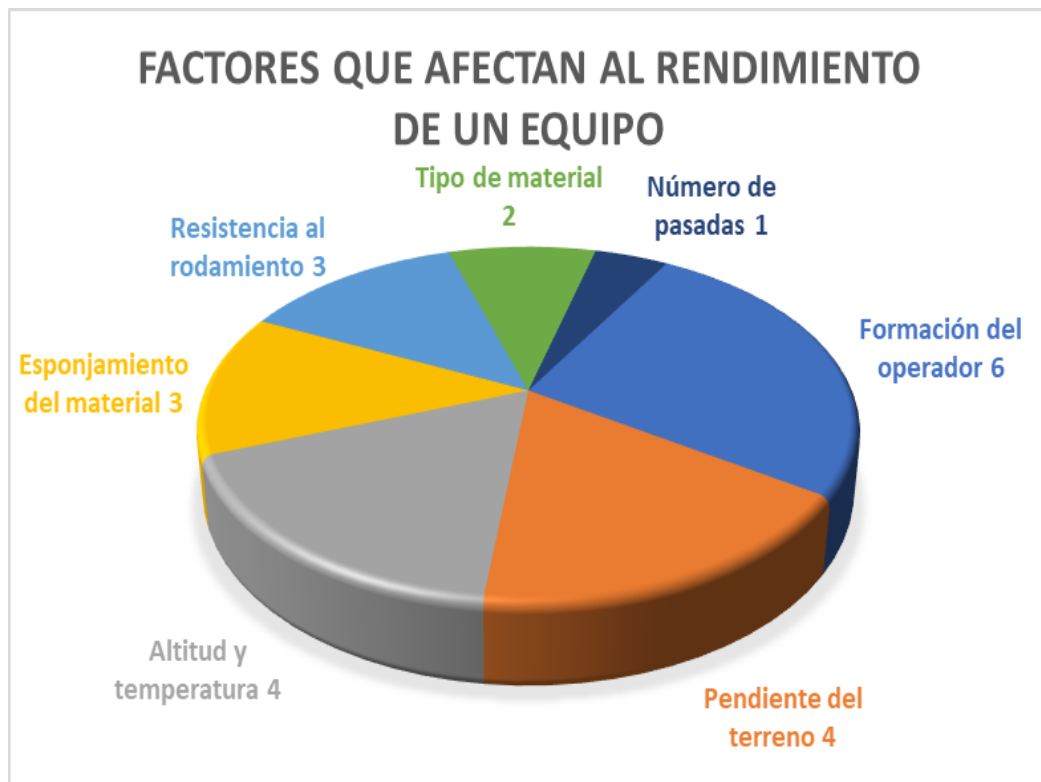


Figura 62: Factores que afectan el Rendimiento en un equipo

Fuente: Elaboración propia

Se elaboró la figura N°63, en la cual se puede apreciar que 5 de los 7 testistas consideran que el mantenimiento de los equipos afectan el rendimiento de un equipo, 4 considerarán que la administración y organización de la obra además del clima, 3 considerarán la falta de supervisión al realizar el trabajo, 2 considerarán la repetitiva interrupción del operador, la excesiva rotación de personal asignado para la actividad, la economía general, el uso de equipo adecuado para las actividades a realizar y el uso de simuladores para calcular el rendimiento del equipo. Solo uno de los testista indicó otros factores como sobretiempos, congestionamiento de unidades, calentamiento de máquina, antigüedad del equipo, acarreo, tipo de contrato, sindicalismo, dificultad de trabajo, riesgo y el orden y aseo.

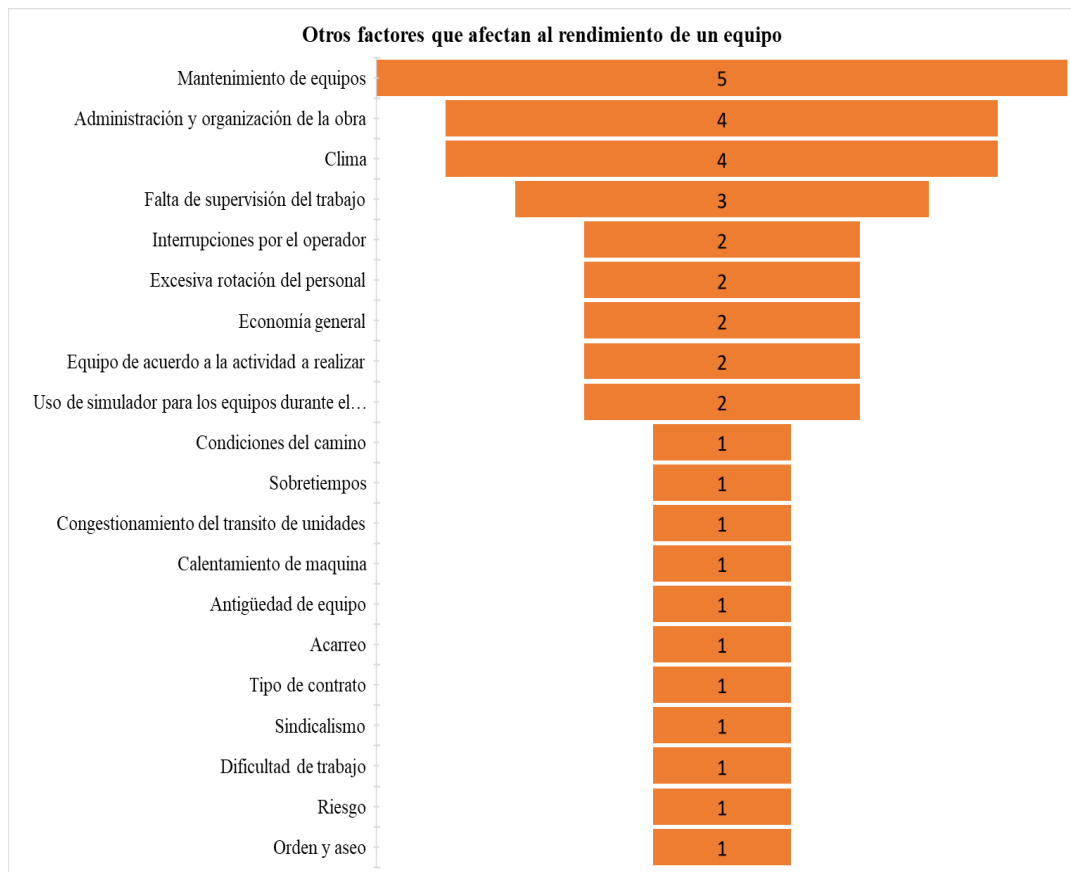


Figura 63: Otros factores que afectan el Rendimiento en un equipo

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se elaboró la Figura N° 64 la cual contiene los factores que se deben considerar en cada tipo de equipo usado.

FACTORES	EQUIPOS					
	EXCAVADORA	TRACTOR	CARGADOR FRONTAL	MOTONIVELADORA	RODILLO	VOLQUET E/CISTERN A
Capacidad del cucharón/equipo	X	X	X			X
Capacidad del operador	X	X	X	X	X	
Tipo de material	X	X	X			X
Eficiencia de Trabajo	X	X	X	X	X	
Altitud terreno	X	X	X	X	X	X
Visibilidad	X	X				
Maniobra	X	X	X	X		
Factor acarreo/carga	X		X			
Factor volumetrico	X	X	X			X
Tiempo de ciclo	X			X		X
Factor de llenado del cucharón	X	X	X			
Factor esponjamiento/abundamiento	X	X	X			X
Distancia de empuje/trabajo		X		X		
Peniente del terreno	X	X		X	X	X
Tipo de hoja		X				
Velocidad de trabajo		X		X	X	X
Numero de pasadas				X	X	
Área de trabajo				X	X	
Longitud de hoja				X		
Superposición/traslape				X	X	
Peso de tambor					X	
Ancho de tambor					X	
Espesor de capa					X	
Distancia a fuente/cantera						X

Figura 64: Resumen de factores que afecta la productividad del equipo según tipo de equipo

Fuente: Elaboración propia

5.4 Costo horario de equipos para la conservación vial

Para obtener el Costo horario de los equipos se realizó una secuencia de cálculos para cada equipo resultando que el costo horario de una Excavadora 320D es de S/. 377.87/hora lo desarrollado se puede observar en el Anexo N.º 22, el costo horario de un Tractor 320D es de S/. 598.76/hora lo desarrollado se puede observar en el Anexo N.º 23, el costo horario de una Motoniveladora 120H es de S/. 327.77/hora lo desarrollado se puede observar en el Anexo N.º 24, el costo horario de un Cargador Frontal 986G es de S/. 372.10/hora lo desarrollado se puede observar en el Anexo N.º 24. Del Manual de Caterpillar se obtuvo el consumo de combustible (gal/hora) este dato depende del equipo a utilizar. El cálculo realizado sirvió para completar el análisis de costos unitarios (ACU). En función a los rendimientos obtenidos del

fabricante y los rendimientos del plan vial se realizaron los ACUS resultando el costo total de partida en S/. /m3, los detalles de los ACUS realizados se encuentran en los anexos N.º 30 y N.º 31. Para una mejor lectura se realizó la tabla N.º 27, en la cual presentamos los precios de las partidas con los diferentes rendimientos mencionados.

Tabla 17: Resumen de ACUS con partidas que usan equipos

Partidas	Acus	Acus
	plan vial	Caterpillar
	(S/. / m3)	(S/. / m3)
Corte en material suelto, ruta lm-592	18.21	9.26
Material granular de cantera para estabilizado e=0.15m	129.22	117.00
Agua para riego	74.56	74.56
Extracción y apilamiento	8.68	7.22
Zarandeo	3.98	2.76
Transporte de material granular ruta lm-592 hasta 1km	20.06	18.20
Carguío de material	4.24	2.76
Transporte de material granular ruta lm-592 mayor 1km	11.71	7.97
Carguío de material	4.24	1.25
Conformación de cunetas en terreno suelto	3.28	1.38

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N.º 27 la partida Corte en material suelto, ruta lm-592 con el rendimiento obtenido de los planes viales el costo en soles por m3 es de 18.21, mientras que con el rendimiento calculado del manual de Caterpillar el costo por m3 es de 9.26, en la partida Material granular de cantera para estabilizado e=0.15m con el rendimiento obtenido de los planes viales el costo en soles por m3 es de 129.22, mientras que con el rendimiento calculado del manual de Caterpillar el costo por m3 es de 117.00, en la partida Transporte de material granular ruta lm-592 hasta 1km con el rendimiento obtenido de los planes viales el costo en soles por m3 es de 20.06, mientras que con el rendimiento calculado del manual de Caterpillar el costo por m3 es de 18.20, en la partida Transporte de material granular ruta lm-592 mayor 1km con el rendimiento obtenido de los planes viales el costo en soles por m3 es de 11.71, mientras que con el rendimiento calculado del manual de Caterpillar el costo por m3 es de 7.97, en la partida Conformación de cunetas en terreno suelto con el rendimiento obtenido de los planes viales el costo en soles por m3 es de 3.28, mientras que con el rendimiento calculado del manual de Caterpillar el costo por m3 es de 1.38.

Tabla 18: Relación de ACUS con partidas que usan equipos

Partidas	Acus	Acus	Relación
	plan vial (S/. / m3)	Caterpillar (S/. / m3)	
Corte en material suelto, ruta lm-592	18.21	9.26	1.97
Material granular de cantera para estabilizado e=0.15m	129.22	117.00	1.10
Agua para riego	74.56	74.56	1.00
Extracción y apilamiento	8.68	7.22	1.20
Zarandeo	3.98	2.76	1.44
Transporte de material granular ruta lm-592 hasta 1km	20.06	18.20	1.10
Carguío de material	4.24	2.76	1.54
Transporte de material granular ruta lm-592 mayor 1km	11.71	7.97	1.47
Carguío de material	4.24	1.25	3.39
Conformación de cunetas en terreno suelto	3.28	1.38	2.38

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N.º 28 se calculó la relación que existen entre los Acus con diferentes rendimientos, teniendo como resultado que el promedio de la relación entre estos fue de 1.35.

Tabla 19: Relación de Costo Horario/Potencia

Relación costo horario/potencia				
Equipos	Costo horario (s/. /hora)	Potencia (hp)	Relación costo horario/potencia	Unidad
Excavadora	377.87	225	1.68	S/. /hora. HP
Tractor	598.76	230	2.60	S/. /hora. HP
Motoniveladora	327.77	125	2.62	S/. /hora. HP
Cargador frontal	372.10	125	2.98	S/. /hora. HP
Rodillo	207.40	100	2.07	S/. /hora. HP
Volquete	246.44	400	0.62	S/. /hora. HP
Cisterna	214.37	400	0.54	S/. /hora. HP

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N.º 29 se realizó una tabla en la cual se observa el cálculo de la relación que existe entre costo horario/potencia del equipo, para saber la selección del equipo a ser empleado en un proyecto.

Tabla 20: Tiempo de Retorno de Inversión

Tiempo de retorno de la inversión					
Equipos	Costo horario (s/. /hora)	Precio de compra (s/.)	Tiempo de retorno de la inversión	Unidad	
Excavadora	377.87	S/ 906,400.00	48	meses	
Tractor	598.76	S/ 1,483,200.00	48	meses	
Motoniveladora	327.77	S/ 1,339,000.00	77	meses	
Cargador frontal	372.10	S/ 1,236,000.00	52	meses	
Rodillo	207.40	S/ 556,200.00	68	meses	
Volquete	246.44	S/ 576,800.00	52	meses	
Cisterna	214.37	S/ 412,000.00	52	meses	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N.º 30 se calculó el tiempo de retorno de inversión para cada equipo, en la cual se aprecia que para el retorno de la inversión de una excavadora y una tractor es de 4 años, motoniveladora 6 años y medio, cargador frontal, cisterna y volquete será 4 años y medio, rodillo será en 5 años y medio,

5.5 Análisis

5.5.1 Rendimientos de equipos mecánicos según manuales

a) Tractor de orugas

De la Figura N° 58 se observó que el rendimiento dado por el fabricante en m³/h es mayor al rendimiento dado por los planes de trabajo.

Esto se debe a que se asume la distancia promedio de empuje para este caso 75m y esto genera que el rendimiento hallado según el fabricante no sea exacto y se produzcan variaciones en cada actividad como puede observarse en el anexo 16. Ya que los valores son estimados es necesario conocer las condiciones del lugar donde se realizan la actividad ya que al utilizar los factores de corrección estos muchas veces se alejan de la realidad.

b) Excavadora sobre oruga

De la Figura N° 59 se observó que el rendimiento dado por el fabricante es mayor al dado por el plan de trabajo. Esto se da ya que se obtuvo el tiempo

de ciclos empleados para esta actividad del manual del fabricante según el modelo del equipo.

Esto genera que el rendimiento varíe, ya que las condiciones de una obra cambian a medida que esta avanza y puede volverse más difíciles siendo la excavación más accidentada, profunda, el suelo puede ser más duro, causando que el tiempo de ciclo sea mayor y por ende baje el rendimiento de la máquina.

c) Cargador frontal

De la Figura N° 60 se observó que el rendimiento dado por el fabricante es mayor al dado por los planes viales.

Esto se debe a que el factor que influye al momento de hallar el rendimiento, es el factor del cucharón que depende del tipo de material utilizado en cada actividad. Del plan vial se obtuvo que se trabaja con material suelto, sin embargo, esto puede variar una vez realizada la obra y encontrarse suelos con rocas pequeñas trituradas, arena mezclada con piedras, suelos arcillosos, entre otros para cargar con el cucharón. Esto causa que el tiempo de un ciclo de trabajo varía aumentado o acortándose.

Es por ello que es recomendable hallar los tiempos de un ciclo de trabajo cuando se está realizando la actividad ya que al asumirse puede presentar variaciones.

d) Motoniveladora

De la Figura N° 61 se observó que el rendimiento dado por el fabricante es mayor al dado por los planes viales.

Para hallar el rendimiento del equipo según el fabricante, se tomó las velocidades dados por actividad ofrecidas por el fabricante, estas asumen una velocidad constante de inicio a fin de la actividad, sin embargo, esto no se cumple en la realidad ya que al realizarse actividades de mucha precisión con la motoniveladora la velocidad puede variar cambiando de esta manera el rendimiento del equipo para cada actividad, a su vez se debe tener en cuenta el número de pasadas para cada actividad siendo las obtenidas en campo la mejor referencia para la toma de datos.

5.5.2 Factores que afectan el rendimiento del equipo

a) Tractor sobre orugas

En la figura N°29, la variación entre el rendimiento calculado mediante fórmulas, teórico afectado por factores y del libro del Ing. Walter con el real de campo es debido a la falta de material a trabajar, obteniéndose un rendimiento real inferior al de los rendimientos teóricos.

En la figura N°30, el rendimiento afectado por factores es mayor al obtenido en campo. Ya que al rendimiento teórico se consideran ciertos factores como eficiencia de la máquina, destreza del operador, tipo de material, condiciones de trabajo, tiempos de ciclo actividad las cuales son datos netamente teóricos, así como asumir una velocidad constante. Mientras que en el rendimiento de campo se tuvieron factores adicionales como demoras rutinarias, restricciones para una operación continua, condiciones de tipo físicas debido a la topografía del terreno, condiciones climáticas, etc. Así como la misma administración y/o gestión de equipo usado.

b) Excavadora sobre orugas

En la figura N.º 31 El rendimiento real es superior a los teóricos este debido a que se despacharon de manera ordenada los volquetes permitiendo la mayor extracción de material. El rendimiento sería inferior en caso de no tener la ventaja del espacio para ubicar mayores volquetes.

En la figura N.º 32, el rendimiento real es inferior al obtenido de fabricante, esto debido a que el trabajo de la excavadora tiene interrupciones, las cuales no son consideradas para el fabricante, además de los trabajos adicionales como el preparado de plataformas para poder tener una mayor altura y realizar un adecuado carguío de material, el calentamiento de la máquina es otro factor que no considera el fabricante ya que si no hay un adecuado calentamiento del equipo el motor empezara a fallar y más cuando se realizan trabajos en las alturas del país.

En la figura N.º 35, el rendimiento real resultó ser inferior al teórico esto debido a factores que no considera el fabricante son: demoras rutinarias, restricciones para una operación continua, condiciones de tipo físicas debido a la topografía del terreno, condiciones climáticas, etc. Así como la misma administración y/o gestión de equipo usado.

c) Cargador frontal

En la figura N.º 37, el rendimiento real es inferior al obtenido de fabricante, esto debido a que el trabajo del cargador frontal tiene interrupciones, las cuales no son consideradas para el fabricante, además de los trabajos adicionales como la limpieza de accesos y plataformas, el calentamiento de la máquina es otro factor que no considera el fabricante ya que si no hay un adecuado calentamiento del equipo y el motor empezara a fallar, más cuando se realizan trabajos en las alturas del país. Además, el fabricante solo considera al equipo como nuevo mientras en algunos proyectos se usan equipos con mayor a 5 años de antigüedad.

En la figura N.º 39, el rendimiento real resultó ser inferior a la teoría esto debido a factores que no considera el fabricante son: demoras rutinarias, restricciones para una operación continua, condiciones de tipo físicas debido a la topografía del terreno, condiciones climáticas, etc. Así como la misma administración y/o gestión de equipo usado.

d) Motoniveladora

En la figura N.º40, el rendimiento afectado por factores es superior al obtenido en campo y al mismo tiempo el calculado por fórmulas. Ya que el teórico se consideran ciertos factores como eficiencia de la máquina, destreza del operador, tipo de material, condiciones de trabajo, tiempos de ciclo actividad las cuales son datos netamente teóricos, así como asumir una velocidad constante. Mientras que el en campo es casi similar debido a las condiciones reales que se encuentran similar a las asumidas por los fabricantes y los calculado mediante fórmulas.

En la figura N.º41, el rendimiento afectado y el calculado por fórmulas por factores es superior al obtenido en campo. Esto ocurrió debido al tipo de contrato de la máquina ya que este fue un contrato por horas el trabajo no resultó ser constante, siendo este factor no considerado por el fabricante ni por el método de fórmulas. Además, se observó la falta de experiencia del operario al realizar la actividad la cual produjo que se excediera en el número de pasadas, disminuyendo así el rendimiento.

En la figura N.º42 y 43, el rendimiento afectado y el calculado por fórmulas por factores es superior al obtenido en campo. Esto ocurrió debido a factores

como: tránsito de externos en otras palabras los transeúntes no respetan las señalizaciones haciendo que el equipo tenga que parar y así evitar accidentes fatales, Averías y daños de tuberías o estructuras ya existentes, la incomunicación entre supervisor y operario, las condiciones del lugar tales como clima, temperatura, rutas de acceso para el equipo, etc.

e) Rodillo vibratorio

En la figura N°44, el rendimiento afectado y obtenido en campo son similares, debido a que se trabajó en una zona con condiciones similares a las asumidas por el fabricante.

En la figura N°46, el rendimiento obtenido mediante fórmulas es inferior al obtenido en campo, debido a que se trabajó bajo supervisión constante y las condiciones de trabajo fueron las más favorables.

En la figura N°47,48,49 y 50, el rendimiento afectado por factores y el obtenido del libro del Ing. Ibáñez es superior al obtenido en campo. Esto ocurrió debido al tipo de contrato de la máquina ya que este fue un contrato por horas el trabajo no resultó ser constante, siendo este factor no considerado por el fabricante ni el Ing. Ibáñez además se observó la falta de experiencia del operario al realizar la actividad la cual produjo que se excediera en el número de pasadas, disminuyendo así el rendimiento.

En la figura N.º 51, el rendimiento real resultó ser inferior al teórico esto debido a factores que no considera el fabricante son: demoras rutinarias, restricciones para una operación continua, condiciones de tipo físicas debido a la topografía del terreno, condiciones climáticas, etc. Así como la misma administración y/o gestión de equipo usado.

f) Volquete

En la figura N.º 52, el rendimiento real resultó ser inferior al obtenido en el libro del Ing. Ibáñez, esto debido que durante la actividad no se realizó de manera constante ni llenándolo a la capacidad total y carga debido al factor de esponjamiento o tipo de material a transportar, también hubo interferencia con equipos de otras contratas ya que se contaba solo con una sola vía de acceso, haciendo difícil la transitabilidad de los mismos. También se encontraron vías en mal estado haciendo que el equipo reduzca su velocidad como consecuencia se extendía el tiempo del ciclo.

5.6 Contrastación de hipótesis

H11: El rendimiento del equipo de conservación vial calculado según los manuales del fabricante inciden en los costos de obra en la red vial vecinal.

H01: El rendimiento del equipo de conservación vial calculado según los manuales del fabricante no inciden en los costos de obra en la red vial vecinal.

- De acuerdo al capítulo 5.2 se calculó el rendimiento del equipo mecánico para la conservación vial obteniéndose como resultado que los rendimientos según fabricante son mayores al compararse con los rendimientos dados por los planes viales.
- Según el capítulo 5.1 de la revisión de las tesis se concluye que los rendimientos del equipo mecánico obtenidos en el campo y comparados con los obtenidos teóricamente se ubican por debajo, similares o por encima. Es decir, no tenemos una constante, más bien se presenta una variedad de rendimientos.
- Malpica Quijada indica que los rendimientos reales son menores a los brindados por el fabricante, Aguilar Azañero & Ysla Oyarce establece que entre el 40% y 50% el rendimiento de campo se encuentra por debajo comparado con el rendimiento de los manuales del fabricante, Álvarez Barrios & Bello Lozano indican que el rendimiento real es menor al calculado por el método teórico o del fabricante y Carranza Cortés & Combita Castro similarmente indica que no se cumplen los rendimientos dados por el fabricante.
- Según la tabla N.º 34 los costos por m³ de material movido entre los planes viales y los calculados según el fabricante tienen una incidencia de 35% a favor del rendimiento calculado según el fabricante.
- Por lo tanto, se valida la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

H12: Los factores que afectan el rendimiento del equipo de conservación vial inciden en los costos de obra en la red vial vecinal.

H02: Los factores que afectan el rendimiento del equipo de conservación vial no inciden en los costos de obra en la red vial vecinal.

- Según el capítulo 5.3 los factores que afectan el rendimiento del equipo mecánico son el operador, número de pasadas, tipo de material, pendiente de

terreno, resistencia al rodamiento, esponjamiento del material, altitud y temperatura.

- Entre otros factores que afectan el rendimiento del equipo en un 63% se encuentra el mantenimiento y la gestión propiamente del equipo como se demuestra en el anexo N.º 21.
- Según la tesis de Malpica Quijada los factores como el mal clima, fallas mecánicas, eficiencia causan que el rendimiento de la maquinaria sea menor, Aguilar Azañero & Ysla Oyarce similar realiza el cálculo del rendimiento del equipo in situ y aplica los factores de corrección cómo son la altitud, maniobrabilidad, visibilidad, pendiente entre otros, Camelo García & Pereira Ampudia explica como los factores son determinantes al momento de calcular el rendimiento de los equipos como la eficiencia del operador, el tipo de contrato de la máquina y el clima.
- Estos factores inciden en el rendimiento de los equipos para una conservación vial y el rendimiento en los costos del proyecto ya que a menor rendimiento mayor costo.
- Por lo tanto, se valida la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Habiéndose demostrado la hipótesis alterna H1 y H2, la hipótesis general se valida.

- Los rendimientos del fabricante consideran una serie de factores para poder calcular el rendimiento según las condiciones de trabajo.
- Según Camelo García & Pereira Ampudia las empresas carecen de experiencia en calcular los rendimientos de las maquinarias.
- Según nuestro análisis el resultado de las investigaciones obtiene diferentes rendimientos que afectan a los costos totales del equipo mecánico por hora.
- Por lo tanto, se valida la hipótesis general.

CONCLUSIONES

1. Se ha calculado los rendimientos del equipo mecánico que participan en la conservación vial de carreteras según los manuales de los fabricantes y son mayores que los obtenidos en el campo, así como por otros métodos lo que genera una incidencia menor del 30% en el costo por m³ de material.
2. Se obtuvo un mayor rendimiento del equipo mecánico según los manuales del fabricante para el tractor de oruga, excavadora sobre oruga, cargador frontal y motoniveladora, generando un menor costo de las partidas en las que se emplearon estos equipos.
3. Los factores considerados por el fabricante o los asumidos para el cálculo de rendimiento mediante fórmulas, no consideran factores que no van de la mano con el equipo, tales como la gestión o administración del equipo, la cantidad y calidad de las vías de acceso, las faltas de experiencia y disciplina del operario, falta de educación del transeúnte. Las cuales hacen que el rendimiento se vea afectado.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar la investigación de la relación costo horario/potencia con la finalidad de tener tablas o cuadros que faciliten la selección del equipo idóneo según las condiciones de trabajo.
2. Se debe capacitar a los operadores de los equipos cada determinado tiempo y conocer sus habilidades y mejorarlas.
3. Se recomienda obtener los datos en campo y utilizar el manual del fabricante para hallar los rendimientos del equipo ya que estos reflejaran las condiciones en las que se desempeña el equipo.
4. Cada cierto periodo de tiempo se deben dictar cursos sobre cálculo de rendimientos y costos de operación y posesión de los diferentes equipos mecánicos que participan en la construcción y mantenimientos de carreteras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Azañero, A., & Ysla Oyarce, L. (2016). *Cálculo de rendimiento de retroexcavadora, excavadora y cargador frontal en movimiento de tierras, chachapoyas, Amazonas. (Tesis de pregrado)*. Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Alvarado Peralta, J. (2018). *Cálculo de productividad y costo horario de la maquinaria pesada en los trabajos de movimiento de tierras del proyecto hospital general de 120 camas de durán en la provincia del Guayas. (Tesis de pregrado)*. Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Álvarez Barrios, J., & Bello Lozano, A. (2015). *Estudio de los rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras en la ciudad de Cartagena caso estudio: Urbanización Coral Lakes y Zona Franca Parque Central*. Colombia: Universidad de Cartagena.
- Camelo García, V., & Pereira Ampudia, Y. (2015). *Factores que afectan los rendimientos de las motoniveladoras y compactadores en las construcciones de obras viales urbanas en Bogotá. (Tesis de pregrado)*. Colombia: Universidad de la Salle Bogotá.
- Cárdenas Grisales, J. (2008). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: ECOEDICIONES.
- Carranza Cortés, P., & Combita Castro, W. (2015). *Análisis del desempeño de la excavadora cat 320d en la construcción de una vía, ejecutando actividades de movimiento de tierra. caso de estudio – proyecto caricare en el departamento Arauca. (Tesis de pregrado)*. Bogotá: Universidad La Gran Colombia.
- Caterpillar. (2000). *Manual de rendimiento Caterpillar*.
- Díaz del Ríos, M. (2007). *Manual de Maquinaria de Construcción*. España: Mc Graw Hill.
- Gutiérrez Zea, P. (2020). *Mantenimiento de las vías departamentales no pavimentadas (Afirmado) de las provincias de Andahuaylas y Chincheros - Apurímac*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.
- Ibáñez, W. (2011). *Costos y tiempos en carretera*. Lima, Perú: Macro E.I.R.L.
- Komatsu. (s.f.). *Catálogo de Komatsu GD555-5*. Miami,: komatsu.

- Malpica Quijada, C. (2014). *Evaluación de rendimientos de equipos en las operaciones de movimiento de tierras en el minado cerro negro Yanacocha – Cajamarca. (Tesis de pregrado)*. Perú: Universidad Privada del Norte.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2011). *Caminos Vecinales, Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos*. Lima, Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. MTC.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima, Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (Norma Técnica)*. Lima, Lima, Perú: MTC.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2020). *Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios*. Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). *Elementos para la determinación del Costo Horario de los equipos y maquinaria del sector construcción*. Perú.
- Ramos Salazar, J. (2001). *El equipo y sus costos de operación*. Lima, Perú: Fondo editorial CAPECO.
- Sánchez Varela, D. (2018). *Estimación de rendimiento y productividad de equipo y mano de obra de un proyecto vial con declaratoria de emergencia*. Costa Rica: Instituto tecnológico de Costa Rica.
- Solanilla, J. (2003). *Gerencia de equipos para obras civiles y minería*. Colombia: Bhandar editores.
- Tiktin, J. (1997). *Procesos generales de la construcción: Movimiento de tierras. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones*.
- Vargas Sánchez , R. (1999). *La Maquinaria Pesada en Movimiento de Tierras (Descripción y Rendimiento)*. Instituto Tecnológico de la Construcción.
- Villalba Sánchez, N. (2010). *Manual de construcción de carreteras*. Limusa, Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

TITULO:		Rendimiento del equipo de conservación vial y su incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSION	INDICADOR	MEDICION	TECNICA/ INSTRUMENTOS
¿Cuál es el rendimiento del equipo de conservación vial y su incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal?	Establecer el rendimiento del equipo de conservación vial para determinar la incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal.	El rendimiento del equipo de conservación vial incide en los costos de obra en la red vial vecinal.	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodo de medicion de rendimiento en maquinaria	Rendimiento Real (In situ)	m3/hr, m3/d, m/h, m2/h	Datos obtenidos de tesis
			Rendimiento del equipo		Rendimiento Teorico Factores	m3/hr, m3/d, m/h, m2/h	- Datos fabricante - Curvas fabricante
					Rendimiento Formulas	m3/hr, m3/d, m/h, m2/h	- Formulas - Observacion
					Factores que inciden en el rendimiento	- Geometria (ancho de superficie de rodadura)	m
			- orografia (pendiente) / tipo de terreno			%	Medicion obtenida de los planes de trabajo
PROBLEMA ESPECIFICO 1	OBJETIVO ESPECIFICO 1	HIPOTESIS ESPECIFICA 1	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR	MEDICION	TECNICA/ INSTRUMENTOS
1. ¿Cuál es el rendimiento del equipo de conservación vial según los manuales del fabricante y su incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal?	1. Analizar el rendimiento del equipo de conservación vial según los manuales del fabricante para determinar la incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal.	1. El rendimiento del equipo de conservación vial calculado según los manuales del fabricante incide en los costos de obra en la red vial vecinal.	COSTOS	Costos horario total	Costos unitarios	Tarifa/hora	analisis de costos unitarios
PROBLEMA ESPECIFICO 2	OBJETIVO ESPECIFICO 2	HIPOTESIS ESPECIFICA 2			Cantidad	und	Medicion obtenida del plan de trabajo vial Agomarca
2. ¿Cuáles son los factores que afectan el rendimiento del equipo de conservación vial según el manual del fabricante y su incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal?	2. Determinar los factores que afectan el rendimiento del equipo de conservación vial según el manual del fabricante para determinar la incidencia en los costos de obra en la red vial vecinal.	2. Los factores que afectan el rendimiento del equipo de conservación vial inciden en los costos de obra en la red vial vecinal.			Costo hora	hora/m3	- Datos obtenidos del Manual CAPECO (Costo hora maquina) - Costos actuales del mercado - Datos obtenidos del Manual del fabricante

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: FICHA N°1 Rendimientos de equipos de la tesis

PROYECTO	PAIS
CONSTRUCCION DE HOSPITAL	ECUADOR
TESISTA	ALTITUD (msnm)
JOSELYN NATALIA ALVARADO PERALTA	50
ACTIVIDAD	TIPO DE MATERIAL
EXCAVACIÓN Y RELLENO CON MEJORAMIENTO	MATERIAL SUELTO

EXCAVADORA				
MARCA	TIPO	MODELO	POTENCIA (HP)	AÑO
CATERPILLAR	ORUGA	320DL	174	2015

TRACTOR				
MARCA	TIPO	MODELO	POTENCIA (HP)	AÑO
CATERPILLAR	ORUGA	D6N	145	2015

MOTONIVELADORA			
MARCA	MODELO	AÑO	POTENCIA (HP)
KOMATSU	GD555-5	2012	193

RODILLO				
MARCA	TIPO	MODELO	AÑO	POTENCIA (HP)
BOMAG	LISO	BW211D-4	2015	131

CALCULO DE RENDIMIENTO				
METODO TEORICO	75.27	(m3/hr)	602.20	(m3/dia)

CALCULO DE RENDIMIENTO				
METODO TEORICO	58.11	(m3/hr)	464.87	(m3/dia)

CALCULO DE RENDIMIENTO				
METODO TEORICO	180.72	(m3/hr)	1445.78	(m3/dia)

CALCULO DE RENDIMIENTO				
METODO TEORICO	174.00	(m3/hr)	1392.00	(m3/dia)

capacidad del cucharón	0.90
capacidad del operador	0.75
tipo de material	0.93
Eficiencia de Trabajo	0.83
Altitud terreno	1.00
Visibilidad	0.92
Maniobra	0.95
Factor acarreo	0.95
factor de corrección	0.43
factor volumetrico	0.87
factor correccion final	0.38
Rendimiento teorico (curvas)	200.00

Distancia de empuje	6.00
capacidad del operador	0.75
Visibilidad	0.90
Eficiencia de Trabajo	0.83
Maniobra	0.96
Pendiente terreno	0.99
Altitud terreno	1.00
tipo de material	0.98
hoja angulable	0.80
factor de corrección	0.42
factor volumetrico	0.87
factor correccion final	0.36
Rendimiento teorico (curvas)	160.00

Área de trabajo	200.00
capacidad del operador	0.75
Eficiencia de Trabajo	0.83
Altitud terreno	1.00
Pendiente terreno	0.99
hoja angulo corto	0.85
Maniobra	0.92
factor de corrección	0.48
factor superposición	0.75
factor tiempo	2.50
factor correccion final	0.90

capacidad del operador	0.75
Eficiencia de Trabajo	0.83
Altitud terreno	1.00
Pendiente terreno	0.99
Maniobra	0.90
factor traslape	0.80
factor de corrección final	0.44
peso (tn)	11.00
ancho (m)	2.50
Imp.Dim (tn-m)	30.69
velocidad de operación	4.50
numero de pasadas	15.00
Rendimiento teorico (curvas)	160.00

METODO FORMULAS	87.69	(m3/hr)	701.52	(m3/dia)
-----------------	-------	---------	--------	----------

METODO FORMULAS	91.54	(m3/hr)	732.36	(m3/dia)
-----------------	-------	---------	--------	----------

METODO FORMULAS	159.11	(m3/hr)	1272.89	(m3/dia)
-----------------	--------	---------	---------	----------

METODO FORMULAS	112.05	(m3/hr)	896.40	(m3/dia)
-----------------	--------	---------	--------	----------

$$P = b * g * \left(\frac{3600}{s}\right) * v * i * f * m$$

Formula de Productividad Excavadora Cat 320 DL	
DONDE:	
b	Capacidad de la maquina en (m3)
g	Factor de carga
s	Tiempo de ciclo
v	Factor (F _v x F _h) Factor de Carrera optima
i	Factor de eficiencia
fm	Factor de eficiencia en obra

$$P = \frac{60 * b * g * h * i}{t + \frac{d}{u}}$$

Formula de Productividad Tractor Cat D6N	
DONDE:	
60	Referencia de los minutos en una hora (min)
b	Capacidad de la maquina en (m3)
g	Factor de carga
h	Factor de esponjamiento
i	Factor de eficiencia
d	Distancia recorrida (m)
t	Velocidad media (ida) (m/min)
u	Velocidad de retroceso (m/min)

$$P = \frac{60 * f * i * l * t}{m}$$

Formula de Productividad Motoniveladora Komatsu GD555-5	
DONDE:	
60	Referencia de los minutos en una hora (min)
f	Espesor
i	Factor de eficiencia
l	Ancho útil (m)
t	Velocidad media (ida) (m/min)
m	Numero de pasadas

$$P = \frac{60 * j * t * f * i}{m}$$

Formula de Productividad Rodillo Bomag 211D-40	
DONDE:	
60	Referencia de los minutos en una hora (min)
j	Ancho de operación (m)
t	Velocidad media (ida) (m/min)
f	Espesor
i	Factor de eficiencia
m	Numero de pasadas

METODO REAL/CAMPO	100.5	(m3/hr)	804.00	(m3/dia)
-------------------	-------	---------	--------	----------

METODO REAL/CAMPO	67.76	(m3/hr)	542.06	(m3/dia)
-------------------	-------	---------	--------	----------

METODO REAL/CAMPO	157.5	(m3/hr)	1260.00	(m3/dia)
-------------------	-------	---------	---------	----------

METODO REAL/CAMPO	166.52	(m3/hr)	1332.19	(m3/dia)
-------------------	--------	---------	---------	----------

EXCAVADORA CATERPILLAR 320DL				
FECHA	Cubicaje	# de volquetas	Horas diarias	Rendimiento Real
27 de Junio	12	8	8	768
28 de Junio	12	8	8	768
29 de Junio	12	9	8	864
30 de Junio	12	8	8	768
01 de Julio	12	9	8	864
02 de Julio	12	8	8	768
03 de Julio	12	9	8	864
04 de Julio	12	8	8	768

Datos tomados del campo, distancias en las cuales se realizó la compactación del material de relleno.

TRACTOR CATERPILLAR D6N					
FECHA	Distancias		Espesor	N° De Capas	Rendimiento Real M3/Dia
	Ancho	Largo			
7 de Julio	7	60	0,35	3	441
8 de Julio	7	70	0,35	3	514,5
11 de Julio	7	80	0,35	3	588
15 de Julio	7	80	0,35	3	588
18 de Julio	7	80	0,35	3	588
22 de Julio	7	60	0,35	3	441
24 de Julio	7	80	0,35	3	588
29 de Julio	7	80	0,35	3	588

Datos tomados del campo, distancias en las cuales era depositado y regado el material de cascajo para mejoramiento.

MOTONIVELADORA					
Fecha	Distancia	Ancho	Alto	Espesor	Rendimiento Real
8 de Julio	150	8	0,9	0,3	1080
10 de Julio	150	8	0,9	0,3	1080
12 de Julio	150	8	0,9	0,3	1080
15 de Julio	200	8	0,9	0,3	1440
21 de Julio	200	8	0,9	0,3	1440
27 de Julio	150	8	0,9	0,3	1080
31 de Julio	200	8	0,9	0,3	1440
5 de Agosto	200	8	0,9	0,3	1440

Datos tomados del campo, distancias en las cuales se trabajaba la nivelación del terreno.

RODILLO BOMAG 211D-40					
Fecha	Distancias		Espesor	N° De Capas	Rendimiento Real
	Ancho	Largo			
7 de Julio	7	150	0,35	3	1102,5
8 de Julio	7	150	0,35	3	1102,5
11 de Julio	7	150	0,35	3	1102,5
15 de Julio	7	200	0,35	3	1470
18 de Julio	7	200	0,35	3	1470
22 de Julio	7	200	0,35	3	1470
24 de Julio	7	200	0,35	3	1470
29 de Julio	7	200	0,35	3	1470

Datos tomados del campo, distancias en las cuales se realizó la compactación del material de relleno.

Fuente: (Alvarado Peralta, 2018)

Anexo 3: Ficha N°2 Rendimientos de equipos de la tesis

PROYECTO	PAIS
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS VIALES URBANAS	COLOMBIA
TESISTA	ALTITUD(msnm)
CAMELO GARCIA , PEREIRA AMPUDIA YEIMI C	1800
ACTIVIDAD	TIPO DE MATERIAL
EXCAVACIÓN Y RELLENO CON MEJORAMIENTO	MATERIAL SUELTO(TIERRA)

MOTONIVELADORA				
N°	OBRA	MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)
1	GRAN YOMASA	CATERPILLAR	12H	183
2	SAN ISIDRO	GALION	T500L	210

RODILLO/COMPACTADOR					
N°	OBRA	MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)	TIPO
1	GRAN YOMASA	INGERSOLL RAND	SD - 70D	92	LISO
2	SAN ISIDRO	Dynapac	CA 152	53.6	LISO
3	PERDOMO	INGERSOLL RAND	SD - 70D	92	LISO
4	SAN JORGE	INGERSOLL RAND	SD - 70D	93	LISO
5	SAN BARNARDINO, BOSA	Dynapac	CA 152	53.6	LISO
6	SANTA INES, BOSA	INGERSOLL RAND	DD-38HF	44	LISO

CALCULO DE RENDIMIENTO

METODO TEORICO	120.00	(m2/hr)	960.00	(m2/hr)
-----------------------	---------------	----------------	---------------	----------------

N°	OBRA	área de operación (m2/hr)	Velocidad operación (km/hr)	Longitud efectiva (m)	Ancho superposición (m)	Eficiencia del trabajo
1	GRAN YOMASA	135	6	3.6	0.6	0.75
2	SAN ISIDRO	105	5	3.6	0.6	0.70

METODO FORMULAS	166.33	(m2/hr)	1330.67	(m2/hr)
------------------------	---------------	----------------	----------------	----------------

N°	OBRA	Rendimiento (m2/hr)	Ancho calzada (m)	Tiempo (hr)	Número de pasadas	Distancia de trabajo (Km)	Velocidad trabajo (Km/h)	Eficiencia del trabajo
1	GRAN YOMASA	216.00	7.2	0.33	15	0.1	6	0.75
2	SAN ISIDRO	116.67	6	0.36	18	0.07	5	0.7

METODO REAL/CAMPO	88.00	(m2/hr)	1330.67	(m2/hr)
--------------------------	--------------	----------------	----------------	----------------

N°	OBRA	Rendimiento (m2/hr)	Longitud de ejecutada (m)	Ancho calzada (m)	Tiempo de funcionamiento maquina (hr)
1	GRAN YOMASA	120	100	7.2	6
2	SAN ISIDRO	56	70	6	7.5

CALCULO DE RENDIMIENTO

METODO FORMULAS	274.55	(m3/hr)	2196.41	(m3/hr)
------------------------	---------------	----------------	----------------	----------------

N°	OBRA	Rendimiento (m3/hr)	Ancho de compactación (m)	Velocidad promedio (km/h)	Espesor de capa (cm)	Numero de pasadas
1	GRAN YOMASA	341.51	1.7	14.5	15.24	11
2	SAN ISIDRO	241.07	1.2	14.5	15.24	11
3	PERDOMO	341.51	1.7	14.5	15.24	11
4	SAN JORGE	241.07	1.2	14.5	15.24	11
5	SAN BARNARDINO, BOSA	241.07	1.2	14.5	15.24	11
6	SANTA INES, BOSA	241.07	1.2	14.5	15.24	11

METODO REAL/CAMPO	199.00	(m3/hr)	#¡REF!	(m3/hr)
--------------------------	---------------	----------------	---------------	----------------

N°	OBRA	Rendimiento (m3/hr)	Ancho de compactación por pasada/ tambor	Velocidad promedio (km/h)	Espesor de capa (cm)	Numero de pasadas
1	GRAN YOMASA	396.67	1.7	10	14	6
2	SAN ISIDRO	345.60	1.2	12	24	10
3	PERDOMO	71.95	1.7	14	13	43
4	SAN JORGE	10.18	1.2	8	7	66
5	SAN BARNARDINO, BOSA	24.00	1.2	7	16	56
6	SANTA INES, BOSA	345.60	1.2	12	24	10

Fuente: (Camelo García & Pereira Ampudia, 2015)

Anexo 4: Ficha N°3 Rendimientos de equipos de la tesis

PROYECTO	PAIS
ACCESO TEMPORAL MINA YANACOCHA	PERÚ
AUTOR	ALTITUD(msnm)
MALPICA QUIJADA CINTHYA F	4100
ACTIVIDAD	TIPO DE MATERIAL
MOVIMIENTO DE TIERRAS	MATERIAL SUELTO (MINERAL)

EXCAVADORA				
MARCA	MODELO	TIPO	POTENCIA (HP)	CAPACIDAD CUCHARON (m3)
CATERPILLAR	320C	ORUGA	138	1.3

CALCULO DE RENDIMIENTO

METODO TEORICO	129.48	(m3/hr)	1035.84	(m3/dia)
-----------------------	---------------	----------------	----------------	-----------------

Eficiencia de Trabajo	0.83
Rendimiento teorico (curvas)	156.00

METODO FORMULAS	81.50	(m3/hr)	651.96	(m3/dia)
------------------------	--------------	----------------	---------------	-----------------

$$R = \frac{3600 * Q * E * K}{T * FV} ; \left(\frac{m3}{Hr} \right)$$

Donde:

Q (capacidad o volumen cucharón, m3)	1.3
k (factor llenado cucharon)	0.83
E (factor rendimiento maquina)	0.83
T (Tiempo de un ciclo, segundos)	33.1
%esponjamiento	20
FV (factor abundamiento)	1.2

VOLQUETE			
MARCA	MODELO	CAPACIDAD (m3)	POTENCIA (HP)
VOLVO	FM 440	15	440

CALCULO DE RENDIMIENTO

METODO TEORICO	-	(m3/hr)	-	(m3/dia)
-----------------------	----------	----------------	----------	-----------------

Rendimiento teorico (curvas)	-
------------------------------	---

METODO FORMULAS	47.19	(m3/hr)	377.51	(m3/dia)
------------------------	--------------	----------------	---------------	-----------------

$$R = \frac{Q * 60 * E}{T} ; \left(\frac{m3}{h} \right)$$

Donde:

Q (capacidad o volumen de maquina, m3)	15
E (factor rendimiento maquina)	0.83
T (Tiempo de un ciclo, min)	15.83

MOTONIVELADORA		
MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)
CATERPILLAR	140H	199

CALCULO DE RENDIMIENTO

METODO TEORICO	3200.00	(m2/hr)	25600.00	(m2/dia)
-----------------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

Eficiencia de Trabajo	0.50
Rendimiento teorico (curvas)	6400.00

METODO FORMULAS	2221.20	(m2/hr)	17769.60	(m2/dia)
------------------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

$$T = \frac{D * N}{V * E}$$

Donde:

T (tiempo requerido para el trabajo, hr)	3.24
D (distancia recorrida en cada pasada, km)	2
N (numero de pasada para el trabajo)	6
V (velocidad de trabajo, Km/hr)	6.17
E (factor eficiencia)	0.6
A (área de trabajo, m2)	7200

BULLDOZER				
MARCA	TIPO	MODELO	CAPACIDAD CUCHARON	POTENCIA (HP)
CATERPILLAR	ORUGA	D8R	11.7	338

CALCULO DE RENDIMIENTO

METODO TEORICO	228.76	(m3/hr)	1830.11	(m3/dia)
-----------------------	---------------	----------------	----------------	-----------------

Difícil de empujar (suelo: seco no cohesivo)	0.80
Corrección pendiente	1.20
Empuje metodo zanja	1.20
operador mediano	0.75
corrección densidad	0.87
Eficiencia de Trabajo	0.83
Rendimiento teorico (curvas)	366.67

METODO FORMULAS	182.88	(m3/hr)	1463.05	(m3/dia)
------------------------	---------------	----------------	----------------	-----------------

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * FV} ; \left(\frac{m3}{Hr} \right)$$

Donde:

Q (capacidad o volumen cucharón, m3)	11.7
k (factor llenado cucharon)	0.83
E (factor rendimiento maquina)	0.83
T (Tiempo de un ciclo, min)	2.25
%esponjamiento	20
FV (factor abundamiento)	1.18

CARGADOR FRONTAL			
MARCA	MODELO	CAPACIDAD CUCHARON	POTENCIA (HP)
CATERPILLAR	950H C7	3.5	197

CALCULO DE RENDIMIENTO

METODO TEORICO	93.00	(m3/hr)	744.00	(m3/dia)
-----------------------	--------------	----------------	---------------	-----------------

Rendimiento teorico (curvas)	93.00
------------------------------	-------

METODO FORMULAS	68.60	(m3/hr)	548.76	(m3/dia)
------------------------	--------------	----------------	---------------	-----------------

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * FV} ; \left(\frac{m3}{Hr} \right)$$

Donde:

Q (capacidad o volumen cucharón, m3)	3.5
k (factor llenado cucharon)	0.91
E (factor rendimiento maquina)	0.83
T (Tiempo de un ciclo, min)	2.1
%esponjamiento	10
FV (factor abundamiento)	1.1

Fuente: (Malpica Quijada, 2014)

Anexo 5: Ficha N°4 Rendimientos de equipos de la tesis

PROYECTO	PAIS
CARGIO EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS	PERÚ
AUTOR	ALTITUD (m.s.n.m)
AGUILAR AZAÑERO ADERLÍ, YSLA OYARCE LINDERS M.	2334
ACTIVIDAD	TIPO DE MATERIAL
CARGIO DE MATERIAL	TIERRA SUELTA CON ARCILLA

EXCAVADORA				
MARCA	TIPO	MODELO	POTENCIA (HP)	CAPACIDAD CUCHARON
CATERPILLAR	ORUGA	329 D	204	1.6

CALCULO DE RENDIMIENTO				
METODO TEORICO	164.96	(m3/hr)	1319.68	(m3/dia)

	327.96
Capacidad nominal cucharon	1.60
Factor de llenado	1.10
Capacidad efectiva del cucharon	1.76
Capacidad del operador	0.83
tipo de material	1.05
Altitud	1.00
Maniobrabilidad	1.00
factor acarreo	0.98
factor volumetrico	1.00
factor correccion final	0.85
tiempo basico (min)	0.37
tiempo adicional minimo (min)	0.05
Tiempo total del ciclo (horas)	0.007
Rendimiento teorico (curvas)	384.00

METODO FORMULAS				
	219.64	(m3/hr)	1757.11	(m3/dia)

$$RE = \frac{(CEC)(FCF)(Fca)}{TTC}$$

Donde:

FCF (factor corrección final)	0.85
CEC (capacidad efectiva del cucharon, m3)	1.76
Fca (factor de corte y angulo de giro)	0.69
TTC (tiempo total del ciclo, hr)	0.0047

Fuente: (Aguilar Azañero & Ysla Oyarce, 2016)

CARGADOR FRONTAL				
MARCA	TIPO	MODELO	POTENCIA (HP)	CAPACIDAD CUCHARON
CATERPILLAR	RUEDAS	962H	209	3.5

CALCULO DE RENDIMIENTO				
------------------------	--	--	--	--

METODO TEORICO				
	257.96	(m3/hr)	2063.68	(m3/dia)

Capacidad nominal cucharon	3.50
Factor de llenado	1.10
Capacidad efectiva del cucharon	1.20
Capacidad del operador	0.83
tipo de material	1.00
Altitud	0.90
eficiencia de traslado	0.90
Pendiente	1.00
Maniobrabilidad	1.00
factor acarreo	0.98
factor volumetrico	1.00
factor correccion final	0.66
Rendimiento teorico (curvas)	466.00

METODO FORMULAS				
	248.04	(m3/hr)	1984.31	(m3/dia)

$$RCF = \frac{(480)(FCF)(CEP)}{TTCC}$$

Donde:

FCF (factor corrección final)	0.66
CEP (capacidad efectiva de la pala, m3)	1.20
TTCC (tiempo total del ciclo de carga, min)	1.53

Anexo 6: Ficha N°5 Rendimientos de equipos de la tesis

PROYECTO	PAIS
RESTAURACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL	COSTA RICA
AUTOR	ALTITUD (m.s.n.m)
SÁNCHEZ VARELA DANIEL	3012
ACTIVIDAD	TIPO DE MATERIAL
	SUELO GRANULAR

EXCAVADORA						
MARCA	TIPO	MODELO	POTENCIA (HP)	ACTIVIDAD	CAPACIDAD CUCHARON (M3)	REAL/CAMPO (m3/hr)
JCB	ORUGA	JS200	173	EXCAVACIÓN DE LA VÍA	1.2	298.62
JCB	ORUGA	JS200	173	CARGANDO VAGONETA	1.2	230.59
JCB	ORUGA	JS200	173	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	1.2	125.22
JCB	ORUGA	JS200	173	RELLENO DE ZANJAS PARA ALCANTARILLAS	1.2	87.21

TRACTOR						
MARCA	TIPO	MODELO	POTENCIA (HP)	ACTIVIDAD	CAPACIDAD CUCHARON (M3)	REAL/CAMPO (m3/hr)
CATERPILLAR	ORUGA	D4-G	80	CONFORMACIÓN DE Y ESPARCIMIENTO	1.85	374.75

MOTONIVELADORA						
MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)	ACTIVIDAD	REAL/CAMPO (m3/hr)		
John Deere	770 BH	250	CONFORMACIÓN DE CUNETAS	257.16		
KOMATSU	GB 655	220	COLOCACIÓN DE SUB BASE	319.61		
John Deere	GB 655	220	COLOCACIÓN DE BASE ESTABILIZADA	273.48		

Fuente: (Sánchez Varela, 2018)

Anexo 7: Ficha N°6 Rendimientos de equipos de la tesis

AUTOR	ALTITUD (m.s.n.m)
ÁLVAREZ BARRIOS, BELLO LOZANO	18
	TIPO DE MATERIAL
	MATERIAL SUELTO

EXCAVADORA							
MARCA	MODELO	TIPO	POTENCIA (HP)	TIPO DE ACTIVIDAD	CAPACIDAD DE CUCHARON (M3)	METODO TEORICO (m3/hr)	REAL/CAMP O (m3/hr)
CATERPILLAR	320CL	ORUGA	138	CONFORMACIÓN DE TALUD	1.5	315	112.5
CATERPILLAR	320CL	ORUGA	138	EXCAVACIÓN DE ZANJA	1.5		93
CATERPILLAR	320CL	ORUGA	138	CONFROMACIÓN DE TALUD	2.5		145

TRACTOR						
MARCA	MODELO	TIPO	POTENCIA (HP)	TIPO DE ACTIVIDAD	METODO TEORICO (m3/hr)	REAL/CAMPO (m3/hr)
CATERPILLAR	D6	ORUGA	215	EXTENDIDO DE MATERIAL	480	368

MOTONIVELADORA						
MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)	LONG. CUCHILLA (M)	TIPO DE ACTIVIDAD	METODO TEORICO (m3/hr)	REAL/CAMPO (m3/hr)
CATERPILLAR	120H	151	3.6	EXTENDIDO Y PERFILACIÓN	398.3	304

CARGADOR FRONTAL						
MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)	CAPACIDAD DE CUCHARON (M3)	TIPO DE ACTIVIDAD	METODO TEORICO (m3/hr)	REAL/CAMPO (m3/hr)
LIUGONG	856	220	3	CARGO DE VALQUETAS	400	319

RODILLO/COMPACTADOR							
MARCA	MODELO	TIPO	POTENCIA (HP)	TIPO DE ACTIVIDAD	CAP. CILINDRO (Tn)	METODO TEORICO (m3/hr)	REAL/CAMP O (m2/hr)
INGERSOLL	SD - 70D	LISO	92	COMPACTACIÓN DE SUB BASES Y BASES	10	502	198

Fuente: (Álvarez Barrios & Bello Lozano, 2015)

Anexo 8: Ficha N°7 Rendimientos de equipos de la tesis.

PROYECTO	PAIS
CONSTRUCCIÓN DE UNA VIA EN CARICARE - ARAUCA	COLOMBIA
AUTOR	ALTITUD (m.s.n.m)
CARRANZA CORTÉS PAULA J. , COMBITA CASTRO WILMER A.	343
ACTIVIDAD	TIPO DE MATERIAL
EXCAVACIÓN	ARENO ARCILLOSO

EXCAVADORA					
MARCA	TIPO	MODELO	POTENCIA (HP)	AÑO	CAPACIDAD DE CUCHARON (M3)
CATTERPILLAR	ORUGA	320DL	138	2009	1

CALCULO DE RENDIMIENTO	
<i>TEORICO (m3/hr)</i>	70

Tabla 6 – Rendimiento de la Excavadora 320D según el Tipo de Trabajo

MODELO	POTENCIA (HP)	TIPO DE TRABAJO	CAPACIDAD DEL CUCHARON	RENDIMIENTO
CAT 320D	138 HP	Excavación en tierra	1,31 yd ³ o 1,00 m ³	100 m ³ /hr
		Excavación en Material Heterogéneo		70 m ³ /hr
		Excavación en Roca con voladura		40 m ³ /hr

Elaboración propia basada en catálogo del fabricante.⁸

<i>REAL/CAMPO (m3/hr)</i>	64.15
---------------------------	--------------

- La cantidad excavada acumulo un total de 12.133 metros cúbicos, con 35 observaciones directas, una desviación estándar de 8,881, un rendimiento promedio de **64,195 metros cúbicos por hora**, desfavorable en comparación con el rendimiento par modelo de setenta (70) metros cúbicos por hora, la serie se considera que se ajusta a una función de distribución normal. Estos resultados se encuentran en el Anexo 3 – Análisis Estadístico.

Fuente: (Carranza Cortés & Combita Castro, 2015)

Anexo 9: FICHA N°8 Rendimientos de equipos de la tesis

A) TOTAL DE EMPRESAS ENCUESTADAS: 8

B) ¿Qué método utilizan en la empresa para determinar el rendimiento de una maquina?

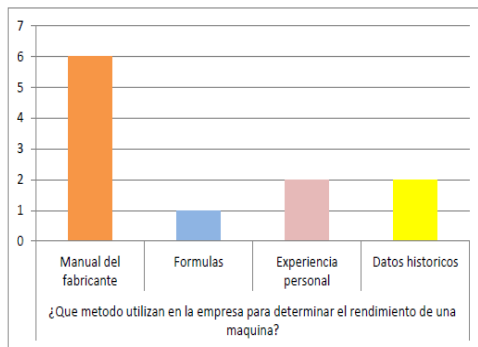


Figura 3: ¿Qué método utilizan en la empresa para determinar el rendimiento de una maquina?

Fuente: El Autor, 2014.

E) Al momento de licitar, presupuestar o cotizar un trabajo con maquinaria pesada ¿ qué unidades de medida utilizan?

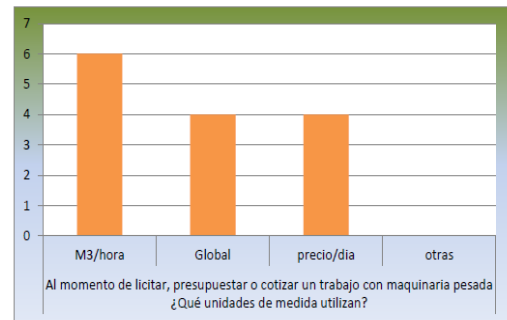


Figura 6: Al momento de licitar, presupuestar o cotizar un trabajo con maquinaria pesada ¿ qué unidades de medida utilizan?

Fuente: El Autor, 2014.

C) ¿piensa que el método que utiliza es el mas idóneo?



Figura 4: ¿piensa que el método que utiliza es el mas idóneo?

Fuente: El Autor, 2014.

F) Si tuviese una base de datos con los rendimientos de maquinaria por actividad ¿la utilizaría?

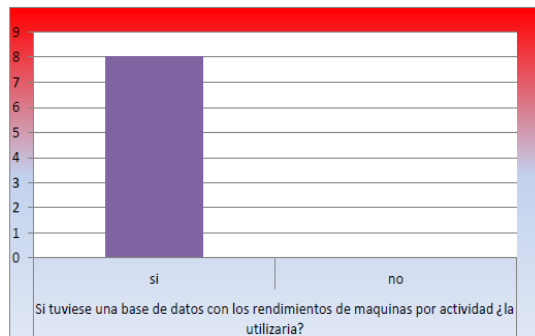


Figura 7: si tuviese una base de datos con los rendimientos de máquinas por actividad ¿la utilizaría?

Fuente: El Autor, 2014

D) con el método utilizado para estimar los rendimientos de las maquinas siente que sus presupuestos son:

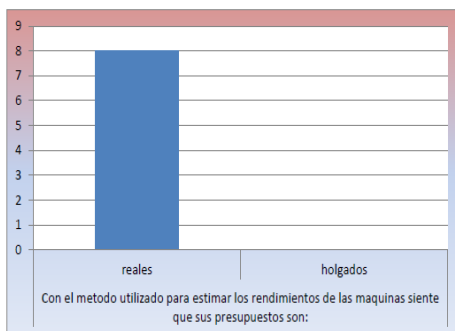


Figura 5: con el método utilizado para estimar los rendimientos de las maquinas siente que sus presupuestos son:

Fuente: El Autor, 2014.

Fuente: (Álvarez Barrios & Bello Lozano, 2015)

Anexo 10: Cuadro de rendimientos de tractor sobre orugas obtenidos de tesis

TRACTOR																	
FICHA N°	PROYECTO	PAIS	MARCA	TIPO	MODELO	POTENCIA (HP)	TIPO DE ACTIVIDAD	ALTITUD (msnm)	TIPO DE MATERIAL	CAPACIDAD CUCHARON (M3)	RENDIMIENTO						LIBRO: "COSTOS Y TIEMPOS EN CARETERAS", 1° EDICIÓN DEL ING. WALTER IBAÑEZ (m3/día)
											TEORICO FACTORES		FORMULAS		REAL/CAMPO		
											(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	
1	CONSTRUCCION DE HOSPITAL	ECUADOR	CATERPILLAR	ORUGA	D6N	145	EXCAVACIÓN Y RELLENO CON MEJORAMIENTO	50	MATERIAL SUELTO	3.6	58.11	464.87	91.54	732.36	67.76	542.06	470.00
6	OBRAS DE URBANISMO CORAL LAKES VIA CARTAGENA A BARRANQUILLA	COSTA RICA	CATERPILLAR	ORUGA	D6	215	EXTENDIDO DE MATERIAL	18	MATERIAL SUELTO	-	480.00	3840.00	-	-	368.00	2944.00	-

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Cuadro de rendimientos de Excavadora sobre orugas obtenidos de tesis

EXCAVADORA																	
FICHA N°	PROYECTO	PAIS	MARCA	TIPO	MODELO	POTENCIA (HP)	TIPO DE ACTIVIDAD	ALTITUD (msnm)	TIPO DE MATERIAL	CAPACIDAD DE CUCHARON (M3)	RENDIMIENTO						LIBRO: "MANUAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL ICG (m3/día)
											TEORICO FACTORES		FORMULAS		REAL/CAMPO		
											(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	
1	CONSTRUCCION DE HOSPITAL	ECUADOR	CATERPILLAR	ORUGA	320DL	174	EXCAVACIÓN Y RELLENO CON MEJORAMIENTO	50	MATERIAL SUELTO	1.3	75.27	602.20	87.69	701.52	100.50	804.00	1240.00
3	ACCESO TEMPORAL MINA YANACOCHA	PERÚ	CATERPILLAR	ORUGA	320C	138	MOVIMIENTO DE TIERRAS	4100	MATERIAL SUELTO (MINERAL)	1.3	129.48	1035.84	81.50	651.96	-	-	840.00
4	CARGIO EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS	PERÚ	CATERPILLAR	ORUGA	329 D	204	CARGIO DE MATERIAL	2334	TIERRA SUELTA CON ARCILLA	1.6	164.96	1319.68	219.64	1757.11	-	-	1230.00
5	RESTAURACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL	COSTA RICA	JCB	ORUGA	JS200	173	EXCAVACIÓN DE LA VÍA	3012	SUELO GRANULAR	1.2	-	-	-	-	298.62	2388.96	550.00
			JCB	ORUGA	JS200	173	CARGANDO VAGONETA	3012	SUELO GRANULAR	1.2	-	-	-	-	230.59	1844.72	550.00
			JCB	ORUGA	JS200	173	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	3012	SUELO GRANULAR	1.2	-	-	-	-	125.22	1001.76	550.00
			JCB	ORUGA	JS200	173	RELLENO DE ZANJAS PARA ALCANTARILLAS	3012	SUELO GRANULAR	1.2	-	-	-	-	87.21	697.68	550.00
6	OBRAS DE URBANISMO CORAL LAKES VIA CARTAGENA A BARRANQUILLA	COLOMBIA	CATERPILLAR	ORUGA	320CL	138	CONFORMACIÓN DE TALUD	18	MATERIAL SUELTO	1.5	315.00	2520.00	-	-	112.50	900.00	1430.00
			CATERPILLAR	ORUGA	320CL	138	EXCAVACIÓN DE ZANJA	18	MATERIAL SUELTO	1.5	315.00	2520.00	-	-	93.00	744.00	1430.00
			CATERPILLAR	ORUGA	320CL	138	CONFROMACIÓN DE TALUD	18	MATERIAL SUELTO	2.5	315.00	2520.00	-	-	145.00	1160.00	1430.00
7	CONSTRUCCIÓN DE UNA VIA EN CARICARE - ARAUCA	COLOMBIA	CATERPILLAR	ORUGA	320DL	138	EXCAVACIÓN	343	ARENO ARCILLOSO	1	70.00	560.00	-	-	64.15	513.20	840.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Cuadro de rendimientos de Cargador frontal obtenidos de tesis

CARGADOR FRONTAL																
FICHA N°	PROYECTO	PAIS	MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)	TIPO DE ACTIVIDAD	ALTITUD (msnm)	TIPO DE MATERIAL	CAPACIDAD DE CUCHARON (M3)	RENDIMIENTO						LIBRO: "MANUAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL ICG (m3/día)
										TEORICO FACTORES		FORMULAS		REAL/CAMPO		
										(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	
3	ACCESO TEMPORAL MINA YANACOCHA	PERÚ	CATERPILLAR	950H C7	197	MOVIMIENTO DE TIERRAS	4100	MATERIAL SUELTO (MINERAL)	3.5	93.00	744.00	68.60	548.76	-	-	750
4	CARGIO EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS	PERÚ	CATERPILLAR	962H	209	CARGIO DE MATERIAL	2334	TIERRA SUELTA CON ARCILLA	3.5	257.96	2063.68	248.04	1984.31	-	-	1180
6	OBRAS DE URBANISMO CORAL LAKES VIA CARTAGENA A BARRANQUILLA	COLOMBIA	LIUGONG	856	220	CARGO DE VALQUETAS	18	MATERIAL SUELTO	3	400	3200	-	-	319	2552	1290

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Cuadro de rendimientos de Motoniveladora obtenidos de tesis

MOTONIVELADORA																
FICHA N°	PROYECTO	PAIS	MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)	TIPO DE ACTIVIDAD	ALTITUD (msnm)	TIPO DE MATERIAL	RENDIMIENTO						LIBRO: "COSTOS Y TIEMPOS EN CARETERAS", 1° EDICIÓN DEL ING. WALTER IBAÑEZ (m3/día)	
									TEORICO FACTORES		FORMULAS		REAL/CAMPO			
									(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)		
1	CONSTRUCCION DE HOSPITAL	ECUADOR	KOMATSU	GD555-5	193	NIVELACIÓN DE TERRENO	50	MATERIAL SUELTO	180.72	1445.78	159.11	1272.89	157.50	1260.00	1101	
2	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS VIALES URBANAS	COLOMBIA	CATERPILLAR	12H	183	NIVELACIÓN DE TERRENO	1800	MATERIAL SUELTO(TIERRA)	135	1080.00	216.00	1728.00	120.00	960.00	1077	
			GALION	T500L	210	NIVELACIÓN DE TERRENO	1800	MATERIAL SUELTO(TIERRA)	105	840.00	116.67	933.33	56.00	448.00	1077	
5	RESTAURACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL	COSTA RICA	John Deere	770 BH	250	CONFORMACIÓN DE CUNETAS	3012	SUELO GRANULAR	-	-	-	-	257.16	2057.28	3290	
			KOMATSU	GB 655	220	COLOCACIÓN DE SUB BASE e=20cm	3012	SUELO GRANULAR	-	-	-	-	319.61	2556.88	2610	
			John Deere	GB 655	220	COLOCACIÓN DE BASE ESTABILIZADA e=20cm	3012	SUELO GRANULAR	-	-	-	-	273.48	2187.84	2610	
6	OBRAS DE URBANISMO CORAL LAKES VIA CARTAGENA A BARRANQUILLA	COLOMBIA	CATERPILLAR	120H	151	EXTENDIDO Y PERFILACIÓN e=20cm	18	MATERIAL SUELTO	398.3	3186.4	-	-	304.00	2432.00	3410	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Cuadro de rendimientos de Rodillo vibratorio obtenidos de tesis

RODILLO VIBRATORIO																
FICHA N°	PROYECTO	PAIS	MARCA	TIPO	MODELO	POTENCIA (HP)	TIPO DE ACTIVIDAD	ALTITUD (msnm)	TIPO DE MATERIAL	RENDIMIENTO						
										TEORICO FACTORES		FORMULAS		REAL/CAMPO		LIBRO: "COSTOS Y TIEMPOS EN CARETERAS", 1° EDICIÓN DEL ING. WALTER IBAÑEZ (m3/día)
										(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	
1	CONSTRUCCION DE HOSPITAL	ECUADOR	BOMAG	LISO	BW211D-4	131	COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO	50	MATERIAL SUELTO	174.00	1392.00	112.05	896.40	166.52	1332.19	3220
			INGERSOLL RAND	LISO	SD - 70D	92	COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO	1800	MATERIAL SUELTO(TIERRA)	-	-	341.51	2732.12	396.67	3173.33	3220
			Dynapac	LISO	CA 152	53.6	COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO	1800	MATERIAL SUELTO(TIERRA)	-	-	241.07	1928.55	345.60	2764.80	3220
2	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS VIALES URBANAS	COLOMBIA	INGERSOLL RAND	LISO	SD - 70D	92	COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO	1800	MATERIAL SUELTO(TIERRA)	-	-	341.51	2732.12	71.95	575.63	3220
			INGERSOLL RAND	LISO	SD - 70D	93	COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO	1800	MATERIAL SUELTO(TIERRA)	-	-	241.07	1928.55	10.18	81.45	3220
			Dynapac	LISO	CA 152	53.6	COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO	1800	MATERIAL SUELTO(TIERRA)	-	-	241.07	1928.55	24.00	192.00	3220
			INGERSOLL RAND	LISO	DD-38HF	44	COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO	1800	MATERIAL SUELTO(TIERRA)	-	-	241.07	1928.55	345.60	2764.80	3220
6	OBRAS DE URBANISMO CORAL LAKES VIA CARTAGENA A BARRANQUILLA	COLOMBIA	INGERSOLL	LISO	SD - 70D	92	COMPACTACIÓN DE SUB BASES Y BASES	18	MATERIAL SUELTO	502	4016	-	-	198.00	1584.00	3220

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Cuadro de rendimientos de Volquete obtenidos de tesis

VOLQUETE																
FICHA N°	PROYECTO	PAIS	MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)	TIPO DE ACTIVIDAD	ALTITUD (msnm)	TIPO DE MATERIAL	CAPACIDAD (m3)	RENDIMIENTO						
										TEORICO FACTORES		FORMULAS		REAL/CAMPO		LIBRO: "COSTOS Y TIEMPOS EN CARETERAS", 1° EDICIÓN DEL ING. WALTER IBAÑEZ (m3/día)
										(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	(m3/hr)	(m3/día)	
3	ACCESO TEMPORAL MINA YANACOCHA	PERÚ	VOLVO	FM 440	440	MOVIMIENTO DE TIERRAS	4100	MATERIAL SUELTO (MINERAL)	15	-	-	-	-	47.19	377.51	409

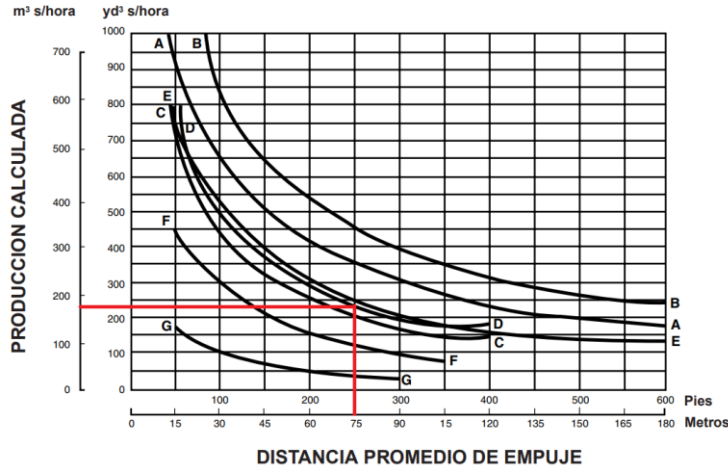
Fuente: Elaboración propia

Anexo 16: Rendimiento tractor de oruga según Caterpillar

TRACTOR DE ORUGA

MODELO D7R
 POTENCIA 230 HP

PRODUCCION CALCULADA
 Hojas rectas • D3, D6, D7, 814, 824, 834



CLAVE

- A — 824-S
- B — 834-S
- C — D7G-7S
- D — D7R-7S
- E — 814-S
- F — D6R-6S
- G — D3C LGP

Distancia promedio de empuje 75 m

Rendimiento dado por el fabricante 185 m³/h

FACTORES DE CORRECCIÓN

OPERADOR		0.75
MATERIAL	en banco	0.8
EMPUJE POR		
METODO	normal	0.9
EFICIENCIA DE		
TRABAJO	50min/hr	0.83
		0.75
	40min/hr	0.67

Rendimiento corregido	82.92 m³/h
-----------------------	------------

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Rendimiento excavadora sobre oruga según Caterpillar

EXCAVADORA SOBRE ORUGA

MODELO 320 D
 POTENCIA 225 HP
 CALCULO DE TIEMPO DE CICLO:

Modelo		320D RR, 321D CR,		324D	328D LCR	329D	336D	345D	365C L	385C
		320D	323D							
Tamaño del cuch.	L	800	800	1000	N/A	1100	1400	2400	1900	3760
	yd'	1,05	1,05	1,31		1,44	1,83	3,0	2,5	5,0
Tipo de suelo		Arcilla dura								
Profundidad de excavación	m	2,3	2,3	3,2	N/A	3,2	3,4	4,0	4,2	5,6
	pies	8	8	10		10	11	13	14	18
Carga del cucharón	min	0,09	0,09	0,09	N/A	0,09	0,09	0,13	0,10	0,19
Giro con carga	min	0,06	0,06	0,06	N/A	0,06	0,07	0,07	0,09	0,06
Descarga del cucharón	min	0,03	0,03	0,04	N/A	0,04	0,04	0,02	0,04	0,03
Giro sin carga	min	0,05	0,05	0,06	N/A	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07
Tiempo total del ciclo	min	0,23	0,23	0,25	N/A	0,25	0,27	0,28	0,30	0,35

N/A = No aplicable

T total de ciclo 0.23 min

CAPACIDAD DEL CUCHARON::



MODELO	320D		320D	
Fabricadas en	Japón, China, Indonesia, Brasil		Japón	
Potencia en el volante	103 kW	138 hp	110 kW	148 hp
Peso en orden de trabajo*	20.300 kg	44.700 lb	20.300 kg	44.700 lb
Capacidades del cucharón (colmado)	0,45-1,5 m ³	0,59-1,96 yd ³	0,45-1,5 m ³	0,59-1,96 yd ³
Modelo de motor	C6.4 ACERT		C6.4 ACERT	
RPM nominales del motor	1800		1800	
Número de cilindros	6		6	
Calibre	102 mm	4"	102 mm	4"
Carrera	130 mm	5"	130 mm	5"
Cilindrada	6,4 L	391 pulg ³	6,4 L	391 pulg ³
Caudal máx. de la bomba hidráulica del implemento a las RPM nominales	2 x 205 L/min	2 x 54 gpm	2 x 205 L/min	2 x 54 gpm
Ajustes de las válvulas de alivio:				
Circuitos de implemento	35.000 kPa	5076 lb/pulg ²	35.000 kPa	5076 lb/pulg ²
Circuitos de desplazamiento	35.000 kPa	5076 lb/pulg ²	35.000 kPa	5076 lb/pulg ²
Circuitos de rotación	25.000 kPa	3630 lb/pulg ²	25.000 kPa	3630 lb/pulg ²

Capacidad de cucharon

1.3 m³

Metros cúbicos por hora de 60 minutos*

TIEMPOS DE CICLO CALCULADOS	CARGA ÚTIL CALCULADA DEL CUCHARÓN** — METROS/YARDAS CÚBICOS SUELTOS																TIEMPOS DE CICLO CALCULADOS				
	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	4,0	Ciclos por min	Ciclos por hora
10,0	0,17																			6,0	360
11,0	0,18																			5,5	330
12,0	0,20	60	90	150	210	270														5,0	300
13,3	0,22	54	81	135	189	243	297	351	405	459	513	567	621	675	729	783	837	891	945	4,5	270
15,0	0,25	48	72	120	168	216	264	312	360	408	456	504	552	600	648	696	744	792	840	4,0	240
17,1	0,29	42	63	105	147	189	231	273	315	357	399	441	483	525	567	609	651	693	735	3,5	210
20,0	0,33	36	54	90	126	162	198	234	270	306	342	378	414	450	486	522	558	594	630	3,0	180
24,0	0,40	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	2,5	150
30,0	0,50	24	36	60	84	108	132	156	180	204	228	252	276	300	324	348	372	396	420	2,0	120
35,0	0,58	20	31	51	71	92	112	133	153	173	194	214	235	255	275	296	316	337	357	1,7	102
40,0	0,67						81	99	117	135	153	171	189	207	225	243	261	279	297	1,5	90
45,0	0,75									133	148	164	179	195	211	226	242	257	273	1,3	78
50,0	0,83																			1,2	72

Rendimiento	312 m ³ /h
Eficiencia	0.75
Rendimiento corregido	234 m ³ /h

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18: Rendimiento de cargador frontal según Caterpillar

CARGADOR FRONTAL

MODELO 968G
 tiempo de ciclo 0.5 segundos
 Capacidad del cucharón 1.9 De manual
 Eficiencia 0.75

Tamaño de cuch. (m³ o yd³)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
Tiempo de ciclo (min.)																				
Ciclos por hora																				
0,35	171																			
0,40	150	150	225	330	375	450	525													
0,45	133	135	200	268	332	400	466	530	600	665	730	800	865							
0,50	120	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	1003	1080	1140	1200
0,55	109	109	164	218	272	328	382	436	490	545	600	655	705	765	820	870	925	980	1008	1090
0,60	100	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
0,65	92	92	138	184	230	276	322	368	416	460	505	555	600	645	690	735	780	830	875	920
0,70	86							342	386	430	474	515	560	600	645	690	730	775	815	860
0,75	80													560	600	640	680	720	760	800

Eficiencia del trabajo	Factor de eficiencia	Factor de carga del cucharón
Tiempo de trabajo por hora		Tamaño del cuch. X 1,00
60 min./hora	1	
55	0.91	0.95
50	0.83	0.9
45	0.75	0.85
40	0.69	0.8
		0.75

Rendimiento 135 m³/h

MODELO	924Gz	924G con pasador	928G	938G
Potencia en el volante: Neta Bruta	82 kW / 110 hp	82 kW / 110 hp	93 kW / 125 hp	119 kW / 160 hp / 128 kW / 172 hp
Modelo de motor	3056 T	3056 T	3116 T	3126 DITA
Clasificación de RPM del motor	2300	2300	2300	2200
Calibre	100 mm / 3,94"	100 mm / 3,94"	105 mm / 4,13"	110 mm / 4,3"
Carrera	127 mm / 5"	127 mm / 5"	127 mm / 5"	127 mm / 5"
Número de cilindros	6	6	6	6
Cilindrada	6 L / 366 pulg³	6 L / 366 pulg³	6.6 L / 403 pulg³	7.2 L / 439 pulg³
Velocidades de avance	km/h / mph	km/h / mph	km/h / mph	km/h / mph
1a.	6,7 / 4,2	6,7 / 4,2	7,6 / 4,7	7,6 / 4,7
2a.	12,2 / 7,6	12,2 / 7,6	12,0 / 7,5	13,9 / 8,6
3a.	21,8 / 13,5	21,8 / 13,5	24,6 / 15,3	23,9 / 14,8
4a.	38,5 / 23,9	38,5 / 23,9	36,7 / 22,8	39,2 / 24,3
Velocidades de retroceso				
1a.	6,5 / 4,0	6,5 / 4,0	7,6 / 4,7	7,6 / 4,7
2a.	11,9 / 7,4	11,9 / 7,4	12,0 / 7,5	13,9 / 8,6
3a.	21,6 / 13,4	21,6 / 13,4	24,6 / 15,3	39,2 / 24,3
4a.	—	—	—	—
Tiempo del ciclo hidráulico, en segundos				

Cargadores de ruedas

Información sobre rendimiento

● 928G

Tipo de cucharón	De uso general							
	Cuchilla empernable		Dientes y segmentos empernables*		Dientes empernables*		Penetración	
Tipo de herramienta de corte							Dientes montados a ras*	
Capacidad nominal del cucharón (S)	m³ / yd³	2,0 / 2,6	2,2 / 2,9	2,0 / 2,6	2,2 / 2,9	1,9 / 2,5	2,1 / 2,75	2,1 / 2,75
Capacidad a ras (S)	m³ / yd³	1,7 / 2,25	1,9 / 2,5	1,7 / 2,25	1,9 / 2,5	1,6 / 2,1	1,8 / 2,3	1,8 / 2,3
Ancho	mm / pies/pulg	2549 / 8'4"	2549 / 8'4"	2549 / 8'4"	2549 / 8'4"	2549 / 8'4"	2549 / 8'4"	2594 / 8'6"

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19: Rendimiento de motoniveladora según Caterpillar

MOTONIVELADORA

MODELO: 120 H
 POTENCIA: 125 HP

Longitud de la vertedera m (pies)	Longitud efectiva, m (pies) ángulo de la hoja 30 grados	Longitud efectiva, m (pies) ángulo de la hoja 45 grados
3,658 (12)	3,17 (10,4)	2,59 (8,5)
3,962 (13)	3,43 (11,3)	2,80 (9,2)
4,267 (14)	3,70 (12,1)	3,02 (9,9)
4,877 (16)	4,22 (13,9)	3,45 (11,3)
7,315 (24)	6,33 (20,8)	5,17 (17,0)

Para otras longitudes de hoja y otros ángulos:
 Longitud efectiva = Longitud de la hoja x seno (ángulo)

Formula:

$$A = S \times (L_e - L_0) \times 1000 \times E \quad (\text{Métrico})$$

$$A = S \times (L_e - L_0) \times 5280 \times E \quad (\text{Inglesas})$$

- A: Area de operación horaria (m2/h) o (pie2/h)
- S: velocidad de operación (km/h o mph)
- Le: Longitud efectiva de la hoja (m o pies)
- Lo: Anho de superposición (m o pies)
- E: Eficiencia del trabajo

	VELOCIDADES	Q (m2/h)	Q(m3/h)
MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA ESTABILIZADO	3	2973.66	297.37
CONFORMACIÓN DE CUNETAS EN TERRENO SUELTO	1	991.22	99.12
CAPA NIVELANTE E:0.05m	4	3964.88	396.49
MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO e=0.	2	1982.44	198.24
RECONFORMACIÓN DE CUNETAS	1	991.22	99.12
CAPA NIVELANTE E=0.05 M	4	3964.88	396.49
Escarificado de base existente	5	4956.10	495.61
MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA ESTABILIZADO	3	2973.66	297.37
CONFORMACION DE CUNETAS EN TERRENO SUELTO	1	991.22	99.12

MODELO:	120H	POTENCIA:	125 HP
Longitud de la vertedera:	3.658 m		
Le:	1.92 m		
Lo:	0.6 m		
E:	0.75		
S	4 km/h		
Q	3964.88 m2/h		
Q	396.49 m3/h		

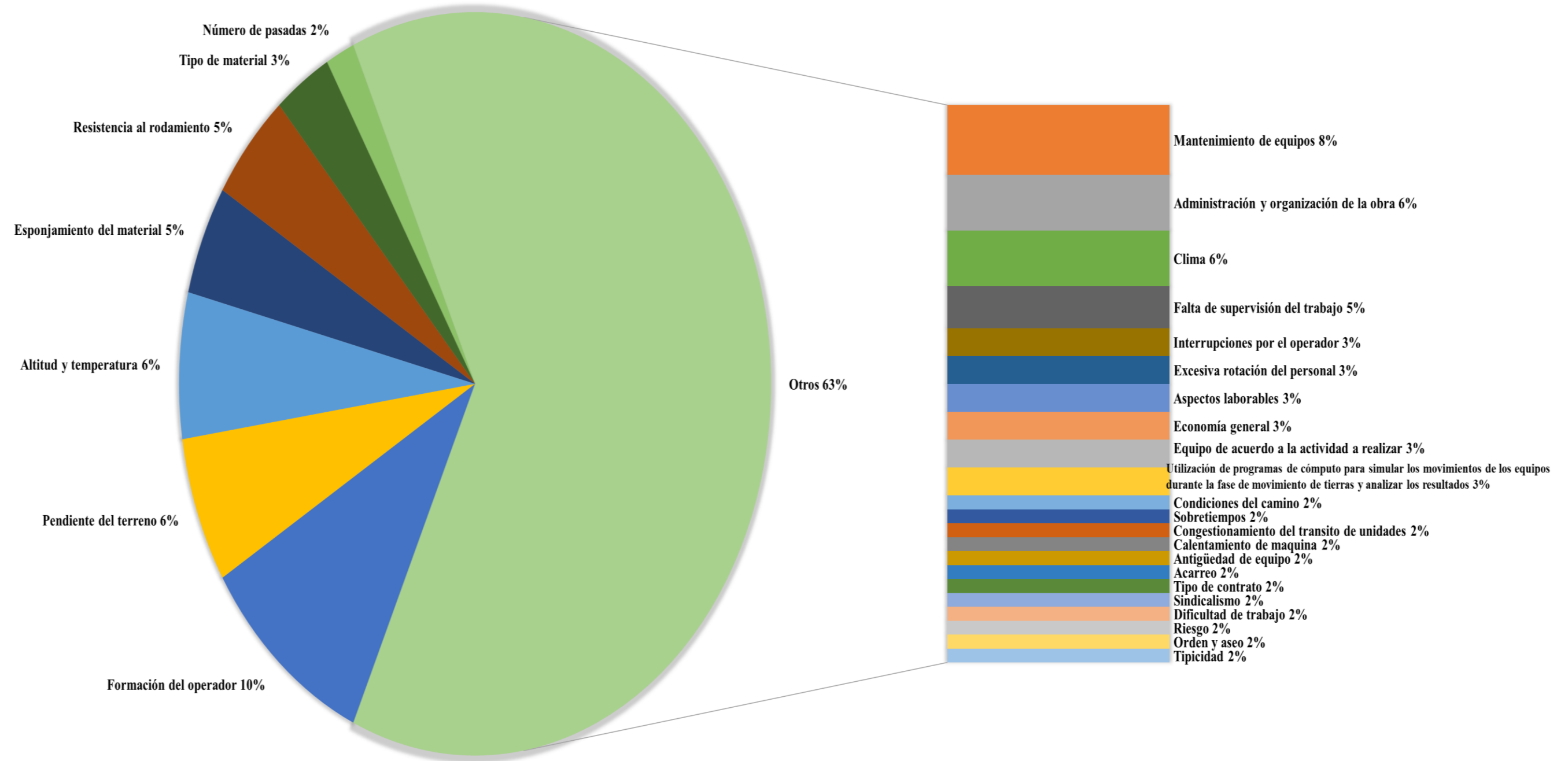
Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Factores que afecta el rendimiento del equipo en la conservación vial

FACTORES	TESIS	(Alvarado Peralta, 2018) "Cómo se calcula la productividad y el costo horario de la maquinaria pesada para el movimiento de tierra en la obra del Hospital del IESS de Durán"	(Camelo García & Pereira Ampudia, 2015) "Factores que afectan los rendimientos de las motoniveladoras y compactadoras en las construcciones de obras viales urbanas en Bogotá"	(Malpica Quijada, 2014) "Evaluación de rendimientos de equipos en las operaciones de movimiento de tierras en el minado cerro negro Yanacocha – Cajamarca"	(Aguilar Azañero & Ysla Oyarce, 2016) "Cálculo de rendimiento de retroexcavadora, excavadora y cargador frontal en movimiento de tierras, Chachapoyas, Amazonas".	(Sánchez Varela, 2018) "estimación de rendimiento y productividad de equipo y mano de obra de un proyecto vial con declaratoria de emergencia"	(Álvarez Barrios & Bello Lozano, 2015)"Rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras en la ciudad de Cartagena caso estudio: Urbanización Coral Lakes y Zona Franca Parque Central"	(Carranza Cortés & Combata Castro, 2015) "Análisis del desempeño de la excavadora CAT 320D en la construcción de una vía, ejecutando actividades de movimiento de tierra. Caso de estudio – proyecto Caricare en el departamento Arauca"
Mantenimiento de equipos		x		x		x		x
Esponjamiento del material		x		x		x		
Administración y organización de la obra		x		x			x	x
Pendiente del terreno		x				x		x
Resistencia al rodamiento		x					x	x
Condiciones del camino		x						
Altitud y temperatura		x		x		x		x
Clima			x	x		x		x
Número de pasadas			x					
Formación del operador		x		x		x		x
Interrupciones por el operador			x	x				
Sobretiempos				x				
Falta de supervisión del trabajo				x			x	x
Excesiva rotación del personal				x			x	
Congestionamiento del transito de unidades				x				
Calentamiento de maquina				x				
Antigüedad de equipo				x				
Tipo de material						x		x
Acarreo						x		
Aspectos laborables							x	x
Economía general							x	x
Equipo de acuerdo a la actividad a realizar							x	x
Tipo de contrato								x
Sindicalismo								x
Dificultad de trabajo								x
Riesgo								x
Orden y aseo								x
Tipicidad								x
Utilización de programas de cómputo para simular los movimientos de los equipos durante la fase de movimiento de tierras y analizar los resultados				x			x	

Fuente: Elaboración propia

FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO



Fuente: Elaboración propia

Anexo 22: Costo horario de Excavadora

EXCAVADORA 320D		
Datos generales de la maquina:		
<i>Sin IGV</i>		
Valor de Adquisición (Va):	S/ 906,400.00	
Vida Económica útil (VEU):	10000	horas
n:	5	años
uso estimado:	2000	horas anuales
Valor de Rescate (Vr):	S/ 226,600.00	
%	25%	
Potencia:	148	Hp
Capacidad de cucharón:	1.3	m ³
Calculo de costo horario de posesión:		
<i>Costo horario de la depreciación</i>		
Depreciación:	$(Va - Vr)/VEU$	S/ 67.98 / hora
<i>Costo horario del Interés de Capital Invertido</i>		
Interés de capital invertido	$(IMAx\%i)/N^{\circ}$ de horas anuales	
<i>Calculo de la Inversión Media Anual (IMA)</i>		
$(Va (n+1) + Vr (n-1))/2n$	S/ 634,480.00	/año
TAMN (2021) "%i"	10.38%	
Interés de Capital Invertido:	S/ 32.93	/hora
<i>Costo horario de los seguros, Impuestos y Almacenaje</i>		
Seguros:	2.50%	
Impuestos:	2.00%	
Almacenaje:	1.00%	
Total:	5.50%	
Seguro, Impuestos y Almacenaje:	$(IMAx \Sigma \text{ de tasa anuales})/N^{\circ}$ de horas anuales	S/ 17.45 /hora
Depreciación:	S/ 67.98	/ hora
Interés:	S/ 32.93	/hora
Seguros, impuestos y almacenaje:	S/ 17.45	/hora
Total Costo Horario de Posesión	S/ 118.36	/hora

Calculo de Costo Horario de Operación

(Mantenimiento y reparación + Combustible + Lubricantes + Filtros +Grasas + Piezas de desgaste + herramientas de corte + Neumaticos + Operador de equipo especializado)

Datos generales:

Combustibles:

Consumo de Petroleo (para equipo nuevo):	5	gal/hora
------------------------------------------	---	----------

Lubricantes:

Consumo de Aceite Motor Grado 40	0.05	gal/hora
Consumo de Aceite Hidráulico	0.004	gal/hora
Consumo de Aceite Transmisión	0.004	gal/hora
Grasa	0.22	lib/hora

Filtros:	20%	x(combustible+lubricante)
----------	-----	---------------------------

Piezas de desgaste:

Carrillería (Vida útil):	6000	horas	(condiciones severas)
Cucharon	5000	horas	(condiciones severas)

Operador:

Operador de equipo pesado:	1.5	H-H del operario de Construcción Civil
----------------------------	-----	----------------------------------------

Calculo del Costo de Mantenimiento y Reparación (CMR)

CMR = Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones

Costo de Mantenimiento:	100%	x Del valorde Adquisición
	S/ 906,400.00	

a) Costo de Mano de Obra:	25%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 22.66	/hora

b) Costo de Reparaciones:	75%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 67.98	/hora

Costo de Mantenimiento y Reparacion:	= Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones
	S/ 90.64 /hora

Cotizaciones (SEPT 2021)	Sin IGV		
Galón de petróleo (galón):	S/	20.95	
Galón de aceite Motor Grado 40 (galón):	S/	41.20	
Consumo de Aceite Hidráulico	S/	28.42	
Consumo de Aceite Transmisión	S/	39.12	
Grasas (libra)	S/	10.96	
Carrilería (juego completo)	S/	2,164.90	
Cucharón	S/	2,073.28	
Operario de Construcción civil	S/	24.79	H-H

Calculo del costo del combustible			
Combustible (petróleo)	5	gal/h x	S/ 20.95
	S/ 104.75	/hora	

Calculo del costo de los lubricantes						
Galón de aceite Motor Grado 40 (galón):	0.05	gal/h x	S/ 41.20	=	S/ 2.06	/hora
Consumo de Aceite Hidráulico	0.004	gal/h x	S/ 28.42	=	S/ 0.11	/hora
Consumo de Aceite Transmisión	0.004	gal/h x	S/ 39.12	=	S/ 0.16	/hora
Lubricante total	S/ 2.33	/hora				

Cálculo del Costo de filtros		
Filtros	20%	x(Combustible + lubricate)
	S/ 21.42	/hora

Calculo del costo de las grasas			
Grasas	0.22	lib/h x	S/ 10.96
	S/ 2.41	/hora	

Calculo del costo de las piezas de Desgaste			
= Costo de pieza / Vida util de piezas	S/ 0.78	/hora	

Calculo del costo del operador especializado		
Operador especializado	1.5	x (Costo de H-H de Op. De Constr. Civil)
	S/ 37.19	

Total Costo Horario de Operación	S/ 259.51	/hora
-----------------------------------------	------------------	--------------

Calculo del Costo Horario Total	S/ 377.87	/hora
----------------------------------------	------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23: Costo horario de Tractor

TRACTOR D6R

Datos generales de la maquina:

Sin IGV

Valor de Adquisición (Va):	S/ 1,483,200.00	
Vida Económica útil (VEU):	10000	horas
n:	5	años
uso estimado:	2000	horas anuales
Valor de Rescate (Vr):	S/ 370,800.00	
%	25%	
Potencia:	165	Hp
Capacidad de cucharón:		m3

Calculo de costo horario de posesión:

Costo horario de la depreciación

Depreciación:	$(Va - Vr)/VEU$	S/ 111.24	/ hora
---------------	-----------------	-----------	--------

Costo horario del Interes de Capital Invertido

Interes de capital invertido	$(IMAx\%i)/N^{\circ}$ de horas anuales
------------------------------	----------------------------------------

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA)

$(Va (n+1) + Vr (n-1))/2n$	S/ 1,038,240.00	/año
----------------------------	-----------------	------

TAMN (2021)	10.38%
-------------	--------

Interes de Capital Invertido:	S/ 53.88	/hora
-------------------------------	----------	-------

Costo horario de los seguros, Impuestos y Almacenaje

Seguros:	2.50%
Impuestos:	2.00%
Almacenaje:	1.00%
Total:	5.50%

Seguro, Impuestos y Almacenaje:

$(IMAx \Sigma \text{ de tasa anuales})/N^{\circ}$ de horas anuales	S/ 28.55	/hora
--------------------------------------------------------------------	----------	-------

Depreciación:	S/ 111.24	/ hora
Interes:	S/ 53.88	/hora
Seguros, impuestos y almacenaje:	S/ 28.55	/hora
Total Costo Horario de Posesión	S/ 193.68	/hora

Calculo de Costo Horario de Operación

(Mantenimiento y reparación + Combustible + Lurbicantes + Filtros +Grasas + Piezas de desgaste + herramientas de corte + Neumaticos + Operador de equipo especializado)

Datos generales:

Combustibles:

Consumo de Petroleo (para equipo nuevo):	8.5	gal/hora
------------------------------------------	-----	----------

Lubricantes:

Consumo de Aceite Motor Grado 40	0.05	gal/hora
Consumo de Aceite Hidráulico	0.004	gal/hora
Consumo de Aceite Transmisión	0.004	gal/hora
Grasa	0.22	lib/hora

Filtros:	20%	(combustible+lubricante)
----------	-----	--------------------------

Piezas de desgaste:

Carrillería (Vida util):	8000	horas	(condiciones severas)
Cucharon	5000	horas	(condiciones severas)

Operador:

Operador de equipo pesado:	1.5	H-H del operario de Construcción Civil
----------------------------	-----	----------------------------------------

Calculo del Costo de Mantenimiento y Reparación (CMR)

CMR = Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones

Costo de Mantenimiento:	100%	x Del valorde Adquisición
	S/ 1,483,200.00	

a) Costo de Mano de Obra:	25%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 37.08	/hora

b) Costo de Reparaciones:	75%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 111.24	/hora

Costo de Mantenimiento y Reparacion	= Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones
	S/ 148.32 /hora

Cotizaciones (SEPT 2021)	Sin IGV		
Galón de petróleo (galón):	S/	20.95	
Galón de aceite Motor Grado 40 (galón):	S/	41.20	
Consumo de Aceite Hidráulico	S/	28.42	
Consumo de Aceite Transmisión	S/	39.12	
Grasas (libra)	S/	10.96	
Carrilería (juego completo)	S/	2,164.90	
Cucharón	S/	2,073.28	
Operario de Construcción civil	S/	24.79	H-H

Calculo del costo del combustible			
Combustible (petróleo)	8.5	gal/h x	S/ 20.95
	S/ 178.08	/hora	

Calculo del costo de los lubricantes						
Galón de aceite Motor Grado 40 (galón):	0.05	gal/h x	S/ 41.20	=	S/ 2.06	/hora
Consumo de Aceite Hidráulico	0.004	gal/h x	S/ 28.42	=	S/ 0.11	/hora
Consumo de Aceite Transmisión	0.004	gal/h x	S/ 39.12	=	S/ 0.16	/hora
Lubricante total	S/ 2.33	/hora				

Cálculo del Costo de filtros		
Filtros	20%	x(Combustible + lubricate)
	S/ 36.08	/hora

Calculo del costo de las grasas			
Grasas	0.22	lib/h x	S/ 10.96
	S/ 2.41	/hora	

Calculo del costo de las piezas de Desgaste		
= Costo de pieza / Vida util de piezas	S/ 0.69	/hora

Calculo del costo del operador especializado	
Operador especializado	1.5 x (Costo de H-H de Op. De Constr. Civil)
	S/ 37.19

Total Costo Horario de Operación	S/ 405.09	/hora
-----------------------------------------	------------------	--------------

Calculo del Costo Horario Total	S/ 598.76	/hora
----------------------------------------	------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24: Costo horario de Motoniveladora

MOTONIVELADORA 120H

Datos generales de la maquina:

Sin IGV

Valor de Adquisición (Va):	S/ 1,339,000.00	
Vida Económica útil (VEU):	20000	horas
n:	8	años
uso estimado:	2500	horas anuales
Valor de Rescate (Vr):	S/ 267,800.00	
%	20%	
Potencia:	125	Hp

Calculo de costo horario de posesión:

<i>Costo horario de la depreciación</i>		
Depreciación:	$(Va - Vr)/VEU$	S/ 53.56 / hora

<i>Costo horario del Interés de Capital Invertido</i>	
Interés de capital invertido	$(IMA \times \%i)/N^\circ$ de horas anuales

<i>Calculo de la Inversión Media Anual (IMA)</i>	
$(Va (n+1) + Vr (n-1))/2n$	S/ 870,350.00 /año

TAMN (2021)	10.38%
-------------	--------

Interés de Capital Invertido:	S/ 36.14 /hora
-------------------------------	----------------

<i>Costo horario de los seguros, Impuestos y Almacenaje</i>	
Seguros:	2.50%
Impuestos:	2.00%
Almacenaje:	1.00%
Total:	5.50%

<i>Seguro, Impuestos y Almacenaje:</i>	
$(IMA \times \Sigma \text{ de tasa anuales})/N^\circ$ de horas anual	S/ 19.15 /hora

Depreciación:	S/ 53.56 / hora
Interés:	S/ 36.14 /hora
Seguros, impuestos y almacenaje:	S/ 19.15 /hora
Total Costo Horario de Posesión	S/ 108.84 /hora

Calculo de Costo Horario de Operación

(Mantenimiento y reparación + Combustible + Lurbicantes + Filtros +Grasas + Piezas de desgaste + herramientas de corte + Neumaticos + Operador de equipo especializado)

Datos generales:

Combustibles:

Consumo de Petroleo (para equipo nuevo):	5.5	gal/hora
------------------------------------------	-----	----------

Lubricantes:

Consumo de Aceite Motor Grado 4	0.035	gal/hora
Consumo de Aceite Caja de cambio grado 140	0.00435	gal/hora
Consumo de Aceite Toma fuerza, reductor, dirección, grado 140	0.0026	gal/hora
Consumo de Aceite Dirección	0.001	gal/hora
Grasa	0.22	lib/hora
Refrigerante	0.002	gal/hora

Filtros:	20%	(combustible+lubricante)
----------	-----	--------------------------

Piezas de desgaste:

Neumaticos:	6	unidades	
Vida util de cada unidad:	800	horas	(condiciones severas)
Hoja de vertedera	3000	horas	(condiciones severas)
Escarificador	3000	horas	(condiciones severas)

Operador:

Operador de equipo pesado:	1.5	H-H del operario de Construcción Civi
----------------------------	-----	---------------------------------------

Calculo del Costo de Mantenimiento y Reparación (CMR)

CMR = Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones

Costo de Mantenimiento:	80%	x Del valorde Adquisición
	S/ 1,071,200.00	

a) Costo de Mano de Obra:	25%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 13.39	/hora

b) Costo de Reparaciones:	75%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 40.17	/hora

Costo de Mantenimiento y Reparaci	= Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones
S/ 53.56	/hora

Cotizaciones (SEPT 2021)	Sin IGV		
Galón de petróleo (galón):	S/	20.95	
Galón de aceite Motor Grado 40 (galón):	S/	41.20	
Aceite Caja de cambio; grado 140	S/	43.96	
Aceite Toma fuerza, reductor, dirección, grado 140	S/	43.96	
Aceite dirección	S/	39.12	
Grasas (libra)	S/	10.96	
Refrigerante (galón)	S/	45.01	
Neumaticos (unidad)	S/	350.00	c/u
Hoja de vertedera	S/	250.00	c/u
Escarificador	S/	350.00	c/u
Operario de Construcción civil	S/	24.79	H-H

Calculo del costo del combustible

Combustible (petróleo)	5.5	gal/h x	S/ 20.95
	S/ 115.23	/hora	

Calculo del costo de los lubricantes

Galón de aceite Motor Grado 40 (galón):	0.035	gal/h x	S/ 41.20	=	S/ 1.44	/hora
Aceite Caja de cambio; grado 140	0.004	gal/h x	S/ 43.96	=	S/ 0.18	/hora
Aceite Toma fuerza, reductor, dirección, grado 140	0.0026	gal/h x	S/ 43.96	=	S/ 0.11	/hora
Aceite dirección	0.001	gal/h x	S/ 39.12	=	S/ 0.04	/hora
Refrigerante (galón)	0.002	gal/h x	S/ 45.01	=	S/ 0.09	/hora
Lubricante total	S/ 1.86	/hora				

Cálculo del Costo de filtros

Filtros	5%	x(Combustible + lubricate)
	S/ 5.85	/hora

Calculo del costo de las grasas

Grasas	0.22	lib/h x	S/ 10.96
	S/ 2.41	/hora	

Calculo del costo de las piezas de Desgaste

= Costo de pieza / Vida util de piezas	S/ 0.20	lib/h x
----------------------------------------	---------	---------

Calculo del Costo de Neumaticos

Neumaticos	= Costo de los neumaticos / Vida util de la llanta
	S/ 2.63 /hora

Calculo del costo del operador especializado

Operador especializado	1.5	(Costo de H-H de Op. De Constr. Civil)
	S/ 37.19	

Total Costo Horario de Operación	S/ 218.92	/hora
-----------------------------------------	------------------	--------------

Calculo del Costo Horario Total	S/ 327.77	/hora
----------------------------------------	------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25: Costo horario de Cargador Frontal

CARGADOR FRONTAL 986G

Datos generales de la maquina:

Sin IGV

Valor de Adquisición (Va):	S/ 1,236,000.00	
Vida Económica útil (VEU):	12000	horas
n:	6	años
uso estimado:	2000	horas anuales
Valor de Rescate (Vr):	S/ 247,200.00	
%	20%	
Potencia:	125	Hp
Capacidad:	41000	kg.
Capacidad de tolva:	12_17	m3

Calculo de costo horario de posesión:

<i>Costo horario de la depreciación</i>			
Depreciación:	$(Va - Vr)/VEU$	S/ 82.40	/ hora

<i>Costo horario del Interés de Capital Invertido</i>	
Interés de capital invertido	$(IMAx\%i)/N^{\circ}$ de horas anuales

<i>Calculo de la Inversión Media Anual (IMA)</i>		
$(Va (n+1) + Vr (n-1))/2n$	S/ 824,000.00	/año

TAMN (2021)	10.38%
-------------	--------

Interés de Capital Invertido:	S/ 42.77	/hora
-------------------------------	----------	-------

<i>Costo horario de los seguros, Impuestos y Almacenaje</i>	
Seguros:	2.50%
Impuestos:	2.00%
Almacenaje:	1.00%
Total:	5.50%

<i>Seguro, Impuestos y Almacenaje:</i>		
$(IMAx \Sigma \text{ de tasa anuales})/N^{\circ}$ de horas anual	S/ 22.66	/hora

Depreciación:	S/ 82.40	/ hora
Interés:	S/ 42.77	/hora
Seguros, impuestos y almacenaje:	S/ 22.66	/hora
Total Costo Horario de Posesión	S/ 147.83	/hora

Calculo de Costo Horario de Operación

(Mantenimiento y reparación + Combustible + Lurbicantes + Filtros +Grasas + Piezas de desgaste + herramientas de corte + Neumaticos + Operador de equipo especializado)

Datos generales:

Combustibles:

Consumo de Petroleo (para equipo nuevo):	3.5	gal/hora
------------------------------------------	-----	----------

Lubricantes:

Consumo de Aceite Motor Grado 4	0.035	gal/hora
Consumo de Aceite Caja de cambio grado 140	0.00435	gal/hora
Consumo de Aceite Toma fuerza, reductor, dirección, grado 140	0.0026	gal/hora
Consumo de Aceite Dirección	0.001	gal/hora
Grasa	0.22	lib/hora
Refrigerante	0.002	gal/hora

Filtros:	20%	(combustible+lubricante)
----------	-----	--------------------------

Neumaticos

Neumaticos:	4	unidades
Vida util de cada unidad:	800	horas (condiciones severas)

Operador:

Operador de equipo pesado:	1.5	H-H del operario de Construcción Civi
----------------------------	-----	---------------------------------------

Calculo del Costo de Mantenimiento y Reparación (CMR)

CMR = Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones

Costo de Mantenimiento:	90%	x Del valorde Adquisición
	S/ 1,112,400.00	

a) Costo de Mano de Obra:	25%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 23.18	/hora

b) Costo de Reparaciones:	75%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 69.53	/hora

Costo de Mantenimiento y Reparaci	= Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones
	S/ 92.70 /hora

Cotizaciones (SEPT 2021)	Sin IGV		
Galón de petróleo (galón):	S/	20.95	
Galón de aceite Motor Grado 40 (galón):	S/	41.20	
Aceite Caja de cambio; grado 140	S/	43.96	
Aceite Toma fuerza, reductor, dirección, grado 140	S/	43.96	
Aceite dirección	S/	39.12	
Grasas (libra)	S/	10.96	
Refrigerante (galón)	S/	45.01	
Neumaticos (unidad)	S/	350.00	c/u
Cucharón	S/	2,073.28	
Operario de Construcción civil	S/	24.79	H-H

Calculo del costo del combustible

Combustible (petróleo)	3.5	gal/h x	S/ 20.95
	S/	73.33	/hora

Calculo del costo de los lubricantes

Galón de aceite Motor Grado 40 (galón):	0.035	gal/h x	S/ 41.20	=	S/ 1.44	/hora
Aceite Caja de cambio; grado 140	0.004	gal/h x	S/ 43.96	=	S/ 0.18	/hora
Aceite Toma fuerza, reductor, dirección, grado 140	0.0026	gal/h x	S/ 43.96	=	S/ 0.11	/hora
Aceite dirección	0.001	gal/h x	S/ 39.12	=	S/ 0.04	/hora
Refrigerante (galón)	0.002	gal/h x	S/ 45.01	=	S/ 0.09	/hora
Lubricante total	S/	1.86	/hora			

Cálculo del Costo de filtros

Filtros	20%	x(Combustible + lubricate)
	S/	15.04 /hora

Calculo del costo de las grasas

Grasas	0.22	lib/h x	S/ 10.96
	S/	2.41	/hora

Calculo del costo de las piezas de Desgaste

No tiene

Calculo del costo de las herramientas de corte

No tiene

Calculo del Costo de Neumaticos

Neumaticos	= Costo de los neumaticos / Vida util de la llanta
	S/ 1.75 /hora

Calculo del costo del operador especializado

Operador especializado	1.5 (Costo de H-H de Op. De Constr. Civil)
	S/ 37.19

Total Costo Horario de Operació	S/	224.27	/hora
----------------------------------------	----	---------------	--------------

Calculo del Costo Horario Total	S/	372.10	/hora
----------------------------------------	----	---------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26: Costo horario de Rodillo

RODILLO 70_100 Hp

Datos generales de la maquina:

Sin IGV

Valor de Adquisición (Va):	S/ 556,200.00	
Vida Económica útil (VEU):	19200	horas
n:	10	años
uso estimado:	1920	horas anuales
Valor de Rescate (Vr):	S/ 194,670.00	
%	35%	
Potencia:	70_100	Hp
Capacidad:	41000	kg.
Capacidad de tolva:	12_17	m3

Calculo de costo horario de posesión:

Costo horario de la depreciación

Depreciación:	$(V_a - V_r)/VEU$	S/ 18.83 / hora
---------------	-------------------	-----------------

Costo horario del Interés de Capital Invertido

Interés de capital invertido	$(IMAx\%i)/N^\circ$ de horas anuales
------------------------------	--------------------------------------

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA)

$(V_a (n+1) + V_r (n-1))/2n$	S/ 393,511.50 /año
------------------------------	--------------------

TAMN (2021)

10.38%

Interés de Capital Invertido:	S/ 21.27 /hora
-------------------------------	----------------

Costo horario de los seguros, Impuestos y Almacenaje

Seguros:	2.50%
Impuestos:	2.00%
Almacenaje:	1.00%
Total:	5.50%

Seguro, Impuestos y Almacenaje:

$(IMAx \Sigma \text{ de tasa anuales})/N^\circ$ de horas anuales	S/ 11.27 /hora
------------------------------------------------------------------	----------------

Depreciación:	S/ 18.83 / hora
Interés:	S/ 21.27 /hora
Seguros, impuestos y almacenaje:	S/ 11.27 /hora
Total Costo Horario de Posesión	S/ 51.38 /hora

Calculo de Costo Horario de Operación

(Mantenimiento y reparación + Combustible + Lurbicantes + Filtros +Grasas + Piezas de desgaste + herramientas de corte + Neumaticos + Operador de equipo especializado)

Datos generales:

Combustibles:

Consumo de Petroleo (para equipo nuevo):	5	gal/hora
------------------------------------------	---	----------

Lubricantes:

Consumo de Aceite Motor Grado 4	0.035	gal/hora
Consumo de Aceite Hidráulico	0.00435	gal/hora
Consumo de Aceite Transmisión	0.0026	gal/hora
Consumo de Aceite del Sistema de	0.008	gal/hora
Grasa	0.22	lib/hora
Refrigerante	0.002	gal/hora

Filtros:	20%	(combustible+lubricante)
----------	-----	--------------------------

Neumaticos

Neumaticos:	2	unidades
Vida util de cada unidad:	4000	horas (condiciones severas)

Operador:

Operador de equipo pesado:	1.5	H-H del operario de Construcción Civil
----------------------------	-----	----------------------------------------

Calculo del Costo de Mantenimiento y Reparación (CMR)

CMR = Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones

Costo de Mantenimiento:	90%	x Del valorde Adquisición
	S/ 500,580.00	

a) Costo de Mano de Obra:	25%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 6.52	/hora

b) Costo de Reparaciones:	75%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 19.55	/hora

Costo de Mantenimiento y Reparac:	= Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones
	S/ 26.07 /hora

Cotizaciones (SEPT 2021)	Sin IGV		
Galón de petróleo (galón):	S/	20.95	
Consumo de Aceite Motor Grado 40	S/	41.20	
Consumo de Aceite Hidráulico	S/	43.96	
Consumo de Aceite Transmisión	S/	39.12	
Consumo de Aceite del Sistema de	S/	39.12	
Grasas (libra)	S/	10.96	
Refrigerante (galón)	S/	45.01	
Neumaticos (unidad)	S/	350.00	c/u
Operario de Construcción civil	S/	24.79	H-H

Calculo del costo del combustible

Combustible (petróleo)	3.5	gal/h x	S/ 20.95
	S/	73.33	/hora

Calculo del costo de los lubricantes

Consumo de Aceite Motor Grado 40	0.035	gal/h x	S/ 41.20	=	S/ 1.44	/hora
Consumo de Aceite Hidráulico	0.004	gal/h x	S/ 39.12	=	S/ 0.16	/hora
Consumo de Aceite Transmisión	0.0026	gal/h x	S/ 39.12	=	S/ 0.10	/hora
Consumo de Aceite del Sistema de	0.001	gal/h x	S/ 39.12	=	S/ 0.04	/hora
Refrigerante (galón)	0.002	gal/h x	S/ 45.01	=	S/ 0.09	/hora
Lubricante total	S/	1.83	/hora			

Cálculo del Costo de filtros

Filtros	20%	x(Combustible + lubricate)
S/	15.03	/hora

Calculo del costo de las grasas

Grasas	0.22	lib/h x	S/ 10.96
S/	2.41	/hora	

Calculo del Costo de Neumaticos

Neumaticos	= Costo de los neumaticos / Vida util de la llanta
S/	0.18 /hora

Calculo del costo del operador especializado

Operador especializado	1.5	x (Costo de H-H de Op. De Constr. Civil)
S/	37.19	

Total Costo Horario de Operació	S/ 156.03	/hora
----------------------------------------	------------------	--------------

Calculo del Costo Horario Total	S/ 207.40	/hora
----------------------------------------	------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Anexo 27: Costo horario de Volquete

VOLQUETE 10_15 m3

Datos generales de la maquina:

Sin IGV

Valor de Adquisición (Va):	S/ 576,800.00	
Vida Económica útil (VEU):	12000	horas
n:	6	años
uso estimado:	2000	horas anuales
Valor de Rescate (Vr):	S/ 115,360.00	
%	20%	
Potencia:	400	Hp
Capacidad:		kg.
Capacidad de tolva:	10_15	m3

Calculo de costo horario de posesión:

Costo horario de la depreciación

Depreciación:	$(Va - Vr)/VEU$	S/ 38.45	/ hora
---------------	-----------------	----------	--------

Costo horario del Interés de Capital Invertido

Interés de capital invertido	$(IMAx\%i)/N^{\circ}$ de horas anuales
------------------------------	----------------------------------------

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA)

$(Va (n+1) + Vr (n-1))/2n$	S/ 384,533.33	/año
----------------------------	---------------	------

TAMN (2021)

10.38%

Interés de Capital Invertido:	S/ 19.96	/hora
-------------------------------	----------	-------

Costo horario de los seguros, Impuestos y Almacenaje

Seguros:	2.50%
Impuestos:	2.00%
Almacenaje:	1.00%
Total:	5.50%

Seguro, Impuestos y Almacenaje:

$(IMAx \Sigma \text{ de tasa anuales})/N^{\circ}$ de horas anuales	S/ 10.57	/hora
--------------------------------------------------------------------	----------	-------

Depreciación:	S/ 38.45	/ hora
Interés:	S/ 19.96	/hora
Seguros, impuestos y almacenaje:	S/ 10.57	/hora
Total Costo Horario de Posesión	S/ 68.99	/hora

Calculo de Costo Horario de Operación

(Mantenimiento y reparación + Combustible + Lurbicantes + Filtros +Grasas + Piezas de desgaste + herramientas de corte + Neumaticos + Operador de equipo especializado)

Datos generales:

Combustibles:

Consumo de Petroleo (para equipo nuevo):	3.5	gal/hora
------------------------------------------	-----	----------

Lubricantes:

Consumo de Aceite Motor Grado 4	0.035	gal/hora
Consumo de Aceite Caja de cambio grado 140	0.00435	gal/hora
Consumo de Aceite Toma fuerza, reductor, dirección, grado 140	0.0026	gal/hora
Consumo de Aceite Dirección	0.001	gal/hora
Grasa	0.22	lib/hora
Refrigerante	0.002	gal/hora

Filtros:	20%	(combustible+lubricante)
----------	-----	--------------------------

Neumaticos

Neumaticos:	10	unidades
Vida util de cada unidad:	800	horas (condiciones severas)

Operador:

Operador de equipo pesado:	1.5	H-H del operario de Construcción Civil
----------------------------	-----	----------------------------------------

Calculo del Costo de Mantenimiento y Reparación (CMR)

CMR = Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones

Costo de Mantenimiento:	90%	x Del valorde Adquisición
	S/ 519,120.00	

a) Costo de Mano de Obra:	25%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 10.82	/hora

b) Costo de Reparaciones:	75%	x Costo de Mantenimiento/VEU
	S/ 32.45	/hora

Costo de Mantenimiento y Reparac:	= Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones
	S/ 43.26 /hora

Cotizaciones (SEPT 2021)	Sin IGV		
Galón de petróleo (galón):	S/	20.95	
Galón de aceite Motor Grado 40 (galón):	S/	41.20	
Aceite Caja de cambio; grado 140	S/	43.96	
Aceite Toma fuerza, reductor, dirección, grado 140	S/	43.96	
Aceite dirección	S/	39.12	
Grasas (libra)	S/	10.96	
Refrigerante (galón)	S/	45.01	
Neumaticos (unidad)	S/	350.00	c/u
Operario de Construcción civil	S/	24.79	H-H

Calculo del costo del combustible

Combustible (petróleo)	3.5	gal/h x	S/ 20.95
	S/	73.33	/hora

Calculo del costo de los lubricantes

Galón de aceite Motor Grado 40 (galón):	0.035	gal/h x	S/ 41.20	=	S/ 1.44	/hora
Aceite Caja de cambio; grado 140	0.004	gal/h x	S/ 43.96	=	S/ 0.18	/hora
Aceite Toma fuerza, reductor, dirección, grado 140	0.0026	gal/h x	S/ 43.96	=	S/ 0.11	/hora
Aceite dirección	0.001	gal/h x	S/ 39.12	=	S/ 0.04	/hora
Refrigerante (galón)	0.002	gal/h x	S/ 45.01	=	S/ 0.09	/hora
Lubricante total	S/	1.86	/hora			

Cálculo del Costo de filtros

Filtros	20%	x(Combustible + lubricate)
	S/	15.04 /hora

Calculo del costo de las grasas

Grasas	0.22	lib/h x	S/ 10.96
	S/	2.41	/hora

Calculo del costo de las piezas de Desgaste	No tiene
Calculo del costo de las herramientas de corte	No tiene

Calculo del Costo de Neumaticos

Neumaticos	= Costo de los neumaticos / Vida util de la llanta
	S/ 4.38 /hora

Calculo del costo del operador especializado

Operador especializado	1.5	(Costo de H-H de Op. De Constr. Civil)
	S/	37.19

Total Costo Horario de Operació	S/	177.45	/hora
----------------------------------------	----	---------------	--------------

Calculo del Costo Horario Total	S/	246.44	/hora
----------------------------------------	----	---------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Anexo 29: Tasa de Interés Activas de Mercado (SEPTIEMBRE 2021)



SUPERINTENDENCIA
DE BANCA, SEGUROS Y AFP
República del Perú

TASAS DE INTERÉS ACTIVAS DE MERCADO

Ingrese fecha: (dd/mm/aaaa)

Consultar

Exportar

Tasa de Interés Activa Promedio de Mercado Efectiva al 19/09/2021

Moneda Nacional(TAMN)	10.38%	Anual	Factor Diario	0.00027
			*Factor Acumulado ¹	6,004.70144
Moneda Nacional(TAMN + 1)	11.38%	Anual	Factor Diario	0.00030
			*Factor Acumulado ¹	11,446.34128
Moneda Nacional(TAMN + 2)	12.38%	Anual	Factor Diario	0.00032
			*Factor Acumulado ¹	21,693.84273
Moneda Extranjera(TAMEX)	6.44%	Anual	Factor Diario	0.00017
			*Factor Acumulado ¹	26.03387

Tasa de Interés Promedio de las Operaciones Realizadas en los últimos 30 Días Útiles al 19/09/2021

No existe información para la fecha elegida

Fuente: Superintendencia de banca, seguros y AFP (2021)

Anexo 30: APUS (Plan vial)

RUBRO: Conservación vial

Partida:		Corte en material suelto, ruta LM-592					
Descripción Recurso							
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO (h/m3)	COSTO	
Operario		1	23.8	23.8	0.0211	0.50	
Peón		2	17.01	34.02	0.0421	1.43	
	Equipos					1.93	
Tractor de orugas de 190-240 HP		1	598.76	598.76	0.0211	12.63	
TOTAL COSTOS						14.57	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%						3.64	
OTROS COSTOS DIRECTOS							
COSTO TOTAL DE PARTIDA (s/. / m3)						18.21	

Partida:		MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA ESTABILIZADO E=0.15M					
Descripción Recurso							
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Operario		1	1	1	0.0250	0.03	
Oficial		1	2	2	0.0250	0.05	
Peón		6	3	18	0.1500	2.70	
	Equipos					2.78	
Rodillo liso vibratorio autopropulsado		1	207.40	207.40	0.025	5.19	
Motoniveladora de 125 HP		1	327.77	327.77	0.025	8.19	
	Subpartidas					13.38	
Agua para riego					0.1	74.56	
Extracción y apilamiento					1.5	8.68	
Zarandeo					1.5	3.98	
TOTAL COSTOS						103.38	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%						25.84	
OTROS COSTOS DIRECTOS							
COSTO TOTAL DE PARTIDA (s/. / m3)						129.22	

Sub partida:		AGUA PARA RIEGO					
Descripción Recurso							
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Peon		1		0	0.3478	0.00	
	Equipos					0.00	
Camion cisterna de 1000 galones		1	214.37	214.37	0.3478	74.56	
TOTAL COSTOS						74.56	

Sub partida:		EXTRACCION Y APILAMINETO					
Descripción Recurso							
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Operario		0.5		0	0.0073	0.00	
Peon		2		0	0.0291	0.00	
	Equipos					0.00	
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240		1	598.76	598.76	0.0145	8.68	
TOTAL COSTOS						8.68	

Sub partida:		ZARANDEO					
Descripción Recurso							
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Operario		1		0	0.0107	0.00	
Peon		4		0	0.0427	0.00	
	Equipos					0.00	
ZARANDA		1		0	0.0107	0.00	
CARGADOR SOBRE LLANTAS		1	372.10	372.10	0.0107	3.98	
TOTAL COSTOS						3.98	

Partida:		TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR RUTA LM-592 HASTA 1KM				
Descripción Recurso						
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Oficial		1		0	0.0479	0.00
	Equipos					0.00
Camion volquete de 10m3		1	246.44	246.44	0.0479	11.80
	Sub partidas					11.80
Carguio de material					1.25	4.24
						4.24
TOTAL COSTOS						16.05
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%						4.01
OTROS COSTOS DIRECTOS						
COSTO TOTAL DE PARTIDA (s./ m3)						20.06

Sub partida:		CARGUIO DE MATERIAL				
Descripción Recurso						
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Oficial		0.5		0	0.0057	0.00
	Equipos					0.00
CARGADOR SOBRE LLANTAS		1	372.10	372.10	0.0114	4.24
						4.24
						4.24

Partida:		TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR RUTA LM-592 MAYOR 1KM				
Descripción Recurso						
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Oficial		1		0	0.0208	0.00
	Equipos					0.00
Camion volquete de 10m3		1	246.44	246.44	0.0208	5.13
	Sub partidas					5.13
Carguio de material					1.25	4.24
						4.24
TOTAL COSTOS						9.37
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%						2.34
OTROS COSTOS DIRECTOS						
COSTO TOTAL DE PARTIDA (s./ m3)						11.71

Sub partida:		CARGUIO DE MATERIAL				
Descripción Recurso						
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Oficial		0.5		0	0.0057	0.00
	Equipos					0.00
CARGADOR SOBRE LLANTAS		1	372.10	372.10	0.0114	4.24
						4.24
						4.24

Partida:		CONFORMACION DE CUNETAS EN TERRENO SUELTO				
Descripción Recurso						
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Oficial		0.2		0	0.0016	0.00
Peón		4		0	0.0320	0.00
	Equipos					0.00
Motoniveladora de 125 HP		1	327.77	327.77	0.008	2.62
						2.62
TOTAL COSTOS						2.62
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%						0.66
OTROS COSTOS DIRECTOS						
COSTO TOTAL DE PARTIDA (s./ m3)						3.28

Fuente: Elaboración propia

Anexo 31: APUS (Manual Caterpillar)

RUBRO: Conservación vial

Partida:		Corte en material suelto, ruta LM-592					
Descripción Recurso	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Operario		1	1	1	0.0211	0.02	
Peón		2	2	4	0.0421	0.17	
	Equipos					0.19	
Tractor de orugas de 190-240 HP		1	598.76	598.76	0.0121	7.22	
						7.22	
TOTAL COSTOS							7.41
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%							1.85
OTROS COSTOS DIRECTOS							
COSTO TOTAL DE PARTIDA (s/. / m3)						S/	9.26

Partida:		MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA ESTABILIZADO E=0.15M					
Descripción Recurso	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Operario		1	1	1	0.0250	0.03	
Oficial		1	2	2	0.0250	0.05	
Peón		6	3	18	0.1500	2.70	
	Equipos					2.78	
Rodillo liso vibratorio autopropulsado 70-100		1	207.40	207.40	0.025	5.19	
Motoniveladora de 125 HP		1	327.77	327.77	0.0250	8.19	
						13.38	
	Subpartidas						
Agua para riego					0.1	74.56	
Extraccion y apilamiento					1.5	7.22	
Zarandeo					1.5	2.76	
						84.54	
TOTAL COSTOS							100.69
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%							25.17
OTROS COSTOS DIRECTOS							
COSTO TOTAL DE PARTIDA (s/. / m3)							125.86

Sub partida:		AGUA PARA RIEGO					
Descripción Recurso	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Peon		1		0	0.3478	0.00	
	Equipos					0.00	
Camion cisterna de 1000 galones		1	214.37	214.37	0.3478	74.56	
						74.56	

Sub partida:		EXTRACCION Y APILAMINETO					
Descripción Recurso	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Operario		0.5		0	0.0073	0.00	
Peon		2		0	0.0291	0.00	
	Equipos					0.00	
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		1	598.76	598.76	0.0121	7.22	
						7.22	

Sub partida:		ZARANDEO					
Descripción Recurso	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Operario		1		0	0.0107	0.00	
Peon		4		0	0.0427	0.00	
	Equipos					0.00	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5		1	372.10	372.10	0.0074	2.76	
						2.76	

Partida:		TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR RUTA LM-592 HASTA 1KM					
Descripción Recurso							
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Oficial		1		0	0.0479	0.00	
	Equipos					0.00	
Camion volquete de 10m3		1	246.44	246.44	0.0479	11.80	
	Sub partidas					11.80	
Carguio de material					1.25	2.76	
						2.76	
TOTAL COSTOS						14.56	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%						3.64	
OTROS COSTOS DIRECTOS							
COSTO TOTAL DE PARTIDA (s/. / m3)						18.20	

Sub partida:		CARGUIO DE MATERIAL					
Descripción Recurso							
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Oficial		0.5		0	0.0057	0.00	
	Equipos					0.00	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5		1	372.10	372.10	0.0074	2.76	
						2.76	
						2.76	

Partida:		TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR RUTA LM-592 MAYOR 1KM					
Descripción Recurso							
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Oficial		1		0	0.0208	0.00	
	Equipos					0.00	
Camion volquete de 10m3		1	246.44	246.44	0.0208	5.13	
	Sub partidas					5.13	
Carguio de material					1.25	1.25	
						1.25	
TOTAL COSTOS						6.38	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%						1.59	
OTROS COSTOS DIRECTOS							
COSTO TOTAL DE PARTIDA (s/. / m3)						7.97	

Sub partida:		CARGUIO DE MATERIAL					
Descripción Recurso							
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Oficial		0.5		0	0.0057	0.00	
	Equipos					0.00	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5		1	372.10	372.10	0.0034	1.25	
						1.25	
						1.25	

Partida:		CONFORMACION DE CUNETAS EN TERRENO SUELTO					
Descripción Recurso							
	Mano de obra	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Oficial		0.2		0	0.0016	0.00	
Peón		4		0	0.0320	0.00	
	Equipos					0.00	
Motoniveladora de 125 HP		1	327.77	327.77	0.0034	1.10	
						1.10	
TOTAL COSTOS						1.10	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%						0.28	
OTROS COSTOS DIRECTOS							
COSTO TOTAL DE PARTIDA (s/. / m3)						1.38	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 32: Permiso de la Municipalidad Provincial de Cajatambo



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJATAMBO
Sub Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano
"Capital Folklorica y Turística de la Región de Lima"



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Cajatambo, 10 de noviembre del 2021

OFICIO N° 009-2021-MPC-SGIDU-REBM

Señor(a).

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Av. Benavides 5440, Santiago de Surco, Lima 33 - Perú

ASUNTO : AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN

Mediante el presente me dirijo a Ud., para saludarlo muy cordialmente y al mismo tiempo manifestarle lo siguiente:

Que, con fines de investigación se autoriza la utilización de los planes viales y los planes de trabajo del Servicio de Manteniendo de Carreteras (Decreto de Urgencia N°070), ya que dichos documentos son propiedad de la municipalidad provincial de Cajatambo, a la Srta. Lazo Acuña Rossmery Lisset y a la Srta. Ramirez León Gianella Maritza.

Sin otro particular me suscribo de Ud. Con las muestras de mi especial estima personal.

Atentamente,


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJATAMBO
Ing. Ronald Briceño Manzon
Sub Gerente de Infraestructura y Desarrollo Urbano

Fuente: Municipalidad Provincial Cajatambo (2021)