

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**FACTORES QUE AFECTAN NEGATIVAMENTE LA
PRODUCTIVIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA EN EL
MOVIMIENTO DE TIERRAS DE LA CARRETERA HUALLANGATE –
SAN JOSÉ, CHOTA, 2022**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

ELIZABETH GAITÁN PAREDES

Asesor:

M.Cs. JANE ELIZABETH ALVAREZ LLANOS

Cajamarca - Perú

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Elizabeth Gaitán Paredes
DNI: 75668190
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Ingeniería y Gerencia de la Construcción
2. Asesora: M.Cs. Jane Elizabeth Alvares Llanos
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
Factores que afectan negativamente la productividad de maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate - San José, Chota, 2022
6. Fecha de evaluación: **03/09/2024**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **7%**
9. Código Documento: **3117:377885028**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **05/09/2024**

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

M.Cs. Jane Elizabeth Alvares Llanos DNI: 26704582

COPYRIGHT @ 2024 by
ELIZABETH GAITÁN PAREDES
Todos los derechos reservados.



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 16:00 horas, del día 23 de Agosto de dos mil veinticuatro, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por la **Dra. Rosa Haydee Llique Mondragón**, **Dr. Luis Vásquez Ramírez**, **Dr. Jaime Octavio Amorós Delgado**, y en calidad de Asesora la **M. Cs. Jane Elizabeth Alvarez Llanos**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la Tesis titulada **“FACTORES QUE AFECTAN NEGATIVAMENTE LA PRODUCTIVIDAD DE MAQUINARIA PESADA EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS DE LA CARRETERA HUALLANGATE - SAN JOSÉ, CHOTA, 2022.”**, presentada por la Ingeniera Civil Elizabeth Gaitán Paredes

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBARLA con la calificación de QUINCE (15) la mencionada Tesis; en tal virtud, la Ingeniera Civil, Elizabeth Gaitán Paredes, se encuentra en aptitud para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **Ingeniería Y Gerencia de la Construcción**.

Siendo las 17:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
M. Cs. Jane Elizabeth Alvarez Llanos
Asesor(a)

.....
Dra. Rosa Haydee Llique Mondragón
Jurado Evaluador

.....
Dr. Luis Vásquez Ramírez
Jurado Evaluador

.....
Dr. Jaime Octavio Amorós Delgado
Jurado Evaluador

Dedicatoria

A Dios, a mis padres y a mi hija Zoé Lía Valentina ustedes son todo para mí.

Agradecimiento

A Dios por haberme dado la vida y permitirme alcanzar un logro más en mi vida, a los docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca que con sus enseñanzas hicieron posible este logro.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xii
Lista de abreviaturas y siglas usadas	xiv
Resumen	xv
Abstract	xvi
CAPITULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Contextualización	1
1.1.2. Descripción del problema	4
1.1.3. Formulación del problema	5
1.2. Justificación	5
1.3. Delimitación de la investigación	6
1.4. Limitaciones	7
1.5. Objetivos de la investigación	7
1.5.1. Objetivo general	7
1.5.2. Objetivos específicos.....	7
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial	8
2.1.1. Internacionales	8
2.1.2. Nacionales.....	10
2.1.3. Regionales	13
2.2. Bases teóricas	15
2.2.1. Los principios de gestión del sistema de producción de Toyota (TPS)	15
2.2.2. La productividad y las teorías de crecimiento económico (Neoclásica y Marxista).....	16
2.2.3. Productividad de los equipos.....	17

2.3. Marco conceptual	18
2.3.1. Carreteras	18
2.3.2. Movimiento de tierras	19
2.3.3. Factores que afectan la productividad laboral.....	19
2.3.4. Tipo de material.....	20
2.3.5. Condiciones climáticas en el emplazamiento de la carretero	20
2.3.6. Maquinaria pesada	21
2.3.7. Características de la maquinaria	22
2.3.8. Características de la mano de obra que opera la maquinaria	23
2.3.9. Rendimiento de la maquinaria	24
2.3.10. Productividad de la maquinaria.....	24
2.3.11. Usos de los tiempos productivos	25
2.3.12. Carta balance para medir la productividad.....	26
2.4. Definición de términos básicos.....	26
CAPITULO III PLANTEAMIENTO DE LA(S) HIPÓTESIS Y VARIABLES	28
3.1. Hipótesis	28
3.2. Variables	28
3.3. Operacionalización de los componentes de las hipótesis	29
CAPITULO IV MARCO METODOLÓGICO.....	30
4.1. Ubicación geográfica	30
4.1.1. Descripción climática.....	31
4.2. Diseño de la investigación.....	35
4.3. Métodos de investigación.....	35
4.4. Procedimiento para la ejecución de la investigación	36
4.4.1. Trabajo en campo: Obtención de la información.....	37
4.4.2. Trabajo de gabinete: Procesamiento de información	40
4.5. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.....	48
4.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	49
4.6.1. Técnicas	49
4.6.2. Instrumentos.....	49
4.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	49
4.8. Equipos, materiales, insumos, etc.	50

4.9. Matriz de consistencia metodológica	51
CAPITULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
5.1. Presentación de resultados.....	52
5.1.1. Factores recurrentes en el movimiento de tierras	52
5.1.2. Influencia de los factores en la productividad de la maquinaria en el movimiento de tierras.....	54
5.1.3. Estrategias que pueden contribuir a disminuir la influencia de los factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en la construcción de carreteras	67
5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	70
5.3. Contrastación de hipótesis.....	80
5.3.1. Origen de los datos	80
5.3.2. Análisis estadístico de la hipótesis general.....	81
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de Operacionalización.....	29
Tabla 2 Actividades productivas: horas efectivas	38
Tabla 3 Horas disponibles no trabajadas.....	38
Tabla 4 Horas no disponibles	38
Tabla 5 Tiempo de una fase o ciclo de trabajo de las excavadoras 320D2/D2 L de CAT® para condiciones promedio	42
Tabla 6 Factores de conversión volumétrica de acuerdo al tipo de suelo	43
Tabla 7 Condición de visibilidad en obra	44
Tabla 8 Factor de Altitud	44
Tabla 9 Factor pendiente.....	45
Tabla 10 Factor tipo de material y zona de trabajo	45
Tabla 11 Factor de acarreo	46
Tabla 12 Factores de corrección final (FCF).....	46
Tabla 13 Especificaciones Técnicas de la Excavadora CAT 320D2/D2 L.....	48
Tabla 14 Características de la mano de obra en el movimiento de tierras con maquinaria pesada	52
Tabla 15 Características de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras.....	52
Tabla 16 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador.....	54
Tabla 17 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador y tipo de material excavado	54
Tabla 18 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador y clima.....	54
Tabla 19 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador y antigüedad de la maquinaria.....	55
Tabla 20 Distribución promedio del tiempo de trabajo para las excavadoras en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador.....	55
Tabla 21 Control del rendimiento planificado y el rendimiento teórico en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador.....	55
Tabla 22 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria.....	56
Tabla 23 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria y tipo de material excavado	57

Tabla 24 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria y clima.....	57
Tabla 25 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria y experiencia laboral del operador.....	57
Tabla 26 Distribución promedio del tiempo de producción de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria.....	58
Tabla 27 Control del rendimiento planificado y el rendimiento teórico en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria (años).....	58
Tabla 28 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según tipo de suelo.....	59
Tabla 29 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según tipo de suelo y antigüedad de la maquinaria.....	59
Tabla 30 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según tipo de suelo y clima.....	59
Tabla 31 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según tipo de suelo y experiencia laboral del operador.....	60
Tabla 32 Distribución promedio del tiempo de producción de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según tipo de suelo.....	60
Tabla 33 Control del rendimiento planificado y el rendimiento teórico en el movimiento de tierras según tipo de suelo.....	60
Tabla 34 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según clima.....	61
Tabla 35 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según clima y antigüedad de la maquinaria.....	61
Tabla 36 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según clima y tipo de suelo.....	62
Tabla 37 Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según clima y experiencia laboral del operador.....	62
Tabla 38 Distribución promedio del tiempo de producción de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según clima.....	62
Tabla 39 Control del rendimiento planificado y el rendimiento teórico en el movimiento de tierras según clima.....	63
Tabla 40 Calidad de la planificación del rendimiento de la maquinaria pesada (Excavadora CAT 320 D2L).....	65
Tabla 41 Eficiencia del rendimiento de la maquinaria pesada (Excavadora CAT 320 D2L) respecto al rendimiento teórico.....	66

Tabla 42 Análisis de varianza de los factores que influyen en la calidad de la planificación de la maquinaria pesada	66
Tabla 43 Estrategias para disminuir la influencia negativa del suelo rocoso no previsto en la productividad de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José	67
Tabla 44 Estrategias para disminuir la influencia negativa de las condiciones climáticas adversas en la productividad de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José.....	68
Tabla 45 Horarios propuestos y porcentaje de eficiencia que se espera alcanzar respecto al rendimientos planificado de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José.....	68
Tabla 46 Mantenimiento y fallas mecánicas de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José.....	69
Tabla 47 Impacto de la capacitación individual de los operadores en el rendimiento de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José	70
Tabla 48 Prueba t-student para la eficiencia.....	81
Tabla 49. Maquinaria utilizada en movimiento de tierras	92
Tabla 50 Precipitación Máxima (mm/día) de la Estación Cutervo	95
Tabla 51 Humedad Relativa (%) de la Estación Cutervo	96
Tabla 52 Temperatura Mínima (°C) de la Estación Cutervo.....	97
Tabla 53 Rendimientos teóricos para la producción de la excavadora según el Catálogo Caterpillar -2017	98
Tabla 54 Resumen del rendimiento horario para la excavación en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72.....	100
Tabla 55 Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72	125
Tabla 56 Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L.....	163

Índice de figuras

Figura 1	Factores que Afectan los Tiempos en una Obra de Construcción	3
Figura 2	Productividad en la Gestión	18
Figura 3	Ubicación de la Carretera Huallangate – San José, Distrito de Angia y Tacabamba, Provincia de Chota.....	30
Figura 4	Plano climatológico del lugar.....	31
Figura 5	Precipitación pluvial, humedad y temperatura mínima durante los meses en que se ejecutó los trabajos de movimiento de tierras en los 10 km de la carretera Huallangate San José.....	33
Figura 6	Precipitación pluvial durante los meses en que se ejecutó los trabajos de movimiento de tierras en los 10 km de la carretera Huallangate San José	33
Figura 7	Humedad relativa durante los meses en que se ejecutó los trabajos de movimiento de tierras en los 10 km de la carretera Huallangate San José	34
Figura 8	Temperatura mínima durante los meses en que se ejecutó los trabajos de movimiento de tierras en los 10 km de la carretera Huallangate San José	34
Figura 9	Flujograma de Trabajo de Gabinete para Determinar el Rendimiento	40
Figura 10	Ángulo de giro 90° del talud excavado	43
Figura 11	Diagrama de Pareto	53
Figura 12	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de febrero 2022	113
Figura 13	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de marzo 2022	114
Figura 14	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de abril 2022.....	115
Figura 15	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de mayo 2022.....	116
Figura 16	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de junio 2022.....	117
Figura 17	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de julio 2022	118
Figura 18	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de agosto 2022.....	119
Figura 19	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de setiembre 2022.....	120
Figura 20	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de octubre 2022	121
Figura 21	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de diciembre 2022.....	122
Figura 22	Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de enero 2023	123
Figura 23	Rendimiento de la maquinaria – operador según experiencia del operador	56
Figura 24	Rendimiento de la maquinaria – operador según antigüedad de la maquinaria.....	58
Figura 25	Rendimiento diario de la maquinaria – operador según el tipo de suelo....	61
Figura 26	Rendimiento de la maquinaria – operador según clima.....	63

Figura 27 Horas disponibles no trabajadas por la maquinaria	64
Figura 28 Horas no disponibles por la maquinaria	64
Figura 29 Maquinaria Pesada: Excavadora CAT 320 D2L que se Ha Utilizado en Todo el Proyecto.....	93

Lista de abreviaturas y siglas usadas

CAPECO: Cámara Peruana de la Construcción

HE: Horas efectivas

HDNT: Horas disponibles no trabajadas

HND: Horas no disponibles

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Resumen

La investigación tuvo como objetivo analizar los factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada (Excavadora CAT 320 D2L) en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José de la provincia de Chota a la altitud de 2,421 msnm y en terreno ondulado. La investigación de enfoque cuantitativo tuvo como muestra 10 km de la carretera Huallangate – San José, donde se aplicó como instrumento una carta de balance modificada para determinar el rendimiento y uso de las horas de trabajo por parte de la maquinaria, así como, los factores y cómo estos influyen en la productividad. Determinando que, los factores influyentes en la productividad fueron el clima, el tipo de suelo, experiencia laboral del operario y antigüedad de la maquinaria. A mayor experiencia laboral del operador mayor rendimiento e igual uso de tiempos de producción, a mayor antigüedad de la maquinaria menor rendimiento e igual uso de tiempos de producción, pero, mientras el suelo sea más rígido (roca suelta, roca fija) menor rendimiento y menor horas efectivas, así mismo, mientras el clima se vuelva más tempestuoso (lluvia torrencial) menor rendimiento. Se concluyó que, los factores afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada de la carretera Huallangate – San José, la cual se ve expresada en menores rendimientos, representando el 68.08% la calidad de la planificación y el 55.37% del rendimiento teórico de la excavadora CAT 320 D2L.

Palabras clave: Rendimiento, maquinaria – operador, clima, horas efectivas.

Abstract

The objective of the research was to analyze the factors that negatively affect the productivity of heavy machinery (CAT 320 D2L Excavator) in earthmoving on the Huallangate - San José road in the province of Chota at an altitude of 2,421 meters above sea level and in undulating terrain. The quantitative approach research had a sample of 10 km of the Huallangate - San José road, where a modified balance chart was applied as an instrument to determine the performance and use of working hours by the machinery, as well as the factors and how they influence productivity. It was determined that the factors influencing performance were climate, soil type, operator's work experience and age of the machinery. The greater the operator's work experience, the higher the yield and equal use of production time; the older the machinery, the lower the yield and equal use of production time; but the more rigid the soil (loose rock, fixed rock), the lower the yield and the lower the effective hours; likewise, the stormier the weather (torrential rain), the lower the yield. It was concluded that the factors negatively affect the productivity of the heavy machinery on the Huallangate - San José road, which is expressed in lower yields, representing 68.08% of the quality of planning and 55.37% of the theoretical yield of the CAT 320 D2L excavator

Key words: Performance, machinery - operator, climate, effective hours.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

En el ámbito de la construcción, los procesos de movimiento de tierras son fundamentales, ya que de su correcta realización depende el avance de un proyecto (Bügler et al., 2016). La implementación de maquinaria pesada en estas labores acelera significativamente su ejecución, lo que puede reducir el tiempo necesario para completar un proyecto y, en consecuencia, influir en su rentabilidad (Tijanic et al., 2019). Si la maquinaria no está funcionando de manera eficiente, se generan retrasos en la ejecución de las obras, incrementando los costos y disminuyendo la calidad del resultado final. Por esta razón, investigadores han mostrado interés en determinar si la productividad de la maquinaria pesada en campo coincide con la productividad teórica indicada por el fabricante (Kim et al., 2018).

A nivel internacional, la maquinaria pesada juega un papel fundamental en la construcción de carreteras, ya que es responsable de mover grandes cantidades de tierra, excavar, nivelar y compactar el terreno para permitir la construcción de una vía segura y eficiente (Chandra et al., 2023). Durante la construcción de una nueva carretera se indica una serie de lugares en los que es necesario realizar cortes o rellenos, por lo que las operaciones de movimiento de tierras son comunes en los proyectos de infraestructura civil. La productividad de las operaciones de movimiento de tierras, se ha estudiado considerablemente durante décadas, pero según, Salem (2018) existen varios factores que afectan la productividad y el coste en operaciones de movimiento de tierras, algunas de ellas son, el tipo de equipos pesados, el consumo de combustible, la mano de obra y las propiedades del suelo; sin embargo, muchos de estos factores

dependen del lugar donde se desarrolle el proyecto, por lo que, es necesario plantear estudios específicos para cada obra.

En el proceso de construcción de una carretera en el Perú, la maquinaria pesada es importante en el movimiento de tierras y en la productividad del proyecto (Pizán, 2023). Sin embargo, existen diversos factores que pueden afectar negativamente el rendimiento de esta maquinaria, lo que a su vez influye en la duración y el costo final de la obra. Según Ames et al. (2023), es fundamental que los operadores cuenten con la capacitación adecuada para optimizar el uso de la maquinaria y garantizar la seguridad en el lugar de trabajo. Según Díaz (2023), es importante contar con un plan de repuestos y un sistema de gestión eficiente que asegure la disponibilidad de las piezas necesarias en todo momento. Siendo así, de acuerdo con Obando (2024), el mantenimiento preventivo es fundamental para garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria pesada y evitar averías que puedan ralentizar el proceso de construcción. No obstante, las condiciones topográficas y climáticas adversas y diversas del país hacen que cada proyecto presente sus propias particularidades que dependen de la ubicación geográfica del mismo (Salem, 2018).

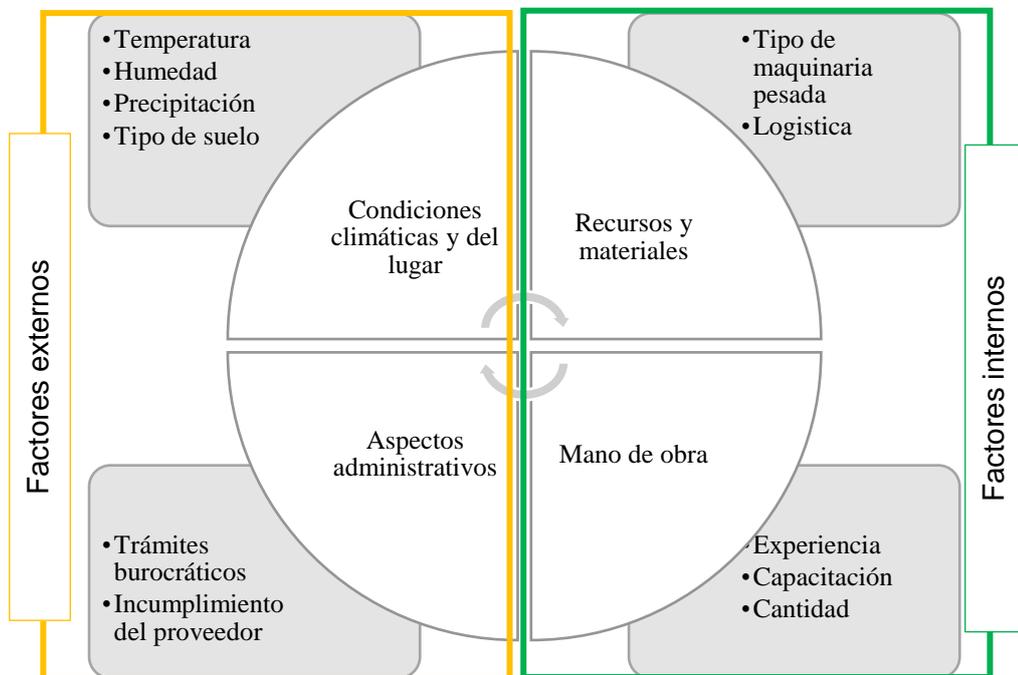
En el contexto peruano, el rendimiento de las excavaciones masivas con maquinaria pesada para proyectos de infraestructura vial se define a través del análisis de costo unitario establecido por Ramos (2006) y difundido por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO); sin embargo, este cálculo no es directamente aplicable a este tipo de proyectos debido a sus particularidades. A pesar de contar con tablas de rendimiento que sirven como referencia, el proceso de determinar la productividad de la maquinaria pesada se convierte en una tarea ardua y que requiere de un extenso período de tiempo (Aguilar & Ysla, 2016). Además, la información disponible en estas tablas no necesariamente se ajusta a las condiciones específicas de la región de Cajamarca, ya que factores

como la mano de obra (operador) también influyen en la productividad de la maquinaria durante las excavaciones masivas (Vargas, 2015).

Sin embargo, esta productividad se ve afectada por diversos parámetros dinámicos (Goran & Miomir, 2018), como el tipo y tamaño de la máquina, la experiencia del operador y la naturaleza del terreno. Además, factores externos como el clima, el tipo de suelo y posibles inconsistencias en el expediente técnico también pueden incidir en la productividad de la maquinaria pesada (Figura 1).

Figura 1

Factores que Afectan los Tiempos en una Obra de Construcción



Nota: Los factores que no se pueden eludir son las condiciones climatológicas. Los factores de proyecto y mano de obra pueden ser eludidos con la aplicación de herramientas de productividad.

Adaptado de (Lozano et al., 2018).

1.1.2. Descripción del problema

En la provincia de Chota, una de las brechas, es la infraestructura vial, misma que se busca cubrir con la construcción de carreteras, no obstante, no se tiene un referente sobre el rendimiento y la productividad de la maquinaria pesada, por lo que, los expedientes son elaborados con análisis de costos unitarios de otras regiones del país, como el libro del Ing. Ibáñez (2024) o a partir de la experiencia de los proyectistas, pero este rendimiento puede ser deficiente en comparación con el rendimiento en obra, generando mayor tiempo de ejecución de obra o sobrecostos. Siendo así, es pertinente contar con información actualizada y adaptada a las condiciones locales, así mismo, factores locales de la maquinaria o de las características del suelo pueden influir negativamente en la productividad de la maquinaria pesada. Son diversos los factores que pueden afectar negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de una carretera a nivel local, como el estado de la maquinaria, la experiencia y capacitación del personal para su correcta operación y las condiciones climáticas adversas.

Se eligió la carretera Huallangate - San José como caso de estudio debido a que esta carretera es vital para mejorar la interconexión entre comunidades y fomentar el desarrollo económico de la zona. Sin embargo, la baja productividad en el movimiento de tierras reportados por la Municipalidad Distrital de Anguía sugerían la obstaculización en la culminación de esta importante vía de comunicación.

Se observó una reducción en la productividad de la maquinaria pesada en comparación con las expectativas y estándares previamente establecidos. Esta disminución en la eficiencia operativa puede estar relacionada con diversos factores que deben ser identificados y analizados de manera sistemática.

Además, la falta de conocimiento detallado sobre los factores específicos que están contribuyendo a esta baja productividad dificulta la toma de decisiones informadas por parte de los responsables y puede resultar en mayores costos, retrasos en la ejecución y, en última instancia, en la calidad final de la obra.

Asimismo, existe la necesidad de optimizar los recursos disponibles y garantizar la eficiencia en el uso de la maquinaria pesada para el cumplimiento de los plazos establecidos y la satisfacción de las partes interesadas involucradas en el proyecto, como los contratistas, trabajadores, autoridades locales y la población en general.

1.1.3. Formulación del problema

Pregunta general

¿En qué porcentaje los factores afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota?

Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles son los factores que afectan el movimiento de tierras con maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José, Chota?
- ¿Cómo la experiencia laboral, la antigüedad de la maquinaria del operador, el tipo de suelo y el clima influyen en la productividad de la maquinaria pesada – operador en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota?
- ¿Qué acciones contribuyen a disminuir los efectos de los factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota?

1.2. Justificación

La productividad es un término complejo, abarca, la calidad, producción, bajos costos, tiempos estándares, eficiencia y tecnología, razón por la que,

representa un factor importante en la estimación presupuestal de un proyecto, más aún en proyectos viales, donde el movimiento de tierras con maquinaria, representa un hito, para la realización de posteriores actividades constructivas, pero, la productividad en un proyecto vial, se puede ver afectada negativamente por diversos factores externos e internos, que dependen de la localización y características del proyecto, lo que hace necesario que en Chota, se plantee el estudio de los factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José.

Al tener la productividad en el movimiento de tierras con maquinaria pesada para la construcción de carreteras, bien definida en la etapa de planificación, se elaborarán presupuestos y cronogramas reales, que luego, en la etapa de ejecución, permitirán al ingeniero residente, controlar los rendimientos reales en obra, aumentando la productividad, cumpliendo con los entregables y manteniendo los costos estimados, de tal manera se conseguirá una optimización del tiempo y costo en las obras viales. Pero estos beneficios surgen a partir de los resultados que se han logrado obtener en la presente investigación.

1.3. Delimitación de la investigación

La delimitación espacial de la investigación se circunscribe exclusivamente a la carretera Huallangate - San José, ubicada en el distrito de Chota. Este tramo vial constituye el área específica de estudio donde se llevó a cabo el movimiento de tierras y donde se analizaron los factores que afectan la productividad de la maquinaria pesada.

En cuanto a la delimitación temporal, el estudio se desarrolló durante el período comprendido entre los años 2022 y 2023. Esta elección temporal permitió capturar y analizar las condiciones y variables relevantes que

influenciaron la productividad de la maquinaria pesada durante la ejecución de las actividades de movimiento de tierras en la carretera Huallangate - San José.

1.4. Limitaciones

No se ha registrado la productividad y rendimiento durante todos los procesos de movimiento de tierras (excavaciones, relleno, terraplén, entre otros), solamente en el corte del talud.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Analizar los factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José de la provincia de Chota, 2022, con el fin de cuantificar su impacto en la eficiencia operativa.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar los factores que afectan el movimiento de tierras de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José, Chota.
- Determinar si la experiencia laboral del operador, la antigüedad de la maquinaria, el tipo de suelo y el clima influyen en la productividad de la maquinaria pesada – operador en el movimiento de tierras de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José, Chota.
- Identificar estrategias que contribuyan a disminuir los efectos de los factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en la construcción de la carretera Huallangate – San José, Chota.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

2.1.1. Internacionales

En la India, Rodríguez et al. (2024) en el estudio “Analysis of factors affecting performance of excavation equipment” tuvieron como objetivo analizar los factores que afectan el desempeño de la calidad de los equipos de construcción utilizados para la excavación en sitios de construcción a través de una revisión de la literatura. Después de la identificación de estos factores, se prepara un cuestionario a partir de los factores identificados y se realizan visitas a varios sitios de construcción en todo el distrito de Ernakulam y se realizaron entrevistas con profesionales de la construcción, incluidos gerentes de proyecto, ingenieros de sitio, contratistas de equipos y se recopilan los datos de respuesta. Los factores con un valor RII de 0,841 afectan en mayor medida el rendimiento de los equipos de excavación y el factor con un valor RII de 0,588 afecta en menor medida el rendimiento de los equipos de excavación. Siendo así, concluyeron que, los factores que afectan más el rendimiento de la maquinaria en excavaciones es el tipo de suelo (0.832), clima (0.804), experiencia del operador (0.80), disponibilidad de piezas de repuesto (0.760), edad del operario (0.744), topografía del emplazamiento (0.708) y antigüedad del equipo (0.636).

En Colombia, Álvarez (2022) en la investigación “Cálculo de la productividad de maquinaria pesada para el movimiento de tierras” propone un análisis exhaustivo de estudios previos, especialmente enfocados en América Latina y Colombia. Se trata de una investigación cualitativa de revisión documental, que busca resumir las contribuciones de diversos estudios relacionados con el mismo ámbito temático. A través de este análisis y revisión de documentos actuales, se recopiló las aportaciones realizadas por distintos

autores, destacando las discrepancias y las conclusiones obtenidas, para luego proponer mejoras conceptuales en la metodología utilizada para estimar el rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras. Esta propuesta se plantea como un recurso valioso para futuras investigaciones y avances prácticos en el campo, permitiendo tener un contexto general para la determinación del rendimiento teórico de la maquinaria.

En Estados Unidos, Park et al. (2021) en el artículo científico “A Comparative Analysis of Automated Machine Guidance and Control Systems for Trench Excavation” realizaron un análisis de desempeño desde dos perspectivas: productividad y precisión. La productividad representa la cantidad de movimiento de tierras en términos de unidades de tiempo y la precisión refleja cualquier desviación del plano de movimiento de tierras diseñado. Los análisis se realizaron en un sitio experimental de zanjas domésticas y los resultados muestran una mejora altamente confiable del 81.12% en la productividad y una precisión de ± 2.1 m² en comparación con los métodos tradicionales.

Salah et al. (2017) en el artículo científico “Automated fuzzy set-based system for monitoring the effects of productivity variation on earthmoving projects” utilizó la teoría Fuzzy Set para monitorear los efectos de la variación de la productividad en el costo y programación de proyectos de movimiento de tierras, siendo así, concluyó que la productividad incide en los costos y el tiempo en que se desarrolla un proyecto de construcción de carreteras.

Alvarado (2018), en su investigación “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”, determinó el rendimiento teórico de la maquinaria, basado en una agrupación de factores, y el rendimiento basado en la cantidad de material trabajado realmente en obra. Concluyendo que el rendimiento real es menor al teórico.

Arroyo et al. (2018), en su artículo científico “Cálculo de productividad y optimización del equipo pesado utilizado en movimiento de tierras” verificaron in situ los rendimientos teóricos utilizados en la elaboración del presupuesto, determinando un rendimiento práctico, apegado a la realidad, para luego determinar el conjunto de maquinarias que trabajó de forma eficiente, permitiendo una mayor productividad en obra, evitando desperdiciar horas – máquina, evitando la subutilización o sobreutilización de equipos, mejorando el costo unitario de las actividades y por ende procurando mayor ingreso económico a la empresa constructora.

Guadamud (2015), en su tesis “Análisis de rendimiento y costos horarios de maquinaria pesada en la obra “PIADY” etapa 1”, elaboró tablas de rendimientos y costos horarios de cada maquinaria en obra, de acuerdo a las condiciones de campo reales, concluyendo que debido a una mala planificación no se pudo llegar a un uso óptimo de las maquinas en la Etapa 1 de la obra PIADY, distando los rendimientos teóricos de los reales.

Abeli (2013), en su artículo científico “Comparing Productivity and Costs of Three Subgrading Machines”, analizó y comparó las tasas de producción y los costos de tractor Ford County 1164, excavadoras D4D y D6D Caterpillar, utilizados en la construcción de caminos forestales. Las tasas de producción promedio para el D6D, D4D y el tractor del condado fueron 129 m³/h, 41.0 m³/h y 28.1 m³/h respectivamente. Las altas tasas de producción de la máquina se atribuyen a los suelos fácilmente trabajables y los pocos obstáculos encontrados durante la operación de movimiento de tierras.

2.1.2. Nacionales

En Lima, Delgado (2023) en su tesis “Mejora de productividad en ejecución de obra de movimiento de tierras para actividades de carguío y acarreo con carta balance” tuvo como objetivo implementar la herramienta carta balance

de la filosofía Lean Construction en una empresa contratista con bajos índices de productividad en carguío y acarreo, generando costos elevados. Recopiló datos en campo y realizó un análisis en gabinete para identificar el problema principal y aplicar mejoras. Como resultados determinó que, la productividad teórica era el doble de la productividad real siendo esta tan solo 44.59 m³/hm, pero al implementar la filosofía Lean Construction la productividad se acrecentaba siendo esta 50.84 m³/hm en la actividad de carguío. Como conclusión, optimizó la productividad y control del proyecto, reduciendo significativamente los sobrecostos.

En Puno, Quispe (2023) en su tesis “Análisis de la eficiencia de la productividad de maquinaria pesada en movimiento de tierras en la construcción de infraestructura vial de la Provincia de San Román” tuvo como objetivos seleccionar el equipo apropiado para trabajos de movimiento de tierras y calcular su productividad por hora para maximizar su utilización en proyectos viales. Analizó el rendimiento de los equipos y maquinarias, monitoreando cada aspecto. Categorizó las máquinas según su rendimiento en actividades intermitentes, continuas e intermedias, considerando su función en el espacio de trabajo. Además, evaluó la productividad de los equipos en la construcción de carreteras, estudió las variables que afectan su rendimiento para fines de cálculos teóricos y prácticos. Esto incluyó considerar las características individuales de los equipos utilizados en la obra. Determinando que, el rendimiento real de trabajo de la retroexcavadora CAT 325BL en extracción y apilamiento de material de cantera era 76 m³/h, pero el rendimiento teórico era de 170 m³/h, así mismo, para la extracción y apilamiento de material de cantera base, la retroexcavadora CAT 325BL tenía el mismo rendimiento real de 76 m³/h, pero el rendimiento teórico era menor 110 m³/h, porque los factores y condiciones del lugar cambiaban (altitud media 3825 msnm). Por lo que,

concluyó que, las máquinas y equipos deberían ajustarse a los rendimientos reales.

Giraldo (2010) en su tesis de maestría, presentado en la Universidad Nacional de Ingeniería “Las máquinas tuneladoras tipo “TBM” como alternativa al sistema de perforación y voladura para la excavación de túneles, caso: desarrollo de túneles en Yuncan” determinó la productividad y rendimiento de la maquinaria. Concluyó que, la “TBM” tuvo mayores avances en rocas auto soportante, puesto que en terrenos deleznable la mayor parte del tiempo se invertía en estabilizar y sostener la roca. Se demuestra que, para la excavación de túneles de gran longitud, las “TBMs” tienen mayores ventajas que la “P y V”.

Ibáñez (2010), en su libro “Costos y tiempos en carreteras”, presenta el análisis de costos unitarios para las partidas excavación en rocas con pre corte, excavación no clasificada para explanaciones y eliminación de material excedente, partidas que corresponden a las labores de movimiento de tierras, y que por tanto pueden utilizarse como medio comparativo, debido a que el compendio de Ibáñez (2010) es el único manuscrito publicado y utilizado a nivel de país para la definición del rendimiento de la maquinaria para la elaboración de expedientes técnicos en carreteras.

Gamarra et al. (2019) en su investigación “Evaluación de rendimientos de mano de obra y maquinaria en partidas incidentes del proyecto de pistas y veredas del asentamiento humano 10 de setiembre, Chimbote, Ancash – 2018”, la muestra fueron todas las partidas. Llegaron a la conclusión que los rendimientos in situ, varían en gran medida a los rendimientos dados en el Expediente técnico, por tanto, propusieron el uso de los rendimientos calculados para futuras obras, porque están acorde a la realidad local.

2.1.3. Regionales

En Cajamarca, Pizán (2023) en su tesis “Evaluación de rendimientos en movimiento de tierras con maquinaria pesada para la construcción de la plataforma de lixiviación Carachugo etapa 14 – Cajamarca” investigó los rendimientos de la maquinaria pesada utilizada en el movimiento de tierras durante la construcción de la Plataforma de lixiviación Carachugo etapa 14 en el centro minero Yanacocha de la provincia de Cajamarca. El objetivo era proporcionar datos precisos sobre los rendimientos reales en estas actividades. Durante el período de abril a noviembre de 2021, se evaluaron los rendimientos de una excavadora Cat 336 D2L, un tractor Cat D6T y un volquete de 15 m³ de capacidad en las tareas de carguío, empuje y acarreo respectivamente. Se llevaron a cabo mediciones en campo para obtener información sobre el volumen de material trabajado, horas efectivas, horas disponibles no trabajadas y horas no disponibles. Los resultados revelaron que los rendimientos promedio obtenidos eran inferiores tanto a los rendimientos propuestos económicamente como a los rendimientos teóricos de cada equipo. Por lo tanto, se concluyó que estos rendimientos debían tomarse como referenciales, ya que pueden variar en cada proyecto específico.

En Cajamarca, Muñoz (2022) en su estudio “Análisis comparativo de especificaciones técnicas y rendimiento en campo de maquinaria pesada para el movimiento de tierras en el minado de empresas mineras” se enfocó en comparar las especificaciones técnicas y el rendimiento real de la maquinaria pesada utilizada en operaciones mineras. Durante el estudio, se recolectaron datos durante las actividades de carguío y acarreo en una cantera. Después de analizar los datos, concluyó que los rendimientos reales de la maquinaria eran inferiores a los especificados por el fabricante. Por ejemplo, se determinó que la Excavadora tenía un rendimiento de 81.17 m³/h, por debajo de los 128.48 m³/h

estipulados. Además, se identificaron varios factores que afectaban los rendimientos, como la altitud del terreno y aspectos geológicos. En resumen, el estudio reveló discrepancias entre las especificaciones técnicas y el rendimiento real en el campo, lo que subrayó la importancia de entender y mejorar la eficiencia de la maquinaria pesada en entornos mineros.

En Cajamarca, Salazar (2021) en su tesis “Incremento de la productividad mediante el análisis de indicadores de rendimiento en los equipos de carguío y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021” tuvo como objetivo determinar indicadores de rendimiento para mejorar la productividad de los equipos de carguío y acarreo. Durante el estudio, se obtuvieron resultados específicos para la excavadora CAT 336 FL, donde se determinó un tiempo de ciclo de carguío al volquete de 2.19 minutos y un rendimiento actual en campo de 326.27 m³/hr. Para el volquete Volvo FMX 440, se determinó un ciclo de 27.88 minutos y un rendimiento actual en campo de 38.73 m³/hr. A través del análisis de indicadores, se logró incrementar la producción horaria potencial de 326.27 m³/h a 356.4 m³/h, lo cual estaba directamente relacionado con la eficiencia mecánica aplicada en la operación de los equipos de carguío y acarreo en la empresa minera. Además, identificó las principales causas que afectaban a los volquetes en mantener un ciclo adecuado, incluyendo el mal estado de las vías de transporte, las condiciones de las zonas de descarga y carguío, así como las fallas mecánicas de los volquetes en las vías de transporte.

Vargas (2015) en su tesis de maestría “Productividad de la maquinaria en las actividades de movimiento de tierras del depósito de arenas de molienda – La Quinoa – Fase IV Cajamarca – 2014”, determinó la productividad de la maquinaria, en función de la eficiencia y efectividad, contrastando con el presupuesto del ET, estimando así mismo, el rendimiento real y el uso del

tiempo. Concluyendo, que la productividad fue eficiente debido a que obtuvieron una rentabilidad de 636,122.92 dólares.

Cabrejos (2017) en su tesis de doctorado “Gestión por competencias y productividad en los trabajadores de mantenimiento de maquinaria en MYPES de Cajamarca (periodo 2016 - 2017)” determinó que la productividad de la mano de obra en el mantenimiento de maquinaria pesada, se ve influenciada por las características del personal, tales como, capacitación y satisfacción en el trabajo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Los principios de gestión del sistema de producción de Toyota (TPS)

El Sistema de Producción de Toyota (TPS, por sus siglas en inglés) es reconocido mundialmente como un enfoque revolucionario en la gestión de operaciones y producción. Desarrollado por Toyota Motor Corporation a partir de la década de 1950, el TPS se fundamenta en principios que han demostrado ser altamente efectivos para mejorar la eficiencia, reducir el desperdicio y fomentar la mejora continua en los procesos industriales (Botero, 2021).

Uno de los principios clave del TPS es la minimización de desperdicios, conocidos como “muda” en japonés. Esto se logra mediante la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor al producto final, como los tiempos de espera, los excesos de inventario, los movimientos innecesarios y los defectos en la producción. Esta filosofía no solo reduce costos, sino que también optimiza los recursos y mejora la calidad del producto (Botero, 2021).

Otro aspecto fundamental del TPS es el concepto de “just-in-time” (JIT), que implica la producción de bienes solo cuando son necesarios y en las cantidades exactas requeridas por el siguiente proceso o cliente. Esto minimiza el almacenamiento de inventarios y asegura una respuesta rápida a la demanda del mercado, mejorando así la flexibilidad y capacidad de adaptación de la empresa (Botero, 2021).

Además, el TPS promueve la participación activa de los empleados en la mejora continua a través de sistemas como el “andon”, que permite a los trabajadores detener la producción cuando detectan problemas de calidad. Esta cultura de involucramiento y responsabilidad contribuye a la resolución rápida de problemas y al aprendizaje organizacional constante (Botero, 2021).

2.2.2. La productividad y las teorías de crecimiento económico (Neoclásica y Marxista)

La productividad y las teorías de crecimiento económico, representadas por la teoría neoclásica y la teoría marxista, ofrecen perspectivas diferentes sobre el motor del crecimiento económico. La teoría neoclásica sostiene que el crecimiento económico se debe a la acumulación de capital, mejoras en la productividad laboral y avances tecnológicos. Un componente central de esta teoría es el modelo de crecimiento de Solow, el cual sugiere que el progreso tecnológico es el principal motor del crecimiento a largo plazo. En esta visión, el aumento de la productividad resulta en un crecimiento económico sostenible, impulsado por la innovación y la eficiencia en la utilización de recursos (Travieso, 2022).

Por otro lado, la teoría marxista presenta una visión crítica del crecimiento económico en las sociedades capitalistas. Según esta perspectiva, el crecimiento se basa en la explotación del trabajo y la acumulación de capital. La productividad, en este contexto, está ligada a la extracción de plusvalía del trabajo, y su aumento beneficia a los capitalistas a expensas de los trabajadores. Marx argumenta que este sistema conduce a crisis económicas recurrentes y a una creciente desigualdad, ya que la acumulación de riqueza se concentra en manos de unos pocos mientras la mayoría de la población sufre las consecuencias de un sistema desigual (Travieso, 2022).

La relación entre la productividad de la maquinaria pesada y las teorías de crecimiento económico se puede entender a través de sus enfoques sobre el capital y el trabajo. La teoría neoclásica ve la maquinaria pesada como una forma de capital que, al mejorar la eficiencia y reducir costos, impulsa el crecimiento económico mediante el progreso tecnológico. En cambio, la teoría marxista sugiere que la maquinaria pesada, aunque aumenta la productividad, también intensifica la explotación del trabajo al maximizar la plusvalía extraída de los trabajadores. Ambas teorías reconocen la importancia de la maquinaria en la productividad, pero difieren en sus implicaciones sobre el crecimiento y la distribución de la riqueza (Travieso, 2022).

2.2.3. Productividad de los equipos

La teoría de la productividad es un enfoque que se enfoca en entender y mejorar la eficiencia en la producción de bienes y servicios (Serpell, 2024).

La producción de la gestión se centra en la eficiencia y efectividad de los procesos para alcanzar los objetivos organizacionales. Implica la planificación, organización, dirección y control de los recursos humanos, materiales y financieros para maximizar la productividad y optimizar los resultados (Serpell, 2024).

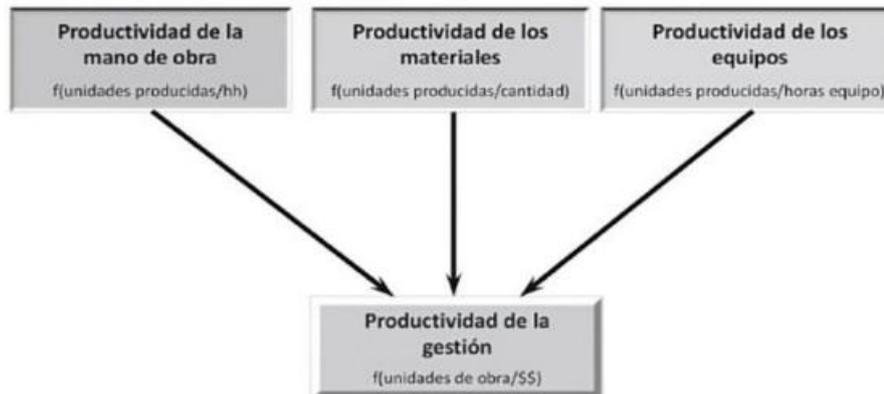
La productividad de los equipos se refiere a la capacidad de los recursos (incluidos equipos y personal) para generar resultados en relación con los recursos utilizados. Se mide típicamente como la producción o el rendimiento obtenido por unidad de tiempo, costo o esfuerzo invertido (Serpell, 2024).

En el contexto de la maquinaria pesada, esta teoría se aplica directamente a cómo se gestionan y utilizan los equipos para maximizar su rendimiento. Esto incluye aspectos como la asignación eficiente de tareas, mantenimiento adecuado, capacitación del operador, y optimización del tiempo productivo. La gestión efectiva de la productividad de la maquinaria pesada no

solo mejora la eficiencia operativa y reduce costos, sino que también contribuye a la seguridad en el lugar de trabajo y a la calidad del trabajo realizado (Serpell, 2024).

Figura 2

Productividad en la Gestión



Nota: (Serpell, 2024).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Carreteras

Una carretera se define como una vía de comunicación terrestre construida y diseñada específicamente para el tránsito de vehículos automotores, conectando diferentes localidades y facilitando el transporte de personas y bienes. Según Garber et al. (2002) las carreteras son infraestructuras esenciales para el desarrollo económico, ya que mejoran el acceso a mercados, servicios y oportunidades laborales, contribuyendo significativamente al crecimiento regional.

Una carretera es una vía de comunicación terrestre especialmente diseñada y construida para permitir el tránsito de vehículos, tanto de transporte público como privado, de manera segura y eficiente. Son consideradas infraestructuras fundamentales en cualquier país, ya que facilitan la movilidad de las personas y el transporte de mercancías. Las carreteras suelen ser lineales, es decir, se extienden a lo largo de una determinada distancia y pueden incluir

distintos tipos de vías, como autopistas, autovías o carreteras convencionales. Estas vías están diseñadas para proporcionar un espacio regulado y seguro para el tránsito de vehículos, minimizando los riesgos de accidentes y permitiendo una circulación fluida. Las carreteras se clasifican en relación a su índice medio diario anual (IMDA) en primera clase, segunda clase y tercera clase (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018).

2.3.2. Movimiento de tierras

Es un proceso de ingeniería mediante el cual la superficie del suelo en un área objetivo se nivela o se le da forma mediante el movimiento o procesamiento de los geo materiales que la componen. Por lo general, implica la excavación de estos geo materiales, que luego pueden cargarse y transportarse a nuevas áreas para esparcirlos y compactarlos en terraplenes, y también puede incluir pasos intermedios, como el tratamiento del material o la humectación de capas (Skiba, 2024).

Este proceso implica trasladar y disponer grandes volúmenes de suelo y rocas para nivelar y preparar el terreno. Este proceso incluye la remoción de suelo y materiales inadecuados, excavaciones, demoliciones y desmontes. Luego, se realiza la nivelación y compactación del terreno usando maquinaria pesada. También puede incluir la construcción de terraplenes y desmontes para adaptar el terreno a la geometría y pendientes de la carretera, asegurando una plataforma de construcción estable y segura (Galabru, 2021).

2.3.3. Factores que afectan la productividad laboral

Numerosas variables pueden afectar la productividad laboral de un proyecto. El diseño del sitio, la complejidad de la información de construcción, el porcentaje de trabajo realizado por subcontratistas y la calidad de la supervisión se son algunos de los factores que afectan la productividad laboral que se conoce como el componente de gestión (Bamfo-Agyei et al., 2022).

Según Bamfo-Agyei et al. (2022) los factores internos que afectan la productividad laboral pueden ser: gestión (retraso en la inspección), equipos y herramientas (falta de herramientas y equipos adecuados), trabajadores (seguridad en el trabajo) y factores externos (circunstancias del lugar y falta de materiales), así como, clima y tipo de suelo.

2.3.4. Tipo de material

El tipo de suelo se refiere a las características y propiedades geotécnicas del suelo en el que se funda una estructura. Los tipos de suelo pueden variar desde rocas sólidas hasta suelos arenosos o arcillosos (Chipina, 2020).

Roca fija. También conocida como roca sólida o roca madre, es un material geológico que se caracteriza por su alta resistencia y cohesión. Este tipo de material es generalmente intacto y requiere métodos de excavación más intensivos, como el uso de explosivos o maquinaria pesada (Chipina, 2020).

Roca suelta. Está compuesta por fragmentos de roca que no están cohesionados entre sí. Estos fragmentos pueden variar en tamaño, desde grava hasta bloques de mayor tamaño, y su estabilidad es menor comparada con la roca fija (Chipina, 2020).

Suelo. Es un material natural compuesto por partículas minerales y materia orgánica, con propiedades que varían considerablemente según su composición y condiciones ambientales. Se clasifica en varios tipos según su tamaño de partícula, cohesión y contenido de humedad (Chipina, 2020).

2.3.5. Condiciones climáticas en el emplazamiento de la carretera

El clima es un factor crítico que puede generar obstáculos significativos o alterar el progreso normal de la construcción. Cuando las condiciones climáticas no son favorables, muchas tareas no pueden llevarse a cabo, lo que conduce a la suspensión de actividades y cambios en los planes de trabajo (Hurtatis L. A., 2020).

Temperatura. Es una medida cuantitativa de la energía térmica presente en un objeto o en el ambiente, que se percibe como calor o frío. Se expresa comúnmente en grados Celsius (°C), Fahrenheit (°F), o Kelvin (K). La temperatura influye en numerosos procesos naturales y artificiales, afectando tanto el estado físico de la materia (sólido, líquido, gas) como la velocidad de las reacciones químicas. Además, tiene un impacto significativo en el clima, la salud humana, y diversas actividades económicas y tecnológicas (Hurtatis L. A., 2020).

Humedad. Se refiere a la cantidad de vapor de agua presente en el aire o en un entorno particular. Generalmente se expresa como un porcentaje que indica la relación entre la cantidad actual de vapor de agua en el aire y la cantidad máxima que el aire puede contener a una temperatura y presión específicas. La humedad atmosférica tiene una influencia significativa en el clima, la sensación térmica, y la salud humana, afectando también la eficiencia de los sistemas de refrigeración y la actividad agrícola. Altos niveles de humedad pueden intensificar la percepción de calor, mientras que niveles bajos pueden causar sequedad en la piel y problemas respiratorios (Hurtatis L. A., 2020).

Precipitación leve. Se refiere a la caída de agua en forma de lluvia, llovizna o nieve con una intensidad baja o moderada. Se considera leve cuando la precipitación es suave y no provoca grandes acumulaciones de agua en la superficie. Este tipo de precipitación puede ser beneficiosa para la agricultura y la vegetación, proporcionando el agua necesaria sin causar inundaciones ni otros problemas graves. La precipitación leve suele ser suficiente para mantener la humedad del suelo y favorecer el crecimiento de las plantas, sin los riesgos asociados a precipitaciones más intensas (Hurtatis L. A., 2020).

2.3.6. Maquinaria pesada

Se refiere a los equipos grandes y robustos diseñados específicamente para realizar tareas de excavación en proyectos de construcción, minería, y

obras civiles. Estas máquinas están equipadas con herramientas y accesorios adecuados para cavar, remover, y trasladar grandes volúmenes de tierra, rocas, y otros materiales del subsuelo (Galabru, 2021).

Una excavadora es un tipo de maquinaria pesada utilizada para excavar y mover grandes cantidades de tierra, rocas, y otros materiales. Está equipada con un brazo articulado largo, una cabina giratoria y una cuchara o pala en el extremo del brazo, lo que le permite realizar tareas de excavación en diversos terrenos. Las excavadoras pueden ser montadas sobre orugas (excavadoras de oruga) o ruedas (excavadoras de ruedas) y son esenciales en proyectos de construcción, demolición, minería y obras civiles (Galabru, 2021).

2.3.7. Características de la maquinaria

Las características de la maquinaria pesada se refieren a las propiedades y cualidades que poseen los equipos y máquinas utilizados en trabajos de excavación y construcción. Estas características están diseñadas para cumplir funciones específicas y contribuir a la eficiencia y productividad de la maquinaria. Algunas de las características más relevantes son: (Galabru, 2021).

Antigüedad de la maquinaria. La antigüedad de la maquinaria puede afectar su desempeño, ya que las máquinas más antiguas pueden volverse obsoletas y menos eficientes en comparación con las nuevas tecnologías. La maquinaria más antigua puede tener problemas de funcionamiento, necesitar más mantenimiento y tener limitaciones en cuanto a capacidad de carga, velocidad y alcance (Galabru, 2021).

Tipo de combustible. El tipo de combustible utilizado puede impactar la eficiencia y el costo operativo de la maquinaria (Galabru, 2021).

Capacidad de carga. Una mayor capacidad de carga permite que la maquinaria pueda realizar un mayor volumen de excavación en menos tiempo, aumentando así su productividad (Galabru, 2021).

Potencia. Una mayor potencia del motor permite que la maquinaria pueda trabajar en condiciones más difíciles, como terrenos rocosos o suelos compactos, mejorando la eficiencia del trabajo (Galabru, 2021).

Maniobrabilidad. Una buena capacidad de maniobra facilita el trabajo en áreas estrechas o con obstáculos, impulsando la productividad al permitir un movimiento más ágil y eficiente (Galabru, 2021).

Tecnología y automatización. Características como sistemas GPS, controles electrónicos y asistencia en la operación pueden mejorar la precisión y eficiencia de la excavación, reduciendo los errores humanos (Galabru, 2021).

2.3.8. Características de la mano de obra que opera la maquinaria

La mano de obra que opera la maquinaria pesada se refiere a los trabajadores especializados que manejan y controlan equipos grandes y complejos utilizados en la construcción, minería y otras industrias. Estas personas poseen habilidades y competencias específicas que les permiten operar maquinaria pesada de manera eficiente y segura (Montoya, 2023).

Experiencia laboral. La experiencia acumulada permite a los trabajadores identificar y solucionar problemas de manera más rápida y efectiva, mejorando así el rendimiento general del equipo.

Edad de los trabajadores. La edad de los trabajadores puede afectar tanto la destreza física como la capacidad de adaptación a nuevas tecnologías.

Capacitación. Es esencial para asegurar que los operarios de maquinaria mantengan y mejoren sus habilidades.

Número de trabajadores. El número de trabajadores asignados a la operación de maquinaria puede influir en la eficiencia operativa.

Lugar de procedencia de los trabajadores. Puede influir en la cohesión del equipo y la adaptación a las condiciones locales de trabajo.

2.3.9. Rendimiento de la maquinaria

Capacidad de un equipo para realizar sus funciones de manera eficiente, efectiva y en un tiempo determinado. Este concepto engloba varios aspectos, incluyendo la productividad, la eficiencia operativa, la durabilidad, y el consumo de recursos (como combustible y lubricantes). En el contexto de la maquinaria pesada, el rendimiento se mide por la cantidad de trabajo que una máquina puede completar en un período de tiempo específico bajo condiciones operativas normales (Yepes, 2022).

$$Rt = P_t \times F_a \times E \quad (1)$$

Donde, R_t rendimiento teórico (m³/h), P_t producción teórica (m³/h), F_a factor de llenado, E factor de eficiencia.

$$RE = \frac{CEC \times FCF \times Fca}{TTC} \quad (2)$$

Donde, RE rendimiento planificado, CEC capacidad del cucharón de la pala, TTC tiempo que dura el trabajo en horas, FCF factor de corrección final, Fca factor de corte y ángulo de giro, RE rendimiento de la excavadora (m³/hora).

$$RC = \frac{AD}{HT} \quad (3)$$

Donde, RC rendimiento horario real o en campo, AD avance diario en unidad de metrado, HT horas de trabajo.

2.3.10. Productividad de la maquinaria

Capacidad de un equipo para realizar una cantidad específica de trabajo dentro de un período determinado. Este concepto mide la eficiencia con la que la maquinaria puede completar tareas asignadas, como mover, excavar, procesar, o transportar materiales. La productividad se expresa comúnmente en términos de usos de los tiempos de producción y cantidad producida (Yepes, 2022)

$$\text{índice de productividad} = \frac{\text{Productividad real}}{\text{Productividad programada}} \quad (4)$$

2.3.11. Usos de los tiempos productivos

Se refieren a cómo se aprovechan eficientemente los períodos operativos de la máquina para realizar tareas específicas durante el proceso de excavación en proyectos de construcción. Estos tiempos se dividen en diferentes actividades clave que contribuyen al avance efectivo del trabajo. Los usos de los tiempos pueden dividirse en: (Pizán, 2023).

Horas efectivas. Las horas efectivas se refieren a aquellas en las que la máquina está en funcionamiento y productiva. Es común considerar como horas efectivas los breves períodos de pausa inherentes al trabajo, como la espera detrás de un camión cuya carga aún no ha finalizado (Pizán, 2023).

$$\text{Horas efectivas} = \text{Horas totales disponibles} - \text{horas disponibles no trabajadas} - \text{Horas no disponibles} \quad (5)$$

Horas disponibles no trabajadas. Las horas disponibles no trabajadas se refieren al período durante el cual un recurso, ya sea humano o material, está presente y accesible en el lugar de trabajo, pero no se está utilizando en actividades productivas. Estas horas pueden deberse a diversas razones, como ineficiencias en la planificación, falta de coordinación, o tiempos de espera por instrucciones o materiales necesarios para continuar con las tareas asignadas (Pizán, 2023).

Horas no disponibles. Las horas no disponibles corresponden a los períodos en los que un recurso no está accesible para el trabajo debido a razones específicas como el mantenimiento, reparaciones, o situaciones imprevistas. Durante estas horas, el recurso no puede ser utilizado para ninguna actividad productiva, lo cual puede deberse también a factores externos como condiciones climáticas adversas, fallos técnicos, o necesidad de capacitación adicional (Pizán, 2023).

2.3.12. Carta balance para medir la productividad

Herramienta que evalúa la productividad de la maquinaria pesada en un proyecto, comparando la producción real con una estándar. También conocida como carta de equilibrio de cuadrillas, mide el tiempo en intervalos de 30 minutos a 1 hora, y representa los recursos involucrados mediante barras, incluyendo tiempos improductivos. Esto ayuda a entender y optimizar la secuencia constructiva del proceso analizado. También, pueden ser formatos diarios donde se registra todas las labores desarrolladas en secuencia de tiempo para la jornada laboral (Serpell, 2024).

2.4. Definición de términos básicos

Carreteras. Vía de comunicación diseñada para el tránsito de vehículos, personas y, en algunos casos, animales. Está construida para proporcionar un recorrido seguro y eficiente, y puede variar en tamaño y calidad, desde caminos rurales hasta autopistas de alta velocidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018).

Factores. Son las condiciones que pueden influir en el rendimiento de la maquinaria pesada utilizada en la construcción de carreteras, especialmente en el movimiento de tierras. Estos factores pueden incluir desde las condiciones del terreno, la disponibilidad de combustible, el mantenimiento adecuado de la maquinaria, hasta factores externos como el clima o la capacidad y experiencia del operador (Padilla, 2023).

Maquinaria pesada. Equipos o máquinas de gran tamaño y peso utilizadas en la construcción. Ejemplos comunes de maquinaria pesada incluyen excavadoras, grúas, bulldozers, retroexcavadoras y camiones volquete (Arroyo et al., 2018).

Movimiento de tierras. Es la actividad que consiste en mover grandes cantidades de tierra u otros materiales utilizando maquinaria pesada para cortar el talud de roca fija, roca suelta y material suelto (Arroyo et al., 2018).

Productividad de la maquinaria pesada. Es la relación entre el rendimiento diario ($m^3/día$) y los recursos utilizados, medido en términos de maquinaria y tiempo. La productividad se expresa en unidades de metros cúbicos por hora-máquina (m^3/hm), lo que permite evaluar cuántos metros cúbicos de trabajo son realizados por una máquina en una hora de operación efectiva (Moavenzadeh, 2022).

Rendimiento de la maquinaria pesada. Volumen de trabajo realizado por una máquina durante la jornada laboral de un día, considerando las condiciones específicas de operación. Este rendimiento se mide en unidades de metros cúbicos por día ($m^3/día$), indicando la cantidad de material que la maquinaria puede mover o procesar en un día de trabajo completo. Es un indicador directo de la capacidad operativa de la maquinaria bajo las condiciones dadas (Moavenzadeh, 2022).

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DE LA(S) HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

H1: Los factores analizados afectan negativamente hasta en un 40% la productividad teórica de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José de la provincia de Chota.

3.2. Variables

a. Variable dependiente. Productividad de la maquinaria pesada

b. Variable independiente: Factores que afectan negativamente

3.3. Operacionalización de los componentes de las hipótesis

Tabla 1

Matriz de Operacionalización

Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Fuente o Instrumento de recolección de datos	Unidad de medición	
Los factores analizados afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José de la provincia de Chota	VD	Rendimiento operario - maquinaria pesada	Excavadora	Formato de medición en campo	m3/h	
			Volquete		m3/h	
			Compresora		m3/h	
			Cargador frontal		m3/h	
	VI	Productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras	Tiempos productivos operario - maquinaria pesada	Horas efectivas	Carta balance	%
				Horas disponibles no trabajadas		%
			Características de la maquinaria	Horas no trabajadas	%	
				Antigüedad	Años	
			Características del operador de maquinaria pesada	Tipo de combustible	Cuestionario	m3/h
				Rendimiento teórico		Años
Factores que afectan negativamente	Tipo de material	Clima	Experiencia laboral	Cuestionario	Años	
			Edad		Urbano /rural	
		Clima	Lugar de procedencia	Cuaderno de campo	--	
			Roca		--	
Clima	Clima	Material suelto	Termómetro de ambiente	--		
		Mixto		--		
		Temperatura				
			Humedad			
			Precipitación			

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica

En la carretera Huallagata – San José del distrito de Anguia y Tacabamba. Geográficamente la investigación se ubica en la zona 17, latitud sur, teniendo como coordenadas UTM Datum WGS 84. Huallangate: 771,076 Este, 9'301,649 Norte, Altitud: 2,421 msnm en la provincia de Chota, región Cajamarca.

Localidad: Huallangate

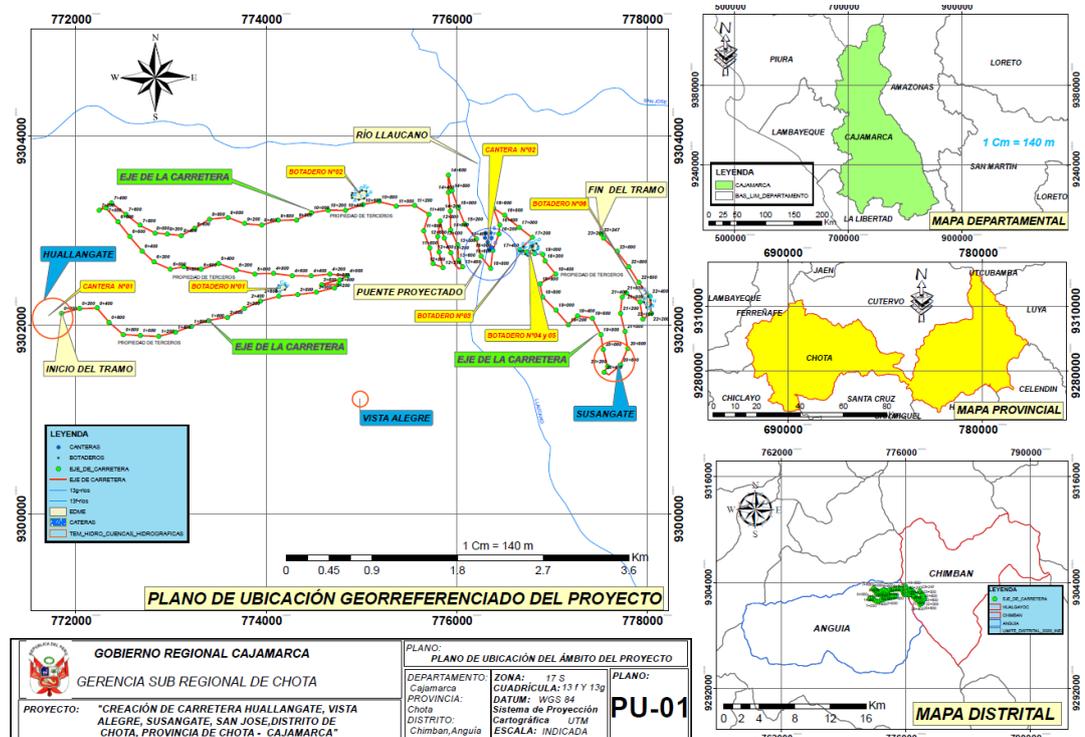
Distrito: Tacabamba y Anguia

Provincia: Chota

Región: Cajamarca

Figura 3

Ubicación de la Carretera Huallagata – San José, Distrito de Anguia y Tacabamba, Provincia de Chota



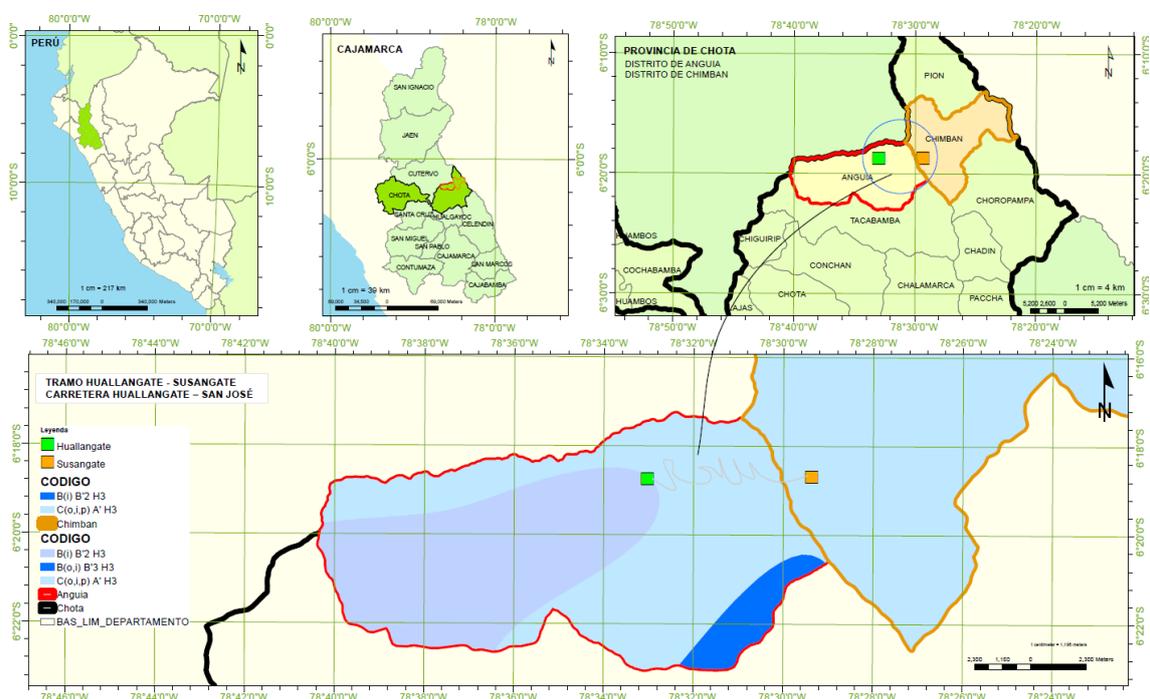
Nota: Expediente técnico, 2021.

4.1.1. Descripción climática

El análisis de los factores intervinientes en la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota, 2022, se desarrolló en un contexto climático adverso caracterizado por fuertes precipitaciones pluviales que afectaban significativamente el desarrollo de las actividades de construcción.

Figura 4

Plano climatológico del lugar



Nota: ver en anexos el plano.

En el lugar se han identificado tres tipos de climas (Figura 4) de acuerdo a la clasificación del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), el clima B(i)B2H3 de color morado, que pertenece a un clima lluvioso, templado y húmedo, con intensas precipitaciones en todas las estaciones a excepción de invierno donde hay deficiencia de lluvias; el otro tipo de clima de color azul es B(o,i)B'3H3 lluvioso, semifrío y húmedo, con intensas precipitaciones en todas las estaciones a excepción de invierno donde hay

deficiencia de lluvias; y el último tipo de clima y más predominante (de color celeste) es el clima C(o,i,p) A'H3 semiseco, cálido y húmedo, con intensas precipitaciones en todas las estaciones a excepción de primavera. Esta climatología a influenciado el desarrollo de las actividades de movimiento de tierras con maquinaria pesada de la carretera Huallangate – San José, tramo Huallangate – Susangate, de la provincia de Chota.

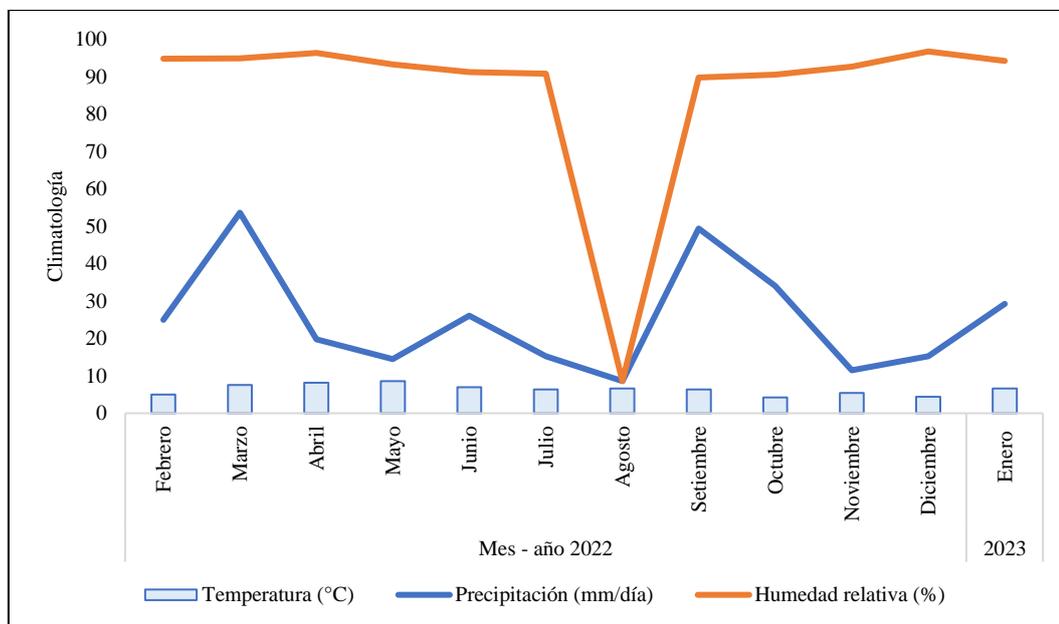
Durante el periodo de construcción en los 10 primeros kilómetros de la carretera, se suspendieron las obras en varias ocasiones debido a las intensas lluvias que impedían el trabajo en el área. Aunque no se contaba con estaciones meteorológicas en la zona de la obra para determinar la intensidad de la precipitación, se tomó como referencia la estación meteorológica Cutervo, ubicada en la latitud 6°22'46.7" S y longitud 78°48'18.44" W, a una altitud de 2668 msnm.

Durante el periodo de construcción, en la estación meteorológica Cutervo se registraron precipitaciones máximas que demostraban la intensidad de las lluvias en la región, lo que explicaba las dificultades para llevar a cabo el movimiento de tierras en la carretera. Además, la humedad relativa en la zona era alta, lo que contribuía a la dificultad de trabajar en condiciones óptimas.

En cuanto a las temperaturas, la estación meteorológica registró temperaturas máximas y mínimas que influían en las condiciones de trabajo, ya que temperaturas extremas afectan la productividad de la maquinaria pesada. Por lo tanto, el análisis de los factores climáticos era esencial para comprender las dificultades enfrentadas durante la construcción de los 10 km de la carretera Huallangate – San José en Chota de febrero del año 2022 a enero del año 2023.

Figura 5

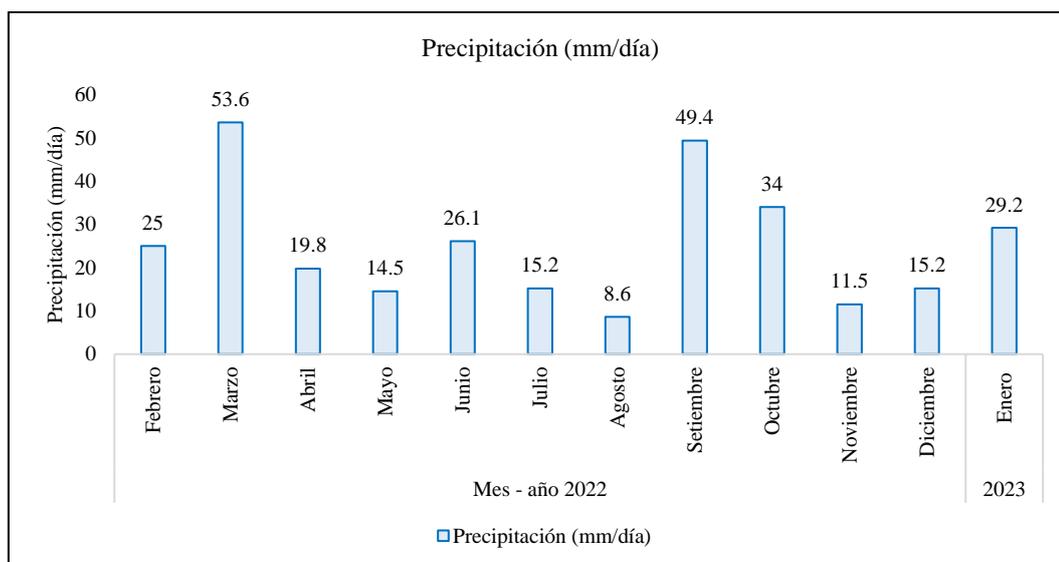
Precipitación pluvial, humedad y temperatura mínima durante los meses en que se ejecutó los trabajos de movimiento de tierras en los 10 km de la carretera Huallangate San José



Nota: (SENAMHI, 2023).

Figura 6

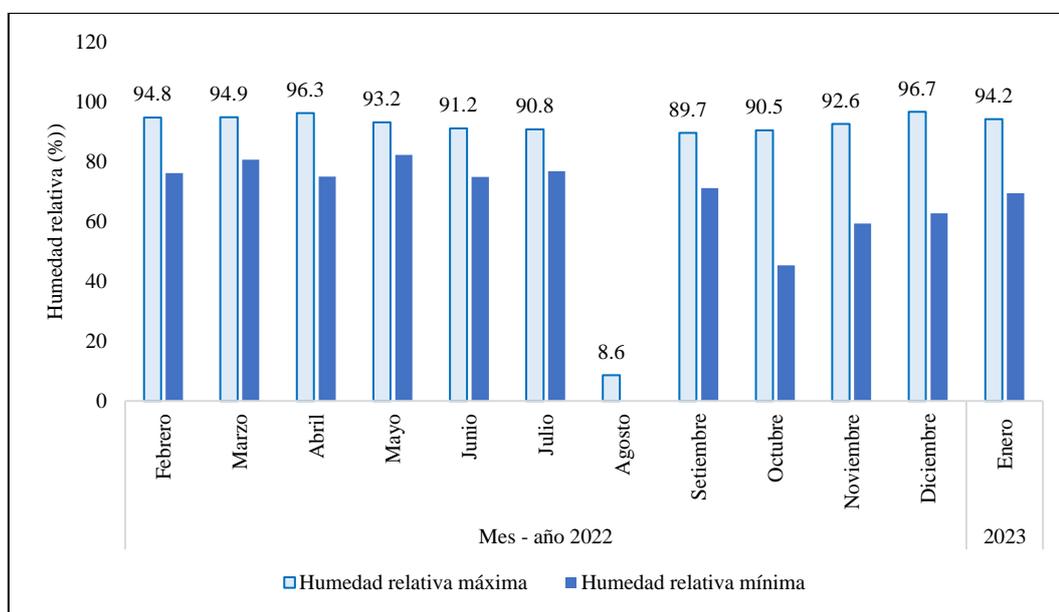
Precipitación pluvial durante los meses en que se ejecutó los trabajos de movimiento de tierras en los 10 km de la carretera Huallangate San José



Nota: (SENAMHI, 2023).

Figura 7

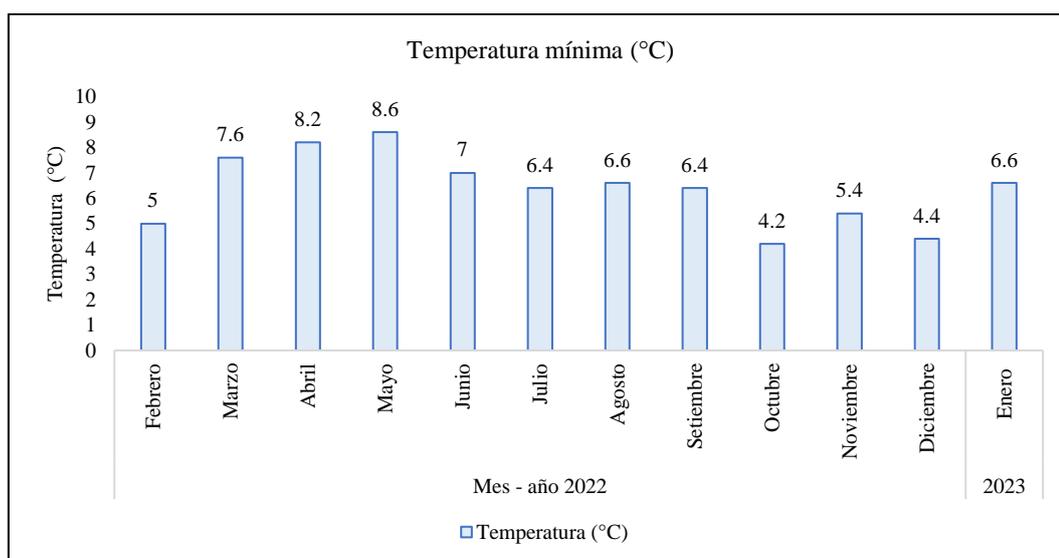
Humedad relativa durante los meses en que se ejecutó los trabajos de movimiento de tierras en los 10 km de la carretera Huallangate San José



Nota: (SENAMHI, 2023).

Figura 8

Temperatura mínima durante los meses en que se ejecutó los trabajos de movimiento de tierras en los 10 km de la carretera Huallangate San José



Nota: (SENAMHI, 2023).

4.2. Diseño de la investigación

Enfoque cuantitativo se ha regido por un proceso ordenado, definido por la metodología del rendimiento de maquinaria pesada, que se basa en la observación de las cantidades producidas al día.

El tipo de investigación es aplicada, porque se utilizaron conocimientos existentes para determinar la productividad de maquinaria pesada en el movimiento de tierras de carreteras en el distrito de Chota.

El nivel de investigación es correlacional, debido a que los resultados fueron analizados en relación con factores que influyen en la productividad, como la experiencia del operador y la antigüedad de la maquinaria, además de que se explicaron dichos valores.

El diseño de investigación es no experimental factorial múltiple. En el caso del presente estudio se ha establecido la relación entre los factores que influyen en la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras, por lo que el diseño correlacional es múltiple, considerando que existen múltiples factores: condiciones climáticas (x1), tipo de suelo (x2), características de la maquinaria (x3), gerencia del abastecimiento de materiales (x4), características de la mano de obra (x5), entre otras, que intervienen en la productividad de la maquinaria – operador (y). Siendo así se ha aplicado como diseño de contrastación ANOVA para un modelo de regresión lineal de tipo análisis factorial múltiple (AFM).

4.3. Métodos de investigación

El método lógico hipotético-deductivo se utilizó para formular y probar la hipótesis de que los factores podrían reducir la productividad de las excavadoras en hasta un 40%. Se comenzó formulando la hipótesis y luego se dedujeron las posibles causas que podrían estar afectando la productividad. Finalmente, se

verificaron estas deducciones mediante la recolección y análisis de datos reales para confirmar o refutar la hipótesis.

El método empírico de medición permitió la recolección de datos reales sobre el desempeño de las excavadoras. Se midieron aspectos como el tiempo de funcionamiento, los períodos de inactividad debido a mantenimiento o fallos, y la cantidad de material movido. Estos datos empíricos se analizaron para identificar patrones y correlaciones, ofreciendo una base objetiva para evaluar cómo los factores investigados impactan en la productividad de la maquinaria.

4.4. Procedimiento para la ejecución de la investigación

Se reconoció las partidas de los cuales se hizo el estudio de rendimiento horario. En este caso se ha elegido las partidas: corte de material suelto, corte de roca suelta y corte de roca fija, definidos en el expediente técnico de la obra construcción de la carretera Huallangate – San José, siendo actividades de movimiento de tierras.

Se determinó el equipo perteneciente a los rubros de movimiento de tierras. En campo se ha definido que han utilizado como maquinaria pesada solamente Excavadoras debido al limitado espacio y el peligro que representaban las actividades, donde el material excavado era arrojado al talud inferior, siendo así, no se requería la intervención de volquete y cargador frontal, al menos hasta el km 10+000, luego se necesitó utilizar compresora manual para triturar rocas en el trayecto, no obstante, el mismo era utilizado intermitentemente por parte del peón que dirigía a la maquinaria o por un operario externo a la cuadrilla. La cuadrilla estuvo formada por un operario, no obstante, también tenía un peón para ayudar a la maniobrabilidad en campo.

Se realizó el registro de las características de la mano de obra, las características de la maquinaria, la climatología, el tipo de suelo a excavar, entre

otros datos de interés. Cada día se registraron estos datos en el formato de carta balance modificada.

Se realizó el seguimiento “in situ” a la maquinaria escogida.

Se tomaron datos como: tiempos de carga, tiempo de empuje, entre otros, con los cuales se ha estimado la productividad mediante fórmulas, determinando el número de ciclos por día que realiza la maquinaria pesada.

Se registró los tiempos efectivos de la maquinaria pesada.

Se registró los factores que afectan negativamente la productividad por medio del diagrama de Pareto.

Se calculó los rendimientos de cada maquinaria con los datos ya tabulados tomados en campo en un tiempo fijo.

Se analizó la productividad de la maquinaria pesada – operador en el movimiento de tierras según los factores relevantes determinados con el diagrama de Pareto.

Se comparó la producción obtenida por el método práctico versus los rendimientos dados por Ramos (2006) en la Compendio de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

Finalmente se describieron las estrategias, acciones o herramientas que se puede aplicar para aquellos factores comunes que afectan la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras.

4.4.1. Trabajo en campo: Obtención de la información

4.4.1.1.Registro y uso del tiempo de trabajo

Durante el proceso de excavación realizado por los operarios, se implementó un sistema detallado de medición del tiempo de trabajo. Este sistema incluyó la categorización de tareas en horas efectivas, horas disponibles no trabajadas, horas no disponibles no trabajadas.

Tabla 2*Actividades productivas: horas efectivas*

Horas efectivas	Llenado de lampón	LL
	Llevante con material	LM
	Vaciado al talud negativo	VTN
	Giro con material	GCM
	Giro sin material	GSM
	Transporte	TR
	Dirección	DR

Tabla 3*Horas disponibles no trabajadas*

Horas disponibles no trabajadas (HDNT)	Voladura	V
	Charlas	CH
	Mal clima	MC
	Sin frente	SF
	Interferencias	I

Tabla 4*Horas no disponibles*

Horas no disponibles (HND)	Falla mecánica	FM
	Mantenimiento	M
	Sin operador	SO
	Abastecimiento de combustible	AC

Para todas las cuadrillas que participaron en las actividades de excavaciones se asignó una hoja de registro de tiempos, denominada "Carta Balance" en la que se anotaban las actividades realizadas y su categorización correspondiente. Además, en la carta balance se completaba un código específico para identificar la actividad realizada por cada miembro de la cuadrilla que operaba la maquinaria pesada, de acuerdo a la Tabla 2. Tabla 3, Tabla 4.

4.4.1.2. Levantamiento topográfico

Antes de la excavación se colocó la estación total en un punto de control previamente establecido y se niveló adecuadamente. Se realizó la calibración inicial de la estación total, asegurándose de que los prismas y otros equipos auxiliares estén correctamente alineados.

Se utilizó la estación total para medir una serie de puntos clave en la superficie del talud. Estos puntos incluyen la parte superior, media y base del talud, así como cualquier irregularidad significativa.

Se registraron las coordenadas y elevaciones de todos los puntos medidos en la memoria de la estación total y en civil 3D se generó el modelo digital del terreno (MDT).

Después de la excavación, se posicionó nuevamente la estación total en uno de los puntos de control para iniciar el levantamiento posterior a la excavación. Se utilizó la estación total para medir los nuevos puntos clave en la superficie del talud después de la excavación. Asegurarse de medir puntos adicionales en áreas con cambios significativos.

Se registró las coordenadas y elevaciones de los puntos medidos en la memoria de la estación total y se descargaron los datos para crear el nuevo MDT, a fin de compararlos e identificar la diferencia de volumen excavado.

4.4.1.3. Reportes diarios del proceso de excavación

Al día siguiente de las labores, el ingeniero supervisor de campo elaboró el reporte diario que incluye información relevante. En dicho informe se registró el número de flota utilizada, el tipo de material trabajado (indicando si es material para eliminación o mineral para lixiviación), cualquier trabajo adicional realizado más allá de los requerimientos contractuales, y cualquier observación importante, como ocurrencias o paradas en el trabajo. Una vez completado el reporte, se entregó la información recopilada al ingeniero encargado del control

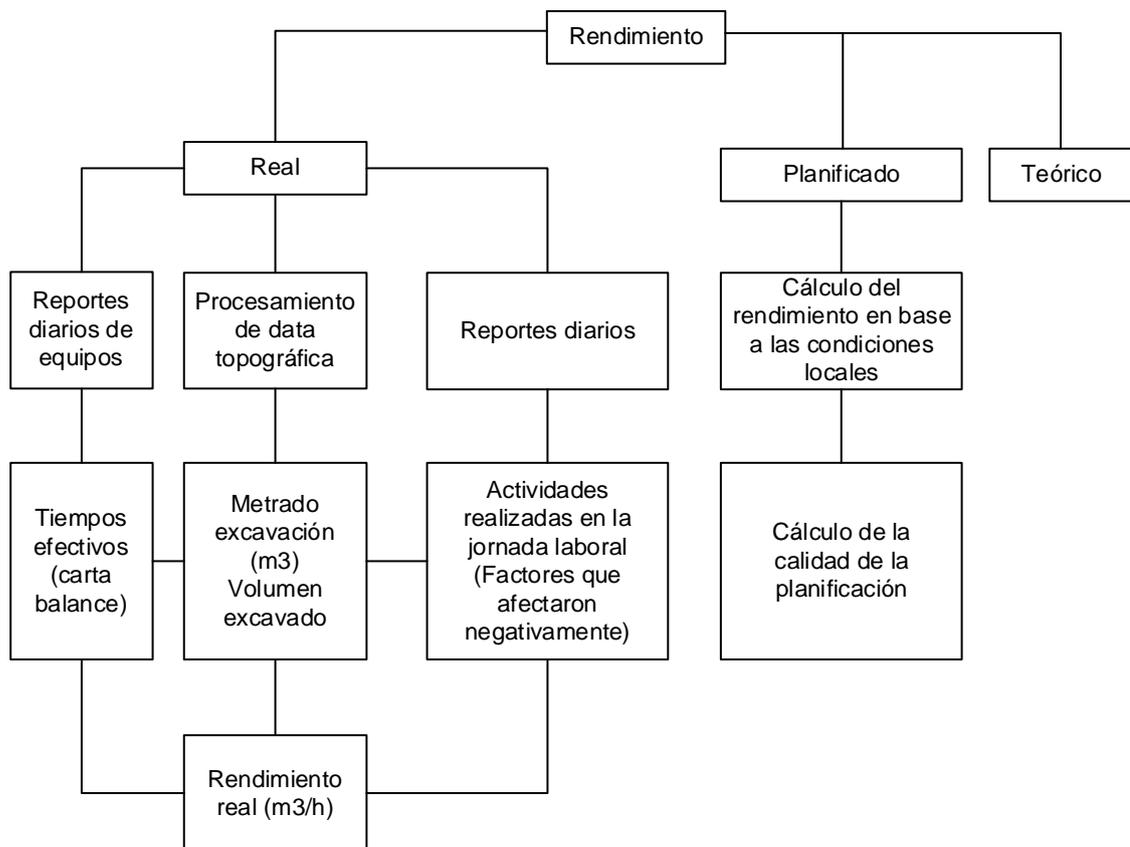
de proyectos. Este profesional se encargó de almacenar la información proporcionada para su posterior uso y análisis.

4.4.2. Trabajo de gabinete: Procesamiento de información

Para determinar el rendimiento y productividad de la maquinaria se ha seguido el siguiente flujo de trabajo:

Figura 9

Flujograma de Trabajo de Gabinete para Determinar el Rendimiento



4.4.2.1. Determinación del volumen excavado

El volumen excavado fue determinado en su estado natural de acuerdo a los datos tomados en el levantamiento topográfico del talud de la carretera.

Se realizó el levantamiento topográfico detallado del terreno antes de la excavación. Esto incluyó medir puntos de referencia, contornos, elevaciones, y características naturales o artificiales relevantes. Luego, una vez completada la

excavación, se realizó un segundo levantamiento topográfico de la zona excavada con el mismo nivel de detalle que el inicial.

Se generaron los MDT correspondientes a las condiciones pre y pos excavación en el programa civil 3D 2022. Se compararon ambos modelos para determinar las diferencias en volumen, las cuales indicaron el volumen de material excavado.

4.4.2.2.Registro y cálculo del rendimiento en obra

El rendimiento diario se calculó para las ocho horas de jornada laboral que debería realizar diariamente una cuadrilla (operario – peón – maquinaria), no obstante, debido a que algunos días no se logró completar la jornada laboral por las fuertes precipitaciones pluviales se consideró solamente las horas de trabajo realizadas, pero también se midió solamente el avance realizado durante esas horas de trabajo para que utilizando las ecuaciones (3) y (4), se pueda calcular el rendimiento de la maquinaria pesada para la jornada laboral completa de 8 horas.

$$Rendimiento = \frac{Avance\ diario}{horas\ de\ trabajo} \times Jornada\ laboral \quad (6)$$

$$Rendimiento\ horario = \frac{Avance\ diario}{horas\ de\ trabajo} \quad (7)$$

Estos cálculos fueron realizados para todos los días en los que se llevó a cabo el movimiento de tierras en el proceso de construcción de los 10 km de la carretera.

4.4.2.3.Cálculo del rendimiento planificado

El rendimiento planificado se ha calculado siguiendo el procedimiento descrito por Heb Merma (2021) y Aguilar e Ysla (2016), que involucra la aplicación de la ecuación de rendimiento planificado para excavadora, tal que:

$$RE = \frac{CEC \times FCF \times Fca}{TTC} \quad (8)$$

Donde, CEF capacidad del cucharón de la pala, TTC tiempo que dura el trabajo en horas, FCF factor de corrección final, Fca factor de corte y ángulo de giro, RE rendimiento de la excavadora (m³/hora).

Para el ciclo de trabajo, se ha utilizado los tiempos de ciclo controlados en obra, siendo así, se tiene que el ciclo de trabajo en material suelto, roca suelta y roca fija dura 14, 16 y 18 segundos respectivamente, tal como, se muestra:

Tabla 5

Tiempo de una fase o ciclo de trabajo de las excavadoras 320D2/D2 L de CAT® para condiciones promedio

Tipo de material	Tiempo de las fases de trabajo en segundos				Total (segundos)	Total (horas)
	Carga	Giro con material	Descarga	Giro vacío		
Tierra suelta	3	4	3	4	14	0.00389
Roca suelta	4	5	3	4	16	0.00444
Roca fija	5	5	4	4	18	0.0050

Para la capacidad del cucharón de la pala, la altura máxima de corte, el alcance máxima en la línea a nivel del suelo y el tiempo que dura el ciclo de trabajo en segundos se ha utilizado el manual para excavadora hidráulica 320D2/D2 L de CAT® del año 2017. Siendo así, los valores han sido los siguientes:

- CEC (capacidad del cucharón de la pala) 1.00 (Tomado del catálogo)
- Altura máxima de corte 9490 mm (H)
- Alcance máxima en la línea a nivel del suelo 9890 mm (L)
- Siendo así, $H/L = (9490/9890)\% = 95.96\%$
- Ángulo de giro 90°

Factor de corte y ángulo de giro (Fca)

El factor de corte y ángulo de giro se ha determinado de la tabla dada por Aguilar e Ysla (2016) por medio de interpolación, siendo igual a 0.996.

$$\begin{array}{cc} 80 & 0.98 \\ 95.96 & x \\ 100 & 1.00 \end{array} \quad (9)$$

$$(100 - 80)(x - 0.98) = (95.96 - 80)(1 - 0.98) \quad (10)$$

$$x = 0.99596 \quad (11)$$

Figura 10

Ángulo de giro 90° del talud excavado

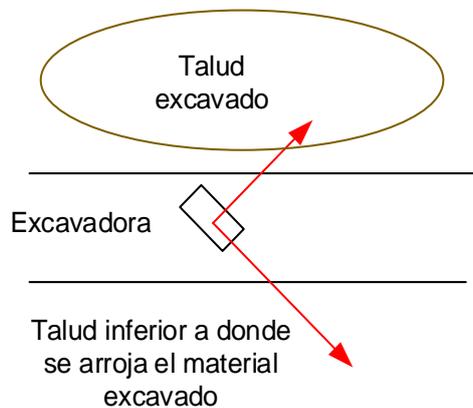


Tabla 6

Factores de conversión volumétrica de acuerdo al tipo de suelo

H/L	Giro (en grados)						
	45	60	75	90	120	150	180
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.86	0.77	0.69
100	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71

Nota: Aguilar e Ysla (2016).

FCF factor de corrección final

El factor de corrección final se define a través de cinco factores: factor de visibilidad, factor de maniobrabilidad, factor altitud, factor pendiente, factor de tipo de material y factor de acarreo.

Factor de visibilidad en obra (Fv). Depende de la ubicación de la obra y de las condiciones a las cuáles está sujeta. En el caso del estudio como la altitud es 2421 msnm, el factor de visibilidad es 1.00.

Tabla 7

Condición de visibilidad en obra

	Altitud	Factor
Sierra	Hasta 2300 msnm	0.98-1.15
	Desde 2300-3800 msnm	0.95-1.05
	Mayor a 3800 msnm	0.90-1.00

Nota: Aguilar e Ysla (2016).

Factor de maniobrabilidad. Este factor es muy variable, siendo influenciado por el planeamiento y por la experiencia del operador, distribución del equipo, zona de trabajo etc. Está entre los intervalos de 0.85 a 1.00, por lo que, se ha tomado 0.925.

Factor altitud (Fa). La altitud provoca una pérdida de rendimiento en las maquinarias. En la Tabla 8 se detallan los factores de altitud acorde a la elevación del terreno. La altitud en la vía era 2421 msnm por lo que, el factor de altitud es igual a 0.95.

Tabla 8

Factor de Altitud

	Altitud	Factor
Sierra	Hasta 2300 msnm	1.0-1.05
	Desde 2300-3800 msnm	0.90-1.0
	Mayor a 3800 msnm	0.80

Nota: Aguilar e Ysla (2016).

Factor pendiente (Fp). Este factor relaciona las rampas positivas y negativas, así como las condiciones de mantenimiento de vía por el vehículo que circula. El factor pendiente para la sierra con altitud de 2421 msnm es igual a 1.00.

Tabla 9

Factor pendiente

	Pendiente	Factor
Sierra	Hasta 2300 msnm	1.05
	Desde 2300-3800 msnm	1.00
	Mayor a 3800 msnm	0.95
Selva		1.10
Costa		1.20

Nota: Aguilar e Ysla (2016).

Factor de tipo de material "m". Los rendimientos generalmente consignados varían en el tipo de material de esta manera se tiene la siguiente tabla:

Tabla 10

Factor tipo de material y zona de trabajo

Tipo de material	Región	
Material suelto	Costa y selva	1.0-1.20
	Hasta 2300 msnm	0.95-1.05
	Desde 2300-3800 msnm	0.93
	Mayor a 3800 msnm	0.89
Roca suelta	Costa, sierra, selva	0.88-0.95
Roca fija	Costa, sierra, selva	0.65-0.80/0.7

Nota: Tomado del "Manual de construcción de carreteras" por Aguilar e Ysla (2016).

Entonces:

- Para material suelto, la altitud del proyecto es 2421 msnm, siendo el factor 0.93.
- Para roca suelta, es el promedio de 0.88-0.95, siendo 0.915
- Para roca fija, es el promedio de 0.65 y 0.80/0.70, siendo 0.871

Factor de acarreo. Este factor se refiere al efecto de trasladar o transportar materiales.

- Para material suelto, el factor es 0.98.
- Para roca suelta, 0.85
- Para roca fija, 0.75

Tabla 11*Factor de acarreo*

Tipo de material	Factor de acarreo		
	Costa	Sierra	Selva
Material suelto	0.98	0.98	0.95
Roca suelta	0.85	0.85	0.80
Roca fija	0.78	0.75	0.75

Nota: Tomado del "Manual de construcción de carreteras" por Aguilar e Ysla (2016).

Por tanto, finalmente, los factores determinados se representan en la siguiente tabla:

Tabla 12*Factores de corrección final (FCF)*

Tipo de material	Factor visibilidad	Maniobrabilidad	factor altitud	factor pendiente	factor de tipo de material	factor de acarreo	FCF
Material suelto	1	0.925	0.95	1	0.93	0.98	0.801
Roca suelta	1	0.925	0.95	1	0.915	0.85	0.683
Roca fija	1	0.925	0.95	1	0.871	0.75	0.574

Rendimiento planificado

Teniendo los factores de corrección final (FCF), el factor de corte y ángulo (Fca) igual a 0.99596 y los tiempos de ciclos en horas. Se ha determinado:

$$R_{\text{material suelto}} = \frac{1 \times 0.801 \times 0.99596}{0.00389} = 205.11 \text{ m}^3/\text{hr} \quad (12)$$

Donde, CEF capacidad del cucharón de la pala 1, TTC tiempo que dura el trabajo en horas 0.00389, FCF factor de corrección final 0.801, Fca factor de corte y ángulo de giro 0.99596, RE rendimiento de la excavadora igual a 205.11 (m3/hora).

$$R_{\text{roca suelta}} = \frac{1 \times 0.683 \times 0.99596}{0.004444} = 153.15 \text{ m}^3/\text{hr} \quad (13)$$

Donde, CEF capacidad del cucharón de la pala 1, TTC tiempo que dura el trabajo en horas 0.00444, FCF factor de corrección final 0.683, Fca factor de corte y ángulo de giro 0.99596, RE rendimiento de la excavadora igual a 153.15 (m³/hora).

$$R_{roca\ fija} = \frac{1 \times 0.574 \times 0.99596}{0.0050} = 114.40\ m^3/hr \quad (14)$$

Donde, CEF capacidad del cucharón de la pala 1, TTC tiempo que dura el trabajo en horas 0.0050, FCF factor de corrección final 0.574, Fca factor de corte y ángulo de giro 0.99596, RE rendimiento de la excavadora igual a 114.40 (m³/hora).

4.4.2.4. Cálculo de la calidad de la planificación

Para calcular la calidad de la planificación de los trabajos de excavación de la maquinaria pesada, simplemente se ha dividido el rendimiento en campo entre el rendimiento planificado.

$$E = \frac{R_{campo}}{R_{planificado}} \quad (15)$$

4.4.2.5. Cálculo del rendimiento teórico

Para calcular el rendimiento teórico Morales (2009) quien argumenta que el método más usado para el cálculo de la producción de las excavadores se aplica la siguiente ecuación:

$$P = P_t \times F_a \times E \quad (16)$$

Donde, P producción real (m³/h), P_t producción teórica (m³/h), F_a factor de llenado, E factor de eficiencia.

$$Rendimiento\ teórico = 210\ m^3/h \quad (17)$$

Tabla 13*Especificaciones Técnicas de la Excavadora CAT 320D2/D2 L*

Modelo de excavadora	CAT 320 D2L
Tamaño del cucharón (Pt)	1.00 m ³
Altura máxima de corte (H)	9490 mm
Alcance máxima en la línea a nivel del suelo (L)	9890 mm
Eficiencia (H/L)	(9490/9890)%= 95.96%
Ángulo de giro	90°
Factor de corrección (Fa)	2.20
Tiempo total	17.8 seg (0.296 min)
Carga del cucharón	6.0 seg.
Giro cargada	4.8 seg.
Descarga del cucharón	2.5 seg.
Giro descargada	4.5 seg.
Ciclos por minuto	3.5 ciclos
Rendimiento teórico	210 m ³ /h (ver anexo)

4.5. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

Población. La maquinaria pesada utilizada en el movimiento de tierras para la construcción de 10 km de la carretera Huallangate – San José en Chota durante el año 2022.

Muestreo. No probabilístico por conveniencia, tomando como criterio la maquinaria que se ha utilizado en las actividades de corte de talud durante la construcción de 10 km de la carretera Huallangate – San José en Chota en el año 2022, por lo que, se ha trabajado con muestra poblacional, donde la muestra es igual a la población.

Muestra. Está constituida por las tres excavadoras CAT 320 D2L utilizadas en el movimiento de tierras para la construcción de 10 km de la carretera Huallangate – San José en Chota durante el año 2022.

Unidades de análisis. Factores que afectan la productividad de la maquinaria en el movimiento de tierras en la construcción de 10 km de la carretera Huallangate –San José, Chota.

Unidad de observación. Las tres excavadoras CAT 320 D2L que realizan el movimiento de tierras en la construcción de 10 km de la carretera Huallangate –San José, Chota.

4.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

4.6.1. Técnicas

a. Observación

La observación es la técnica utilizada en todo proceso de recolección de datos para una investigación científica. La observación se ha aplicado durante toda la ejecución del estudio.

b. Medición

Es la técnica a priori para la recolección de los valores de rendimiento de la maquinaria pesada determinados según el proceso de observación.

4.6.2. Instrumentos

a. Cuaderno de campo

Instrumento donde se registra cualquier dato relevante durante los procesos de ejecución para el desarrollo de la investigación.

b. Carta balance

El formato para registro de rendimiento y productividad, es una hoja donde se han anotado los rendimientos de la maquinaria pesada, observados durante el movimiento de tierras para la construcción de la carretera Huallangate –San José, Chota. Así mismo, la carta balance es el formado donde se registran los datos del análisis de tiempos de producción, horas efectivas, horas disponibles no trabajadas, horas no disponibles.

4.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

4.7.1.1. Procesamiento y presentación de datos

Para el procesamiento y presentación de datos en tablas y gráficos se ha utilizado el programa Microsoft Excel 2022, aplicando técnicas de ordenamiento,

agrupación, asociación, análisis y comparación, donde se destaca el análisis de la productividad y el análisis de los factores influyentes con la representación del mismo en un diagrama de Pareto.

a. Análisis de productividad

Estimación de los tiempos productivos de la maquinaria pesada durante el movimiento de tierras para la construcción de la carretera Huallangate –San José, provincia de Chota.

4.7.1.2. Análisis de datos

Se han analizado los datos, según los resultados que se obtengan, planteando una comparación entre el rendimiento dado por CAPECO (Ramos, 2006), el rendimiento dado en el libro de Ibáñez, el rendimiento del expediente técnico, y el rendimiento determinado en campo. Así mismo, se ha utilizado el programa Minitab 22 para la contrastación de hipótesis utilizando el análisis de correlación de Pearson para identificar aquellos factores que afectan el rendimiento de la mano de obra en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota.

4.8. Equipos, materiales, insumos, etc.

- Equipos: Maquinaria Pesada, se utilizaron tres excavadoras CAT 320 D2L.
- 10 km de carretera

4.9. Matriz de consistencia metodológica

Título: Factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota, 2022

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento de recolección	Metodología	Población y muestra
<p>Pregunta general ¿En qué porcentaje los factores afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota?</p> <p>Preguntas auxiliares ¿Cuáles son los factores que afectan el movimiento de tierras con maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José, Chota?</p> <p>¿Cómo la experiencia laboral, la antigüedad de la maquinaria del operador, el tipo de suelo y el clima influyen en la productividad de la maquinaria pesada – operador en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota?</p> <p>¿Qué acciones contribuyen a disminuir los efectos de los factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota?</p>	<p>Objetivo general Analizar los factores analizados que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José de la provincia de Chota, 2022, con el fin de cuantificar su impacto en la eficiencia operativa.</p> <p>Objetivos específicos Identificar los factores que afectan el movimiento de tierras de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José, Chota.</p> <p>Determinar si la experiencia laboral del operador, la antigüedad de la maquinaria, el tipo de suelo y el clima influyen en la productividad de la maquinaria pesada – operador en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota.</p> <p>Identificar estrategias que contribuyan a disminuir los efectos de los factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en la construcción de la carretera Huallangate – San José, Chota.</p>	H1: Los factores afectan negativamente hasta en un 40% la productividad teórica de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José de la provincia de Chota.	<p>VD</p> <p>Productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras</p> <p>VI</p> <p>Factores que afectan negativamente</p>	<p>Rendimiento operario - maquinaria pesada</p> <p>Tiempos productivos operario - maquinaria pesada</p> <p>Características de la maquinaria</p> <p>Características del operador de maquinaria pesada</p> <p>Tipo de terreno</p> <p>Clima</p>	<p>Excavadora Volquete</p> <p>Comprensora</p> <p>Horas efectivas</p> <p>Horas disponibles no trabajadas</p> <p>HDNT</p> <p>Horas no trabajadas HND</p> <p>Antigüedad</p> <p>Tipo de combustible</p> <p>Rendimiento teórico</p> <p>Experiencia laboral</p> <p>Edad</p> <p>Lugar de procedencia</p> <p>Roca</p> <p>Material suelto</p> <p>Mixto</p> <p>Temperatura</p> <p>Humedad</p> <p>Precipitación</p>	<p>Formato de medición en campo</p> <p>Carta balance</p> <p>Cuestionario</p> <p>Cuaderno de campo</p> <p>Termómetro de ambiente</p>	<p>La investigación es de enfoque cuantitativo se regió por un proceso ordenado, se basa en la observación de las cantidades producidas al día.</p> <p>El tipo de investigación es aplicada.</p> <p>El diseño de investigación es factorial múltiple, se determinaron diversos factores que afectan la productividad de la maquinaria pesada.</p>	<p>Población: Los diferentes tipos de maquinaria pesada utilizadas en el movimiento de tierras para la construcción de la carretera Huallangate – San José, Chota.</p> <p>Muestra: Las tres excavadoras utilizadas en el movimiento de tierras en la construcción de al menos 10 km de la carretera Huallangate – San José, provincia de Chota.</p>

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Factores recurrentes en el movimiento de tierras

Tabla 14

Características de la mano de obra en el movimiento de tierras con maquinaria pesada

Código	Nombre y apellidos	Categoría	Edad (años)	Experiencia laboral (años)	Tipo de aprendizaje
DBA	Delmer Burga Agip	Operario	42	12	Técnico
MHT	Milton Herrera Torres	Operario	42	7	Técnico
HLH	Hugo Lopez Huaman	Operario	38	4	Técnico
ETM	Ernesto Tarrillo Marrufo	Peón	32	4	Empírico
JCS	Juanito Cubas Salazar	Peón	32	2	Empírico
FSG	Federico Salazar Gonzales	Peón	32	1	Empírico

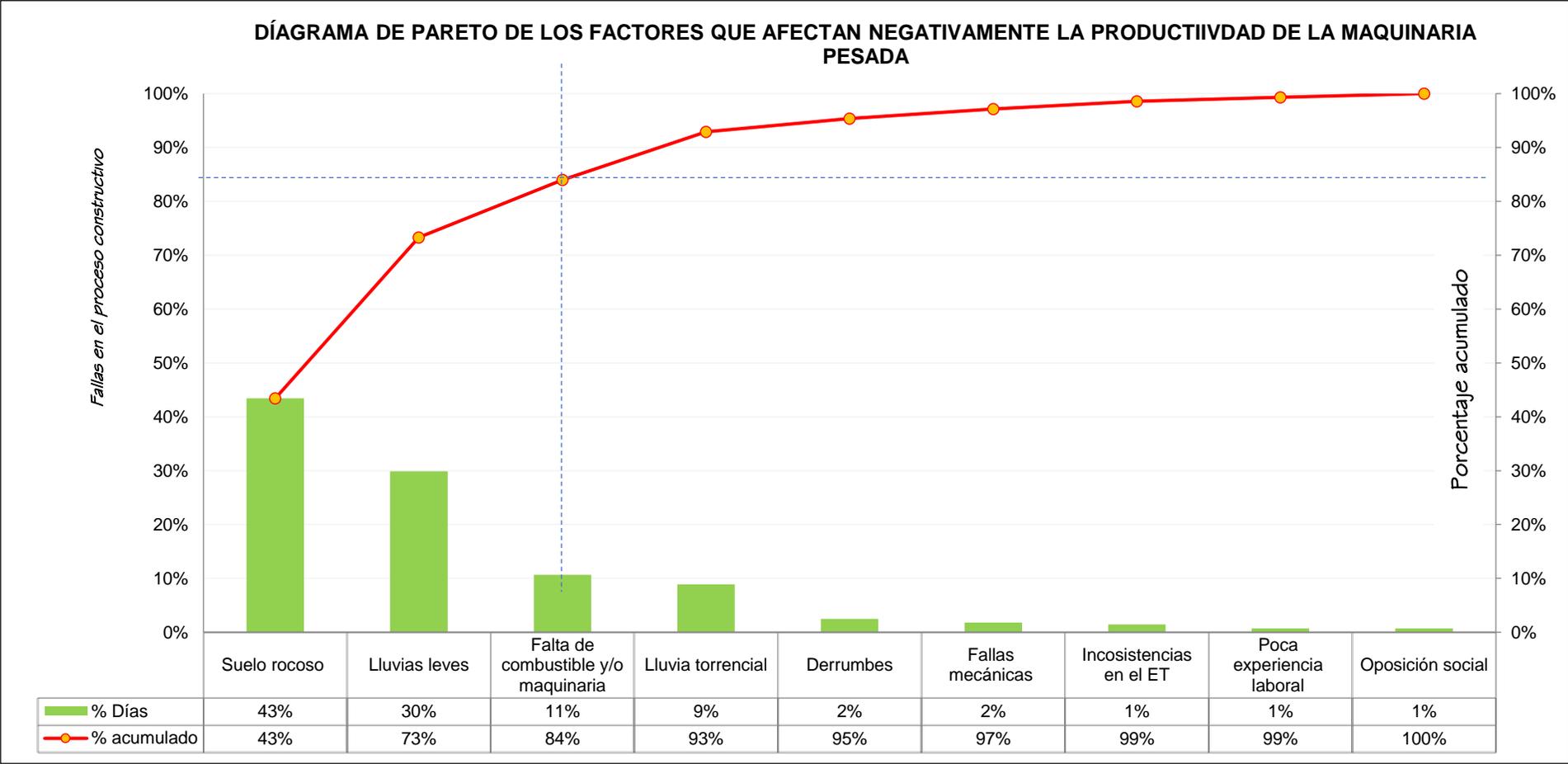
Tabla 15

Características de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras

N° de maquinaria	Tipo de maquinaria	Antigüedad de la maquinaria (años)	Capacidad de cucharón (m3)
1	Excavadora CAT 320 D2L	5	1
2	Excavadora CAT 320 D2L	6	1
3	Excavadora CAT 320 D2L	8	1

Figura 11

Diagrama de Pareto



5.1.2. Influencia de los factores en la productividad de la maquinaria en el movimiento de tierras

a) Productividad en el movimiento de tierras según características del operador

Tabla 16

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador

Experiencia laboral (años)	Volumen (m3)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento (m3/hr)	Teórico (m3/h)
<5	801.32	892.70	111.59	210
5-10	807.44	904.47	113.06	210
>=10	870.93	978.15	122.27	210
Total	830.66	930.23	116.28	210

Tabla 17

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador y tipo de material excavado

Experiencia laboral (años)	Material suelto	Roca suelta	Roca fija	Rendimiento (m3/hr)
<5	158.47	80.11	64.47	111.59
5-10	170.75	87.16	66.87	113.06
>=10	184.35	91.41	69.56	122.27
Total	172.48	87.13	67.42	116.28

Tabla 18

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador y clima

Experiencia laboral (años)	Soleado	Lluvia leve	Lluvia torrencial	Rendimiento (m3/hr)
<5	114.16	113.12	92.24	111.59
5-10	114.47	114.21	100.34	113.06

>=10	126.68	117.98	117.34	122.27
Total	119.08	115.43	104.88	116.28

Tabla 19

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador y antigüedad de la maquinaria

Experiencia laboral (años)	5 años	6 años	8 años	Rendimiento (m3/hr)
<5	-	-	111.59	111.59
5-10	-	113.06	-	113.06
>=10	122.27	-	-	122.27
Total	122.27	113.06	111.59	116.28

Tabla 20

Distribución promedio del tiempo de trabajo para las excavadoras en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador

Distribución del tiempo (Hr)	Experiencia laboral (años)			Promedio
	<5	5-10	>=10	
HE	7.18	7.13	7.11	7.13
HDNT	1.10	1.11	1.17	1.13
HND	1.18	1.18	1.17	1.18

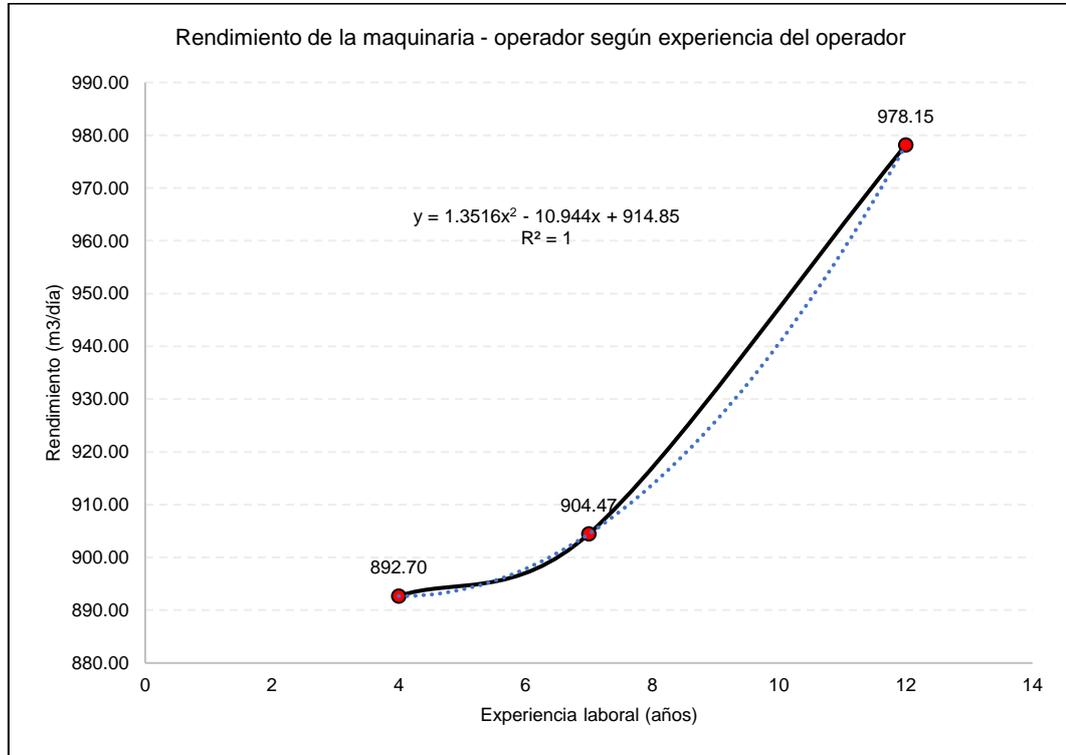
Tabla 21

Control del rendimiento planificado y el rendimiento teórico en el movimiento de tierras según experiencia laboral del operador

Experiencia laboral (años)	Porcentaje respecto al mayor rendimiento (%)	Control de planificación (%)	Eficiencia respecto al rendimiento teórico (%)
<5	91.26	64.18	53.14
5-10	92.47	66.92	53.84
>=10	100	71.68	58.22
Total		68.08	55.37

Figura 12

Rendimiento de la maquinaria – operador según experiencia del operador



b) Productividad en el movimiento de tierras según características de la maquinaria

Tabla 22

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria

Antigüedad de la maquinaria (años)	Volumen (m ³)	Rendimiento (m ³ /día)	Rendimiento (m ³ /hr)	Teórico (m ³ /hr)
5	870.93	978.15	122.27	210
6	807.44	904.47	113.06	210
8	801.32	892.70	111.59	210
Total	830.66	930.23	116.28	210

Tabla 23

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria y tipo de material excavado

Antigüedad de la maquinaria (años)	Material suelto	Roca suelta	Roca fija	Rendimiento (m3/hr)
5	184.35	91.41	69.56	122.27
6	170.75	87.16	66.87	113.06
8	158.47	80.11	64.47	111.59
Total	172.48	87.13	67.42	116.28

Tabla 24

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria y clima

Antigüedad de la maquinaria (años)	Soleado	Lluvia leve	Lluvia torrencial	Rendimiento (m3/hr)
5	126.68	117.98	117.34	122.27
6	114.47	114.21	100.34	113.06
8	114.16	113.12	92.24	111.59
Total	119.08	115.43	104.88	116.28

Tabla 25

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria y experiencia laboral del operador

Antigüedad de la maquinaria (años)	<5 años	5-10 años	>=10 años	Rendimiento (m3/hr)
5	-	-	122.27	122.27
6	-	113.06	-	113.06
8	111.59	-	-	111.59
Total	111.59	113.06	122.27	116.28

Tabla 26

Distribución promedio del tiempo de producción de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria

Distribución del tiempo (Hr)	Experiencia laboral (años)			Promedio
	5	6	8	
HE	7.11	7.13	7.18	7.13
HDNT	1.17	1.11	1.10	1.13
HND	1.17	1.18	1.18	1.18

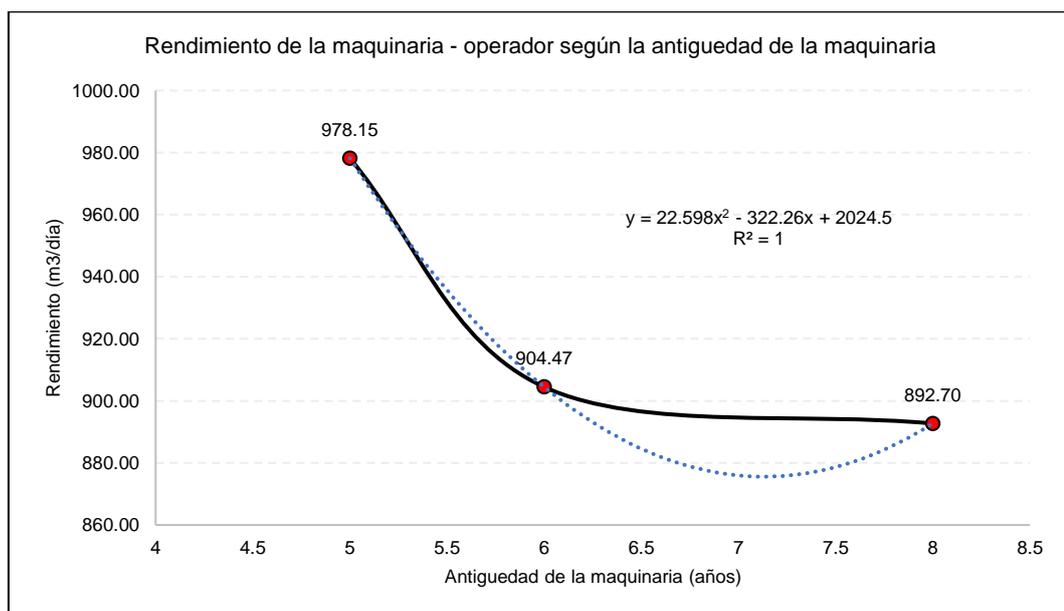
Tabla 27

Control del rendimiento planificado y el rendimiento teórico en el movimiento de tierras según antigüedad de la maquinaria (años)

Antigüedad de la maquinaria (años)	Porcentaje respecto al mayor rendimiento (%)	Control de planificación (%)	Eficiencia respecto al rendimiento teórico (%)
5	100.00	71.68	58.22
6	92.47	66.92	53.84
8	91.26	64.18	53.14
Total		68.08	55.37

Figura 13

Rendimiento de la maquinaria – operador según antigüedad de la maquinaria



c) Productividad en el movimiento de tierras según tipo de suelo

Tabla 28

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según tipo de suelo

Tipo de suelo	Volumen (m3)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento (m3/hr)	Planificado (m3/hr)
Material suelto	1229.21	1379.88	172.48	200.16
Roca suelta	627.92	697.03	87.13	169.92
Roca fija	477.68	539.40	67.42	165.60
Total	830.66	930.23	116.28	

Tabla 29

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según tipo de suelo y antigüedad de la maquinaria

Tipo de suelo	5 años	6 años	8 años	Rendimiento (m3/hr)
Material suelto	184.35	170.75	158.47	172.48
Roca suelta	91.41	87.16	80.11	87.13
Roca fija	69.56	66.87	64.47	67.42
Total	122.27	113.06	111.59	116.28

Tabla 30

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según tipo de suelo y clima

Tipo de suelo	Soleado	Lluvia leve	Lluvia torrencial	Rendimiento (m3/hr)
Material suelto	197.98	165.88	128.56	172.48
Roca suelta	92.54	80.64	67.63	87.13
Roca fija	71.91	63.07	53.35	67.42
Total	119.08	115.43	104.88	116.28

Tabla 31

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según tipo de suelo y experiencia laboral del operador

Tipo de suelo	<5 años	5-10 años	>=10 años	Rendimiento (m3/hr)
Material suelto	158.47	170.75	184.35	172.48
Roca suelta	80.11	87.16	91.41	87.13
Roca fija	64.47	66.87	69.56	67.42
Total	111.59	113.06	122.27	116.28

Tabla 32

Distribución promedio del tiempo de producción de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según tipo de suelo

Distribución del tiempo (Hr)	Tipo de suelo			Promedio
	Material suelto	Roca suelta	Roca fija	
HE	7.10	7.21	7.07	7.13
HDNT	1.15	1.05	1.21	1.13
HND	1.32	1.08	1.09	1.18

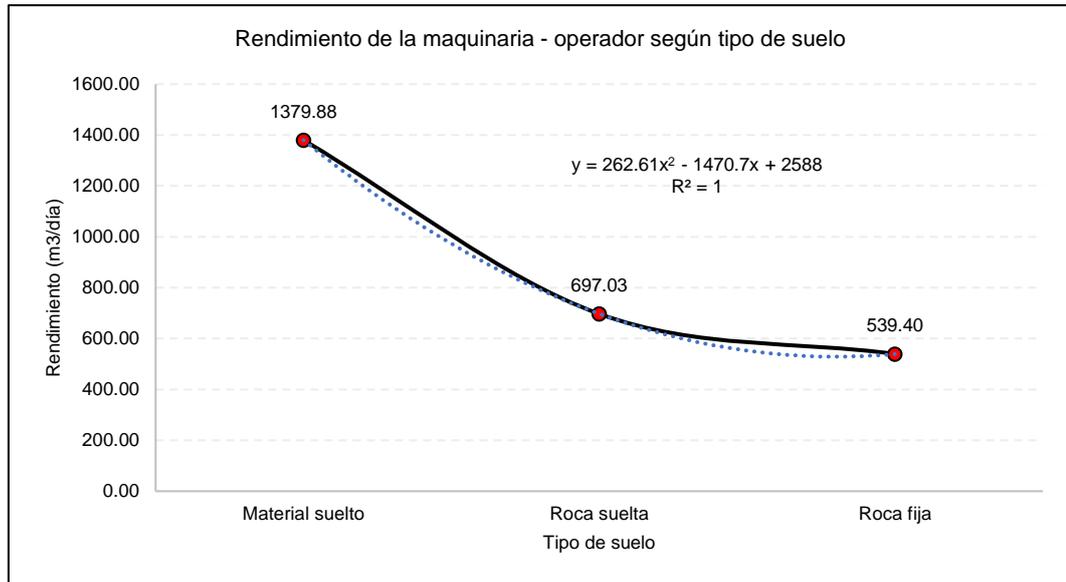
Tabla 33

Control del rendimiento planificado y el rendimiento teórico en el movimiento de tierras según tipo de suelo

Antigüedad de la maquinaria (años)	Porcentaje respecto al mayor rendimiento (%)	Control de planificación (%)	Eficiencia respecto al rendimiento teórico (%)
Material suelto	100.00	84.09	82.14
Roca suelta	50.51	58.94	41.49
Roca fija	39.09	56.89	32.11
Total		68.08	55.37

Figura 14

Rendimiento diario de la maquinaria – operador según el tipo de suelo



d) Productividad en el movimiento de tierras según climatología

Tabla 34

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según clima

Clima	Volumen (m3)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento (m3/hr)	Teórico (m3/hr)
Soleado	856.11	952.63	119.08	210
Lluvia leve	832.59	923.45	115.43	210
Lluvia torrencial	687.04	839.04	104.88	210
Total	830.66	930.23	116.28	210

Tabla 35

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según clima y antigüedad de la maquinaria

Clima	5 años	6 años	8 años	Rendimiento (m3/hr)
Soleado	126.68	114.47	114.16	119.08
Lluvia leve	117.98	114.21	113.12	115.43
Lluvia torrencial	117.34	100.34	92.24	104.88
Total	122.27	113.06	111.59	116.28

Tabla 36

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según clima y tipo de suelo

Clima	Material suelto	Roca suelta	Roca fija	Rendimiento (m3/hr)
Soleado	197.98	92.54	71.91	119.08
Lluvia leve	165.88	80.64	63.07	115.43
Lluvia torrencial	128.56	67.63	53.35	104.88
Total	172.48	87.13	67.42	116.28

Tabla 37

Rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según clima y experiencia laboral del operador

Clima	<5 años	5-10 años	>=10 años	Rendimiento (m3/hr)
Soleado	114.16	114.47	126.68	119.08
Lluvia leve	113.12	114.21	117.98	115.43
Lluvia torrencial	92.24	100.34	117.34	104.88
Total	111.59	113.06	122.27	116.28

Tabla 38

Distribución promedio del tiempo de producción de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras según clima

Distribución del tiempo (Hr)	Clima			Promedio
	Soleado	Lluvia leve	Lluvia torrencial	
HE	7.20	7.18	6.59	7.13
HDNT	0.52	1.48	2.91	1.13
HND	1.28	1.09	1.00	1.18

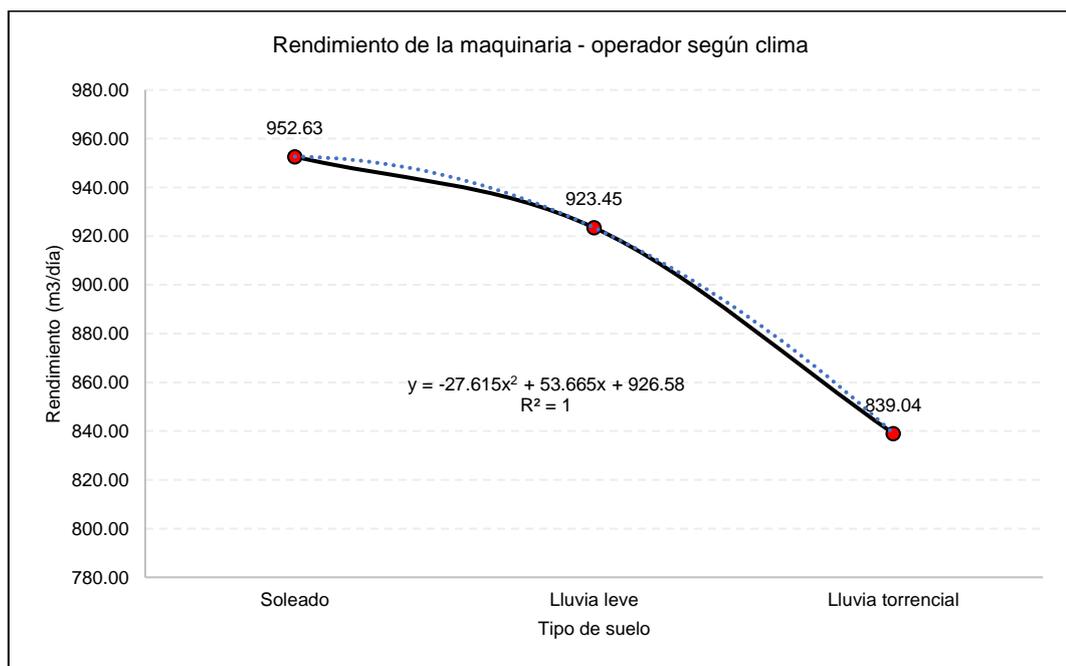
Tabla 39

Control del rendimiento planificado y el rendimiento teórico en el movimiento de tierras según clima

Clima	Porcentaje respecto al mayor rendimiento (%)	Control de planificación (%)	Eficiencia respecto al rendimiento teórico (%)
Soleado	100.00	71.95	56.70
Lluvia leve	96.94	65.87	54.97
Lluvia torrencial	88.08	56.67	49.94
Total		68.08	55.37

Figura 15

Rendimiento de la maquinaria – operador según clima



e) **Uso de los tiempos no trabajados ni disponibles en el movimiento de tierras**

Figura 16

Horas disponibles no trabajadas por la maquinaria

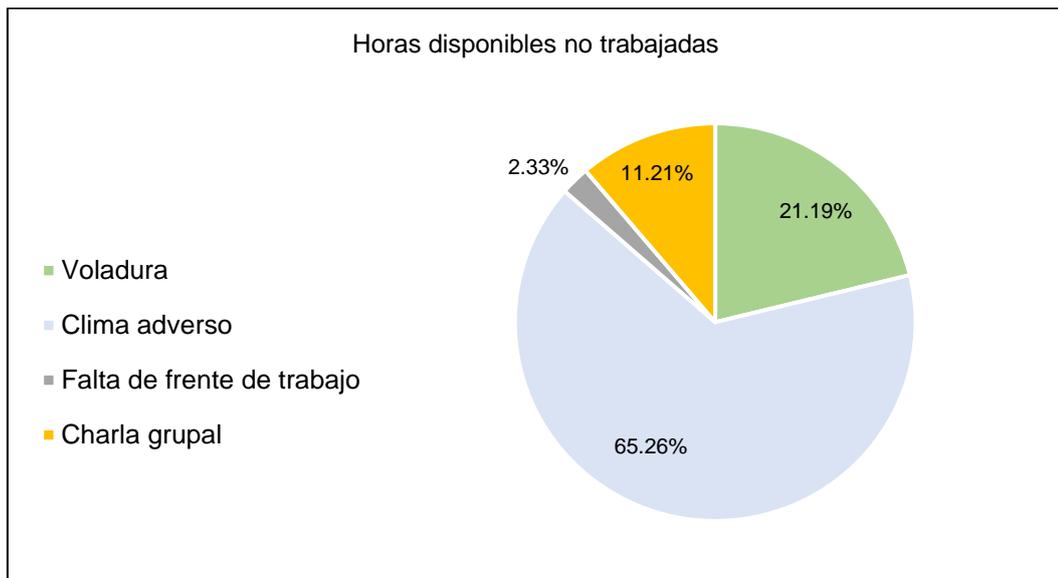
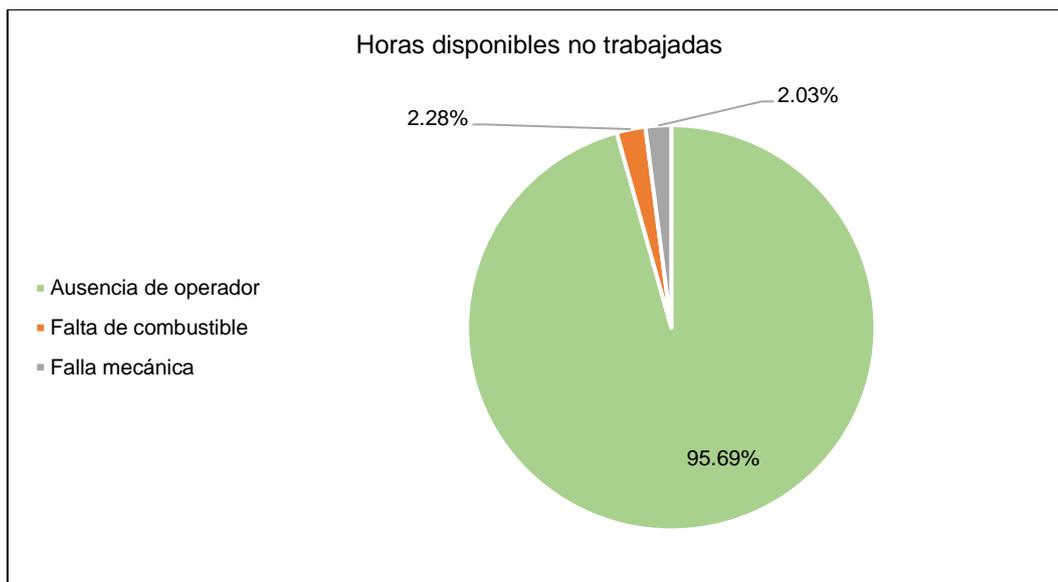


Figura 17

Horas no disponibles por la maquinaria



f) Análisis de la calidad de la planificación del rendimiento de la maquinaria excavadora CAT 320 D2L

$$\text{Calidad de la planificación (\%)} = 112.66\% - 10.417\% A - 15.897\% B + 0.784\% C - 0.869\% D \quad (18)$$

Donde, A clima siendo 1 soleado, 2 lluvia leve, 3 lluvia torrencial, B es el tipo de suelo siendo: 1 material suelto, 2 roca suelta y 3 roca fija, C es experiencia del operador en años, D antigüedad de la maquinaria (años).

$$\text{Rendimiento} \left(\frac{m^3}{hr} \right) = 249.4 - 18.28 \text{ clima} - 59.11 \text{ suelo} + 1.497 \text{ Experiencia del operador en años} - 1.30 \text{ antigüedad de mla maquinaria en años} \quad (19)$$

Donde, el tipo de suelo es: 1 material suelto, 2 roca suelta y 3 roca fija, y para clima se usan los factores 1 soleado, 2 lluvia leve, 3 lluvia torrencial.

Tabla 40

Calidad de la planificación del rendimiento de la maquinaria pesada (Excavadora CAT 320 D2L)

Experiencia del operador	<5 años	5-10 años	>=10 años	
Antigüedad de la maquinaria (años)	8	6	5	Total, general
Material suelto	77.26%	83.25%	89.88%	84.09%
Lluvia torrencial	56.42%	60.63%	67.62%	62.68%
Lluvia leve	73.63%	80.64%	87.16%	80.87%
Soleado	88.70%	95.82%	102.77%	96.52%
Roca suelta	56.35%	58.46%	60.80%	58.94%
Lluvia torrencial	44.29%	46.48%	48.36%	46.64%
Lluvia leve	51.95%	54.70%	56.59%	55.13%
Soleado	59.78%	61.99%	65.90%	62.86%
Roca fija	52.31%	56.91%	59.69%	56.89%
Lluvia torrencial	42.56%	44.05%	46.71%	44.16%
Lluvia leve	48.99%	52.45%	55.11%	52.66%
Soleado	55.75%	60.38%	63.14%	60.42%
Total, general	64.18%	66.92%	71.68%	68.08%

Tabla 41

Eficiencia del rendimiento de la maquinaria pesada (Excavadora CAT 320 D2L) respecto al rendimiento teórico

Experiencia del operador	<5 años	5-10 años	>=10 años	
Antigüedad de la maquinaria (años)	8	6	5	Total, general
Material suelto	75.46%	81.31%	87.79%	82.14%
Lluvia torrencial	55.10%	59.22%	66.05%	61.22%
Lluvia leve	71.92%	78.76%	85.13%	78.99%
Soleado	86.63%	93.59%	100.37%	94.27%
Roca suelta	38.15%	41.50%	43.53%	41.49%
Lluvia torrencial	31.04%	32.13%	34.07%	32.20%
Lluvia leve	35.72%	38.25%	40.19%	38.40%
Soleado	40.65%	44.03%	46.05%	44.06%
Roca fija	30.70%	31.84%	33.12%	32.11%
Lluvia torrencial	24.13%	25.32%	26.35%	25.41%
Lluvia leve	28.30%	29.80%	30.83%	30.03%
Soleado	32.57%	33.77%	35.90%	34.24%
Total, general	53.14%	53.84%	58.22%	55.37%

Tabla 42

Análisis de varianza de los factores que influyen en la calidad de la planificación de la maquinaria pesada

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	4	8.4887	2.12216	280.42	0.0000
Clima en numero	1	2.1923	2.19229	289.69	0.0000
Tipo de suelo (número)	1	6.9911	6.99112	923.80	0.0000
Experiencia del operador en año	1	0.0368	0.03679	4.86	0.0280
Antigüedad de la maquinaria	1	0.0059	0.00591	0.78	0.377
Error	477	3.6098	0.00757		
Falta de ajuste	22	3.5868	0.16304	3225.56	0.0000
Error puro	455	0.0230	0.00005		
Total	481	12.0985			

Nota: Los factores que tienen mayor relación con el rendimiento son aquellos cuyo valor p es menor a 0.05 (nivel de significancia).

5.1.3. Estrategias que pueden contribuir a disminuir la influencia de los factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en la construcción de carreteras

a) Manejo del suelo rocoso no previsto

Se identificó que a partir del Km 1+320 del proyecto, el suelo rocoso no previsto en el expediente técnico como material suelto causó retrasos significativos en las actividades de movimiento de tierras, para evitar que, este factor continuase generando terrazo se podrían haber planteados las siguientes estrategias:

Tabla 43

Estrategias para disminuir la influencia negativa del suelo rocoso no previsto en la productividad de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José

Estrategia	Descripción
Actualización del expediente técnico	Se debe realizar una actualización del expediente técnico para incluir las características del suelo rocoso. Este cambio permitirá una planificación más precisa y la selección de maquinaria adecuada para la excavación de roca.
Adquisición de equipos especializados	Se debe alquilar martillos hidráulicos para ayudar al proceso de excavación de la roca, no obstante, este podría tener un costo mensual de 3,000 a 5,000 soles. Pero considerando que la presencia de roca fija reduce el rendimiento en promedio hasta 56.89%, estos equipos podrían coadyuvar a que, esta afectación sea menor.
Cronograma revisado	Reprogramar las actividades afectadas por el descubrimiento de roca, asignando un tiempo adicional del 20% al 30% sobre el cronograma inicial para estas áreas, lo que representaría una extensión de aproximadamente 2-3 semanas si se calculan 10 km de carretera y el 30% del terreno es rocoso. Ese tiempo se puede redistribuir en mayor número de horas de trabajo diarias por medio de un cronograma flexible.

b) Adaptación a condiciones climáticas adversas

Las lluvias continuas provocaron retrasos en el proyecto, ya que no se contaba con una programación flexible que permitiera un avance constante.

Tabla 44

Estrategias para disminuir la influencia negativa de las condiciones climáticas adversas en la productividad de la maquinaria pesada en la carretera

Huallangate – San José

Estrategia	Descripción
Programación flexible	Implementar un horario flexible para la jornada laboral de 8 horas, distribuyendo las actividades en los períodos de menor impacto de las lluvias. Por ejemplo, trabajar de 8:30 am a 1:30 pm y de 4:00 pm a 7:30 pm, con la posibilidad de agregar 1-2 horas adicionales cuando las condiciones lo permitan.
Bonificación por flexibilidad	Establecer una bonificación adicional del 15% al salario base de los trabajadores para compensar la adaptabilidad al cambio de horarios.
Monitoreo climático	Invertir en sistemas de monitoreo climático en tiempo real que alerten al equipo de obra sobre las ventanas óptimas de trabajo. Estos sistemas pueden tener un costo inicial de alrededor de 6,000 a 9,000 soles, pero permitirán optimizar la programación diaria.

Tabla 45

Horarios propuestos y porcentaje de eficiencia que se espera alcanzar respecto al rendimientos planificado de la maquinaria pesada en la carretera

Huallangate – San José

Horario	Actividad	Horas trabajadas	Horas de lluvia (HDNT)	Rendimiento (%)
5:00 am - 8:30 am	Excavación interrumpida	0	3.50	0%
8:30 am - 1:30 pm	Excavación	5	0	90%
2:00 pm - 4:00 pm	Pausa activa	0	2.00	0%
4:00 pm - 8:00 pm	Excavación	4	0	90%

c) Mantenimiento y actualización de maquinaria antigua

La maquinaria antigua sufría desperfectos ocasionales, exacerbados por las condiciones climáticas adversas, por lo que se debió plantear un plan de mantenimiento preventivo rígido. Implementar un programa de mantenimiento preventivo más frecuente, con revisiones cada 100 horas de operación en lugar

de las 200 horas estándar. Esto podría reducir los tiempos de inactividad imprevistos en un 15-20%; considerando que el mantenimiento era mayor para las maquinarias más nuevas ya que no se quería que estas sufrieran desperfectos, pero en realidad el mantenimiento debería haber sido mayor para aquellas maquinarias más antiguas a fin de asegurar su potencia en obra.

Tabla 46

Mantenimiento y fallas mecánicas de la maquinaria pesada en la carretera

Huallangate – San José

Maquinaria	Antigüedad (años)	Fallas mecánicas registradas (N°)	Tiempo de inactividad (Horas) durante el primer trimestre	Mantenimiento Realizado (Frecuencia)
A	5	1	4	Mensual
B	6	1	6	Bimensual
C	8	3	15	Trimestral
		5	25	

Algunos autores como, Pizán (2023) recomiendan la construcción de refugios con cubiertas móviles para proteger la maquinaria durante las lluvias, sin embargo, considerando que el primer almacén se encuentra al inicio de la obra y el otro al final del primer tramo (km 13+000), no es una propuesta conveniente, por ello, tomando en cuenta las condiciones del proyecto se recomienda la adquisición de capas impermeables o cobertores para maquinaria pesada.

d) Capacitación del personal con menor experiencia

La falta de experiencia de uno de los trabajadores provocaba retrasos en la ejecución de sus tareas, afectando la productividad general, frente a ello se recomienda implementar un programa de capacitación de 2 semanas para los operadores menos experimentados, enfocándose en la eficiencia operativa y el manejo de maquinaria en condiciones adversas. La diferencia en el rendimiento de los trabajadores es como máximo 8.74% (Tabla 21), por ello, se ha considerado este porcentaje como incremento si se capacitará a los

trabajadores. Siendo así, el objetivo es aumentar la productividad del operario menos experimentado al nivel de los operadores con más de 10 años de experiencia, lo que representa un incremento del rendimiento de al menos un 8%.

Tabla 47

Impacto de la capacitación individual de los operadores en el rendimiento de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José

Experiencia del operador	Rendimiento Pre-Capacitación (m ³ /día)	Errores/ Incidencias (N°) en un mes	Rendimiento Post-Capacitación (m ³ /día)	Incremento (%)
<5 años	892.70	4	960	8.00%
5-10 años	904.47	2	970	7.24
>10 años	978.15	1	1020	4.27

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

En el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota, ha habido múltiples factores que han afectado la productividad de la maquinaria pesada – operador, algunos de estos factores dependían de las condiciones internas del proyecto, como: las características de la mano de obra, considerando que se ha trabajado con tres cuadrillas distintas cada una conformada por un operario y peón con diferentes años de experiencia laboral (Tabla 14). Y las características de la maquinaria, considerando que cada uno de los operarios ha manejado el mismo tipo de maquinaria (Excavadora CAT 320 D2L) pero con distintos rangos de antigüedad (Tabla 15). Así mismo, las excavadoras de acuerdo a su ficha técnica tenían una capacidad de 108 galones, no obstante, esta solo era llenada diariamente de 48 a 60 galones, de acuerdo al avance del trabajo diario. Mientras que, otros factores eran evidentes, por lo que se podían representar en el diagrama de Pareto como fallas en la productividad, siendo estos: el tipo de material extraído, clima, falta de

combustible, derrumbes, fallas mecánicas, cuestiones gubernamentales, como las inconsistencias en el ET, la poca experiencia laboral, la oposición social, entre otras de menos incidencia (Figura 11).

Se observa que los tres operarios que conforman la cuadrilla de excavación presentan edades similares, entre 38 y 42 años, aunque difieren en experiencia laboral, con un operario que cuenta con más de 10 años de experiencia y otro con menos de 5 años. Todos los operarios han adquirido sus habilidades de forma técnica, mientras que los peones han aprendido de manera empírica (Tabla 14). Salem (2018) han destacado la influencia de los trabajadores en el rendimiento de las máquinas, ya que son ellos quienes las operan, por ello, plantea la implementación de modelos automatizados de productividad para optimizar las operaciones de movimiento de tierras.

Por otro lado, en cuanto a la maquinaria pesada utilizada, se han empleado tres excavadoras CAT 320 D2L con diferentes años de antigüedad, siendo de 5, 6 y 8 años respectivamente (Tabla 15). Aunque se encuentran dentro de su vida útil y funcionamiento adecuado, estudios como el de Rodrigues et al. (2024) sugieren que la antigüedad de los equipos puede influir en su rendimiento.

Además, factores intrínsecos al proyecto, como el tipo de suelo y las condiciones climáticas, también pueden afectar la productividad de la maquinaria pesada. Investigaciones previas, como la de Jiang & Tan (2021), han señalado que el suelo rocoso y las lluvias extremas pueden impactar en el desarrollo de los trabajos de excavación. En el caso específico de la construcción de la carretera Huallangate – San José, se ha identificado que el suelo rocoso, las lluvias leves y la escasez de combustible y/o maquinaria son las principales causas de retraso en la obra, según el diagrama de Pareto presentado en la Figura 11.

Durante las actividades de movimiento de tierras, el rendimiento de la maquinaria pesada se ve influenciado por diversos factores, tanto internos como externos. Entre los principales factores que afectan el rendimiento y productividad de la maquinaria pesada – operador en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José se encuentran la experiencia laboral del operario, la antigüedad de la maquinaria, el tipo de suelo excavado y las condiciones climáticas diarias.

Se ha determinado que las características de la maquinaria influyen en la productividad de la maquinaria pesada – operador en el movimiento de tierras en la construcción de carreteras de la carretera Huallangate – San José, Chota. Principalmente se ha evaluado la antigüedad de la maquinaria pesada debido a que se ha utilizado la misma marca y características de excavadora, verificando que efectivamente mientras la maquinaria sea menos antigua el rendimiento de la misma es mayor, no obstante, el rendimiento es similar ya que no depende del equipo sino del operador del mismo (Tabla 22).

En la carretera Huallangate – San José donde se utilizaron tres excavadoras CAT 320 D2L para actividades de corte de talud, se observó que la maquinaria más antigua, con 8 años de uso, presentaba constantes desperfectos mecánicos que dificultaban el trabajo diario. Además, debido a las fuertes precipitaciones, los caminos se volvían intransitables y en ocasiones el suministro de combustible se veía afectado, lo que impedía que la maquinaria operara con normalidad. El rendimiento de las excavadoras con 6 y 8 años de antigüedad fue de 904.47 m³/día y 892.70 m³/día, respectivamente, lo que representaba el 92.47% y 91.26% del rendimiento de la maquinaria con 5 años de antigüedad, que alcanzaba los 978.15 m³/día (Ver Tabla 22). Aunque la diferencia no superaba el 10%, se puede inferir que el deterioro de la excavadora

de 8 años quizás se deba más al uso previo que a la propia edad del equipo, como sugieren algunos autores (Velásquez, 2015).

El tiempo de trabajo se distribuye en horas efectivas, horas disponibles no trabajadas (HDNT) y horas no disponibles (HND), siendo en promedio 7.13 horas, el tiempo efectivo de la jornada laboral, no obstante, hay variaciones de acuerdo a la antigüedad de la maquinaria, aunque, las mismas no son tan notables respecto a las horas efectivas (Tabla 26).

En cuanto a las horas efectivas, estos no se vieron afectados por la antigüedad de la maquinaria, ya que las tres excavadoras, independientemente de su antigüedad, eran operadas por trabajadores que se esforzaban por cumplir con las tareas de excavación de manera igualitaria. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos que señalan que los tiempos productivos no se ven afectados por las características del equipo, sino por la actitud y disposición del operador en el trabajo (Cimini et al., 2023).

El porcentaje que representa el rendimiento respecto al rendimiento de la maquinaria – operador con la maquinaria de menor antigüedad es de tan solo el 92.47% y 91.26% para los maquinarias de 6 y 8 años, por tanto, mientras la maquinaria sea menos antigua tendrá una mayor capacidad para realizar los trabajos de excavación (Tabla 27).

También, es importante reconocer la relación entre el rendimiento de la maquinaria y la antigüedad de la maquinaria, a menor antigüedad mayor rendimiento de la maquinaria, siendo el valor R^2 igual 1 (Figura 13).

Otro aspecto relevante en el rendimiento y productividad de la maquinaria - operador fue la experiencia de los operarios que manejaban las excavadoras en el proceso de movimiento de tierras en la carretera Huallangate - San José (véase Tabla 16). La falta de experiencia y la falta de coordinación entre los trabajadores puede generar conflictos y dificultades en el proceso de

construcción de la carretera, por ello, se ha analizado como la experiencia del operador puede influir en el rendimiento y productividad de la maquinaria pesada en diferentes condiciones de entorno (clima y tipo de suelo), para ello, se ha dividido a los trabajadores en tres rangos según su experiencia laboral. Se observó que el rendimiento de la maquinaria se incrementa de acuerdo al número de años de experiencia laboral de los operarios. Específicamente, el rendimiento de la maquinaria operada por trabajadores con menos de 5 años de experiencia laboral fue de 892.70 m³/día, mientras que el de operarios con 5 a 10 años de experiencia laboral fue de 904.47 m³/día, representando el 91.26% y 92.47% respectivamente del rendimiento de la maquinaria operada por trabajadores con más de 10 años de experiencia laboral (978.15 m³/día). Esta tendencia también se observa en la Figura 12, donde se aprecia un aumento en el rendimiento de la maquinaria a medida que aumenta la experiencia de los operadores. Estos hallazgos están respaldados por la literatura (Carranza & Combita , 2015).

Esta relación entre la experiencia de los operarios y la productividad de la maquinaria y de la mano de obra ha sido ampliamente discutida en la literatura. Pizán (2023) también señala que la experiencia laboral puede influir positivamente en el rendimiento de la maquinaria en el sector de la construcción de carreteras. Además, Carro & González (2012) destacan la importancia de considerar diversos factores, como el clima y la tipología del terreno, al analizar la productividad de la mano de obra en este tipo de obras de infraestructura.

El tiempo de trabajo se distribuye en horas efectivas, horas disponibles no trabajadas (HDNT) y horas no disponibles (HND), siendo en promedio 7.13 horas, el tiempo efectivo de la jornada laboral, no obstante, hay variaciones de acuerdo a la experiencia laboral de los trabajadores, aunque, las mismas no son tan notables respecto a las horas HDNT y HND, con variaciones mínimas (Tabla 20).

El porcentaje que representa el rendimiento respecto al rendimiento de la maquinaria – operador con mayor experiencia laboral en años es de tan solo el 91.26% y 92.47% para operadores con menos de 5 años de experiencia y con 5 a 10 años de experiencia laboral, lo que hace evidente como el conocimiento de los trabajadores puede llevar a un trabajo más efectivo, con eficiencia de 58.22% (Tabla 21).

También, es importante reconocer la relación entre el rendimiento de la maquinaria y la experiencia del operador que maneja la maquinaria, a mayor experiencia mayor rendimiento de la maquinaria, debido a que este tiene mayor conocimiento sobre la maniobrabilidad del equipo, siendo el valor R^2 igual 1 (Figura 12).

El tipo de suelo excavado en las actividades de movimiento de tierras (corte de talud) de la carretera a Huallangate, son material suelto, roca suelta y roca fija, con mayor incidencia en roca fija, es decir en el trayecto de la ruta es más común encontrar roca fija, lo que, ha retrasado las labores diarias, influenciando el rendimiento y la productividad de la maquinaria – operador (Tabla 28). En cuanto al rendimiento por tipo de suelo, se observó que el material suelto es el más favorable para las operaciones de movimiento de tierras, ya que se logró un rendimiento promedio de 1379.88 m³/día. Esto se debe a que el material suelto es más fácil de excavar, cargar y transportar en comparación con la roca suelta y la roca fija. Por otro lado, la roca suelta presentó un rendimiento menor en comparación con el material suelto, con un promedio de 697.03 m³/día, lo que evidencia la dificultad adicional que representa la presencia de rocas sueltas en las operaciones, representa tan solo el 50.51% del rendimiento en material suelto. En el caso de la roca fija, se logró un rendimiento promedio de 539.40 m³/día, siendo este el menor rendimiento de los tres tipos de suelo analizados, representa tan solo el 39.09% del rendimiento en material suelto. La

presencia de roca fija en la zona de trabajo dificulta significativamente las operaciones de movimiento de tierras, ya que se requiere de maquinaria más potente y especializada, así como de técnicas de excavación y fragmentación específicas para poder llevar a cabo las tareas de manera efectiva.

Esto es confirmado por Ibáñez (2024) quien expresa que el rendimiento cambia en relación al tipo de suelo, siendo también validado por CAPECO (Ramos, 2006), no obstante, los rendimientos presentados en este acápite son inferiores a los que se han mostrado en estos compendios, lo cual concuerda con Gamarra et al. (2019), autores que en todos los casos determinaron que, el rendimiento en obra era mucho menor a los rendimientos dados por CAPECO, esto debido a que cada lugar tiene sus características particularidades que generan una variación en los resultados, por ello, deberían utilizarse para cada proyecto rendimientos locales a fin de tener resultados coherentes y adecuados.

Además, se observó que el tiempo dedicado a actividades productivas varía según el tipo de suelo. En el caso de la roca fija, solo se dedicó un 74.81% del tiempo a horas efectivas, lo que refleja la complejidad y las dificultades que implica trabajar con este tipo de suelos en el proceso de movimiento de tierras (Tabla 32). Esto es confirmado por Espinoza (2020) quien afirma que, la ocupación del tiempo en tareas productivas también se ve afectada por el tipo de suelo, lo que destaca la importancia de considerar estas variables al planificar y ejecutar proyectos de movimiento de tierras.

El porcentaje que representa el rendimiento respecto al rendimiento de la maquinaria – operador cuando realizan el movimiento de tierras en material suelto es de tan solo 50.51% para roca suelta y de 39.09% para roca fija. Por tanto, el material a excavar influye notablemente en el rendimiento de la maquinaria pesada, porque mientras más rígido sea el suelo menor capacidad tendrá el equipo para remover el material (Tabla 33).

El clima es uno de los factores más recurrentes que afecta la productividad de la maquinaria pesada en carreteras. Las constantes precipitaciones pluviales dificultan el trabajo de las máquinas, ya que el suelo se vuelve blando y resbaladizo, lo que dificulta el movimiento de la maquinaria y aumenta el riesgo de accidentes. Además, las lluvias generaron derrumbes que afectó la accesibilidad a las zonas de trabajo; en el inicio de la obra solo se contaba con una excavadora para la ejecución de los trabajos de excavaciones y no se podía trasladar ni combustible ni maquinaria a la obra debido a que, hubo derrumbes de Tacabamba al sitio del proyecto, condición que se repitió meses después el 16 de junio del 2022. Los derrumbes y deslizamientos de tierra son un factor recurrente que puede afectar la productividad de la maquinaria pesada en carreteras. Los derrumbes y deslizamientos de tierra bloqueaban los caminos y dañaban la maquinaria, lo que impide su operación y requería de soluciones adicionales para su remoción. La lluvia provocó deslizamientos de los taludes en el km 2+400, 2+540 a 2+650, 2+780, 4+900 a 4+960 por lo que, a pesar que, la maquinaria había avanzado en sus labores estando kilómetros arriba tenía que retroceder para controlar el deslizamiento. Estas condiciones generaron que, múltiples veces se suspendiera totalmente las labores de construcción, siendo así el 17 de marzo del 2022 se aceptó la primera suspensión de obra, volviendo a sus labores el 11 de abril del 2022, para volver a suspender la obra el 16 de junio del 2022, reiniciando las labores el 01 de julio del 2022; no obstante, el 27 de julio se volvió a suspender la obra por los derrumbes producidos por lluvia retomando las labores de construcción el 16 de agosto del 2022, llevando un trabajo normal y armonioso por unos meses, hasta que, el 14 de octubre se volvió a suspender la obra por lluvias, retomando las labores el 01 de diciembre, hasta el 18 de enero del 2023 donde se completó los 10 km considerados como parte del análisis de la presente investigación.

El rendimiento de la maquinaria – operador en la excavación de la carretera Huallangate – San José era mayor en días soleados o con clima templado, mientras que, en periodos con lluvia torrencial este disminuía significativamente, debido a que, el aguacero tenía un efecto negativo en el avance del volumen excavado por parte de la maquinaria, ya que el proceso se volvía más difícil (Tabla 34).

Según la Tabla 34, se observa que el clima tiene un gran impacto en el rendimiento y productividad de la maquinaria pesada en las carreteras. En días soleados, el rendimiento promedio es de 952.63 m³/día, mientras que en días de lluvia torrencial este rendimiento disminuye considerablemente a 839.04 m³/día. Incluso hay días en los que las actividades se ven suspendidas, lo cual no ha sido considerado en el análisis y afecta significativamente la productividad. En días de lluvia leve y torrencial, el rendimiento alcanza el 96.94% y 88.08%, respectivamente, en comparación con los días soleados. Estos resultados confirman que las condiciones climáticas afectan el rendimiento de manera significativa, respaldado por Jiang & Tan (2021).

Lo mismo se puede apreciar en el análisis del uso del tiempo de producción donde se hace evidente que, el tiempo efectivo decrece conforme las inclemencias climatológicas inician, lo que ha llevado a que se genere mayor horas disponibles no trabajadas (HDNT), justificado porque el clima es una contingencia que no se puede controlar (Tabla 38).

El porcentaje que representa el rendimiento respecto al rendimiento de la maquinaria – operador cuando el día es soleado, siendo 96.94% y 88.08% para lluvia leve y lluvia torrencial, respectivamente (Tabla 39).

Además, es importante reconocer la relación entre el rendimiento de la maquinaria y el clima, ante suelo un clima menos abrupto mayor rendimiento de la maquinaria, siendo el valor R² igual 1 (Figura 15).

El rendimiento planificado de la maquinaria se ve afectada notablemente por los factores tipo de suelo, clima, experiencia del operador y antigüedad de la maquinaria, tal como, se detalla en la Tabla 40, donde el porcentaje de eficiencia es menor cuando las condiciones se vuelven más críticas. Por ejemplo, cuando se trabaja en roca fija durante lluvia torrencial con maquinaria de 8 años de antigüedad y operador con menos de 5 años de experiencia, la eficiencia es de tan solo el 42.56%. Es decir, solo alcanzan el 42.56% del rendimiento teórico que debería alcanzar la excavadora CAT 320 D2L. Así mismo, estos factores se pueden representar a través de una ecuación de estimación de la eficiencia, por medio de un modelo de regresión múltiple en el programa Minitab 22.

Otro aspecto importante, a resaltar es que estos factores forman parte de las horas disponibles no trabajadas por la maquinaria (Figura 16) y las horas no disponibles (Figura 17), donde se indica todas las actividades que restaron tiempo efectivo al desarrollo de la excavación con la excavadora CAT 320 D2L. Donde se destaca, el tiempo ocupado en voladura que es de 21.19% debido a la presencia de roca fija, y el 65.26% de las tareas que se detuvieron por el clima adverso, mientras que, el 11.21% involucra charlas grupales pueden tomarse como trabajo contributorio al formar parte de la capacitación del trabajador en la obra. Las horas no disponibles, por otro lado, en un 95.69% se debe a la ausencia del operador, esto es porque en los primeros meses de trabajo en la obra no se estaba trabajando con las tres excavadoras CAT 320 D2L; por la falta de personal solamente se manejaba una sola excavadora.

Así mismo, para encontrar una ecuación de regresión que permita determinar el rendimiento de la maquinaria a partir de los factores identificados en campo, como suelo, antigüedad de la maquinaria, experiencia del operador y clima, se ha realizado un análisis de regresión factorial en el programa Minitab 22, considerando valores numéricos (1, 2, 3) para el tipo de suelo y clima.

Finalmente, a pesar de que la lluvia torrencial es el factor con mayor incidencia en la productividad, es un fenómeno natural inevitable que solo se puede controlar mediante ajustes en los horarios, la utilización de equipos de protección personal y para los equipos ante la lluvia, así como la planificación de actividades teniendo en cuenta la predicción climática (Tabla 43 y Tabla 44).

En este sentido, otros autores como Jiang & Tan (2021) han destacado la importancia de implementar estrategias para mitigar los efectos del clima en la productividad de las carreteras, como el uso de pronósticos meteorológicos y la adopción de medidas preventivas para minimizar el impacto de las condiciones climáticas adversas en las operaciones viales. Además, Pizán (2023) han resaltado la necesidad de invertir en tecnología y capacitación del personal para garantizar una mayor eficiencia en la construcción y mantenimiento de infraestructuras viales en diferentes condiciones climáticas, lo que sugiere que la investigación actual se encuentra alineada con las perspectivas previas discutidas por otros autores.

5.3. Contrastación de hipótesis

5.3.1. Origen de los datos

Los datos que se contrastaron estadísticamente en la tesis se obtuvieron a través de un estudio de campo realizado en la carretera Huallangate – San José, en el movimiento de tierras de los 10 km iniciales. Durante el estudio, se recopilaron datos sobre el rendimiento de la maquinaria pesada utilizada en el movimiento de tierras, el uso de los tiempos productivos, así como información sobre las condiciones de trabajo, el mantenimiento de los equipos, el clima y otros factores que podrían influir en la productividad. Todos estos datos fueron analizados estadísticamente para identificar los factores que afectan la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras en la carretera

Huallangate – San José, Chota y cómo estos influenciaban numéricamente el rendimiento y la productividad de la maquinaria – operador.

5.3.2. Análisis estadístico de la hipótesis general

En el análisis estadístico de la hipótesis general alternativa (H1) y la hipótesis general nula (H0) se ha analizado inicialmente la tendencia normal de los datos por el método Shapiro-Wilk. Al verificar que siguen una tendencia normal se han aplicado pruebas paramétricas (pruebas t-student) para analizar la hipótesis general, tomando en cuenta que para un nivel de confianza del 95%, se realiza el análisis con 0.05 de nivel de significancia. Siendo así, cuando el valor p (probabilidad) es mayor a 0.05 (nivel de significancia), se acepta Ho y se rechaza H1, pero cuando el valor p (probabilidad) es menor a 0.05 (nivel de significancia) se rechaza Ho y se acepta H1.

Siendo así, con la prueba t-student se ha determinado que, los factores si afectan negativamente la productividad teórica hasta en 40%.

Tabla 48

Prueba t-student para la eficiencia

Parámetro	Hipótesis	Valor T	Valor p
Eficiencia	$H1: u > 0.40$	14.38	0.000

CONCLUSIONES

- Los factores que afectan negativamente a la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José de la provincia de Chota son el clima, el tipo de suelo, las características del operario, las características de la maquinaria, reduciendo en promedio su control de planificación al 68.08%, y la eficiencia respecto al rendimiento teórico a 55.37%, lo que representa una reducción del 40% del rendimiento planificado de la excavadora CAT 320 D2L.
- Las características del operador, las características de la maquinaria, el tipo de suelo y el clima influyen la productividad de la maquinaria pesada – operador en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate – San José, Chota. A mayor experiencia laboral del operador mayor rendimiento e igual uso de tiempos de producción. A mayor antigüedad de la maquinaria menor rendimiento e igual uso de tiempos de producción. Mientras el suelo sea más rígido (roca) menor rendimiento y menos horas efectivas. Así mismo, mientras el clima se vuelva más tempestuoso (lluvia torrencial) menor rendimiento y menos horas efectivas.
- Las estrategias que contribuyen a mejorar la productividad de la maquinaria pesada en la carretera Huallangate – San José abarcan la implementación de un horario laboral flexible con jornadas distribuidas para evitar horarios de lluvias torrenciales. Así mismo, un programa de mantenimiento preventivo más frecuente, con revisiones cada 100 horas en lugar de las 200 horas, podría haber reducido los tiempos de inactividad imprevistos de la maquinaria antigua en 15-20%. La identificación previa de macizos rocosos habría ayudado a planificar con antelación las tareas en este tipo de material, para que no se tomase como sorpresa al estar considerado en el expediente técnico como material suelto. Finalmente, la capacitación de los operarios menos experimentados, que actualmente tienen un rendimiento hasta un 8% inferior, podría elevar su productividad al nivel de aquellos con más de 10 años de experiencia, mejorando así el rendimiento general del proyecto.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- Se sugiere realizar estudios comparativos entre diferentes partidas de movimiento de tierras (por ejemplo, corte, terraplenado, excavación a cielo abierto, etc.).
- Para futuros estudios, se propone realizar una investigación detallada sobre cómo el clima afecta la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras.
- Investigar el impacto ambiental del movimiento de tierras en las comunidades y en el bienestar de la población local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeli, W. (2013). Comparing Productivity and Costs of Three Subgrading Machines. *Journal of Forest Engineering*, 5(1), 33-39. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/08435243.1993.10702653>
- Aguilar, A., & Ysla, L. (2016). *Cálculo de rendimiento de retroexcavadora, excavadora y cargador frontal en movimiento de tierras, Chachapoyas, Amazonas - 2015*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].
- Alvarado, J. N. (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 maestría en gestión de la construcción, Universidad de Guayaquil].
- Álvarez, M. A. (2022). *Cálculo de la productividad de maquinaria pesada para el movimiento de tierras*. [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. <http://hdl.handle.net/10654/44555>
- Ames, D., Dioses Guzmán, O. D., Moreno Rojas, L. J., & Suarez Urbina, G. E. (2023). *Modelo prolab: Yachay Wasi, centro de capacitación en manejo de maquinarias especializadas en minas subterráneas*. [Tesis de maestro en administración estratégica de empresas, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/26638>
- Arroyo, J., Alvarado, J., & Alarcón, P. (2018). Cálculo de productividad y optimización del equipo pesado utilizado en movimiento de tierras. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia E Investigación*, 3(ICC2018), 28-35. <https://doi.org/https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp35-44p>
- Bamfo-Agyei, E., Wellington, D., & Aigbavboa, C. (2022). Performance Improvement of Construction Workers to Achieve Better Productivity for Labour-Intensive Works. *Buildings*, 12(10), 1593. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/buildings12101593>
- Botero, L. F. (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Universidad EAFIT. <https://doi.org/https://editorial.eafit.edu.co/index.php/editorial/catalog/download/95/133/437?inline=1>

- Bügler, M., Borrmann, A., Ogunmakin, G., Vela, P. A., & Teizer, J. (2016). Fusion of Photogrammetry and Video Analysis for Productivity Assessment of Earthwork Processes. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 32(2), 107-123. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/mice.12235>
- Cabrejos, J. (2017). *Gestión por competencias y productividad en los trabajadores de mantenimiento de maquinaria en MYPES de Cajamarca (periodo 2016 - 2017)*. [Tesis de doctorado en Administración, Universidad Nacional del Callao]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12952/3926>
- Carranza , P., & Combita , 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 grado, Universidad La Gran Colombia]. <http://hdl.handle.net/11396/3434>
- Carro, R., & González, D. A. (2012). *Productividad y competitividad*. Universidad Nacional de Mar del Plata. <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1607>.
- Chandra, S. S., Sepasgozar, S. M., Kumar, V. R., Singh, A. K., Krishnaraj, L., & Awuzie, B. O. (2023). Assessing factors affecting construction equipment productivity using structural equation modeling. *Buildings*, 13(2), 502. <https://doi.org/10.3390/buildings13020502>
- Chipina, E. (2020). *Clasificación geomecánica del proyecto vial: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera división, Negropampa Occoruro, Pallpata - División, Yauri*. [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bfe8ee98-e127-441f-bd15-228d188e2c36/content>
- Cimini , C., Lagorio, A., & Gaiardelli, P. (2023). The evolution of operators' role in production: how Lean Manufacturing and Industry 4.0 affect Job Enlargement and Job Enrichment. *International Journal of Production Research*, 61(24), 8493-8511.
- Delgado, M. A. (2023). *Mejora de productividad en ejecución de obra de movimiento de tierras para actividades de carguío y acarreo con carta balance*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6153>
- Díaz, J. E. (2023). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad operativa de equipos de inspección en la empresa Ortev SAC, Cajamarca 2023*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/35797>

- Espinoza, E. A., & Benites, L. A. (2020). *Determinar la relación entre perforación, voladura, especificaciones técnicas y los costos unitarios en las partidas de movimiento de tierras a nivel de roca fija para carreteras*. [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma].
- Galabru, P. (2021). *Maquinaria general en obras y movimientos de tierra*. Editions Eyrolles, Paris.
- Gamarra, B. F., Temoche, L. L., & Velasquez, E. M. (2019). *Evaluación de rendimientos de mano de obra y maquinaria en partidas incidentes del proyecto de pistas y veredas del asentamiento humano 10 de setiembre, Chimbote, Ancash – 2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
- Gamarra, B., Temoche, L., & Velasquez, E. (2019). *Evaluación de rendimientos de mano de obra y maquinaria en partidas incidentes del proyecto de pistas y veredas del asentamiento humano 10 de setiembre, Chimbote, Ancash – 2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
- Garber, N. J., Hoel, L. A., & Sarkar, R. (2002). *Traffic and highway engineering*. CENGAGE.
- Giraldo, E. M. (2010). *Las máquinas tuneleras tipo “TBM” como alternativa al sistema de perforación y voladura para la excavación de túneles, caso: desarrollo de túneles en Yuncan*. [Tesis de maestría en Ciencias con Mención en ingeniería de Minas, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://doi.org/http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/602>
- Goran, R., & Miomir, J. (2018). Determination of heavy machines performances by using a measuring system with telemetric synchronization and transmission of signals. *Journal of Applied Engineering Science*, 16(4), 454-463.
- Guadamud, J. (2015). *Análisis de rendimiento y costos horarios de maquinaria pesada en la obra “PIADY” etapa 1*. [Tesis de maestría, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil-Ecuador].
- Heb Merma. (21 de julio de 2021). *EXCEL para Rendimiento de Maquinaria: EXCAVADORA - PALA MECANICA*. Heb Merma: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=un8s7v5cYOM&ab_channel=HebMerma
- Hurtatis, L. A. (2020). *Factores que afectan la duración contractual de una obra civil*. Neiva: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Hurtatis, L. A. (2020). *Factores que afectan la duración contractual de una obra civil*. Neiva: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Ibáñez, W. (2010). *Costos y tiempos en carreteras*. Empresa Editora Macro E.I.R.L.

- Ibáñez, W. (2024). *Casa habitación, carreteras y/o servicios de saneamiento*. Presupuestos.pe. <https://presupuestos.pe/>
- Jiang, W., & Tan, Y. (2021). Heavy rainfall-related excavation failures in China during 1994 to 2018: An overview. *Engineering Failure Analysis*(105695), 129.
- Kim, H., Bang, S., Jeong, H., Ham, Y., & Kim, H. (2018). Analyzing context and productivity of tunnel earthmoving processes using imaging and simulation. *Automation in Construction*, 92(1), 188-198.
- Lozano, S., Patiño, I., Gómez-Cabrera, A., & Torres, A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyecto de construcción en Colombia. *Ingeniería y Ciencia*, 14(27), 117-151. <https://doi.org/doi:10.17230/ingciencia.14.27.6>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2018). *Manual de carreteras: Diseño Geométrico. MTC.* .
- Moavenzadeh, F. (2022). *The construction industry (pp. 73-109)*. Shelter, Settlement & Development. Routledge. <https://doi.org/https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003271529-6/construction-industry-fred-moavenzadeh>
- Montoya, J. O. (2023). *Planeación, programación y control de obras de construcción, 4ta edición*. Universidad de Ibagué. <https://doi.org/ISBN 978-958-778-868-6>
- Morales, R. (2009). *Maquinarias de construcción*. Baja California. México. Ed. 1. 93 p.
- Muñoz, D. E. (2022). *Incremento de la productividad en el movimiento de tierras mediante el análisis de rendimiento en equipos de carguío y acarreo en minería a tajo abierto Cajamarca, 2022*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
- Obando, A. F. (2024). *Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada para la empresa SERVIMACONS SAS*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás].
- Padilla, E. L. (2023). *Factores asociados a la productividad en empresas de alquiler de maquinaria pesada, en Cuenca-Ecuador*. Universidad Católica de Cuenca.
- Park, S., Kim, J., Lee, S., & Seo, J. (2021). A Comparative Analysis of Automated Machine Guidance and Control Systems for Trench Excavation. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 25, 4065-4074. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12205-021-0159-x>
- Pizán, J. (2023). *Evaluación de rendimientos en movimiento de tierras con maquinaria pesada para la construcción de la plataforma de lixiviación Carachugo etapa 14–Cajamarca*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca].

- Quispe, R. (2023). *Análisis de la eficiencia de la productividad de maquinaria pesada en movimiento de tierras en la construcción de infraestructura vial de la Provincia de San Román*. <https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/381>
- Ramos, J. (2006). *Costos y Presupuestos en Edificaciones*. Editorial Cámara Peruana de la Construcción CAPECO.
- Rodrigues, A. C., Kamarudeen, A. M., Sangeetha, A., & Mathew, A. M. (2024). Analysis of factors affecting quality performance of construction equipment. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 12. <https://safer.uct.cl/index.php/SAFER/article/view/768>
- Rodrigues, A. C., Kamarudeen, A. M., Sangeetha, A., & Mathew, A. M. (2024). Analysis of factors affecting quality performance of construction equipment. *Sustainability, Agri. Food and Environmental Research*, 12. <https://safer.uct.cl/index.php/SAFER/article/view/768>
- Salah, A., Salem, A., & Moselhi, O. (2017). Automated fuzzy set-based system for monitoring the effects of productivity variation on earthmoving projects. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 8(2), 85-90.
- Salazar, M. E. (2021). *Incremento de la productividad mediante el análisis de indicadores de rendimiento en los equipos de carguio y acarreo en una empresa minera de Cajamarca 2021*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/27627>
- Salem, A. (2018). *Automated Productivity Models for Earthmoving Operations*. [PhD thesis, Concordia University]. <https://spectrum.library.concordia.ca/id/eprint/984920/>
- SENAMHI. (13 de noviembre de 2023). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI): <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Serpell, A. (2024). *Administración de operaciones de construcción, tercera edición*. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile (UC).
- Skiba, R. (2024). *Operaciones de equipos de movimientos de tierra*. After Midnight Publishing.
- Tijanac, K., Sopié, M., Marović, I., & Car-Pusié, D. (2019). Analysis of the Construction Machinery Work Efficiency as a Factor of the Earthworks Sustainability. *IOP Conf, series: Earth and environmental Science*, 222(1), 1-11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/222/1/012009>
- Travieso, C. (2022). La productividad y las teorías de crecimiento económico. *Cofin Habana*, 16(1), 1-10.

- Vargas, C. A. (2015). *Productividad de la maquinaria en las actividades de movimiento de tierras del depósito de arenas de molienda – La Quinua – Fase IV Cajamarca – 2014*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Velásquez, S. (2015). *Desarrollo del plan de mantenimiento general de la excavadora Kato HD820R con base en la metodología RCM*. Tesis de grado, Universidad Pontificia Bolivariana].
- Yepes, V. (2022). *Gestión de costes y producción de maquinaria de construcción*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://doi.org/ISBN 8412960460>

Anexo N° 1. Panel fotográfico

Fotografía 1. Equipo de trabajo en la construcción de la carretera



Fotografía 2. Realización de tareas de excavación por parte de la maquinaria



Fotografía 3. Realización de tareas de compactación por parte de la maquinaria



Fotografía 4. Avance de la maquinaria en la excavación de taludes



Fotografía 5. Uso de compresora para triturar piedras en la ruta



Fotografía 6. Avance de la maquinaria en la excavación de taludes



Anexo N° 2. Maquinaria utilizada en movimiento de tierras

Tabla 49.

Maquinaria utilizada en movimiento de tierras

Maquinaria	Descripción	
Pala cargadora de ruedas	La pala cargadora es un equipo de trabajo autopropulsado sobre orugas o neumáticos; está dotado de una cuchara frontal cuyo movimiento de elevación se consigue mediante dos brazos laterales articulados y se utiliza para realizar operaciones de manipulación y carga de todo tipo de materiales mediante el avance de la máquina. Está equipado con un cucharón frontal que permite realizar trabajos de excavación en terreno llano, despejar terreno blando, rasgar líneas de ferrocarril, extender y nivelar superficies, despejar el terreno, etc.	
Excavadora Retroexcavadora	Se utiliza básicamente para abrir zanjas para tuberías, cables, desagües, etc.	
Compactadora	Consiste principalmente en el proceso artificial que se sigue para lograr el aumento de densidad de un suelo natural o de relleno, con el fin de obtener la mayor estabilidad del mismo. Este proceso es realizado por uso de equipo mecánico o manual (energía) y adición de agua según sea necesario.	 <p>COMPACTADORA</p> <p>Equipo de Compactación</p> <p>FIGURA 10-1: Partes Compactadora</p>
Mototrailla	Los raspadores eléctricos o mototrailla tienen motores que impulsan todos los órganos de trabajo del equipo, impulsándolos directamente (ruedas) o mediante transmisiones simples (puerta, pared eyectora, etc.). La corriente eléctrica es suministrada por generadores que, a su vez, son condicionado por el aceite del motor de la máquina.	
Motoniveladora	Máquina muy versátil utilizada para mover tierra u otro material suelto. Su función principal es nivelar, dar forma o dar la pendiente necesaria al material en el que trabaja. Se considera como máquina de acabado de superficies.	 <p>Cabina</p> <p>Tornamaza</p> <p>Rueda Delantera</p> <p>Hoja</p> <p>Veredera</p> <p>Barra de Tiro</p> <p>Sistema de Tracción</p>

Nota: Elaborado a partir de la información de la investigación de Carrión (2018).

Figura 18

Maquinaria Pesada: Excavadora CAT 320 D2L que se Ha Utilizado en Todo el Proyecto



**Excavadora
CAT 320 D2L**

Anexo N° 3. Información climatológica de la estación Cutervo

Tabla 50*Precipitación Máxima (mm/día) de la Estación Cutervo*

Día	Mes - año 2022											2023
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
1	0	53.6	0.3	0	23.6	0	0	0	0.3	3.6	0	6.6
2	0	50.6	4.2	0	8.6	0	0	0	0	0.6	0	0
3	0	17.4	8.2	0	10.9	0	2.5	0	0	0.4	0	0
4	0.6	2	5.2	14.5	0	0	5.5	0	7.9	0.8	0	0
5	3.4	0	0	0.6	0.6	0	8.6	0	24.4	0	10.4	0
6	4.2	0	0	0	0	0	4.7	0	6.4	2.9	1.1	0
7	17.4	0	0	1.3	21	0	0	0	15.2	0	0	0
8	8.4	0	14.2	1.8	0	0	0	0	0	3.6	9.2	9.6
9	20.6	0	1.2	0	0	0	0	0	0	2.2	5.2	10.5
10	9.7	0	0	1.4	9.8	0	2.8	0	0	0	1.9	9.4
11	6.6	0	5.8	1.2	14	0	0	0	0	0	1.5	29.2
12	2.8	0	1.5	0.6	0	3.8	0	49.4	0	0	0	0
13	3.4	0	8.8	0	0	0	0	0	2.8	0	0.5	0.6
14	15.2	13.7	0.5	0.6	0	0	0	0	1.3	0	0	1.5
15	0	10.9	0.9	9.5	0	0	0	2.5	0.8	1.3	1.2	17.7
16	0.9	14.4	0	2	0	0.8	0	15	16.1	2.6	15.2	0.3
17	0	2.4	0	0.6	0	2.8	0	30.8	10.4	0	5.7	0
18	0	0	5.8	0.5	14.6	4	0	0	8.2	0	1.5	4.8
19	0	23.7	19.8	0	3.9	0	0.9	0	3.8	0	0	11.3
20	0	0.3	8.3	0	0	0	0	0.4	12.1	2.2	0.5	3.5
21	0	22.7	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	4.9
22	8.4	2	0	0	0.9	0	0	2.2	0	0	5.9	3.8
23	1.5	0.3	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0.6
24	5.7	6.8	7.4	0	26.1	2.6	0	0	3.4	5.8	14.1	0
25	23.5	2.5	0	2.8	0	15.2	0	0	11	11.5	13	2.5
26	21.4	0	3.6	0	0	2.6	0	0	0	0.6	0	0.7
27	10.5	32.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	25	8.5	0	0	0	0	0	1.1	0	1.5	4	0
29		14.1	0	0	0	0	0	10.5	0	0	2.2	0
30		11.3	0	0	0	0	0	6.8	0	0	14	0
31		14.2		0.8		0	0		0		14.2	0

Nota: (Senamhi, 2023).

Tabla 51*Humedad Relativa (%) de la Estación Cutervo*

Día	Mes - año 2022											2023
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	76.2	88.8	96.3	86.9	79.6	76.8	0	74	84.6	75.2	69.5	86.8
2	79	89.7	84.8	83.9	86.8	78.6	0	78.6	81.4	92.6	62.7	73.6
3	86.5	87.1	89.1	87.2	86.5	86.2	2.5	78.6	79.9	86.7	63.8	71.4
4	88.9	88.4	88.6	83.5	84.5	83.6	5.5	82.7	81.9	85.3	67.9	69.5
5	86.2	84.6	84.2	87.8	85.6	81	8.6	82.1	88	78.9	64.7	72.7
6	91.8	83.9	87.2	84.8	84.9	81.1	4.7	79.5	84.2	79.9	69.3	79
7	85.7	84.6	91.1	87	88.4	81.1	0	72.9	85.7	81.1	77.2	79.2
8	87.3	83.2	90.3	83.8	88.1	83.7	0	71.2	83	85.9	81.1	87.8
9	88.9	80.7	92.6	85.2	85.3	83.9	0	72.9	81	89.1	85.4	88.4
10	93.5	82.9	89.9	86.3	86.3	80.8	2.8	79.7	80	79.1	88.5	91
11	84.6	86.3	89.8	88.6	89.5	81.2	0	81.4	78.4	73.2	83.9	87.1
12	88	84.6	87.8	85.1	88.8	83	0	84.6	76.2	59.3	82.3	82.7
13	89.4	90.5	88.2	88.4	87.2	86.4	0	73	82.3	66.2	84.8	85.2
14	85.1	89.6	90.1	82.8	81	81.4	0	82.6	89.8	70.9	81.9	86
15	88.5	89	86.5	93.2	78.5	85.1	0	87.9	90.5	87.2	83.4	91.7
16	94.8	84.9	85.3	91.1	81.7	81.2	0	89.2	87.4	84.8	87.1	89.2
17	93.2	88.4	79.6	91.3	81.4	87.2	0	87.4	89.4	80.3	88.4	82.7
18	84.1	85.8	87.8	85.4	84.5	89.6	0	76	81	81.2	82.8	86.6
19	84.6	89.3	94.8	87.8	89.4	82.4	0.9	78.8	86.3	81.2	77.1	94.2
20	76.5	89.7	88.8	87.5	86.6	80.4	0	79.5	88.2	79.7	91.9	93.2
21	81.1	92.2	90.1	86	83.6	82.8	0	74.9	74.9	78.2	82.6	91.6
22	88.5	93.5	77	85.6	85.9	80.8	0	80.1	79.7	72.5	96.7	93.6
23	93	89.4	75	86.6	91.2	77.7	0	79.6	82.5	70.3	86.7	93.2
24	87.2	90.5	81.6	82.3	83.9	89.6	0	89.5	87.2	81.2	85.5	90.2
25	88.5	90.7	89.5	88.9	84.1	85.3	0	77.9	87.9	78.7	89.5	93.2
26	91.7	89.5	82.7	91.4	87.4	90.8	0	76.8	77.3	83.1	91	85.4
27	87.2	93.3	83.4	88.3	79.3	85.4	0	73.1	70.4	84.1	87	85
28	86.2	94.9	83.5	89.8	75.2	82.2	0	77.2	51	83.4	88.2	81.1
29		90.7	84.9	82.8	74.9	81.6	0	81.6	46.2	75.9	88.2	83.7
30		90.9	87.2	82.8	77.6	83.3	0	89.7	45.3	72.1	91.8	81.7
31		91.9		86.5		81.7	0		54.3		90.7	85

Nota: (Senamhi, 2023).

Tabla 52*Temperatura Mínima (°C) de la Estación Cutervo*

Día	Mes - año 2022											2023
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
1	5	11	10.2	9.8	8	6.4	8.8	6.4	9	5.4	8.2	9.8
2	6.6	10.2	9.8	10	9	7.6	9	8.6	9.2	11	7	8.6
3	9.4	8.6	10	10.2	9.4	8.2	10.6	10.2	9.4	8.8	7.8	7.2
4	10	8.8	10.2	11.2	9.6	9.6	10.4	9.8	9.6	8.2	7.4	6.6
5	10.4	10.5	10.8	11.2	9.8	9.8	9.6	9.4	10	7.2	4.4	7
6	9.4	10	10.6	9.8	10.2	9.2	9.2	8.8	9.2	7.6	7.2	8
7	9.6	8.8	10.8	10	10.6	9.4	10.2	9	7.8	9	8.8	9.6
8	10.4	8.6	10.4	10.6	10	9.6	10	6.8	9.2	8.8	8.2	10.6
9	10.6	8.9	11.6	10.8	10.2	9.8	10.2	8.2	9.8	8.4	9.6	10.2
10	10.8	8.4	10.8	11.2	9.8	9.6	10.4	9.8	9.6	9.4	10.8	8.6
11	10.4	8.3	11	11.6	10	9.8	9.4	10	9.8	7.6	10.2	9.2
12	10.6	8.2	11.4	11.8	9.6	10	8.8	8	10.4	7.2	10	8.4
13	10.8	9.3	9.8	11.6	8.2	10.6	8.4	8.6	8.8	5.8	10.4	8.6
14	11	9.8	10.6	11.4	8	9.2	6.8	10.8	9.2	6.6	10.2	9.6
15	9.4	7.6	10.2	11.2	7.2	9.4	7.8	10.6	9.8	10	10.8	9.2
16	10.2	7.8	10.4	10.2	7	8.6	8	10.8	10	11	11	8.8
17	9.4	7.6	11	11.4	7.8	9.6	8.6	10.4	10.4	9.2	10.2	9
18	10.2	8	10.8	11	8	9.8	9.6	8.8	10.6	9.4	9.2	9.6
19	10	9.8	11.2	10.2	10.2	10.2	10.4	9.8	10.4	11	9.4	10.2
20	8.8	10.6	9.6	10.4	9.8	9	9.8	8.8	10	11.2	9.2	9.8
21	7	10.4	9.8	9.8	9.4	9.4	7.8	9.4	10.2	9.4	9.6	10
22	7.2	9.6	10	9.2	9.6	10	8.2	9.2	9	8	10.2	9.6
23	10	10.4	9.4	8.6	9.8	9.4	7.4	10	9.2	7.6	10.6	9.4
24	10.2	10	8.2	8.8	10	9.6	7.6	10.4	10	7.2	12	9.8
25	10.6	10	8.6	10.4	9	10	8	9.8	9.2	8.8	9.8	10
26	11	11	9	10.8	8	10.4	8.2	10.2	9.6	9.2	10.2	9
27	10.8	11.2	10.8	9.6	7.8	9.6	7.8	10	9.2	10.2	7.2	10.2
28	10.9	10.6	11.6	9.8	7.4	10.2	8.2	9.7	7.4	8.8	7.8	9.8
29		10.8	10.6	10	7.2	9.2	9.6	8.4	6.4	7.8	10.2	10.4
30		10.6	10.6	10.2	7	9	8.4	8.8	6.2	8.6	11.4	10.6
31		10.4		10.8		9.2	6.6		4.2		10.8	9.8

Nota: (Senamhi, 2023).

Anexo N° 4. Rendimientos teóricos para producción de excavadora

Tabla 53

Rendimientos teóricos para la producción de la excavadora según el Catálogo Caterpillar -2017

Metros cúbicos por hora de 60 minutos*

Tiempos de Ciclo Calculados		CARGA ÚTIL CALCULADA DEL CUCHARÓN** — METROS CÚBICOS SUELTOS																			Tiempos de Ciclo Calculados		
Tiempo en		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.	
Seg.	Min.																						
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	544	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

**Anexo N° 5. Resumen del rendimiento horario para la excavación con
excavadora CAT 320 D2L 72**

Tabla 54

Resumen del rendimiento horario para la excavación en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	N° de cuadrilla	Operador	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	Horas efectivas (HT)	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)
1	12/02/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	5.50	751	136.55
2	14/02/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1532	212.78
3	15/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1278	176.28
4	16/02/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.30	1521	208.36
5	17/02/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.50	1568	209.07
6	18/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.55	1357	179.74
7	19/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.35	1300	176.87
8	21/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1291	178.07
9	22/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1308	180.41
10	23/02/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	978	139.71
11	24/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	6.75	1211	179.41
12	25/02/2022	Lluvia torrencial	Roca suelta	1	DBA	12	5	6.50	465	71.54
13	26/02/2022	Lluvia torrencial	Roca suelta	1	DBA	12	5	6.50	465	71.54
14	28/02/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.50	729	97.20
15	1/03/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.50	1551	206.80
16	2/03/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1523	211.53
17	3/03/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	5.50	761	138.36
18	4/03/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.55	639	84.64
19	5/03/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.55	641	84.90
20	7/03/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.55	636	84.24
21	8/03/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.35	626	85.17
22	9/03/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.50	715	95.33
23	10/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	7.35	473	64.35
24	11/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	6.75	437	64.74
25	12/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	6.75	443	65.63
26	14/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	6.75	429	63.56
27	15/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	6.75	437	64.74
28	16/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	6.75	437	64.74
29	17/03/2022	Lluvia torrencial	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	390	55.71
30	11/04/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	689	98.43
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	643	91.86
31	12/04/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	678	96.86
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	654	93.43

32	13/04/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	525	75.00
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	510	72.86
33	14/04/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	520	74.29
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	510	72.86
34	15/04/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	525	75.00
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	490	70.00
35	16/04/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	527	75.29
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	490	70.00
36	18/04/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	6.55	422	64.43
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	6.55	413	63.05
37	19/04/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	6.55	560	85.50
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	6.55	526	80.31
38	20/04/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	6.75	576	85.33
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	6.75	551	81.63
39	21/04/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.20	700	97.22
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.20	657	91.25
40	22/04/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.20	695	96.53
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.20	674	93.61
41	23/04/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.50	714	95.20
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.50	695	92.67
42	25/04/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.40	713	96.35
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.40	681	92.03
43	26/04/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.30	699	95.75
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.30	664	90.96
44	27/04/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.20	535	74.31
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.20	522	72.50
45	28/04/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.20	534	74.17
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.20	508	70.56
46	29/04/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.20	689	95.69
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.20	665	92.36
47	30/04/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	689	98.43
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	656	93.71
48	2/05/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1496	213.71
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1369	195.57
49	3/05/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1478	211.14
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1361	194.43
50	4/05/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1470	210.00
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1383	197.57
51	5/05/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	523	74.71
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	498	71.14
52	6/05/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	611	84.28
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	576	79.45
53	7/05/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	604	83.31
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	575	79.31

54	9/05/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	6.50	905	139.23
		Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	6.50	815	125.38
55	10/05/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	6.50	914	140.62
		Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	6.50	805	123.85
56	11/05/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.55	1327	175.76
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.55	1246	165.03
57	12/05/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.55	636	84.24
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.55	595	78.81
58	13/05/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.35	623	84.76
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.35	591	80.41
59	14/05/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.35	619	84.22
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.35	584	79.46
60	16/05/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	6.75	444	65.78
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	6.75	427	63.26
61	17/05/2022	Lluvia torrencial	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	390	55.71
		Lluvia torrencial	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	374	53.43
62	18/05/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	7.25	476	65.66
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	7.25	457	63.03
63	19/05/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	7.25	472	65.10
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	7.25	452	62.34
64	20/05/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	6.75	430	63.70
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	6.75	417	61.78
65	21/05/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	6.75	438	64.89
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	6.75	417	61.78
66	23/05/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	535	76.43
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	493	70.43
67	24/05/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	670	95.71
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	650	92.86
68	25/05/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	680	97.14
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	645	92.14
69	26/05/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	676	96.57
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	651	93.00
70	27/05/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	674	96.29
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	640	91.43
71	28/05/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	676	96.57
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	652	93.14
72	30/05/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	676	96.57
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	651	93.00
73	31/05/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	677	96.71
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	643	91.86
74	1/06/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	677	96.71
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	649	92.71

75	2/06/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	689	98.43
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	658	94.00
76	3/06/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	6.75	573	84.89
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	6.75	543	80.44
77	4/06/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	982	140.29
		Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	873	124.71
78	6/06/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	6.75	1198	177.48
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	6.75	1133	167.85
79	7/06/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	6.75	1214	179.85
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	6.75	1127	166.96
80	8/06/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	6.75	1220	180.74
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	6.75	1117	165.48
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	6.75	1009	149.48
81	9/06/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	6.75	1212	179.56
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	6.75	1121	166.07
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	6.75	1020	151.11
82	10/06/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	6.75	1219	180.59
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	6.75	1121	166.07
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	6.75	1013	150.07
83	11/06/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	606	83.59
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	578	79.72
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.25	536	73.93
84	13/06/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	7.25	476	65.66
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	7.25	458	63.17
		Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	7.25	430	59.31
85	14/06/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	7.25	475	65.52
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	7.25	446	61.52
		Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	7.25	428	59.03
86	15/06/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	4.75	313	65.89
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	4.75	305	64.21
		Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	4.75	290	61.05
87	16/06/2022	Lluvia torrencial	Roca fija	1	DBA	12	5	5.50	300	54.55
		Lluvia torrencial	Roca fija	2	MHT	7	6	5.50	288	52.36
		Lluvia torrencial	Roca fija	3	HLH	4	8	5.50	275	50.00
88	1/07/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	538	76.86
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	495	70.71
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.00	475	67.86
89	2/07/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	530	75.71
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	502	71.71
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.00	475	67.86
90	4/07/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	540	77.14
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	494	70.57
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.00	489	69.86
91	5/07/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.50	723	96.40

		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.50	695	92.67
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.50	635	84.67
92	9/07/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.50	726	96.80
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.50	700	93.33
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.50	629	83.87
93	11/07/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.50	725	96.67
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.50	684	91.20
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.50	633	84.40
94	12/07/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1487	212.43
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1380	197.14
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	1275	182.14
95	13/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.55	1229	162.78
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.55	1145	151.66
96	14/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.55	1252	165.83
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.55	1121	148.48
97	15/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.55	1353	179.21
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.55	1257	166.49
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.55	1127	149.27
98	16/07/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1487	212.43
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1390	198.57
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	1270	181.43
99	18/07/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1467	209.57
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1384	197.71
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	1275	182.14
100	19/07/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1465	209.29
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1386	198.00
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	1270	181.43
101	20/07/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1493	213.29
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1377	196.71
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	1280	182.86
102	21/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.55	1348	178.54
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.55	1230	162.91
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.55	1140	150.99
103	22/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.55	1326	175.63
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.55	1232	163.18
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.55	1144	151.52

104	23/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.55	1358	179.87
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.55	1257	166.49
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.55	1154	152.85
105	25/07/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	5.50	757	137.64
		Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	5.50	684	124.36
		Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	5.50	630	114.55
106	26/07/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	5.50	752	136.73
		Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	5.50	666	121.09
		Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	5.50	624	113.45
107	27/07/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	5.50	744	135.27
		Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	5.50	686	124.73
		Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	5.50	638	116.00
108	16/08/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1507	209.31
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1377	196.71
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	1285	183.57
109	17/08/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	8.20	1722	210.00
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	8.20	1594	194.39
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	8.20	1472	179.51
110	18/08/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.65	1375	179.74
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.65	1245	162.75
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.65	1141	149.15
111	19/08/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	990	141.43
		Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	865	123.57
		Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	819	117.00
112	20/08/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	959	137.00
		Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	881	125.86
		Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	806	115.14
113	22/08/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1311	180.83
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.25	1193	164.55
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.25	1088	150.07
114	23/08/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.50	1593	212.40
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.50	1471	196.13
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.50	1355	180.67
115	24/08/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.50	719	95.87
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.50	685	91.33
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.50	638	85.07

116	25/08/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.50	718	95.73
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.50	701	93.47
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.50	646	86.13
117	26/08/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.50	730	97.33
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.50	695	92.67
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.50	635	84.67
118	27/08/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	6.95	590	84.89
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	6.95	550	79.14
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	6.95	517	74.39
119	29/08/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	6.95	590	84.89
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	6.95	563	81.01
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	6.95	520	74.82
120	30/08/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	6.95	1237	177.99
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	6.95	1157	166.47
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	6.95	1046	150.50
121	31/08/2022	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	6.95	1164	167.48
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	6.95	1051	151.22
122	1/09/2022	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.60	700	92.11
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.60	644	84.74
123	2/09/2022	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.60	533	70.13
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.60	522	68.68
124	3/09/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.60	562	73.95
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.60	540	71.05
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.60	505	66.45
125	5/09/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.60	579	76.18
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.60	527	69.34
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.60	524	68.95
126	6/09/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.40	552	74.59
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.40	527	71.22
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.40	505	68.24
127	7/09/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.40	561	75.81
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.40	534	72.16
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.40	504	68.11
128	8/09/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.40	554	74.86
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.40	516	69.73
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.40	510	68.92
129	9/09/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.40	555	75.00
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.40	533	72.03
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.40	501	67.70
130	10/09/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.40	555	75.00
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.40	516	69.73
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.40	509	68.78
131	12/09/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.20	687	95.42
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.20	656	91.11
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.20	621	86.25
132	13/09/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.20	688	95.56
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.20	669	92.92

		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.20	624	86.67
133	14/09/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.20	692	96.11
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.20	677	94.03
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.20	617	85.69
134	15/09/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.20	702	97.50
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.20	671	93.19
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.20	605	84.03
135	16/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1536	213.33
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.20	1416	196.67
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.20	1318	183.06
136	17/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1498	208.06
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.20	1432	198.89
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.20	1318	183.06
137	19/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1536	213.33
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.20	1402	194.72
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.20	1312	182.22
138	20/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1497	207.92
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.20	1406	195.28
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.20	1302	180.83
139	21/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1526	211.94
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.20	1431	198.75
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.20	1311	182.08
140	22/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1524	211.67
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.20	1397	194.03
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.20	1303	180.97
141	23/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1528	212.22
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.20	1433	199.03
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.20	1308	181.67
142	24/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1520	211.11
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.20	1398	194.17
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.20	1307	181.53
143	26/09/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.55	1346	178.28
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.55	1247	165.17
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.55	1141	151.13
144	27/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1476	210.86
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1373	196.14

		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	1274	182.00
145	28/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1475	210.71
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1361	194.43
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	1270	181.43
146	29/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1471	210.14
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1398	199.71
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	1276	182.29
147	30/09/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.00	1469	209.86
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.00	1390	198.57
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.00	1280	182.86
148	1/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1284	177.10
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.25	1215	167.59
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.25	1080	148.97
149	3/10/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	609	84.00
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	578	79.72
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.25	542	74.76
150	4/10/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	607	83.72
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	576	79.45
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.25	543	74.90
151	5/10/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	605	83.45
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	590	81.38
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.25	548	75.59
152	6/10/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	614	84.69
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	588	81.10
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.25	538	74.21
153	7/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1277	176.14
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.25	1216	167.72
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.25	1082	149.24
154	8/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1291	178.07
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.25	1189	164.00
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.25	1089	150.21
155	10/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1305	180.00
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.25	1186	163.59
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.25	1103	152.14
156	11/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1303	179.72
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.25	1192	164.41

		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.25	1104	152.28
157	12/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1305	180.00
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.25	1203	165.93
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.25	1104	152.28
158	13/10/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	7.50	1041	138.80
		Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	7.50	939	125.20
		Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	7.50	886	118.13
159	14/10/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	7.50	1061	141.47
		Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	7.50	936	124.80
		Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	7.50	868	115.73
160	1/12/2022	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	7.20	1509	209.58
		Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	7.20	1394	193.61
		Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	7.20	1315	182.64
161	2/12/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.40	714	96.49
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.40	691	93.38
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.40	631	85.27
162	3/12/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.40	720	97.30
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.40	685	92.57
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.40	625	84.46
163	5/12/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	7.35	478	65.03
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	7.35	460	62.59
		Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	7.35	431	58.64
164	6/12/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	7.35	466	63.40
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	7.35	464	63.13
		Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	7.35	431	58.64
165	7/12/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	7.35	470	63.95
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	7.35	449	61.09
		Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	7.35	435	59.18
166	8/12/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.20	690	95.83
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.20	658	91.39
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.20	617	85.69
167	9/12/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	681	97.29
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	640	91.43
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.00	607	86.71
168	10/12/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	672	96.00
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	647	92.43
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.00	599	85.57
169	12/12/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	682	97.43
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	644	92.00
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.00	596	85.14

170	13/12/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	684	97.71
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	640	91.43
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.00	595	85.00
171	14/12/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.35	611	83.13
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.35	591	80.41
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.35	551	74.97
172	15/12/2022	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.35	627	85.31
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.35	597	81.22
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.35	545	74.15
173	16/12/2022	Lluvia torrencial	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.50	508	67.73
		Lluvia torrencial	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.50	490	65.33
174	17/12/2022	Lluvia torrencial	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.50	508	67.73
		Lluvia torrencial	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.50	492	65.60
175	19/12/2022	Lluvia torrencial	Roca fija	1	DBA	7	6	7.50	403	53.73
		Lluvia torrencial	Roca fija	3	HLH	4	8	7.50	385	51.33
176	20/12/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.00	538	76.86
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.00	497	71.00
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.00	485	69.29
177	21/12/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	676	96.57
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	654	93.43
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.00	597	85.29
178	22/12/2022	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.00	679	97.00
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	648	92.57
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.00	607	86.71
179	23/12/2022	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.25	1307	180.28
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.25	1205	166.21
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.25	1100	151.72
180	24/12/2022	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.35	1225	166.67
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.35	1116	151.84
181	26/12/2022	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.35	594	80.82
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.35	561	76.33
182	27/12/2022	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.00	656	93.71
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.00	610	87.14
183	28/12/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	7.55	478	63.31
		Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	7.55	472	62.52
		Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	7.55	454	60.13
184	29/12/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.20	543	75.42
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.20	517	71.81
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.20	488	67.78
185	30/12/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.20	542	75.28
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.20	508	70.56
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.20	482	66.94

186	31/12/2022	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.20	547	75.97
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.20	502	69.72
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.20	499	69.31
187	2/01/2023	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	7.20	549	76.25
		Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	7.20	505	70.14
		Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	7.20	501	69.58
188	3/01/2023	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.20	707	98.19
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.20	662	91.94
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.20	606	84.17
189	4/01/2023	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.20	694	96.39
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.20	662	91.94
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.20	623	86.53
190	5/01/2023	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.40	725	97.97
		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.40	676	91.35
		Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.40	630	85.14
191	6/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.55	644	85.30
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.55	608	80.53
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.55	573	75.89
192	7/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	606	83.59
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	584	80.55
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.25	548	75.59
193	9/01/2023	Lluvia torrencial	Roca suelta	2	MHT	7	6	6.50	435	66.92
		Lluvia torrencial	Roca suelta	3	HLH	4	8	6.50	420	64.62
194	10/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	585	80.69
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.25	540	74.48
195	11/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	608	83.86
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	591	81.52
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.25	549	75.72
196	12/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	617	85.10
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	591	81.52
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.25	549	75.72
197	13/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	7.25	604	83.31
		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	7.25	575	79.31
		Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	7.25	543	74.90
198	14/01/2023	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.35	1317	179.18
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.35	1203	163.67
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.35	1117	151.97
199	16/01/2023	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.35	1296	176.33
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.35	1204	163.81

		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.35	1138	154.83
200	17/01/2023	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.35	1325	180.27
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.35	1207	164.22
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.35	1114	151.56
201	18/01/2023	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	7.35	1322	179.86
		Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	7.35	1230	167.35
		Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	7.35	1119	152.24

a) Rendimiento diario en el movimiento de tierras según mes

Figura 19

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de febrero 2022

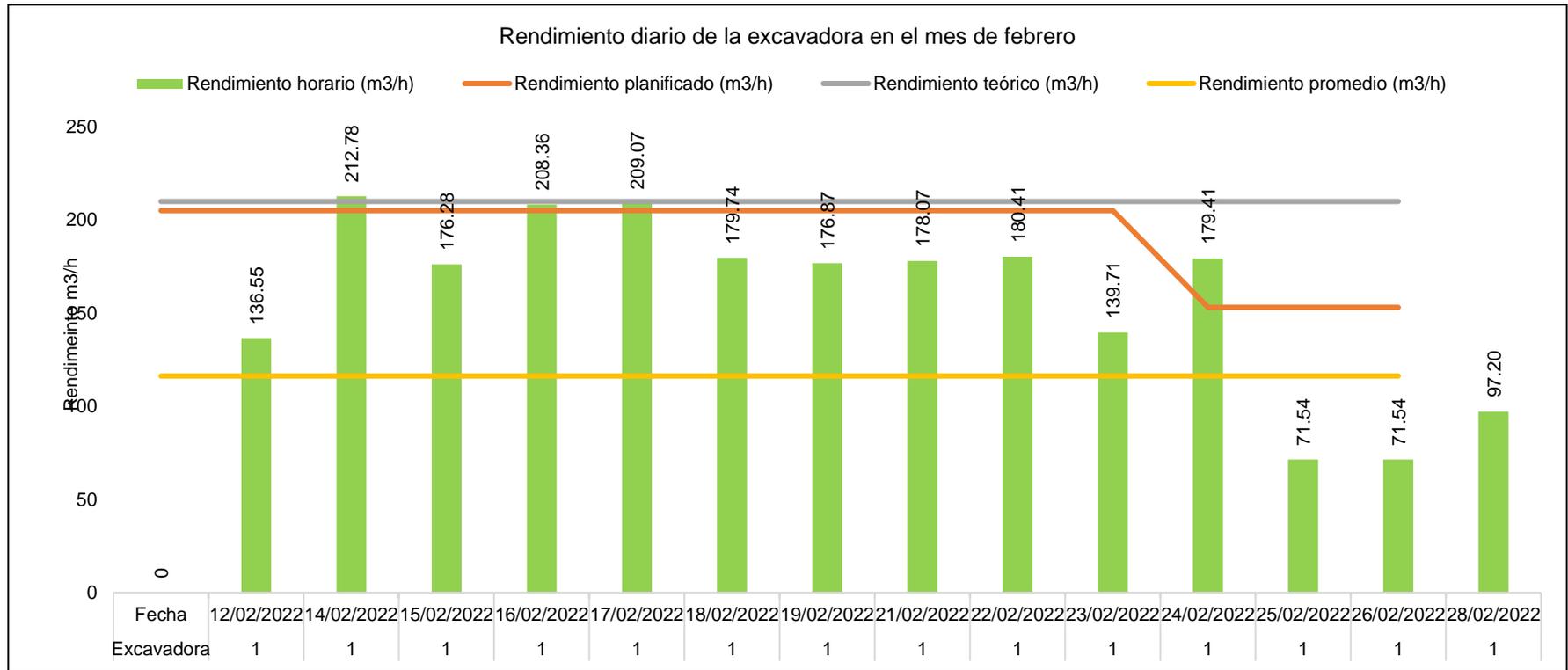


Figura 20

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de marzo 2022

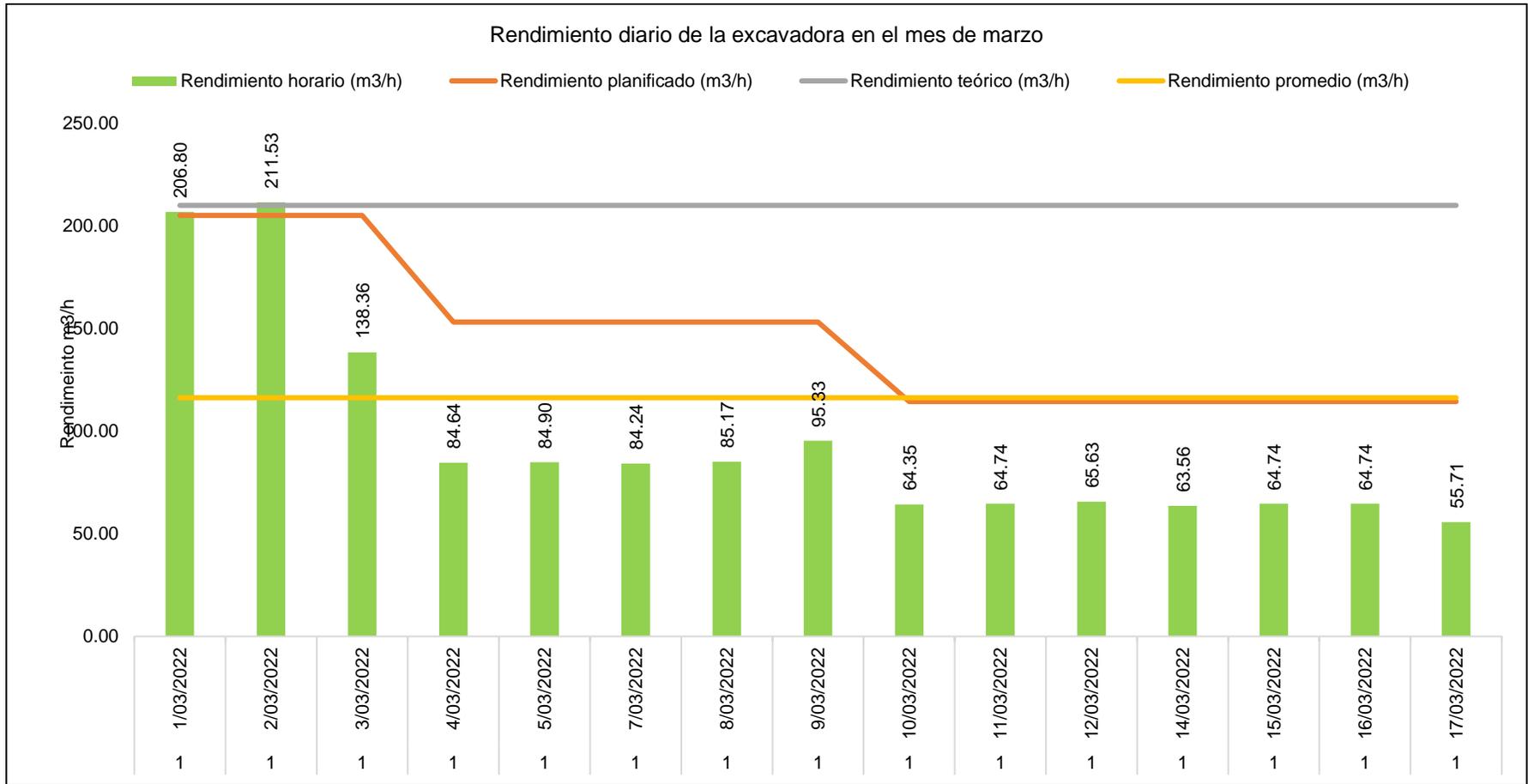


Figura 21

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de abril 2022

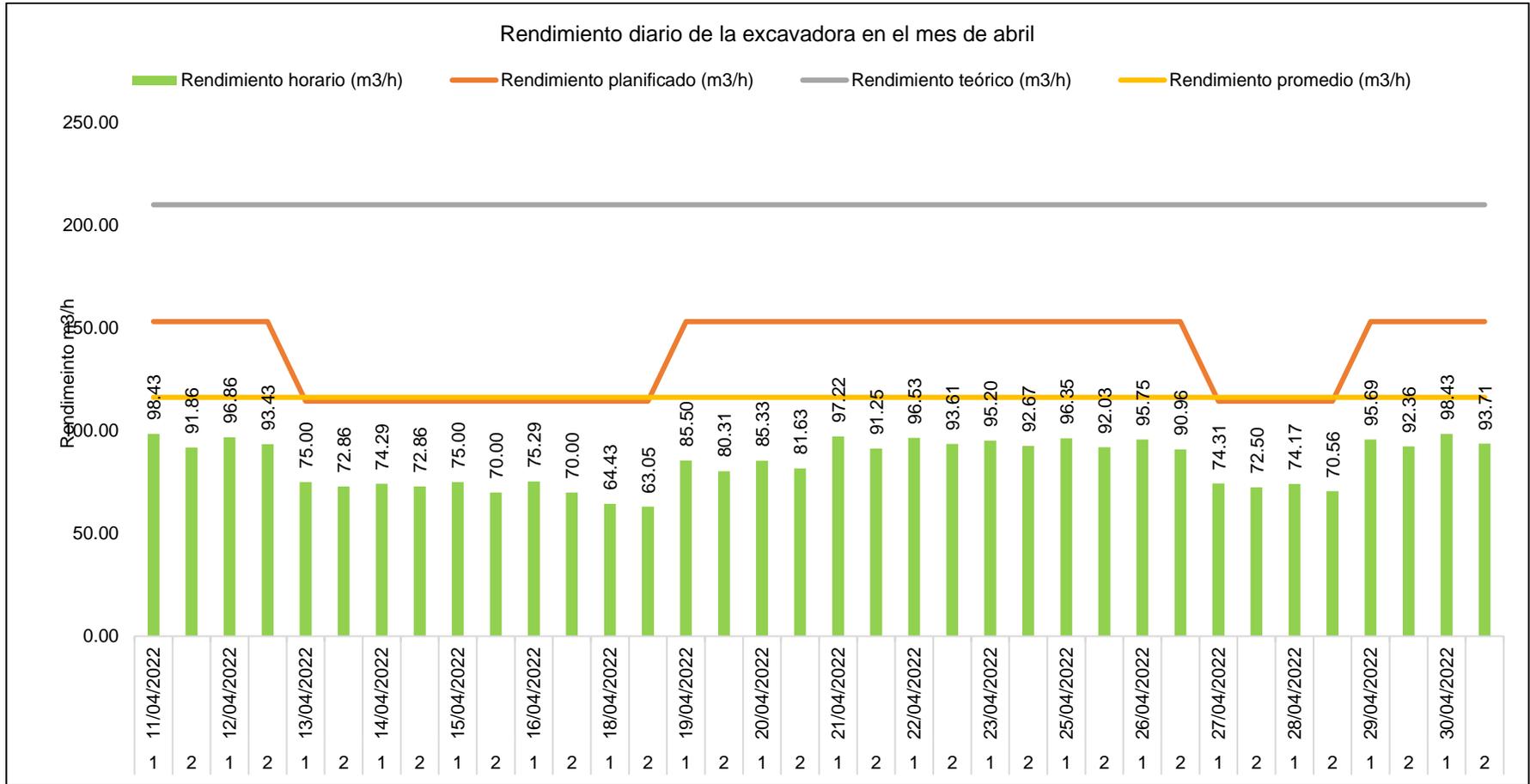


Figura 22

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de mayo 2022

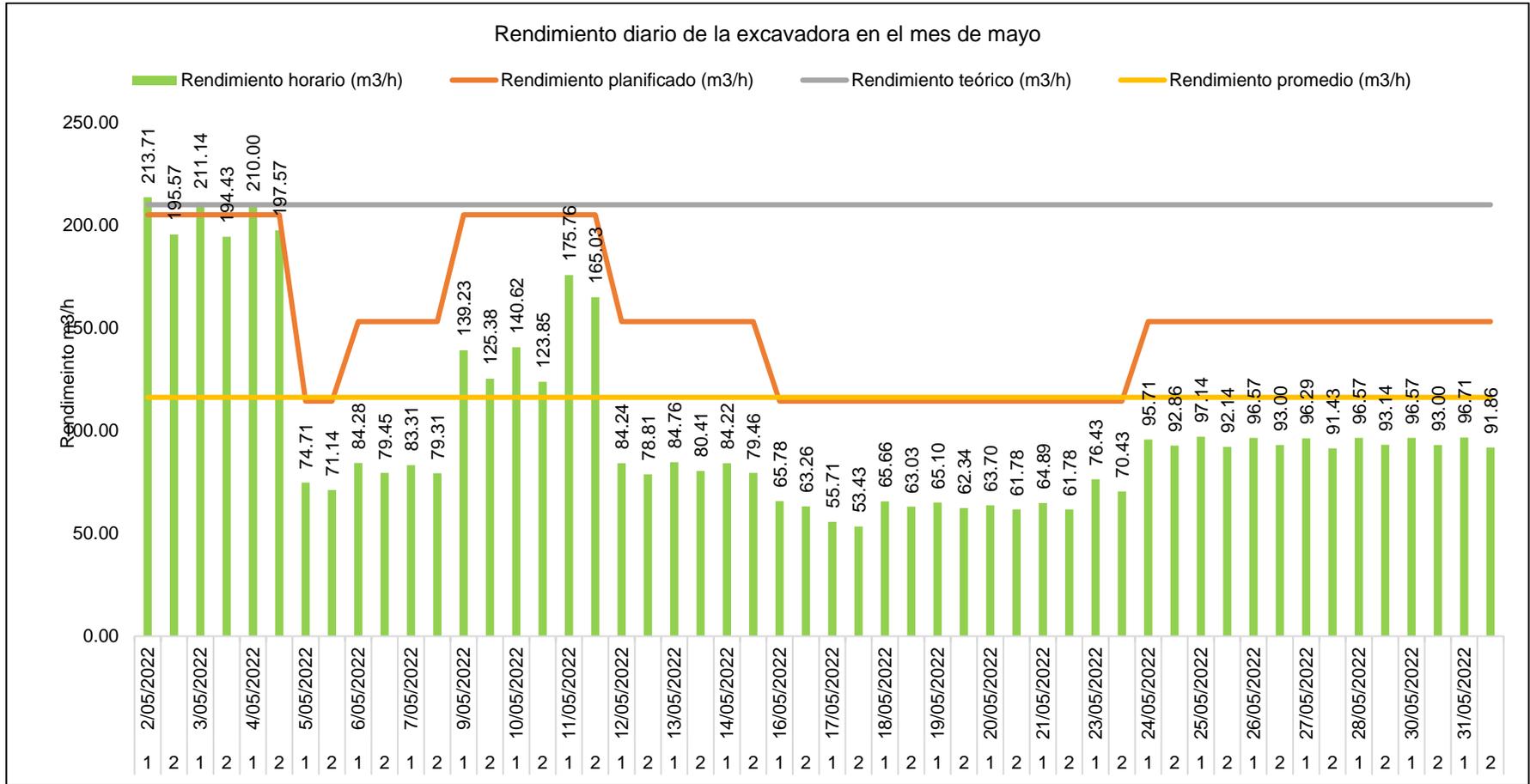


Figura 23

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de junio 2022

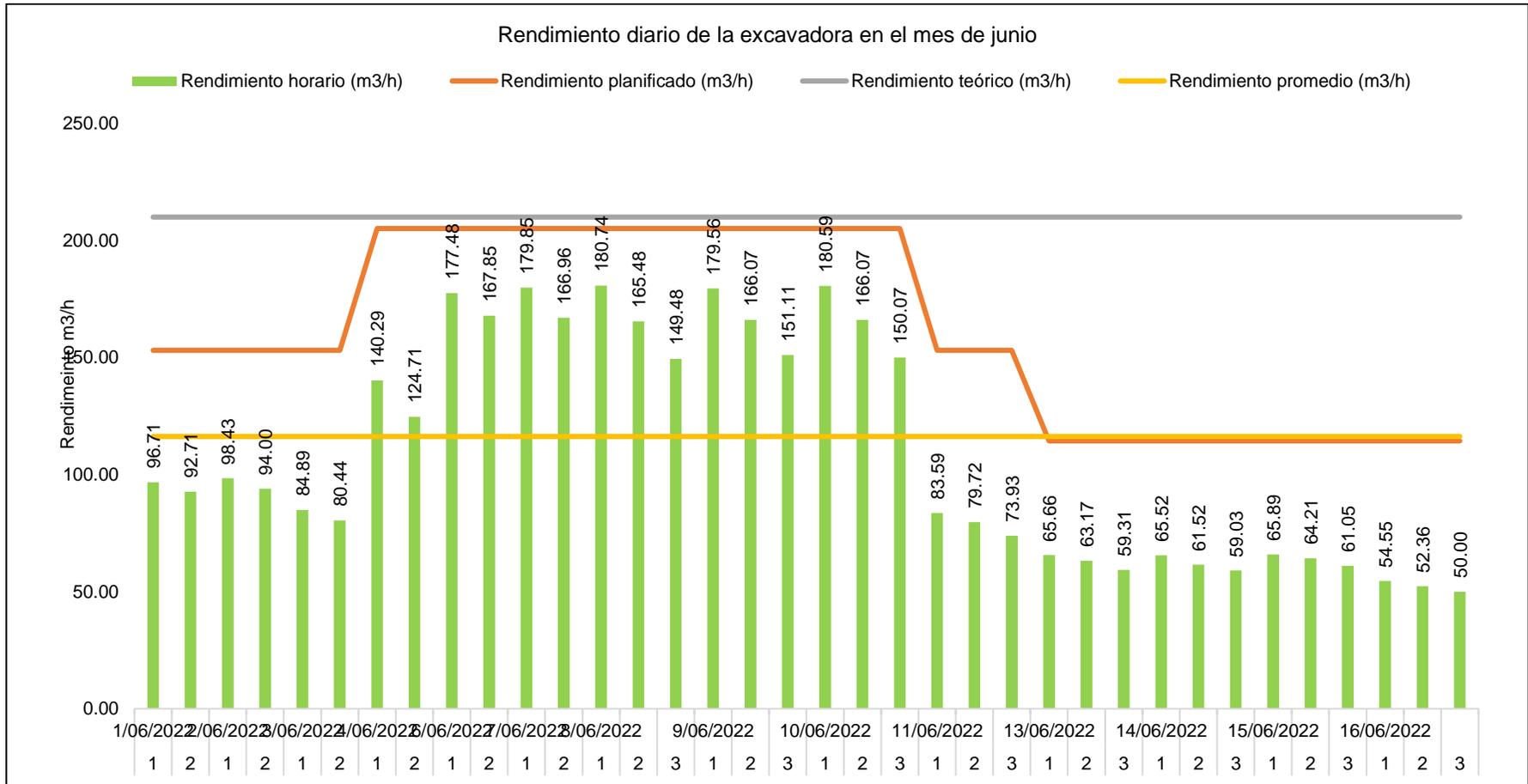


Figura 24

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de julio 2022

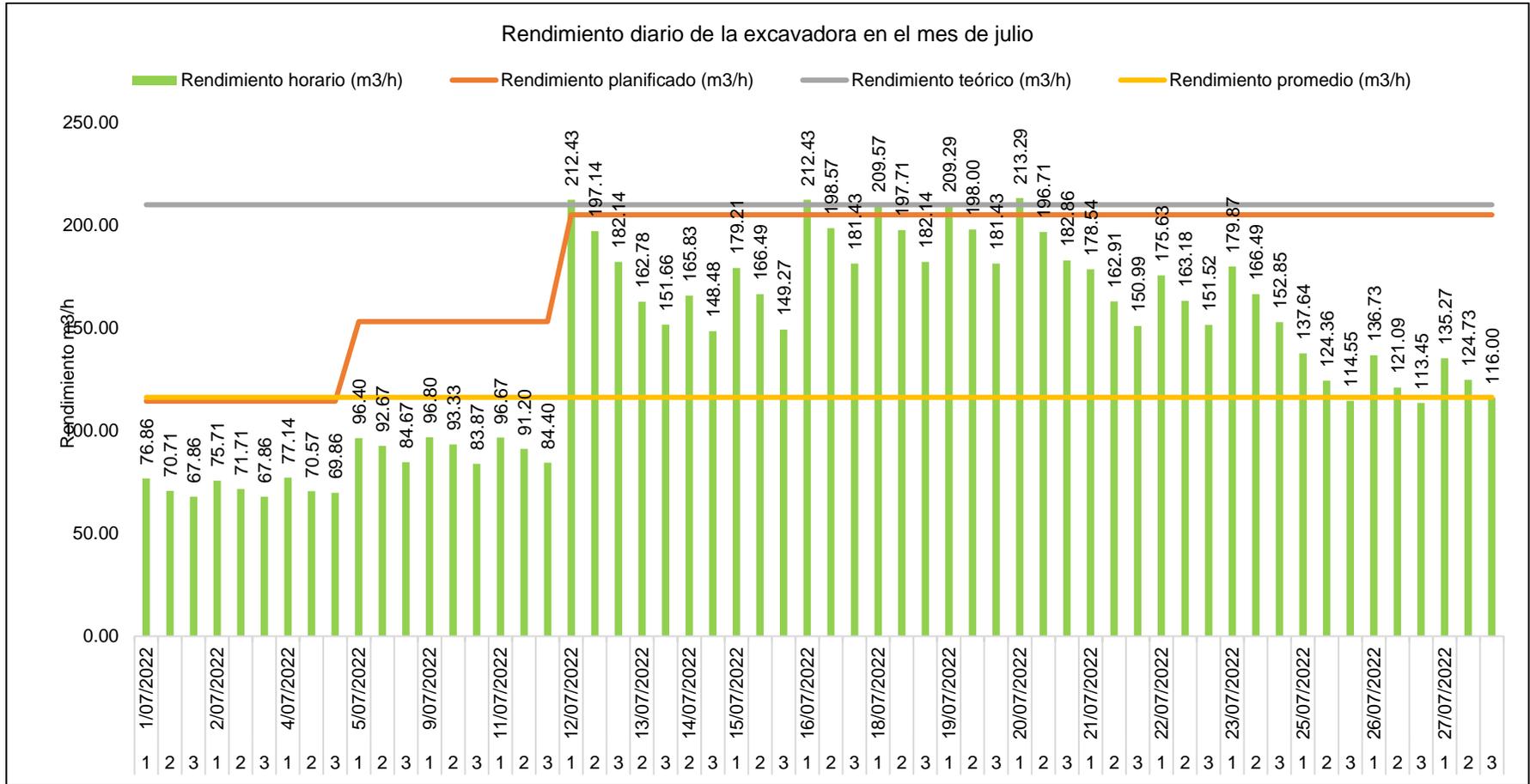


Figura 25

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de agosto 2022

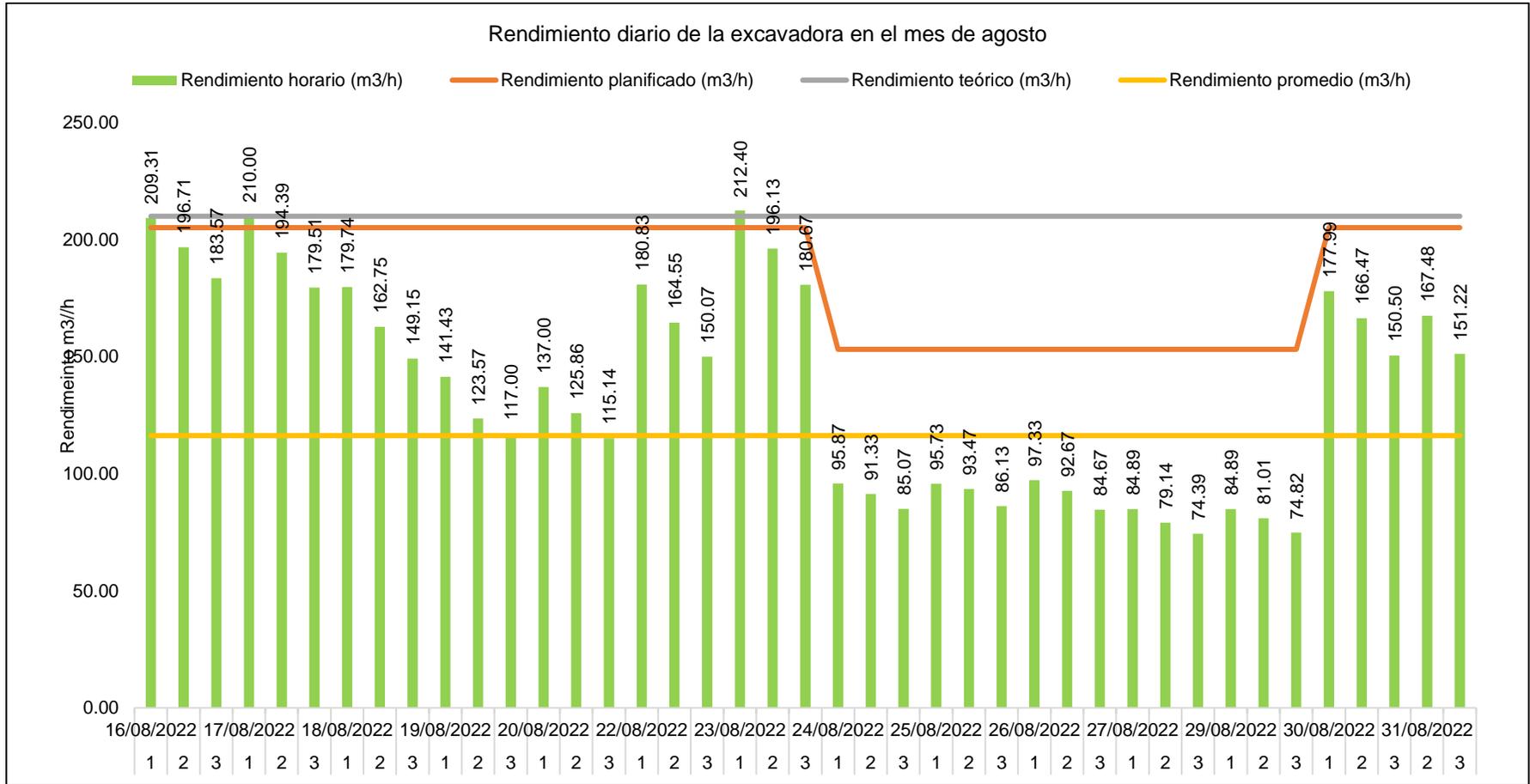


Figura 26

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de setiembre 2022

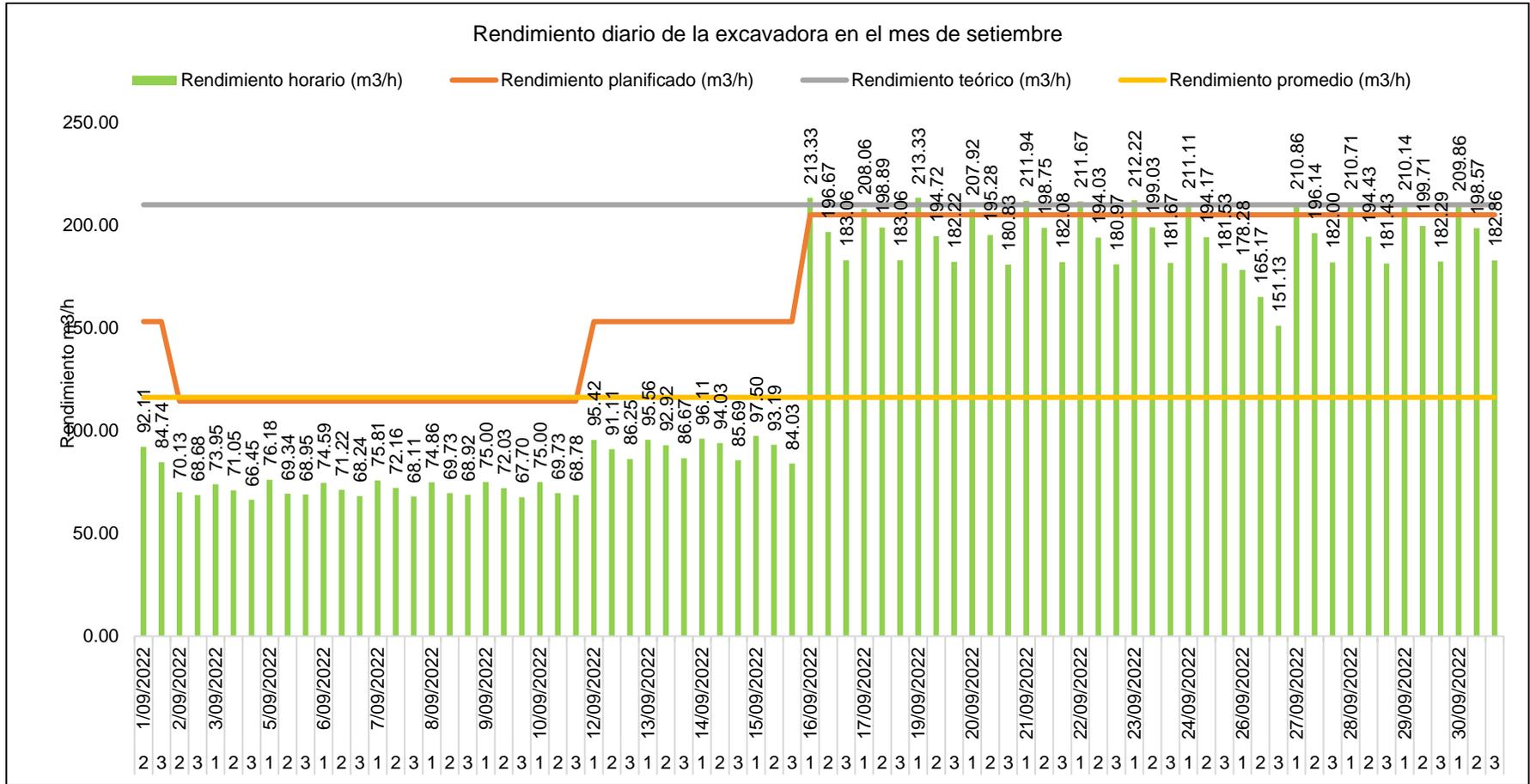


Figura 27

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de octubre 2022

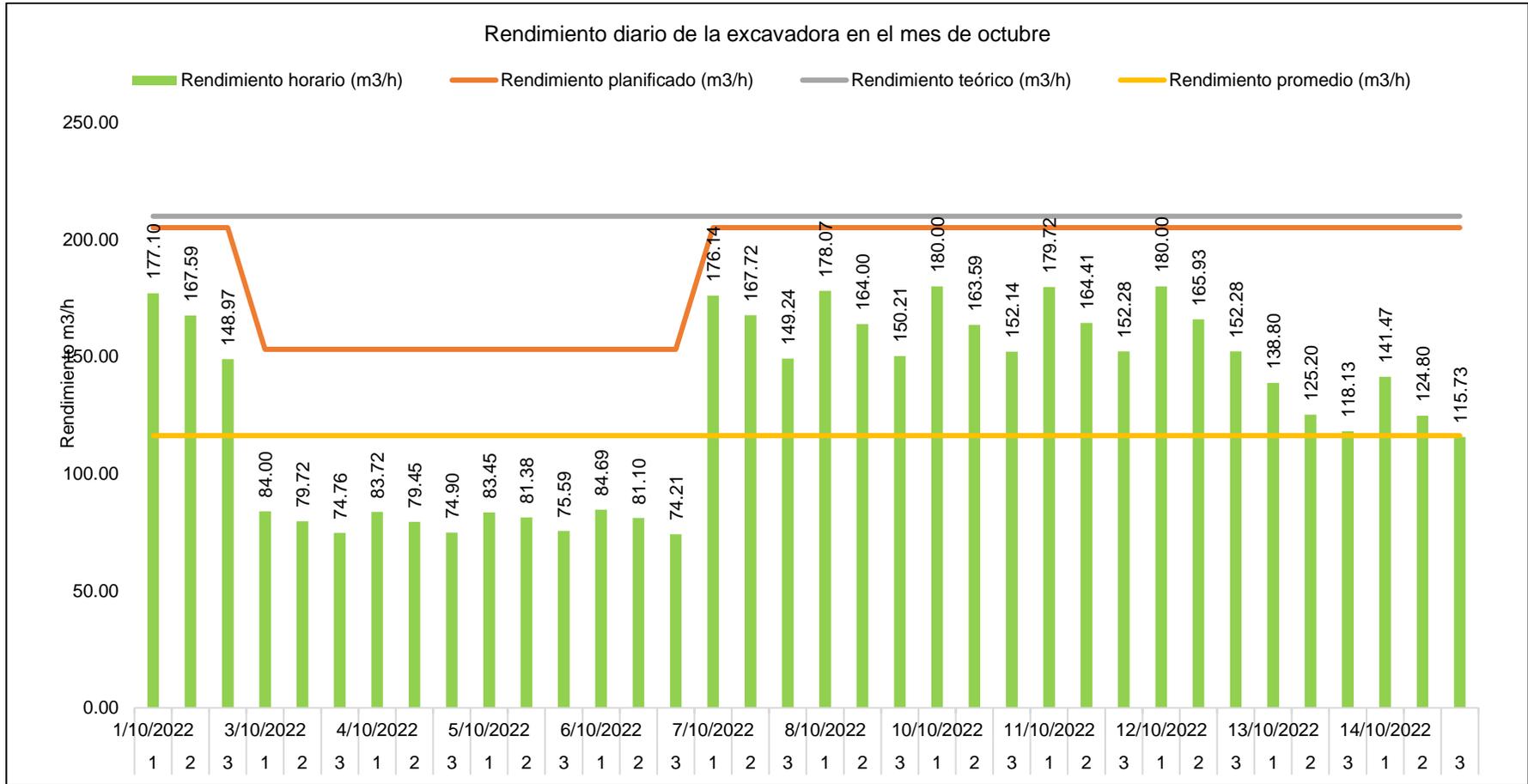


Figura 28

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de diciembre 2022

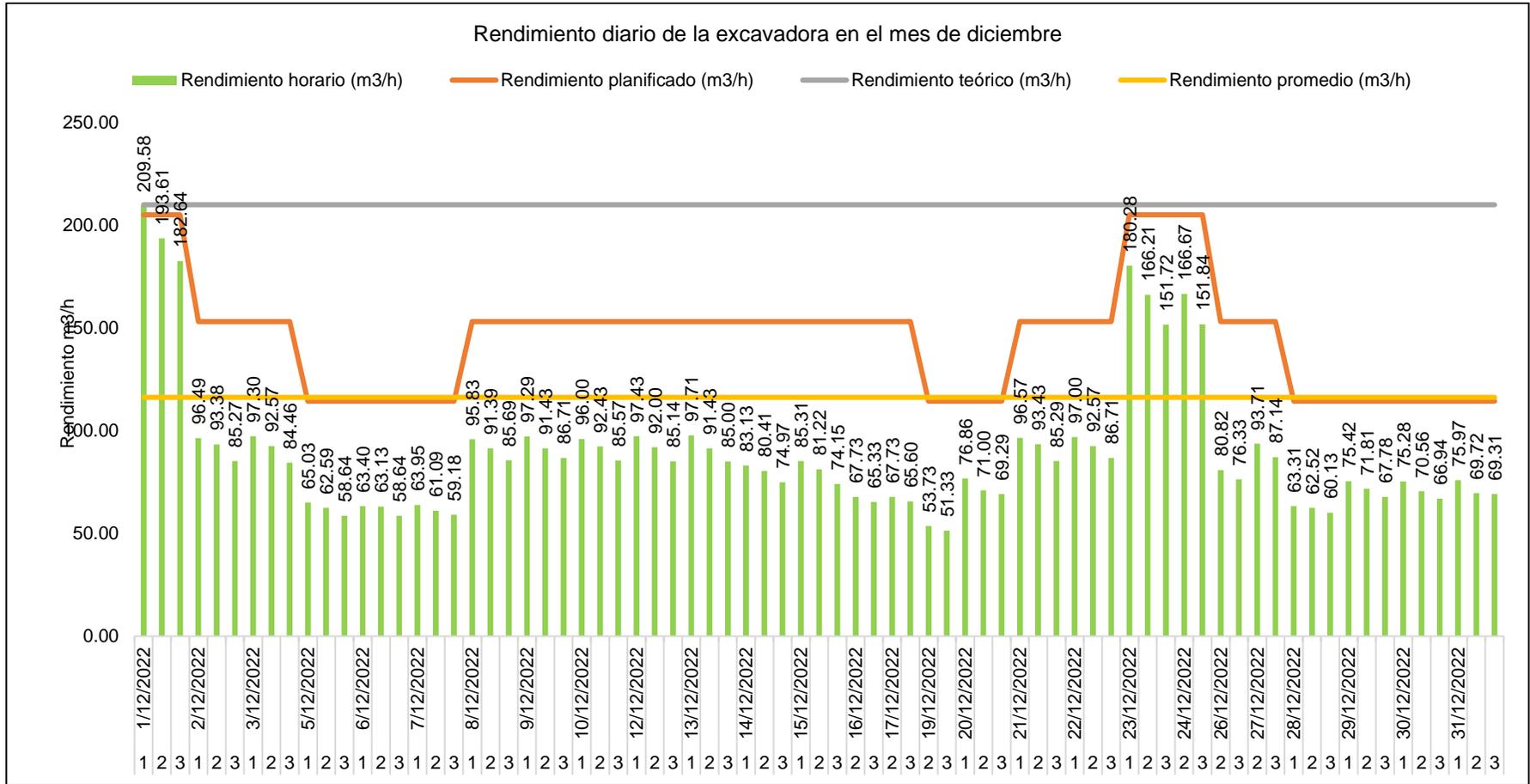
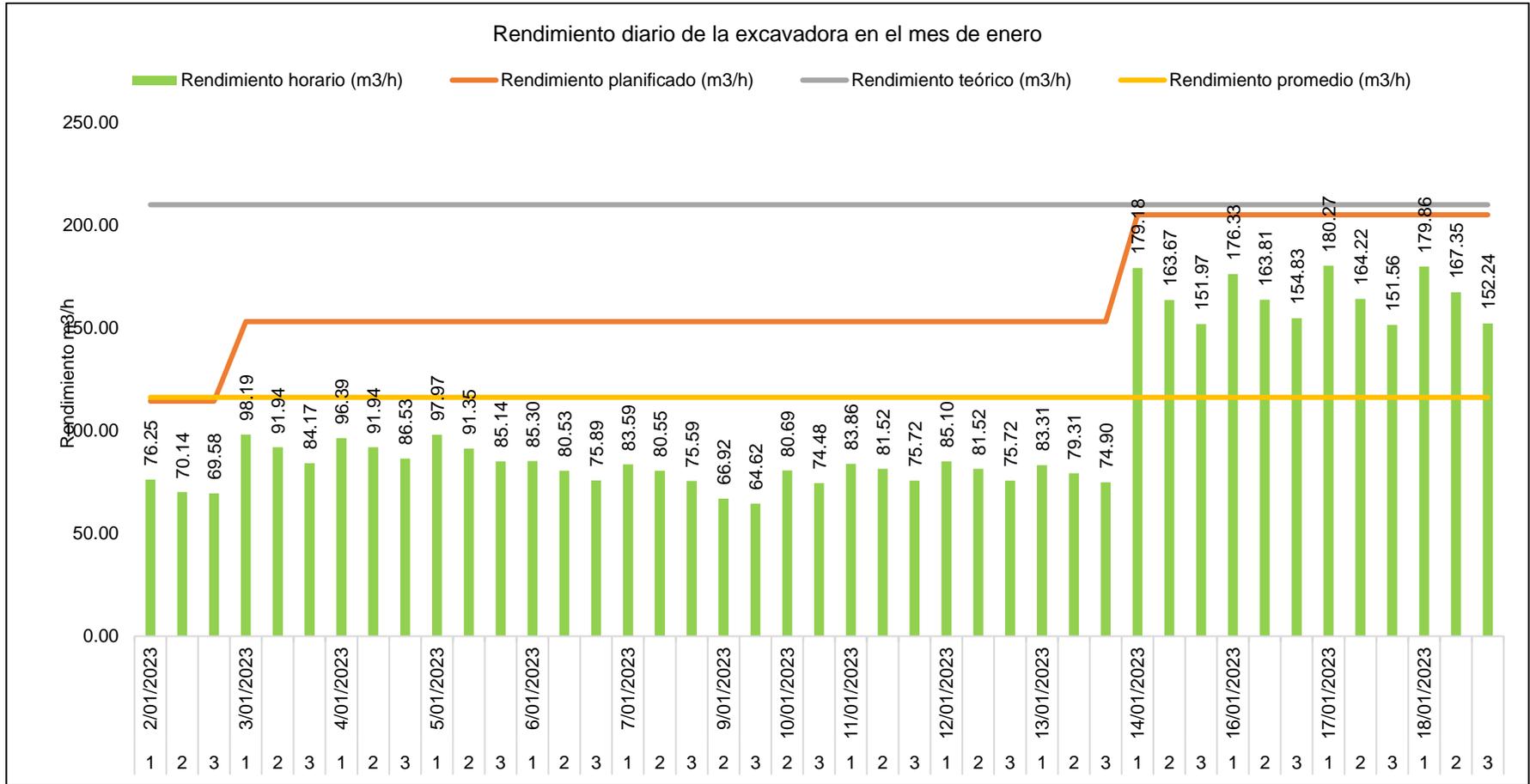


Figura 29

Rendimiento de la maquinaria pesada en el mes de enero 2023



Anexo N° 6. Data de control del trabajo en movimiento de tierras con excavadora

CAT 320 D2L 72

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

Ítem	Fecha	Tramo (Km)	Observaciones	Clima	Tipo de suelo	N° de cuadrilla	Operador	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HP	Horas efectivas (HE)	Voladura	Clima adverso	Falta de frente de trabajo	Charla grupal	HDNT	Ausencia de operador	Combustible	Falla mecánica	HND	Volumen excavado (m3)	Rendimiento horario (m3/h)
1	12/02/2022	0.000	Inicio de trabajos de excavación	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	5.50		3.7		0.17	3.87	1.13			1.13	751	136.55
2	14/02/2022	0.060		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20				0.10	0.10	1.70			1.70	1532	212.78
3	15/02/2022	0.120		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2		0.10	1.30	1.20			1.20	1278	176.28
4	16/02/2022	0.180		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.30				0.10	0.10	1.60			1.60	1521	208.36
5	17/02/2022	0.240		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.50				0.08	0.08	1.42			1.42	1568	209.07
6	18/02/2022	0.300		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.55		0.9		0.08	0.98	1.22			1.22	1357	179.74
7	19/02/2022	0.360		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.35		1.1		0.12	1.22	0.80		0.38	1.18	1300	176.87
8	21/02/2022	0.420		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2		0.12	1.32	1.18			1.18	1291	178.07
9	22/02/2022	0.480		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2		0.12	1.32	0.58		0.6	1.18	1308	180.41
10	23/02/2022	0.540		Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	7.00		2.2		0.17	2.37	1.13			1.13	978	139.71
11	24/02/2022	0.600		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	6.75		1.7		0.15	1.85	1.15			1.15	1211	179.41
12	25/02/2022	0.660		Lluvia torrencial	Roca suelta	1	DBA	12	5	10.50	6.50	0.283	2.7		0.12	3.10	0.90			0.90	465	71.54
13	26/02/2022	0.720	Fata maquinaria ofertada	Lluvia torrencial	Roca suelta	1	DBA	12	5	10.50	6.50	0.283	2.7	0.58	0.08	3.65	0.35			0.35	465	71.54
14	28/02/2022	0.780	Inconsistencias en el ET respecto a ubicación de canteras	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.50	0.2			0.15	0.35	1.15			1.15	729	97.20
15	1/03/2022	0.840		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.50				0.15	0.15	1.35			1.35	1551	206.80
16	2/03/2022	0.900		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20				0.08	0.08	1.72			1.72	1523	211.53
17	3/03/2022	0.960	Hay derrumbes de Tacabamba al sitio	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	5.50		3.7		0.10	3.80	0.57	0.63		1.20	761	138.36

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

18	4/03/2022	1.020		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.55	0.13	0.9		0.15	1.18	1.02		1.02	639	84.64
19	5/03/2022	1.080	No se puede trasladar combustible y maquinaria a obra	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.55	0.10	0.9		0.12	1.12	0.48	0.60	1.08	641	84.90
20	7/03/2022	1.140		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.55	0.10	0.9		0.15	1.15	1.05		1.05	636	84.24
21	8/03/2022	1.200	Falta tractor de oruga y compresora	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.35	0.19	1.1	0.39	0.15	1.83	0.14	0.43	0.57	626	85.17
22	9/03/2022	1.260		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.50	0.2			0.10	0.30	1.20		1.20	715	95.33
23	10/03/2022	1.320	Movimiento de tierras en roca fija con ayuda de compresora y explosivos	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	7.35	0.233	1.1		0.15	1.48	0.92		0.92	473	64.35
24	11/03/2022	1.380	Pedido de suspensión por lluvias intensas	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	6.75	0.183	1.7		0.08	1.97	1.03		1.03	437	64.74
25	12/03/2022	1.440		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	6.75	0.167	1.7		0.10	1.97	1.03		1.03	443	65.63
26	14/03/2022	1.500		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	6.75	0.250	1.7		0.15	2.10	0.90		0.90	429	63.56
27	15/03/2022	1.560		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	6.75	0.250	1.7		0.13	2.08	0.92		0.92	437	64.74
28	16/03/2022	1.620		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	6.75	0.217	1.7		0.12	2.03	0.97		0.97	437	64.74
29	17/03/2022	1.630	Se acepta suspensión de obra	Lluvia torrencial	Roca fija	1	DBA	12	5	10.50	7.00	0.38	2.2		0.08	2.67	0.83		0.83	390	55.71
30	11/04/2022	1.640	Levantamiento de la suspensión de obra	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7			0.17	0.87	1.13		1.13	689	98.43
		0.660-0.730	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.68			0.17	0.85	1.15		1.15	643	91.86
31	12/04/2022	1.700		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.66			0.12	0.78	1.22		1.22	678	96.86
		0.730-0.780	corrección de cortes a nivel de	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7			0.12	0.82	1.18		1.18	654	93.43

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			subrasante y lateralmente																			
32	13/04/2022	1.750		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7			0.17	0.87	1.13			1.13	525	75.00
		1.320-1.390	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.68			0.17	0.85	1.15			1.15	510	72.86
33	14/04/2022	1.880		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.79			0.08	0.87	1.13			1.13	520	74.29
		1.390-1.460	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7			0.08	0.78	1.22			1.22	510	72.86
34	15/04/2022	2.010		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7			0.15	0.85	1.15			1.15	525	75.00
		1.460-1.510	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.67			0.15	0.82	1.18			1.18	490	70.00
35	16/04/2022	2.060		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7			0.08	0.78	1.22			1.22	527	75.29
		1.510-1.590	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.75			0.08	0.83	1.17			1.17	490	70.00
36	18/04/2022	2.100		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	6.55	0.212	1.9		0.13	2.24	0.96			0.96	422	64.43
		1.590-1.630	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	6.55	0.183	1.9		0.13	2.22	0.98			0.98	413	63.05
37	19/04/2022	2.150		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	6.55	0.17	1.9		0.12	2.18	1.02			1.02	560	85.50
		1.640-1.655	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	6.55	0.08	1.9		0.12	2.10	1.10			1.10	526	80.31
38	20/04/2022	2.200	El Tractor de oruga D6 se encuentra malogrado	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	6.75	0.12	1.7		0.15	1.97	1.03			1.03	576	85.33
		1.655-1.670	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	6.75	0.10	1.7		0.15	1.95	1.05			1.05	551	81.63

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

39	21/04/2022	2.215		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.57			0.08	0.65	1.15			1.15	700	97.22
		1.670-1.685	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.5			0.08	0.58	1.22			1.22	657	91.25
40	22/04/2022	2.225		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.52			0.10	0.62	1.18			1.18	695	96.53
		1.685-1.700	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.5			0.10	0.60	1.20			1.20	674	93.61
41	23/04/2022	2.240		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.50	0.15			0.15	0.30	1.20			1.20	714	95.20
		1.700-1.715	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.50	0.2			0.15	0.35	1.15			1.15	695	92.67
42	25/04/2022	2.250		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.40	0.3			0.08	0.38	1.22			1.22	713	96.35
		1.715-1.730	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.40	0.35			0.08	0.43	1.17			1.17	681	92.03
43	26/04/2022	2.260		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.30	0.4			0.15	0.55	1.15			1.15	699	95.75
		1.730-1.750	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.30	0.35			0.15	0.50	1.20			1.20	664	90.96
44	27/04/2022	2.270		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.5			0.12	0.62	1.18			1.18	535	74.31
		1.750-1.820	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.46			0.12	0.58	1.22			1.22	522	72.50
45	28/04/2022	2.280		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.52			0.10	0.62	1.18			1.18	534	74.17
		1.820-1.870	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.5			0.10	0.60	1.20			1.20	508	70.56
46	29/04/2022	2.290		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.5			0.13	0.63	1.17			1.17	689	95.69

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		2.050-2.120	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.45			0.13	0.58	1.22			1.22	665	92.36
47	30/04/2022	2.300		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.68			0.15	0.83	1.17			1.17	689	98.43
		2.120-2.200	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7			0.15	0.85	1.15			1.15	656	93.71
48	2/05/2022	2.315		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.00				0.12	0.12	1.63	0.25		1.88	1496	213.71
		0.010-0.070	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00			0.08	0.12	0.20	1.80			1.80	1369	195.57
49	3/05/2022	2.330		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.00			0.15	0.10	0.25	1.75			1.75	1478	211.14
		0.070-0.120	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00				0.10	0.10	1.90			1.90	1361	194.43
50	4/05/2022	2.340		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.00			0.24	0.08	0.32	1.68			1.68	1470	210.00
		0.120-0.160	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00				0.08	0.08	1.92			1.92	1383	197.57
51	5/05/2022	2.350		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7			0.15	0.85	1.15			1.15	523	74.71
		1.880-2.010	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.72			0.15	0.87	1.13			1.13	498	71.14
52	6/05/2022	2.370		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.22	1.2		0.10	1.52	0.98			0.98	611	84.28
		2.200-2.215	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.08	1.2		0.10	1.38	1.12			1.12	576	79.45
53	7/05/2022	2.385		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.08	1.2		0.15	1.43	1.07			1.07	604	83.31
		2.215-2.225	corrección de cortes a nivel de	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.13	1.2		0.15	1.48	1.02			1.02	575	79.31

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			subrasante y lateralmente																			
54	9/05/2022	2.400		Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	6.50		2.7		0.13	2.83	1.17			1.17	905	139.23
		0.160-0.190	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	10.50	6.50		2.7	0.22	0.13	3.05	0.95			0.95	815	125.38
55	10/05/2022	2.200	Deslizamiento de taludes de 40 m en el km 2+400	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	6.50		2.7	0.3	0.15	3.15	0.85			0.85	914	140.62
		0.190-0.230	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	10.50	6.50		2.7		0.15	2.85	1.15			1.15	805	123.85
56	11/05/2022	2.250	Inconsistencias en plazoletas con el ET	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.55		0.9		0.10	1.00	1.20			1.20	1327	175.76
		0.230-0.260	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.55		0.9		0.10	1.00	1.20			1.20	1246	165.03
57	12/05/2022	2.280		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.55	0.10	0.9		0.08	1.08	1.12			1.12	636	84.24
		1.020-1.060	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.55	0.25	0.9		0.08	1.23	0.97			0.97	595	78.81
58	13/05/2022	2.310		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.35	0.17	1.1		0.10	1.37	1.03			1.03	623	84.76
		1.060-1.100	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.35	0.13	1.1		0.10	1.33	1.07			1.07	591	80.41
59	14/05/2022	2.350		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.35	0.08	1.1		0.08	1.27	1.13			1.13	619	84.22
		1.100-1.140	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.35	0.15	1.1		0.08	1.33	1.07			1.07	584	79.46
60	16/05/2022	2.380	Inconsistencias con el ET	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	6.75	0.170	1.7		0.13	2.00	1.00			1.00	444	65.78

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		2.010-2.030	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	6.75	0.183	1.7	0.13	2.02	0.98	0.98	427	63.26
61	17/05/2022	2.400	Ritmo lento	Lluvia torrencial	Roca fija	1	DBA	12	5	10.50	7.00	0.38	2.2	0.10	2.68	0.82	0.82	390	55.71
		2.030-2.050	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Roca fija	2	MHT	7	6	10.50	7.00	0.42	2.2	0.10	2.72	0.78	0.78	374	53.43
62	18/05/2022	2.410		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.200	1.2	0.12	1.52	0.98	0.98	476	65.66
		2.050-2.070	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.211	1.2	0.12	1.53	0.97	0.97	457	63.03
63	19/05/2022	2.420		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.220	1.2	0.15	1.57	0.93	0.93	472	65.10
		2.070-2.190	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.200	1.2	0.15	1.55	0.95	0.95	452	62.34
64	20/05/2022	2.450		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	6.75	0.197	1.7	0.12	2.02	0.98	0.98	430	63.70
		2.090-2.110	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	6.75	0.233	1.7	0.12	2.05	0.95	0.95	417	61.78
65	21/05/2022	2.480		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	6.75	0.187	1.7	0.10	1.99	1.02	1.02	438	64.89
		2.110-2.130	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	6.75	0.167	1.7	0.10	1.97	1.03	1.03	417	61.78
66	23/05/2022	2.500		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.75		0.08	0.83	1.17	1.17	535	76.43
		2.130-2.150	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7		0.08	0.78	1.22	1.22	493	70.43
67	24/05/2022	2.520		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.61		0.17	0.78	1.22	1.22	670	95.71
		1.140-1.160	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7		0.17	0.87	1.13	1.13	650	92.86

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

68	25/05/2022	2.530		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7			0.12	0.82	1.18			1.18	680	97.14
		1.160-1.170	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.75			0.12	0.87	1.13			1.13	645	92.14
69	26/05/2022	2.540	Falta maquinaria debe colocarse otra excavadora	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7		0.67	0.15	1.52	0.10	0.38		0.48	676	96.57
		1.170-1.190	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.68			0.15	0.83	1.17			1.17	651	93.00
70	27/05/2022	2.540		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7			0.12	0.82	1.18			1.18	674	96.29
		1.190-1.210	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.73			0.12	0.85	1.15			1.15	640	91.43
71	28/05/2022	2.610		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7			0.15	0.85	1.15			1.15	676	96.57
		1.210-1.230	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.72			0.15	0.87	1.13			1.13	652	93.14
72	30/05/2022	2.680	Falta maquinaria debe colocarse otra excavadora	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7		0.03	0.08	0.81	0.70	0.49		1.19	676	96.57
		1.230-1.250	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7			0.08	0.78	1.22			1.22	651	93.00
73	31/05/2022	2.690	Tractor oruga D6T descompuesto	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.65			0.13	0.78	0.57		0.65	1.22	677	96.71
		1.250-1.270	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7			0.13	0.83	1.17			1.17	643	91.86
74	1/06/2022	2.700		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7			0.12	0.82	1.18			1.18	677	96.71

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		1.270-1.300	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.75			0.12	0.87	1.13			1.13	649	92.71
75	2/06/2022	2.700	Falta maquinaria debe colocarse otra excavadora	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.48		0.12	0.10	0.70	0.65	0.65		1.30	689	98.43
		1.300-1.310	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7			0.10	0.80	1.20			1.20	658	94.00
76	3/06/2022	2.720	Se utiliza compresora para las explanaciones	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	6.75	0.05	1.7		0.15	1.90	0.48	0.62		1.10	573	84.89
		1.310-1.320	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	6.75	0.13	1.7		0.15	1.98	1.02			1.02	543	80.44
77	4/06/2022	2.740	Derrumbe 2+540 a 2+650	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	7.00		2.2	0.1	0.10	2.40	1.10			1.10	982	140.29
		0.300-0.360	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	10.50	7.00		2.2		0.10	2.30	1.20			1.20	873	124.71
78	6/06/2022	2.760	Derrumbe 2+540 a 2+650	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	6.75		1.7	0.15	0.15	2.00	1.00			1.00	1198	177.48
		0.360-0.420	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	6.75		1.7		0.15	1.85	1.15			1.15	1133	167.85
79	7/06/2022	2.770	Eliminación de derrumbe por la mañana por la tarde se continuaron las excavaciones	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	6.75		1.7	0.1	0.10	1.90	0.80		0.3	1.10	1214	179.85
		0.420-0.480	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	6.75		1.7		0.10	1.80	1.20			1.20	1127	166.96
80	8/06/2022	2.780	Por la tarde llevo otra	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	6.75		1.7		0.12	1.82	0.75		0.43	1.18	1220	180.74

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			excavadora y un volquete																			
		0.480-0.540	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	6.75	1.7	0.03	0.12	1.85	1.15			1.15	1117	165.48	
		0.780-0.860	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	6.75	1.7	0.08	0.12	1.90	1.10			1.10	1009	149.48	
81	9/06/2022	2.840		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	6.75	1.7	0.05	0.15	1.90	1.10			1.10	1212	179.56	
		0.540-0.600	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	6.75	1.7		0.15	1.85	0.90		0.25	1.15	1121	166.07	
		0.860-0.920	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	6.75	1.7	0.15	0.15	2.00	1.00			1.00	1020	151.11	
82	10/06/2022	2.900	Derrumbes 2+780	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	6.75	1.7	0.06	0.13	1.89	1.11			1.11	1219	180.59	
		0.600-0.660	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	6.75	1.7		0.13	1.83	0.90		0.27	1.17	1121	166.07	
		0.920-1020	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	6.75	1.7	0.13	0.13	1.96	1.04			1.04	1013	150.07	
83	11/06/2022	2.960		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.10	1.2		0.17	1.47	1.03		1.03	606	83.59	
		2.225-2.250	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.15	1.2		0.17	1.52	0.98		0.98	578	79.72	
		2.250-2.270	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.05	1.2		0.17	1.42	1.08		1.08	536	73.93	
84	13/06/2022	3.000	Problemas sociales, dueño no permite la	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.150	1.2		0.13	1.48	1.02		1.02	476	65.66	

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			eliminación de material rocoso																		
		2.410-2.430	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.217	1.2	0.13	1.55	0.95		0.95	458	63.17	
		2.270-2.280	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.233	1.2	0.13	1.57	0.93		0.93	430	59.31	
85	14/06/2022	3.050		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.233	1.2	0.08	1.51	0.98		0.98	475	65.52	
		2.430-2.440	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.283	1.2	0.08	1.56	0.93		0.93	446	61.52	
		2.280-2.290	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.217	1.2	0.08	1.50	1.00		1.00	428	59.03	
86	15/06/2022	3.060	No se puede trasladar combustible ni personal a obra por las pistas que están haciendo por lo cual se suspenderá la obra a partir del 16/06/2022	Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	4.75	0.880	1.2	0.17	2.25	1.80	0.95		2.75	313	65.89
		2.440-2.450	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	4.75	0.920	1.2	0.17	2.29	1.89	0.82	2.71	305	64.21	
		2.350-2.360	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	9.75	4.75	1.340	1.2	0.32	0.17	3.03	1.97	1.97	290	61.05	
87	16/06/2022	3.070	Suspensión de obra	Lluvia torrencial	Roca fija	1	DBA	12	5	10.50	5.50	0.35	3.7	0.12	4.17	0.83		0.83	300	54.55	
		2.450-2.470	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Roca fija	2	MHT	7	6	10.50	5.50	0.37	3.7	0.12	4.18	0.82		0.82	288	52.36	

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		2.360-2.370	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Roca fija	3	HLH	4	8	10.50	5.50	0.38	3.7		0.12	4.20	0.30		0.500	0.80	275	50.00
88	1/07/2022	3.080	Reinicio del plazo de ejecución de obra	Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.68			0.15	0.83	1.17			1.17	538	76.86
		2.470-2.480	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7			0.15	0.85	1.15			1.15	495	70.71
		2.370-2.390	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.00	0.73			0.15	0.88	1.12			1.12	475	67.86
89	2/07/2022	3.090		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.7			0.12	0.82	1.18			1.18	530	75.71
		2.480-2.500	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.73			0.12	0.85	1.15			1.15	502	71.71
		2.390-2.400	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.00	0.75			0.12	0.87	1.13			1.13	475	67.86
90	4/07/2022	3.100		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.67			0.15	0.82	1.18			1.18	540	77.14
		2.500-2.520	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.75			0.15	0.90	1.10			1.10	494	70.57
		2.400-2.410	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.00	0.7			0.15	0.85	1.15			1.15	489	69.86
91	5/07/2022	3.200	Solicitud de suspensión de obras por parte de los moradores de Susangate por fiestas	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.50	0.27			0.08	0.35	1.15			1.15	723	96.40
		2.290-2.300	corrección de cortes a nivel de	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.50	0.42			0.08	0.50	1.00			1.00	695	92.67

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			subrasante y lateralmente																			
		2.370-2.380	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.50	0.2			0.08	0.28	1.22			1.22	635	84.67
92	9/07/2022	3.400	Inconsistencias en el ET respecto a la eliminación de material	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.50	0.2			0.17	0.37	1.13			1.13	726	96.80
		2.300-2.310	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.50	0.16			0.17	0.33	1.17			1.17	700	93.33
		2.380-2.390	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.50	0.18			0.17	0.35	1.15			1.15	629	83.87
93	11/07/2022	3.600		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.50	0.2			0.12	0.32	1.18			1.18	725	96.67
		2.310-2.315	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.50	0.25			0.12	0.37	1.13			1.13	684	91.20
		2.390-2.400	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.50	0.38			0.12	0.50	1.00			1.00	633	84.40
94	12/07/2022	3.800		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.00			0.14	0.13	0.27	1.73			1.73	1487	212.43
		2.315-2.330	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00				0.13	0.13	1.87			1.87	1380	197.14
		2.200-2.205	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.00			0.02	0.13	0.15	1.85			1.85	1275	182.14
95	13/07/2022	3.900	Falta cargador frontal	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.55		0.9	0.05	0.12	1.07	0.47	0.67		1.14	1229	162.78
		2.205-2.210	corrección de cortes a nivel de	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.55		0.9		0.12	1.02	1.18			1.18	1145	151.66

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			subrasante y lateralmente																					
96	14/07/2022	4.000	Excavadora realizando trabajos de eliminación de material producto del derrumbe producido en el km 2+650	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7		9.75	7.55		0.9	0.04	0.15	1.09	1.11				1.11		1252	165.83
		2.210-2.215	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4		9.75	7.55		0.9		0.15	1.05	1.15				1.15		1121	148.48
97	15/07/2022	4.150		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12		9.75	7.55		0.9	0.01	0.12	1.03	1.17				1.17		1353	179.21
		2.330-2.340	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7		9.75	7.55		0.9		0.12	1.02	1.18				1.18		1257	166.49
		2.215-2.220	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4		9.75	7.55		0.9	0.06	0.12	1.08	1.12				1.12		1127	149.27
98	16/07/2022	4.200		Soleado	Material suelto	1	DBA	12		9.00	7.00				0.13	0.13	1.87				1.87		1487	212.43
		2.340-2.350	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7		9.00	7.00			0.08	0.13	0.21	1.79				1.79		1390	198.57
		2.220-2.225	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4		9.00	7.00			0.1	0.13	0.23	1.77				1.77		1270	181.43
99	18/07/2022	4.300		Soleado	Material suelto	1	DBA	12		9.00	7.00				0.10	0.10	1.90				1.90		1467	209.57
		2.745-2.750	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7		9.00	7.00			0.03	0.10	0.13	1.87				1.87		1384	197.71
		2.225-2.230	corrección de cortes a nivel de	Soleado	Material suelto	3	HLH	4		9.00	7.00			0.09	0.10	0.19	1.81				1.81		1275	182.14

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			subrasante y lateralmente																			
100	19/07/2022	4.350		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.00				0.15	0.15	1.85			1.85	1465	209.29
		2.750-2.755	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00			0.11	0.15	0.26	1.74			1.74	1386	198.00
		2.230-2.235	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.00			0.13	0.15	0.28	0.92	0.8		1.72	1270	181.43
101	20/07/2022	4.450		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.00				0.10	0.10	1.90			1.90	1493	213.29
		2.755-2.780	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00			0.07	0.10	0.17	1.83			1.83	1377	196.71
		2.235-2.240	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.00			0.05	0.10	0.15	1.85			1.85	1280	182.86
102	21/07/2022	4.550		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.55		0.9		0.17	1.07	1.13			1.13	1348	178.54
		2.780-2.785	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.55		0.9	0.05	0.17	1.12	1.08			1.08	1230	162.91
		2.240-2.245	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.55		0.9	0.09	0.17	1.16	1.04			1.04	1140	150.99
103	22/07/2022	4.560	Oposición de moradores al trabajo	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.55		0.9	0.01	0.13	1.04	1.16			1.16	1326	175.63
		2.785-2.790	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.55		0.9		0.13	1.03	1.17			1.17	1232	163.18
		2.245-2.250	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.55		0.9	0.06	0.13	1.09	1.11			1.11	1144	151.52

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

104	23/07/2022	4.570		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.55		0.9	0.12	0.15	1.17	1.03			1.03	1358	179.87	
		2.790-2.795	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.55		0.9	0.05	0.15	1.10	0.32	0.78			1.10	1257	166.49
		2.250-2.255	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.55		0.9		0.15	1.05	1.15				1.15	1154	152.85
105	25/07/2022	4.580		Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	5.50		3.7	0.04	0.13	3.87	1.13				1.13	757	137.64
		2.795-7.800	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	10.50	5.50		3.7	0.09	0.13	3.92	1.08				1.08	684	124.36
		2.255-2.260	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	10.50	5.50		3.7		0.13	3.83	0.65		0.517		1.17	630	114.55
106	26/07/2022	4.600	Derrumbes producidos por lluvia	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	5.50		3.7	0.13	0.10	3.93	1.07				1.07	752	136.73
		2.800-2.805	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	10.50	5.50		3.7		0.10	3.80	1.20				1.20	666	121.09
		2.260-2.265	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	10.50	5.50		3.7	0.2	0.10	4.00	0.27		0.733		1.00	624	113.45
107	27/07/2022	4.650	Suspensión de obra	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	5.50		3.7		0.17	3.87	1.13				1.13	744	135.27
		2.805-2.810	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	10.50	5.50		3.7	0.05	0.17	3.92	1.08				1.08	686	124.73
		2.265-2.270	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	10.50	5.50		3.7	0.07	0.17	3.94	0.28		0.783		1.06	638	116.00
108	16/08/2022	4.700	Levantamiento de la	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20			0.17	0.12	0.29	1.51				1.51	1507	209.31

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			suspensión de obra																			
		2.810-2.815	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00			0.13	0.12	0.25	1.75			1.75	1377	196.71
		2.270-2.275	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.00			0.12	0.12	1.88			1.88	1285	183.57	
109	17/08/2022	4.750		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	8.20			0.18	0.17	0.35	0.45			0.45	1722	210.00
		2.815-2.820	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	8.20			0.1	0.17	0.27	0.53			0.53	1594	194.39
		2.275-2.280	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	8.20			0.17	0.17	0.63			0.63	1472	179.51	
110	18/08/2022	4.850		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.65		0.8	0.04	0.08	0.92	1.18			1.18	1375	179.74
		2.820-2.825	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.65		0.8		0.08	0.88	1.22			1.22	1245	162.75
		0.330-0.335	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.65		0.8	0.09	0.08	0.97	1.13			1.13	1141	149.15
111	19/08/2022	4.950		Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	7.00		2.2	0.11	0.15	2.46	1.04			1.04	990	141.43
		2.825-2.830	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	10.50	7.00		2.2		0.15	2.35	0.75	0.4		1.15	865	123.57
		0.335-0.340	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	10.50	7.00		2.2	0.14	0.15	2.49	0.41		0.600	1.01	819	117.00
112	20/08/2022	5.050	Derrumbes en obra	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	7.00		2.2	0.03	0.12	2.35	1.15			1.15	959	137.00
		2.830-2.835	corrección de cortes a nivel de	Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	10.50	7.00		2.2	0.09	0.12	2.41	1.09			1.09	881	125.86

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			subrasante y lateralmente																			
		0.340-0.345	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	10.50	7.00		2.2	0.12	2.32	0.43		0.750	1.18	806	115.14	
113	22/08/2022	5.100		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2	0.17	1.37	1.13			1.13	1311	180.83	
		2.835-2.840	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.25		1.2	0.15	0.17	1.52	0.98		0.98		1193	164.55
		0.345-0.350	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.25		1.2	0.19	0.17	1.56	0.94		0.94		1088	150.07
114	23/08/2022	5.150		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.50			0.2	0.15	0.35	1.15		1.15	1593	212.40	
		2.840-2.850	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.50			0.14	0.15	0.29	1.21		1.21		1471	196.13
		0.740-2.745	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.50			0.15	0.15	1.35			1.35		1355	180.67
115	24/08/2022	5.180		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.50	0.3		0.10	0.40	1.10			1.10	719	95.87	
		2.280-2.290	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.50	0.2		0.10	0.30	1.20			1.20		685	91.33
		2.330-2.340	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.50	0.4		0.10	0.50	1.00			1.00		638	85.07
116	25/08/2022	5.220		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.50	0.33		0.17	0.50	1.00			1.00	718	95.73	
		2.290-2.300	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.50	0.21		0.17	0.38	1.12			1.12		701	93.47
		2.340-2.350	corrección de cortes a nivel de	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.50	0.2		0.17	0.37	1.13			1.13		646	86.13

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			subrasante y lateralmente																			
117	26/08/2022	5.350		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.50	0.22			0.13	0.35	1.15			1.15	730	97.33
		2.300-2.310	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.50	0.25			0.13	0.38	1.12			1.12	695	92.67
		2.350-2.360	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.50	0.2			0.13	0.33	1.17			1.17	635	84.67
118	27/08/2022	5.500	Se utiliza excavadora y tractor orugas	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	6.95	0.10	1.5		0.08	1.68	1.12			1.12	590	84.89
		2.310-2.320	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	6.95	0.13	1.5		0.08	1.72	1.08			1.08	550	79.14
		2.360-2.370	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	6.95	0.10	1.5		0.08	1.68	1.12			1.12	517	74.39
119	29/08/2022	5.550		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	6.95	0.13	1.5		0.10	1.73	1.07			1.07	590	84.89
		2.320-2.330	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	6.95	0.10	1.5		0.17	1.77	1.03			1.03	563	81.01
		2.370-2.380	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	6.95	0.10	1.5	0.05	0.17	1.82	0.98			0.98	520	74.82
120	30/08/2022	5.600		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	6.95		1.5		0.08	1.58	0.80	0.42		1.22	1237	177.99
		2.840-2.900	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	6.95		1.5	0.15	0.08	1.73	1.07			1.07	1157	166.47
		2.900-2.930	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	6.95		1.5	0.19	0.08	1.77	1.03			1.03	1046	150.50

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

121	31/08/2022	5.620	Derrumbes en Km 4+760	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	6.95		1.5		0.12	1.62	1.18		1.18	1164	167.48
		2.930-2.960	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	6.95		1.5	0.05	0.12	1.67	1.13		1.13	1051	151.22
122	1/09/2022	5.650		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.60	0.18			0.17	0.35	1.05		1.05	700	92.11
		2.520-2.530	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.60	0.1			0.17	0.27	1.13		1.13	644	84.74
123	2/09/2022	5.680	Se utiliza excavadora y tractor orugas	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.60	0.19			0.15	0.34	1.06		1.06	533	70.13
		3.000-3.010	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.60	0.1			0.15	0.25	1.15		1.15	522	68.68
124	3/09/2022	5.750		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.60	0.1			0.08	0.18	1.22		1.22	562	73.95
		3.080-3.090	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.60	0.35			0.08	0.43	0.97		0.97	540	71.05
		3.010-3.020	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.60	0.19			0.08	0.27	1.13		1.13	505	66.45
125	5/09/2022	5.800		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.60	0.25			0.10	0.35	1.05		1.05	579	76.18
		3.090-3.100	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.60	0.1			0.10	0.20	1.20		1.20	527	69.34
		3.020-3.030	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.60	0.5			0.10	0.60	0.80		0.80	524	68.95
126	6/09/2022	5.850		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.40	0.47			0.13	0.60	1.00		1.00	552	74.59
		3.100-3.110	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.40	0.3			0.13	0.43	1.17		1.17	527	71.22

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		3.030-3.040	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.40	0.27			0.13	0.40	0.55	0.65	1.20	505	68.24	
127	7/09/2022	5.860		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.40	0.26			0.17	0.43	1.17		1.17	561	75.81	
		3.110-3.120	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.40	0.3			0.17	0.47	1.13			1.13	534	72.16
		3.040-3.050	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.40	0.38			0.17	0.55	1.05			1.05	504	68.11
128	8/09/2022	5.880		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.40	0.39			0.08	0.47	1.13			1.13	554	74.86
		3.120-3.130	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.40	0.3			0.08	0.38	1.22			1.22	516	69.73
		3.050-3.060	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.40	0.35			0.08	0.43	1.17			1.17	510	68.92
129	9/09/2022	5.900		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.40	0.3			0.10	0.40	1.20			1.20	555	75.00
		3.130-3.140	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.40	0.28			0.10	0.38	1.22			1.22	533	72.03
		3.060-3.070	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.40	0.32			0.10	0.42	1.18			1.18	501	67.70
130	10/09/2022	6.000		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.40	0.32			0.08	0.40	1.20			1.20	555	75.00
		3.140-3.150	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.40	0.3			0.08	0.38	1.22			1.22	516	69.73
		3.070-3.080	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.40	0.35			0.08	0.43	1.17			1.17	509	68.78
131	12/09/2022	6.100		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.5			0.17	0.67	1.13			1.13	687	95.42

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		2.530-2.540	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.48			0.17	0.65	1.15			1.15	656	91.11	
		2.580-2.600	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.45			0.17	0.62	1.18			1.18	621	86.25	
132	13/09/2022	6.150		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.5			0.08	0.58	1.22			1.22	688	95.56	
		2.540-2.550	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.55			0.08	0.63	0.52	0.65			1.17	669	92.92
		2.600-2.620	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.52			0.08	0.60	1.20			1.20	624	86.67	
133	14/09/2022	6.200		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.5			0.15	0.65	1.15			1.15	692	96.11	
		2.550-2.560	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.43			0.15	0.58	1.22			1.22	677	94.03	
		2.620-2.650	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.5			0.15	0.65	1.15			1.15	617	85.69	
134	15/09/2022	6.220		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.54			0.13	0.67	1.13			1.13	702	97.50	
		2.560-2.580	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.5			0.13	0.63	1.17			1.17	671	93.19	
		2.640-2.680	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.52			0.13	0.65	1.15			1.15	605	84.03	
135	16/09/2022	6.230		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20			0.12	0.10	0.22	1.58			1.58	1536	213.33	
		3.800-3.830	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.20			0.04	0.10	0.14	1.66			1.66	1416	196.67	

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		4.150-1.170	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.20				0.10	0.10	1.70			1.70	1318	183.06	
136	17/09/2022	6.240		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20				0.15	0.12	0.27	1.53			1.53	1498	208.06
		3.830-3.850	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.20				0.12	0.12	1.68			1.68	1432	198.89	
		4.170-4.200	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.20				0.11	0.12	0.23	1.57			1.57	1318	183.06
137	19/09/2022	6.250		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20				0.14	0.10	0.24	1.56			1.56	1536	213.33
		3.850-3.880	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.20				0.12	0.10	0.22	1.58			1.58	1402	194.72
		4.200-4.220	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.20				0.10	0.10	1.70			1.70	1312	182.22	
138	20/09/2022	6.320		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20				0.01	0.12	0.13	1.67			1.67	1497	207.92
		3.880-3.900	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.20				0.12	0.12	1.68			1.68	1406	195.28	
		4.220-4.240	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.20				0.05	0.12	0.17	1.63			1.63	1302	180.83
139	21/09/2022	6.450		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20				0.08	0.17	0.25	1.55			1.55	1526	211.94
		3.900-3.920	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.20				0.06	0.17	0.23	1.57			1.57	1431	198.75
		4.240-4.270	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.20				0.17	0.17	1.63			1.63	1311	182.08	

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

140	22/09/2022	6.550		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20			0.19	0.10	0.29	1.51			1.51	1524	211.67
		3.920-3.950	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.20				0.10	0.10	1.70			1.70	1397	194.03
		4.270-4.300	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.20			0.15	0.10	0.25	1.55			1.55	1303	180.97
141	23/09/2022	6.600		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20			0.04	0.17	0.21	1.59			1.59	1528	212.22
		3.950-3.970	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.20			0.07	0.17	0.24	1.06	0.5		1.56	1433	199.03
		4.300-4.320	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.20				0.17	0.17	1.63			1.63	1308	181.67
142	24/09/2022	6.650		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20				0.10	0.10	1.70			1.70	1520	211.11
		3.970-4.000	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.20			0.11	0.10	0.21	1.59			1.59	1398	194.17
		4.320-4.350	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.20			0.23	0.10	0.33	1.47			1.47	1307	181.53
143	26/09/2022	6.700	Se encuentran trabajando 03 maquinarias	Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.55		0.9	0.05	0.17	1.12	1.08			1.08	1346	178.28
		4.000-4.020	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.55		0.9	0.03	0.17	1.10	1.10			1.10	1247	165.17
		4.350-4.370	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.55		0.9		0.17	1.07	1.13			1.13	1141	151.13
144	27/09/2022	6.720		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.00			0.14	0.13	0.27	1.73			1.73	1476	210.86

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		4.020-4.050	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00				0.13	0.13	1.87			1.87	1373	196.14	
		4.370-4.390	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.00			0.18	0.13	0.31	1.69			1.69	1274	182.00	
145	28/09/2022	6.800		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.00			0.15	0.15	0.30	1.70			1.70	1475	210.71	
		4.050-4.070	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00				0.15	0.15	1.85			1.85	1361	194.43	
		4.390-4.420	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.00			0.1	0.15	0.25	1.75			1.75	1270	181.43	
146	29/09/2022	6.900		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.00			0.06	0.12	0.18	1.82			1.82	1471	210.14	
		4.070-4.100	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00				0.12	0.12	1.88			1.88	1398	199.71	
		4.420-4.440	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.00			0.02	0.12	0.14	1.86			1.86	1276	182.29	
147	30/09/2022	6.980		Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.00			0.14	0.17	0.31	1.69			1.69	1469	209.86	
		4.100-4.120	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.00			0.08	0.17	0.25	1.75			1.75	1390	198.57	
		4.440-4.470	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.00				0.17	0.17	1.83			1.83	1280	182.86	
148	1/10/2022	7.000		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2	0.04	0.10	1.34	1.16			1.16	1284	177.10	
		4.120-4.150	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.25		1.2		0.10	1.30	0.71	0.49			1.20	1215	167.59

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		4.470-4.500	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.25		1.2	0.09	0.10	1.39	1.11			1.11	1080	148.97
149	3/10/2022	7.010		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.08	1.2		0.13	1.42	1.08			1.08	609	84.00
		2.680-2.700	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.15	1.2		0.13	1.48	1.02			1.02	578	79.72
		2.960-2.970	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.17	1.2		0.13	1.50	1.00			1.00	542	74.76
150	4/10/2022	7.015		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.10	1.2		0.12	1.42	1.08			1.08	607	83.72
		2.700-2.710	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.17	1.2		0.12	1.49	1.01			1.01	576	79.45
		2.970-2.980	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.13	1.2		0.12	1.45	1.05			1.05	543	74.90
151	5/10/2022	7.020	Oposición de los propietarios de terrenos en el Km 6+950	Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.08	1.2		0.10	1.38	1.12			1.12	605	83.45
		2.710-2.720	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.13	1.2		0.10	1.43	1.07			1.07	590	81.38
		2.980-2.990	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.15	1.2		0.10	1.45	1.05			1.05	548	75.59
152	6/10/2022	7.025		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.10	1.2		0.15	1.45	1.05			1.05	614	84.69
		2.720-2.740	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.08	1.2		0.15	1.43	1.07			1.07	588	81.10
		2.990-3.000	corrección de cortes a nivel de	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.15	1.2		0.15	1.50	1.00			1.00	538	74.21

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			subrasante y lateralmente																			
153	7/10/2022	7.050		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2	0.02	0.17	1.39	1.11			1.11	1277	176.14
		4.500-4.520	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.25		1.2	0.05	0.17	1.42	1.08			1.08	1216	167.72
		4.720-4.750	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.25		1.2		0.17	1.37	1.13			1.13	1082	149.24
154	8/10/2022	7.200		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2	0.01	0.13	1.34	1.16			1.16	1291	178.07
		4.520-4.550	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.25		1.2	0.08	0.13	1.41	1.09			1.09	1189	164.00
		4.750-4.770	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.25		1.2		0.13	1.33	1.17			1.17	1089	150.21
155	10/10/2022	7.300		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2	0.08	0.17	1.45	1.05			1.05	1305	180.00
		4.550-4.570	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.25		1.2		0.17	1.37	1.13			1.13	1186	163.59
		4.770-4.800	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.25		1.2	0.11	0.17	1.48	1.02			1.02	1103	152.14
156	11/10/2022	7.350		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2		0.15	1.35	1.15			1.15	1303	179.72
		4.570-4.600	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.25		1.2	0.1	0.15	1.45	1.05			1.05	1192	164.41
		4.800-4.830	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.25		1.2	0.03	0.15	1.38	1.12			1.12	1104	152.28
157	12/10/2022	7.500		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2		0.17	1.37	1.13			1.13	1305	180.00

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		4.600-4.640	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.25		1.2	0.02	0.17	1.39	0.69	0.42		1.11	1203	165.93
		4.830-4.850	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.25		1.2	0.06	0.17	1.43	1.07			1.07	1104	152.28
158	13/10/2022	7.550		Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	7.50		1.7		0.13	1.83	1.17			1.17	1041	138.80
		4.640-4.660	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	10.50	7.50		1.7	0.02	0.13	1.85	1.15			1.15	939	125.20
		4.850-4.880	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	10.50	7.50		1.7		0.13	1.83	0.59		0.583	1.17	886	118.13
159	14/10/2022	7.600	Suspensión de plazo por lluvias	Lluvia torrencial	Material suelto	1	DBA	12	5	10.50	7.50		1.7	0.07	0.17	1.94	1.06			1.06	1061	141.47
		4.660-4.690	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	2	MHT	7	6	10.50	7.50		1.7		0.17	1.87	1.13			1.13	936	124.80
		4.880-4.910	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Material suelto	3	HLH	4	8	10.50	7.50		1.7	0.02	0.17	1.89	0.51		0.600	1.11	868	115.73
160	1/12/2022	7.650	Levantamiento de la suspensión de obra	Soleado	Material suelto	1	DBA	12	5	9.00	7.20			0.15	0.15	0.30	1.50			1.50	1509	209.58
		4.690-4.720	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	2	MHT	7	6	9.00	7.20			0.09	0.15	0.24	1.56			1.56	1394	193.61
		4.910-4.950	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Material suelto	3	HLH	4	8	9.00	7.20				0.15	0.15	1.65			1.65	1315	182.64
161	2/12/2022	7.800	Aplicación de la metodología BIM	Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.40	0.32			0.08	0.40	1.20			1.20	714	96.49

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		3.200-3.240	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.40	0.3			0.08	0.38	1.22			1.22	691	93.38
		3.280-3.310	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.40	0.45			0.08	0.53	1.07			1.07	631	85.27
162	3/12/2022	8.200		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.40	0.3			0.13	0.43	1.17			1.17	720	97.30
		3.240-3.280	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.40	0.47			0.13	0.60	1.00			1.00	685	92.57
		3.310-3.350	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.40	0.5			0.13	0.63	0.97			0.97	625	84.46
163	5/12/2022	8.500		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	7.35	0.167	1.1		0.15	1.42	0.98			0.98	478	65.03
		5.680-5.690	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	7.35	0.250	1.1		0.15	1.50	0.90			0.90	460	62.59
		5.730-5.740	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	9.75	7.35	0.200	1.1		0.15	1.45	0.95			0.95	431	58.64
164	6/12/2022	8.700		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	7.35	0.280	1.1		0.12	1.50	0.90			0.90	466	63.40
		5.690-5.710	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	7.35	0.250	1.1		0.12	1.47	0.93			0.93	464	63.13
		5.740-5.750	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	9.75	7.35	0.233	1.1		0.12	1.45	0.95			0.95	431	58.64
165	7/12/2022	9.000		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	7.35	0.200	1.1		0.13	1.43	0.97			0.97	470	63.95
		5.710-5.730	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	7.35	0.250	1.1		0.13	1.48	0.92			0.92	449	61.09

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		5.750-5.780	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	9.75	7.35	0.167	1.1	0.13	1.40	1.00	1.00	435	59.18	
166	8/12/2022	9.050		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.56		0.12	0.68	1.12	1.12	690	95.83	
		5.180-5.200	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.5		0.12	0.62	0.73	0.45	1.18	658	91.39
		3.600-3.620	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.7		0.12	0.82	0.98		0.98	617	85.69
167	9/12/2022	9.100		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.85		0.10	0.95	1.05		1.05	681	97.29
		5.200-5.220	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7		0.10	0.80	1.20		1.20	640	91.43
		3.620-3.640	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.00	1		0.10	1.10	0.90		0.90	607	86.71
168	10/12/2022	9.150		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.88		0.12	1.00	1.00		1.00	672	96.00
		5.220-5.240	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7		0.12	0.82	1.18		1.18	647	92.43
		3.640-3.660	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.00	1.03		0.12	1.15	0.85		0.85	599	85.57
169	12/12/2022	9.200		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.92		0.08	1.00	1.00		1.00	682	97.43
		5.240-5.260	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7		0.08	0.78	1.22		1.22	644	92.00
		3.660-3.680	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.00	0.94		0.08	1.02	0.98		0.98	596	85.14

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

170	13/12/2022	9.250		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.75			0.15	0.90	1.10			1.10	684	97.71
		5.260-5.290	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7			0.15	0.85	1.15			1.15	640	91.43
		3.680-3.700	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.00	0.73			0.15	0.88	1.12			1.12	595	85.00
171	14/12/2022	9.300		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.35	0.15	1.1		0.08	1.33	1.07			1.07	611	83.13
		5.290-5.320	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.35	0.12	1.1		0.08	1.30	1.10			1.10	591	80.41
		3.700-3.720	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.35	0.13	1.1		0.08	1.31	1.09			1.09	551	74.97
172	15/12/2022	9.32		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.35	0.17	1.1		0.15	1.42	0.98			0.98	627	85.31
		5.320-5.350	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.35	0.12	1.1		0.15	1.37	1.03			1.03	597	81.22
		3.720-3.740	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.35	0.15	1.1		0.15	1.40	1.00			1.00	545	74.15
173	16/12/2022	9.33	Fuertes lluvias han ocasionado que se produzca deslizamiento de la plataforma en la progresiva comprendida entre el Km 4+900 al Km 4+960	Lluvia torrencial	Roca suelta	2	MHT	7	6	10.50	7.50	0.400	1.7		0.15	2.25	0.75			0.75	508	67.73
		3.740-.3770	corrección de cortes a nivel de	Lluvia torrencial	Roca suelta	3	HLH	4	8	10.50	7.50	0.250	1.7		0.15	2.10	0.22		0.683	0.90	490	65.33

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			subrasante y lateralmente																			
174	17/12/2022	9.35		Lluvia torrencial	Roca suelta	2	MHT	7	6	10.50	7.50	0.317	1.7		0.12	2.13	0.87		0.87	508	67.73	
		3.770-3.800	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Roca suelta	3	HLH	4	8	10.50	7.50	0.333	1.7		0.12	2.15	0.15		0.700	0.85	492	65.60
175	19/12/2022	9.36		Lluvia torrencial	Roca fija	1	DBA	7	6	10.50	7.50	0.42	1.7		0.15	2.27	0.73		0.73	403	53.73	
		5.830-5.850	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia torrencial	Roca fija	3	HLH	4	8	10.50	7.50	0.37	1.7		0.15	2.22	0.20		0.583	0.78	385	51.33
176	20/12/2022			Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.72			0.08	0.80	0.65	0.55		1.20	538	76.86
		5.800-5.830	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7			0.08	0.78	1.22			1.22	497	71.00
		5.850-5.860	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.00	0.87			0.08	0.95	1.05			1.05	485	69.29
177	21/12/2022			Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.85			0.12	0.97	1.03			1.03	676	96.57
		5.350-5.380	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.7			0.12	0.82	1.18			1.18	654	93.43
		5.420-5.450	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.00	0.88			0.12	1.00	1.00			1.00	597	85.29
178	22/12/2022			Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.00	0.75			0.13	0.88	1.12			1.12	679	97.00
		5.380-5.420	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.78			0.13	0.91	1.09			1.09	648	92.57
		5.450-5.500	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.00	0.7			0.13	0.83	1.17			1.17	607	86.71

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

179	23/12/2022			Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.25		1.2	0.02	0.08	1.30	1.20			1.20	1307	180.28
		4.950-4.980	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.25		1.2	0.05	0.08	1.33	1.17			1.17	1205	166.21
		4.980-5.000	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.25		1.2		0.08	1.28	1.22			1.22	1100	151.72
180	24/12/2022		Derrumbes en la obra	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.35		1.1		0.15	1.25	1.15			1.15	1225	166.67
		5.000-5.050	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.35		1.1	0.09	0.15	1.34	1.06			1.06	1116	151.84
181	26/12/2022	9.520		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.35	0.08	1.1		0.08	1.27	1.13			1.13	594	80.82
		5.500-5.520	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.35	0.13	1.1		0.08	1.31	1.09			1.09	561	76.33
182	27/12/2022	9.550		Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.00	0.85			0.15	1.00	1.00			1.00	656	93.71
		5.520-5.550	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.00	0.7			0.15	0.85	1.15			1.15	610	87.14
183	28/12/2022	9.560		Lluvia leve	Roca fija	1	DBA	12	5	9.75	7.55	0.280	0.9		0.12	1.30	0.90			0.90	478	63.31
		5.860-5.870	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	2	MHT	7	6	9.75	7.55	0.250	0.9		0.12	1.27	0.93			0.93	472	62.52
		5.930-5.950	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca fija	3	HLH	4	8	9.75	7.55	0.183	0.9		0.12	1.20	1.00			1.00	454	60.13
184	29/12/2022	9.580		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.55			0.10	0.65	0.50	0.65		1.15	543	75.42
		5.870-5.880	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.67			0.10	0.77	1.03			1.03	517	71.81

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		5.950-5.960	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.5			0.10	0.60	1.20			1.20	488	67.78
185	30/12/2022	9.610		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.79			0.12	0.91	0.89			0.89	542	75.28
		5.880-5.900	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.56			0.12	0.68	1.12			1.12	508	70.56
		5.960-5.970	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.5			0.12	0.62	1.18			1.18	482	66.94
186	31/12/2022	9.640		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.51			0.15	0.66	1.14			1.14	547	75.97
		5.900-5.910	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.5			0.15	0.65	1.15			1.15	502	69.72
		5.970-5.980	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.63			0.15	0.78	1.02			1.02	499	69.31
187	2/01/2023	9.670		Soleado	Roca fija	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.54			0.13	0.67	1.13			1.13	549	76.25
		5.910-5.930	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.8			0.13	0.93	0.87			0.87	505	70.14
		5.980-6.000	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca fija	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.5			0.13	0.63	1.17			1.17	501	69.58
188	3/01/2023	9.700		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.52			0.17	0.69	1.11			1.11	707	98.19
		7.010-7.040	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.63			0.17	0.80	1.00			1.00	662	91.94
		7.800-7.830	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.5			0.17	0.67	1.13			1.13	606	84.17

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

189	4/01/2023	9.730		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.20	0.76			0.08	0.84	0.96			0.96	694	96.39
		7.040-7.070	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.20	0.84			0.08	0.92	0.88			0.88	662	91.94
		7.830-7.850	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.20	0.5			0.08	0.58	1.22			1.22	623	86.53
190	5/01/2023	9.760		Soleado	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.00	7.40	0.35			0.13	0.48	1.12			1.12	725	97.97
		7.070-7.100	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.00	7.40	0.48			0.13	0.61	0.99			0.99	676	91.35
		7.850-7.890	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Soleado	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.00	7.40	0.3			0.13	0.43	1.17			1.17	630	85.14
191	6/01/2023	9.790		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.55	0.08	0.9		0.17	1.15	1.05			1.05	644	85.30
		7.100-7.140	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.55	0.10	0.9		0.17	1.17	1.03			1.03	608	80.53
		7.890-7.920	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.55	0.17	0.9		0.17	1.23	0.97			0.97	573	75.89
192	7/01/2023	9.820		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.12	1.2		0.12	1.44	1.06			1.06	606	83.59
		7.140-7.170	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.12	1.2		0.12	1.43	1.07			1.07	584	80.55
		7.920-7.950	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.10	1.2		0.12	1.42	1.08			1.08	548	75.59
193	9/01/2023	9.850	Derrumbes en la obra	Lluvia torrencial	Roca suelta	2	MHT	7	6	10.50	6.50	0.250	2.7		0.17	3.12	0.88			0.88	435	66.92
		7.950-7.970	corrección de cortes a nivel de	Lluvia torrencial	Roca suelta	3	HLH	4	8	10.50	6.50	0.263	2.7		0.17	3.13	0.08		0.783	0.87	420	64.62

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

			subrasante y lateralmente																			
194	10/01/2023	9.860		Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.08	1.2		0.10	1.38	1.12			1.12	585	80.69
		7.970-8.000	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.12	1.2		0.10	1.42	1.08			1.08	540	74.48
195	11/01/2023	9.870		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.10	1.2		0.15	1.45	1.05			1.05	608	83.86
		8.100-8.130	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.13	1.2		0.15	1.48	1.02			1.02	591	81.52
		8.000-8.030	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.15	1.2		0.15	1.50	1.00			1.00	549	75.72
196	12/01/2023	9.880		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.13	1.2		0.17	1.50	1.00			1.00	617	85.10
		8.130-8.170	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.28	1.2		0.17	1.65	0.85			0.85	591	81.52
		8.030-8.060	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.08	1.2		0.17	1.45	1.05			1.05	549	75.72
197	13/01/2023	9.890		Lluvia leve	Roca suelta	1	DBA	12	5	9.75	7.25	0.36	1.2		0.12	1.68	0.82			0.82	604	83.31
		8.170-8.200	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	2	MHT	7	6	9.75	7.25	0.12	1.2		0.12	1.43	1.07			1.07	575	79.31
		8.060-8.100	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Roca suelta	3	HLH	4	8	9.75	7.25	0.12	1.2		0.12	1.44	1.06			1.06	543	74.90
198	14/01/2023	9.920		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.35		1.1	0.05	0.15	1.30	1.10			1.10	1317	179.18
		5.050-5.090	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.35		1.1		0.15	1.25	1.15			1.15	1203	163.67

Tabla 55

Data control del trabajo en movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L 72

		5.600-5.620	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.35		1.1	0.08	0.15	1.33	1.07		1.07	1117	151.97
199	16/01/2023	9.950		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.35		1.1		0.08	1.18	0.70	0.52	1.22	1296	176.33
		5.090-5.130	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.35		1.1	0.1	0.08	1.28	1.12		1.12	1204	163.81
		5.620-5.640	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.35		1.1	0.15	0.08	1.33	1.07		1.07	1138	154.83
200	17/01/2023	9.980		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.35		1.1		0.13	1.23	1.17		1.17	1325	180.27
		5.130-5.160	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.35		1.1	0.13	0.13	1.36	1.04		1.04	1207	164.22
		5.640-5.660	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.35		1.1	0.09	0.13	1.32	1.08		1.08	1114	151.56
201	18/01/2023	10.000		Lluvia leve	Material suelto	1	DBA	12	5	9.75	7.35		1.1		0.15	1.25	1.15		1.15	1322	179.86
		5.160-5.180	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	2	MHT	7	6	9.75	7.35		1.1	0.06	0.15	1.31	1.09		1.09	1230	167.35
		5.660-5.680	corrección de cortes a nivel de subrasante y lateralmente	Lluvia leve	Material suelto	3	HLH	4	8	9.75	7.35		1.1	0.12	0.15	1.37	1.03		1.03	1119	152.24

**Anexo N° 7. Data del cálculo del control de la planificación para la excavación
con excavadora CAT 320 D2L 72**

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m ³)	Rendimiento (m ³ /hr)	Rendimiento (m ³ /día)	Rendimiento planificado (m ³ /h)	Rendimiento teórico (m ³ /h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
1	12/02/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	5.50	751	136.55	1092.36	205.11	210	66.57%	65.02%
2	14/02/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1532	212.78	1702.22	205.11	210	103.74%	101.32%
3	15/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1278	176.28	1410.21	205.11	210	85.94%	83.94%
4	16/02/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.30	1521	208.36	1666.85	205.11	210	101.58%	99.22%
5	17/02/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.50	1568	209.07	1672.53	205.11	210	101.93%	99.56%
6	18/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.55	1357	179.74	1437.88	205.11	210	87.63%	85.59%
7	19/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.35	1300	176.87	1414.97	205.11	210	86.23%	84.22%
8	21/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1291	178.07	1424.55	205.11	210	86.82%	84.79%
9	22/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1308	180.41	1443.31	205.11	210	87.96%	85.91%
10	23/02/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	7.00	978	139.71	1117.71	205.11	210	68.12%	66.53%
11	24/02/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	6.75	1211	179.41	1435.26	205.11	210	87.47%	85.43%
12	25/02/2022	Lluvia torrencial	Roca suelta	12	5	6.50	465	71.54	572.31	153.15	210	46.71%	34.07%
13	26/02/2022	Lluvia torrencial	Roca suelta	12	5	6.50	465	71.54	572.31	153.15	210	46.71%	34.07%
14	28/02/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.50	729	97.20	777.60	153.15	210	63.47%	46.29%
15	1/03/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.50	1551	206.80	1654.40	205.11	210	100.82%	98.48%
16	2/03/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1523	211.53	1692.22	205.11	210	103.13%	100.73%
17	3/03/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	5.50	761	138.36	1106.91	205.11	210	67.46%	65.89%
18	4/03/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.55	639	84.64	677.09	153.15	210	55.26%	40.30%
19	5/03/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.55	641	84.90	679.21	153.15	210	55.44%	40.43%
20	7/03/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.55	636	84.24	673.91	153.15	210	55.00%	40.11%
21	8/03/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.35	626	85.17	681.36	153.15	210	55.61%	40.56%
22	9/03/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.50	715	95.33	762.67	153.15	210	62.25%	45.40%
23	10/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	7.35	473	64.35	514.83	114.4	210	56.25%	30.64%
24	11/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	6.75	437	64.74	517.93	114.4	210	56.59%	30.83%
25	12/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	6.75	443	65.63	525.04	114.4	210	57.37%	31.25%
26	14/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	6.75	429	63.56	508.44	114.4	210	55.56%	30.26%
27	15/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	6.75	437	64.74	517.93	114.4	210	56.59%	30.83%
28	16/03/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	6.75	437	64.74	517.93	114.4	210	56.59%	30.83%
29	17/03/2022	Lluvia torrencial	Roca fija	12	5	7.00	390	55.71	445.71	114.4	210	48.70%	26.53%
30	11/04/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	689	98.43	787.43	153.15	210	64.27%	46.87%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento planificado (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	643	91.86	734.86	153.15	210	59.98%	43.74%
31	12/04/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	678	96.86	774.86	153.15	210	63.24%	46.12%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	654	93.43	747.43	153.15	210	61.00%	44.49%
32	13/04/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.00	525	75.00	600.00	114.4	210	65.56%	35.71%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.00	510	72.86	582.86	114.4	210	63.69%	34.69%
33	14/04/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.00	520	74.29	594.29	114.4	210	64.94%	35.37%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.00	510	72.86	582.86	114.4	210	63.69%	34.69%
34	15/04/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.00	525	75.00	600.00	114.4	210	65.56%	35.71%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.00	490	70.00	560.00	114.4	210	61.19%	33.33%
35	16/04/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.00	527	75.29	602.29	114.4	210	65.81%	35.85%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.00	490	70.00	560.00	114.4	210	61.19%	33.33%
36	18/04/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	6.55	422	64.43	515.42	114.4	210	56.32%	30.68%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	6.55	413	63.05	504.43	114.4	210	55.12%	30.03%
37	19/04/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	6.55	560	85.50	683.97	153.15	210	55.83%	40.71%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	6.55	526	80.31	642.44	153.15	210	52.44%	38.24%
38	20/04/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	6.75	576	85.33	682.67	153.15	210	55.72%	40.63%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	6.75	551	81.63	653.04	153.15	210	53.30%	38.87%
39	21/04/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.20	700	97.22	777.78	153.15	210	63.48%	46.30%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.20	657	91.25	730.00	153.15	210	59.58%	43.45%
40	22/04/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.20	695	96.53	772.22	153.15	210	63.03%	45.97%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.20	674	93.61	748.89	153.15	210	61.12%	44.58%
41	23/04/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.50	714	95.20	761.60	153.15	210	62.16%	45.33%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.50	695	92.67	741.33	153.15	210	60.51%	44.13%
42	25/04/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.40	713	96.35	770.81	153.15	210	62.91%	45.88%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.40	681	92.03	736.22	153.15	210	60.09%	43.82%
43	26/04/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.30	699	95.75	766.03	153.15	210	62.52%	45.60%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.30	664	90.96	727.67	153.15	210	59.39%	43.31%
44	27/04/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.20	535	74.31	594.44	114.4	210	64.95%	35.38%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.20	522	72.50	580.00	114.4	210	63.37%	34.52%
45	28/04/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.20	534	74.17	593.33	114.4	210	64.83%	35.32%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.20	508	70.56	564.44	114.4	210	61.67%	33.60%
46	29/04/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.20	689	95.69	765.56	153.15	210	62.48%	45.57%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.20	665	92.36	738.89	153.15	210	60.31%	43.98%
47	30/04/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	689	98.43	787.43	153.15	210	64.27%	46.87%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento planificado (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	656	93.71	749.71	153.15	210	61.19%	44.63%
48	2/05/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1496	213.71	1709.71	205.11	210	104.19%	101.77%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1369	195.57	1564.57	205.11	210	95.35%	93.13%
49	3/05/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1478	211.14	1689.14	205.11	210	102.94%	100.54%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1361	194.43	1555.43	205.11	210	94.79%	92.59%
50	4/05/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1470	210.00	1680.00	205.11	210	102.38%	100.00%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1383	197.57	1580.57	205.11	210	96.32%	94.08%
51	5/05/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.00	523	74.71	597.71	114.4	210	65.31%	35.58%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.00	498	71.14	569.14	114.4	210	62.19%	33.88%
52	6/05/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	611	84.28	674.21	153.15	210	55.03%	40.13%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	576	79.45	635.59	153.15	210	51.88%	37.83%
53	7/05/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	604	83.31	666.48	153.15	210	54.40%	39.67%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	575	79.31	634.48	153.15	210	51.79%	37.77%
54	9/05/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	6.50	905	139.23	1113.85	205.11	210	67.88%	66.30%
		Lluvia torrencial	Material suelto	7	6	6.50	815	125.38	1003.08	205.11	210	61.13%	59.71%
55	10/05/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	6.50	914	140.62	1124.92	205.11	210	68.56%	66.96%
		Lluvia torrencial	Material suelto	7	6	6.50	805	123.85	990.77	205.11	210	60.38%	58.97%
56	11/05/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.55	1327	175.76	1406.09	205.11	210	85.69%	83.70%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.55	1246	165.03	1320.26	205.11	210	80.46%	78.59%
57	12/05/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.55	636	84.24	673.91	153.15	210	55.00%	40.11%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.55	595	78.81	630.46	153.15	210	51.46%	37.53%
58	13/05/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.35	623	84.76	678.10	153.15	210	55.35%	40.36%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.35	591	80.41	643.27	153.15	210	52.50%	38.29%
59	14/05/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.35	619	84.22	673.74	153.15	210	54.99%	40.10%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.35	584	79.46	635.65	153.15	210	51.88%	37.84%
60	16/05/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	6.75	444	65.78	526.22	114.4	210	57.50%	31.32%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	6.75	427	63.26	506.07	114.4	210	55.30%	30.12%
61	17/05/2022	Lluvia torrencial	Roca fija	12	5	7.00	390	55.71	445.71	114.4	210	48.70%	26.53%
		Lluvia torrencial	Roca fija	7	6	7.00	374	53.43	427.43	114.4	210	46.70%	25.44%
62	18/05/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	7.25	476	65.66	525.24	114.4	210	57.39%	31.26%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	7.25	457	63.03	504.28	114.4	210	55.10%	30.02%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m ³)	Rendimiento (m ³ /hr)	Rendimiento (m ³ /día)	Rendimiento planificado (m ³ /h)	Rendimiento teórico (m ³ /h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
63	19/05/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	7.25	472	65.10	520.83	114.4	210	56.91%	31.00%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	7.25	452	62.34	498.76	114.4	210	54.50%	29.69%
64	20/05/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	6.75	430	63.70	509.63	114.4	210	55.69%	30.34%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	6.75	417	61.78	494.22	114.4	210	54.00%	29.42%
65	21/05/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	6.75	438	64.89	519.11	114.4	210	56.72%	30.90%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	6.75	417	61.78	494.22	114.4	210	54.00%	29.42%
66	23/05/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.00	535	76.43	611.43	114.4	210	66.81%	36.39%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.00	493	70.43	563.43	114.4	210	61.56%	33.54%
67	24/05/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	670	95.71	765.71	153.15	210	62.50%	45.58%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	650	92.86	742.86	153.15	210	60.63%	44.22%
68	25/05/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	680	97.14	777.14	153.15	210	63.43%	46.26%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	645	92.14	737.14	153.15	210	60.17%	43.88%
69	26/05/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	676	96.57	772.57	153.15	210	63.06%	45.99%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	651	93.00	744.00	153.15	210	60.72%	44.29%
70	27/05/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	674	96.29	770.29	153.15	210	62.87%	45.85%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	640	91.43	731.43	153.15	210	59.70%	43.54%
71	28/05/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	676	96.57	772.57	153.15	210	63.06%	45.99%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	652	93.14	745.14	153.15	210	60.82%	44.35%
72	30/05/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	676	96.57	772.57	153.15	210	63.06%	45.99%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	651	93.00	744.00	153.15	210	60.72%	44.29%
73	31/05/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	677	96.71	773.71	153.15	210	63.15%	46.05%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	643	91.86	734.86	153.15	210	59.98%	43.74%
74	1/06/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	677	96.71	773.71	153.15	210	63.15%	46.05%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	649	92.71	741.71	153.15	210	60.54%	44.15%
75	2/06/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	689	98.43	787.43	153.15	210	64.27%	46.87%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	658	94.00	752.00	153.15	210	61.38%	44.76%
76	3/06/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	6.75	573	84.89	679.11	153.15	210	55.43%	40.42%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	6.75	543	80.44	643.56	153.15	210	52.53%	38.31%
77	4/06/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	7.00	982	140.29	1122.29	205.11	210	68.40%	66.80%
		Lluvia torrencial	Material suelto	7	6	7.00	873	124.71	997.71	205.11	210	60.80%	59.39%
78	6/06/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	6.75	1198	177.48	1419.85	205.11	210	86.53%	84.51%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	6.75	1133	167.85	1342.81	205.11	210	81.84%	79.93%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento planificado (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
79	7/06/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	6.75	1214	179.85	1438.81	205.11	210	87.69%	85.64%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	6.75	1127	166.96	1335.70	205.11	210	81.40%	79.51%
80	8/06/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	6.75	1220	180.74	1445.93	205.11	210	88.12%	86.07%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	6.75	1117	165.48	1323.85	205.11	210	80.68%	78.80%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	6.75	1009	149.48	1195.85	205.11	210	72.88%	71.18%
81	9/06/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	6.75	1212	179.56	1436.44	205.11	210	87.54%	85.50%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	6.75	1121	166.07	1328.59	205.11	210	80.97%	79.08%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	6.75	1020	151.11	1208.89	205.11	210	73.67%	71.96%
82	10/06/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	6.75	1219	180.59	1444.74	205.11	210	88.05%	86.00%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	6.75	1121	166.07	1328.59	205.11	210	80.97%	79.08%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	6.75	1013	150.07	1200.59	205.11	210	73.17%	71.46%
83	11/06/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	606	83.59	668.69	153.15	210	54.58%	39.80%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	578	79.72	637.79	153.15	210	52.06%	37.96%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.25	536	73.93	591.45	153.15	210	48.27%	35.21%
84	13/06/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	7.25	476	65.66	525.24	114.4	210	57.39%	31.26%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	7.25	458	63.17	505.38	114.4	210	55.22%	30.08%
		Lluvia leve	Roca fija	4	8	7.25	430	59.31	474.48	114.4	210	51.84%	28.24%
85	14/06/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	7.25	475	65.52	524.14	114.4	210	57.27%	31.20%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	7.25	446	61.52	492.14	114.4	210	53.77%	29.29%
		Lluvia leve	Roca fija	4	8	7.25	428	59.03	472.28	114.4	210	51.60%	28.11%
86	15/06/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	4.75	313	65.89	527.16	114.4	210	57.60%	31.38%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	4.75	305	64.21	513.68	114.4	210	56.13%	30.58%
		Lluvia leve	Roca fija	4	8	4.75	290	61.05	488.42	114.4	210	53.37%	29.07%
87	16/06/2022	Lluvia torrencial	Roca fija	12	5	5.50	300	54.55	436.36	114.4	210	47.68%	25.97%
		Lluvia torrencial	Roca fija	7	6	5.50	288	52.36	418.91	114.4	210	45.77%	24.94%
		Lluvia torrencial	Roca fija	4	8	5.50	275	50.00	400.00	114.4	210	43.71%	23.81%
88	1/07/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.00	538	76.86	614.86	114.4	210	67.18%	36.60%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.00	495	70.71	565.71	114.4	210	61.81%	33.67%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.00	475	67.86	542.86	114.4	210	59.32%	32.31%
89	2/07/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.00	530	75.71	605.71	114.4	210	66.18%	36.05%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.00	502	71.71	573.71	114.4	210	62.69%	34.15%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.00	475	67.86	542.86	114.4	210	59.32%	32.31%
90	4/07/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.00	540	77.14	617.14	114.4	210	67.43%	36.73%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.00	494	70.57	564.57	114.4	210	61.69%	33.61%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.00	489	69.86	558.86	114.4	210	61.06%	33.27%
91	5/07/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.50	723	96.40	771.20	153.15	210	62.94%	45.90%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento planificado (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.50	695	92.67	741.33	153.15	210	60.51%	44.13%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.50	635	84.67	677.33	153.15	210	55.28%	40.32%
92	9/07/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.50	726	96.80	774.40	153.15	210	63.21%	46.10%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.50	700	93.33	746.67	153.15	210	60.94%	44.44%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.50	629	83.87	670.93	153.15	210	54.76%	39.94%
93	11/07/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.50	725	96.67	773.33	153.15	210	63.12%	46.03%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.50	684	91.20	729.60	153.15	210	59.55%	43.43%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.50	633	84.40	675.20	153.15	210	55.11%	40.19%
94	12/07/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1487	212.43	1699.43	205.11	210	103.57%	101.16%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1380	197.14	1577.14	205.11	210	96.12%	93.88%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.00	1275	182.14	1457.14	205.11	210	88.80%	86.73%
95	13/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.55	1229	162.78	1302.25	205.11	210	79.36%	77.51%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.55	1145	151.66	1213.25	205.11	210	73.94%	72.22%
96	14/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.55	1252	165.83	1326.62	205.11	210	80.85%	78.97%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.55	1121	148.48	1187.81	205.11	210	72.39%	70.70%
97	15/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.55	1353	179.21	1433.64	205.11	210	87.37%	85.34%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.55	1257	166.49	1331.92	205.11	210	81.17%	79.28%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.55	1127	149.27	1194.17	205.11	210	72.78%	71.08%
98	16/07/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1487	212.43	1699.43	205.11	210	103.57%	101.16%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1390	198.57	1588.57	205.11	210	96.81%	94.56%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.00	1270	181.43	1451.43	205.11	210	88.45%	86.39%
99	18/07/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1467	209.57	1676.57	205.11	210	102.18%	99.80%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1384	197.71	1581.71	205.11	210	96.39%	94.15%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.00	1275	182.14	1457.14	205.11	210	88.80%	86.73%
100	19/07/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1465	209.29	1674.29	205.11	210	102.04%	99.66%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1386	198.00	1584.00	205.11	210	96.53%	94.29%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.00	1270	181.43	1451.43	205.11	210	88.45%	86.39%
101	20/07/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1493	213.29	1706.29	205.11	210	103.99%	101.56%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento planificado (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1377	196.71	1573.71	205.11	210	95.91%	93.67%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.00	1280	182.86	1462.86	205.11	210	89.15%	87.07%
102	21/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.55	1348	178.54	1428.34	205.11	210	87.05%	85.02%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.55	1230	162.91	1303.31	205.11	210	79.43%	77.58%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.55	1140	150.99	1207.95	205.11	210	73.62%	71.90%
103	22/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.55	1326	175.63	1405.03	205.11	210	85.63%	83.63%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.55	1232	163.18	1305.43	205.11	210	79.56%	77.70%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.55	1144	151.52	1212.19	205.11	210	73.87%	72.15%
104	23/07/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.55	1358	179.87	1438.94	205.11	210	87.69%	85.65%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.55	1257	166.49	1331.92	205.11	210	81.17%	79.28%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.55	1154	152.85	1222.78	205.11	210	74.52%	72.78%
105	25/07/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	5.50	757	137.64	1101.09	205.11	210	67.10%	65.54%
		Lluvia torrencial	Material suelto	7	6	5.50	684	124.36	994.91	205.11	210	60.63%	59.22%
		Lluvia torrencial	Material suelto	4	8	5.50	630	114.55	916.36	205.11	210	55.85%	54.55%
106	26/07/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	5.50	752	136.73	1093.82	205.11	210	66.66%	65.11%
		Lluvia torrencial	Material suelto	7	6	5.50	666	121.09	968.73	205.11	210	59.04%	57.66%
		Lluvia torrencial	Material suelto	4	8	5.50	624	113.45	907.64	205.11	210	55.31%	54.03%
107	27/07/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	5.50	744	135.27	1082.18	205.11	210	65.95%	64.42%
		Lluvia torrencial	Material suelto	7	6	5.50	686	124.73	997.82	205.11	210	60.81%	59.39%
		Lluvia torrencial	Material suelto	4	8	5.50	638	116.00	928.00	205.11	210	56.56%	55.24%
108	16/08/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1507	209.31	1674.44	205.11	210	102.05%	99.67%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1377	196.71	1573.71	205.11	210	95.91%	93.67%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.00	1285	183.57	1468.57	205.11	210	89.50%	87.41%
109	17/08/2022	Soleado	Material suelto	12	5	8.20	1722	210.00	1680.00	205.11	210	102.38%	100.00%
		Soleado	Material suelto	7	6	8.20	1594	194.39	1555.12	205.11	210	94.77%	92.57%
		Soleado	Material suelto	4	8	8.20	1472	179.51	1436.10	205.11	210	87.52%	85.48%
110	18/08/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.65	1375	179.74	1437.91	205.11	210	87.63%	85.59%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.65	1245	162.75	1301.96	205.11	210	79.35%	77.50%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m ³)	Rendimiento (m ³ /hr)	Rendimiento (m ³ /día)	Rendimiento planificado (m ³ /h)	Rendimiento teórico (m ³ /h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.65	1141	149.15	1193.20	205.11	210	72.72%	71.02%
111	19/08/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	7.00	990	141.43	1131.43	205.11	210	68.95%	67.35%
		Lluvia torrencial	Material suelto	7	6	7.00	865	123.57	988.57	205.11	210	60.25%	58.84%
		Lluvia torrencial	Material suelto	4	8	7.00	819	117.00	936.00	205.11	210	57.04%	55.71%
112	20/08/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	7.00	959	137.00	1096.00	205.11	210	66.79%	65.24%
		Lluvia torrencial	Material suelto	7	6	7.00	881	125.86	1006.86	205.11	210	61.36%	59.93%
		Lluvia torrencial	Material suelto	4	8	7.00	806	115.14	921.14	205.11	210	56.14%	54.83%
113	22/08/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1311	180.83	1446.62	205.11	210	88.16%	86.11%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.25	1193	164.55	1316.41	205.11	210	80.23%	78.36%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.25	1088	150.07	1200.55	205.11	210	73.17%	71.46%
114	23/08/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.50	1593	212.40	1699.20	205.11	210	103.55%	101.14%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.50	1471	196.13	1569.07	205.11	210	95.62%	93.40%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.50	1355	180.67	1445.33	205.11	210	88.08%	86.03%
115	24/08/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.50	719	95.87	766.93	153.15	210	62.60%	45.65%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.50	685	91.33	730.67	153.15	210	59.64%	43.49%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.50	638	85.07	680.53	153.15	210	55.54%	40.51%
116	25/08/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.50	718	95.73	765.87	153.15	210	62.51%	45.59%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.50	701	93.47	747.73	153.15	210	61.03%	44.51%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.50	646	86.13	689.07	153.15	210	56.24%	41.02%
117	26/08/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.50	730	97.33	778.67	153.15	210	63.55%	46.35%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.50	695	92.67	741.33	153.15	210	60.51%	44.13%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.50	635	84.67	677.33	153.15	210	55.28%	40.32%
118	27/08/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	6.95	590	84.89	679.14	153.15	210	55.43%	40.42%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	6.95	550	79.14	633.09	153.15	210	51.67%	37.68%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	6.95	517	74.39	595.11	153.15	210	48.57%	35.42%
119	29/08/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	6.95	590	84.89	679.14	153.15	210	55.43%	40.42%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	6.95	563	81.01	648.06	153.15	210	52.89%	38.57%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	6.95	520	74.82	598.56	153.15	210	48.85%	35.63%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento planificado (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
120	30/08/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	6.95	1237	177.99	1423.88	205.11	210	86.78%	84.76%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	6.95	1157	166.47	1331.80	205.11	210	81.16%	79.27%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	6.95	1046	150.50	1204.03	205.11	210	73.38%	71.67%
121	31/08/2022	Lluvia leve	Material suelto	7	6	6.95	1164	167.48	1339.86	205.11	210	81.65%	79.75%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	6.95	1051	151.22	1209.78	205.11	210	73.73%	72.01%
122	1/09/2022	Soleado	Roca suelta	7	6	7.60	700	92.11	736.84	153.15	210	60.14%	43.86%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.60	644	84.74	677.89	153.15	210	55.33%	40.35%
123	2/09/2022	Soleado	Roca fija	7	6	7.60	533	70.13	561.05	114.4	210	61.30%	33.40%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.60	522	68.68	549.47	114.4	210	60.04%	32.71%
124	3/09/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.60	562	73.95	591.58	114.4	210	64.64%	35.21%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.60	540	71.05	568.42	114.4	210	62.11%	33.83%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.60	505	66.45	531.58	114.4	210	58.08%	31.64%
125	5/09/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.60	579	76.18	609.47	114.4	210	66.59%	36.28%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.60	527	69.34	554.74	114.4	210	60.61%	33.02%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.60	524	68.95	551.58	114.4	210	60.27%	32.83%
126	6/09/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.40	552	74.59	596.76	114.4	210	65.21%	35.52%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.40	527	71.22	569.73	114.4	210	62.25%	33.91%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.40	505	68.24	545.95	114.4	210	59.65%	32.50%
127	7/09/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.40	561	75.81	606.49	114.4	210	66.27%	36.10%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.40	534	72.16	577.30	114.4	210	63.08%	34.36%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.40	504	68.11	544.86	114.4	210	59.54%	32.43%
128	8/09/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.40	554	74.86	598.92	114.4	210	65.44%	35.65%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.40	516	69.73	557.84	114.4	210	60.95%	33.20%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.40	510	68.92	551.35	114.4	210	60.24%	32.82%
129	9/09/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.40	555	75.00	600.00	114.4	210	65.56%	35.71%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.40	533	72.03	576.22	114.4	210	62.96%	34.30%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.40	501	67.70	541.62	114.4	210	59.18%	32.24%
130	10/09/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.40	555	75.00	600.00	114.4	210	65.56%	35.71%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.40	516	69.73	557.84	114.4	210	60.95%	33.20%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.40	509	68.78	550.27	114.4	210	60.13%	32.75%
131	12/09/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.20	687	95.42	763.33	153.15	210	62.30%	45.44%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.20	656	91.11	728.89	153.15	210	59.49%	43.39%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.20	621	86.25	690.00	153.15	210	56.32%	41.07%
132	13/09/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.20	688	95.56	764.44	153.15	210	62.39%	45.50%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.20	669	92.92	743.33	153.15	210	60.67%	44.25%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.20	624	86.67	693.33	153.15	210	56.59%	41.27%
133	14/09/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.20	692	96.11	768.89	153.15	210	62.76%	45.77%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.20	677	94.03	752.22	153.15	210	61.40%	44.78%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento planificado (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.20	617	85.69	685.56	153.15	210	55.95%	40.81%
134	15/09/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.20	702	97.50	780.00	153.15	210	63.66%	46.43%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.20	671	93.19	745.56	153.15	210	60.85%	44.38%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.20	605	84.03	672.22	153.15	210	54.87%	40.01%
135	16/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1536	213.33	1706.67	205.11	210	104.01%	101.59%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.20	1416	196.67	1573.33	205.11	210	95.88%	93.65%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.20	1318	183.06	1464.44	205.11	210	89.25%	87.17%
136	17/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1498	208.06	1664.44	205.11	210	101.44%	99.07%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.20	1432	198.89	1591.11	205.11	210	96.97%	94.71%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.20	1318	183.06	1464.44	205.11	210	89.25%	87.17%
137	19/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1536	213.33	1706.67	205.11	210	104.01%	101.59%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.20	1402	194.72	1557.78	205.11	210	94.94%	92.72%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.20	1312	182.22	1457.78	205.11	210	88.84%	86.77%
138	20/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1497	207.92	1663.33	205.11	210	101.37%	99.01%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.20	1406	195.28	1562.22	205.11	210	95.21%	92.99%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.20	1302	180.83	1446.67	205.11	210	88.16%	86.11%
139	21/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1526	211.94	1695.56	205.11	210	103.33%	100.93%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.20	1431	198.75	1590.00	205.11	210	96.90%	94.64%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.20	1311	182.08	1456.67	205.11	210	88.77%	86.71%
140	22/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1524	211.67	1693.33	205.11	210	103.20%	100.79%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.20	1397	194.03	1552.22	205.11	210	94.60%	92.39%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.20	1303	180.97	1447.78	205.11	210	88.23%	86.18%
141	23/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1528	212.22	1697.78	205.11	210	103.47%	101.06%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.20	1433	199.03	1592.22	205.11	210	97.03%	94.78%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.20	1308	181.67	1453.33	205.11	210	88.57%	86.51%
142	24/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1520	211.11	1688.89	205.11	210	102.93%	100.53%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.20	1398	194.17	1553.33	205.11	210	94.66%	92.46%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.20	1307	181.53	1452.22	205.11	210	88.50%	86.44%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m ³)	Rendimiento (m ³ /hr)	Rendimiento (m ³ /día)	Rendimiento planificado (m ³ /h)	Rendimiento teórico (m ³ /h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
143	26/09/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.55	1346	178.28	1426.23	205.11	210	86.92%	84.89%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.55	1247	165.17	1321.32	205.11	210	80.53%	78.65%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.55	1141	151.13	1209.01	205.11	210	73.68%	71.96%
144	27/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1476	210.86	1686.86	205.11	210	102.80%	100.41%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1373	196.14	1569.14	205.11	210	95.63%	93.40%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.00	1274	182.00	1456.00	205.11	210	88.73%	86.67%
145	28/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1475	210.71	1685.71	205.11	210	102.73%	100.34%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1361	194.43	1555.43	205.11	210	94.79%	92.59%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.00	1270	181.43	1451.43	205.11	210	88.45%	86.39%
146	29/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1471	210.14	1681.14	205.11	210	102.45%	100.07%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1398	199.71	1597.71	205.11	210	97.37%	95.10%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.00	1276	182.29	1458.29	205.11	210	88.87%	86.80%
147	30/09/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.00	1469	209.86	1678.86	205.11	210	102.31%	99.93%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.00	1390	198.57	1588.57	205.11	210	96.81%	94.56%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.00	1280	182.86	1462.86	205.11	210	89.15%	87.07%
148	1/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1284	177.10	1416.83	205.11	210	86.35%	84.33%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.25	1215	167.59	1340.69	205.11	210	81.71%	79.80%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.25	1080	148.97	1191.72	205.11	210	72.63%	70.94%
149	3/10/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	609	84.00	672.00	153.15	210	54.85%	40.00%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	578	79.72	637.79	153.15	210	52.06%	37.96%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.25	542	74.76	598.07	153.15	210	48.81%	35.60%
150	4/10/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	607	83.72	669.79	153.15	210	54.67%	39.87%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	576	79.45	635.59	153.15	210	51.88%	37.83%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.25	543	74.90	599.17	153.15	210	48.90%	35.67%
151	5/10/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	605	83.45	667.59	153.15	210	54.49%	39.74%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	590	81.38	651.03	153.15	210	53.14%	38.75%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.25	548	75.59	604.69	153.15	210	49.35%	35.99%
152	6/10/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	614	84.69	677.52	153.15	210	55.30%	40.33%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m ³)	Rendimiento (m ³ /hr)	Rendimiento (m ³ /día)	Rendimiento planificado (m ³ /h)	Rendimiento teórico (m ³ /h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	588	81.10	648.83	153.15	210	52.96%	38.62%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.25	538	74.21	593.66	153.15	210	48.45%	35.34%
153	7/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1277	176.14	1409.10	205.11	210	85.87%	83.88%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.25	1216	167.72	1341.79	205.11	210	81.77%	79.87%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.25	1082	149.24	1193.93	205.11	210	72.76%	71.07%
154	8/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1291	178.07	1424.55	205.11	210	86.82%	84.79%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.25	1189	164.00	1312.00	205.11	210	79.96%	78.10%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.25	1089	150.21	1201.66	205.11	210	73.23%	71.53%
155	10/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1305	180.00	1440.00	205.11	210	87.76%	85.71%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.25	1186	163.59	1308.69	205.11	210	79.76%	77.90%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.25	1103	152.14	1217.10	205.11	210	74.17%	72.45%
156	11/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1303	179.72	1437.79	205.11	210	87.62%	85.58%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.25	1192	164.41	1315.31	205.11	210	80.16%	78.29%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.25	1104	152.28	1218.21	205.11	210	74.24%	72.51%
157	12/10/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1305	180.00	1440.00	205.11	210	87.76%	85.71%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.25	1203	165.93	1327.45	205.11	210	80.90%	79.01%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.25	1104	152.28	1218.21	205.11	210	74.24%	72.51%
158	13/10/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	7.50	1041	138.80	1110.40	205.11	210	67.67%	66.10%
		Lluvia torrencial	Material suelto	7	6	7.50	939	125.20	1001.60	205.11	210	61.04%	59.62%
		Lluvia torrencial	Material suelto	4	8	7.50	886	118.13	945.07	205.11	210	57.60%	56.25%
159	14/10/2022	Lluvia torrencial	Material suelto	12	5	7.50	1061	141.47	1131.73	205.11	210	68.97%	67.37%
		Lluvia torrencial	Material suelto	7	6	7.50	936	124.80	998.40	205.11	210	60.85%	59.43%
		Lluvia torrencial	Material suelto	4	8	7.50	868	115.73	925.87	205.11	210	56.43%	55.11%
160	1/12/2022	Soleado	Material suelto	12	5	7.20	1509	209.58	1676.67	205.11	210	102.18%	99.80%
		Soleado	Material suelto	7	6	7.20	1394	193.61	1548.89	205.11	210	94.39%	92.20%
		Soleado	Material suelto	4	8	7.20	1315	182.64	1461.11	205.11	210	89.04%	86.97%
161	2/12/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.40	714	96.49	771.89	153.15	210	63.00%	45.95%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.40	691	93.38	747.03	153.15	210	60.97%	44.47%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento planificado (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.40	631	85.27	682.16	153.15	210	55.68%	40.60%
162	3/12/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.40	720	97.30	778.38	153.15	210	63.53%	46.33%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.40	685	92.57	740.54	153.15	210	60.44%	44.08%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.40	625	84.46	675.68	153.15	210	55.15%	40.22%
163	5/12/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	7.35	478	65.03	520.27	114.4	210	56.85%	30.97%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	7.35	460	62.59	500.68	114.4	210	54.71%	29.80%
		Lluvia leve	Roca fija	4	8	7.35	431	58.64	469.12	114.4	210	51.26%	27.92%
164	6/12/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	7.35	466	63.40	507.21	114.4	210	55.42%	30.19%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	7.35	464	63.13	505.03	114.4	210	55.18%	30.06%
		Lluvia leve	Roca fija	4	8	7.35	431	58.64	469.12	114.4	210	51.26%	27.92%
165	7/12/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	7.35	470	63.95	511.56	114.4	210	55.90%	30.45%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	7.35	449	61.09	488.71	114.4	210	53.40%	29.09%
		Lluvia leve	Roca fija	4	8	7.35	435	59.18	473.47	114.4	210	51.73%	28.18%
166	8/12/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.20	690	95.83	766.67	153.15	210	62.57%	45.63%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.20	658	91.39	731.11	153.15	210	59.67%	43.52%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.20	617	85.69	685.56	153.15	210	55.95%	40.81%
167	9/12/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	681	97.29	778.29	153.15	210	63.52%	46.33%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	640	91.43	731.43	153.15	210	59.70%	43.54%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.00	607	86.71	693.71	153.15	210	56.62%	41.29%
168	10/12/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	672	96.00	768.00	153.15	210	62.68%	45.71%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	647	92.43	739.43	153.15	210	60.35%	44.01%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.00	599	85.57	684.57	153.15	210	55.87%	40.75%
169	12/12/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	682	97.43	779.43	153.15	210	63.62%	46.39%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	644	92.00	736.00	153.15	210	60.07%	43.81%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.00	596	85.14	681.14	153.15	210	55.59%	40.54%
170	13/12/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	684	97.71	781.71	153.15	210	63.80%	46.53%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	640	91.43	731.43	153.15	210	59.70%	43.54%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.00	595	85.00	680.00	153.15	210	55.50%	40.48%
171	14/12/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.35	611	83.13	665.03	153.15	210	54.28%	39.59%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.35	591	80.41	643.27	153.15	210	52.50%	38.29%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.35	551	74.97	599.73	153.15	210	48.95%	35.70%
172	15/12/2022	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.35	627	85.31	682.45	153.15	210	55.70%	40.62%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento planificado (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.35	597	81.22	649.80	153.15	210	53.04%	38.68%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.35	545	74.15	593.20	153.15	210	48.42%	35.31%
173	16/12/2022	Lluvia torrencial	Roca suelta	7	6	7.50	508	67.73	541.87	153.15	210	44.23%	32.25%
		Lluvia torrencial	Roca suelta	4	8	7.50	490	65.33	522.67	153.15	210	42.66%	31.11%
174	17/12/2022	Lluvia torrencial	Roca suelta	7	6	7.50	508	67.73	541.87	153.15	210	44.23%	32.25%
		Lluvia torrencial	Roca suelta	4	8	7.50	492	65.60	524.80	153.15	210	42.83%	31.24%
175	19/12/2022	Lluvia torrencial	Roca fija	7	6	7.50	403	53.73	429.87	114.4	210	46.97%	25.59%
		Lluvia torrencial	Roca fija	4	8	7.50	385	51.33	410.67	114.4	210	44.87%	24.44%
176	20/12/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.00	538	76.86	614.86	114.4	210	67.18%	36.60%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.00	497	71.00	568.00	114.4	210	62.06%	33.81%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.00	485	69.29	554.29	114.4	210	60.56%	32.99%
177	21/12/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	676	96.57	772.57	153.15	210	63.06%	45.99%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	654	93.43	747.43	153.15	210	61.00%	44.49%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.00	597	85.29	682.29	153.15	210	55.69%	40.61%
178	22/12/2022	Soleado	Roca suelta	12	5	7.00	679	97.00	776.00	153.15	210	63.34%	46.19%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	648	92.57	740.57	153.15	210	60.44%	44.08%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.00	607	86.71	693.71	153.15	210	56.62%	41.29%
179	23/12/2022	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.25	1307	180.28	1442.21	205.11	210	87.89%	85.85%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.25	1205	166.21	1329.66	205.11	210	81.03%	79.15%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.25	1100	151.72	1213.79	205.11	210	73.97%	72.25%
180	24/12/2022	Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.35	1225	166.67	1333.33	205.11	210	81.26%	79.37%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.35	1116	151.84	1214.69	205.11	210	74.03%	72.30%
181	26/12/2022	Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.35	594	80.82	646.53	153.15	210	52.77%	38.48%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.35	561	76.33	610.61	153.15	210	49.84%	36.35%
182	27/12/2022	Soleado	Roca suelta	7	6	7.00	656	93.71	749.71	153.15	210	61.19%	44.63%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.00	610	87.14	697.14	153.15	210	56.90%	41.50%
183	28/12/2022	Lluvia leve	Roca fija	12	5	7.55	478	63.31	506.49	114.4	210	55.34%	30.15%
		Lluvia leve	Roca fija	7	6	7.55	472	62.52	500.13	114.4	210	54.65%	29.77%
		Lluvia leve	Roca fija	4	8	7.55	454	60.13	481.06	114.4	210	52.56%	28.63%
184	29/12/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.20	543	75.42	603.33	114.4	210	65.92%	35.91%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.20	517	71.81	574.44	114.4	210	62.77%	34.19%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.20	488	67.78	542.22	114.4	210	59.25%	32.28%
185	30/12/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.20	542	75.28	602.22	114.4	210	65.80%	35.85%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

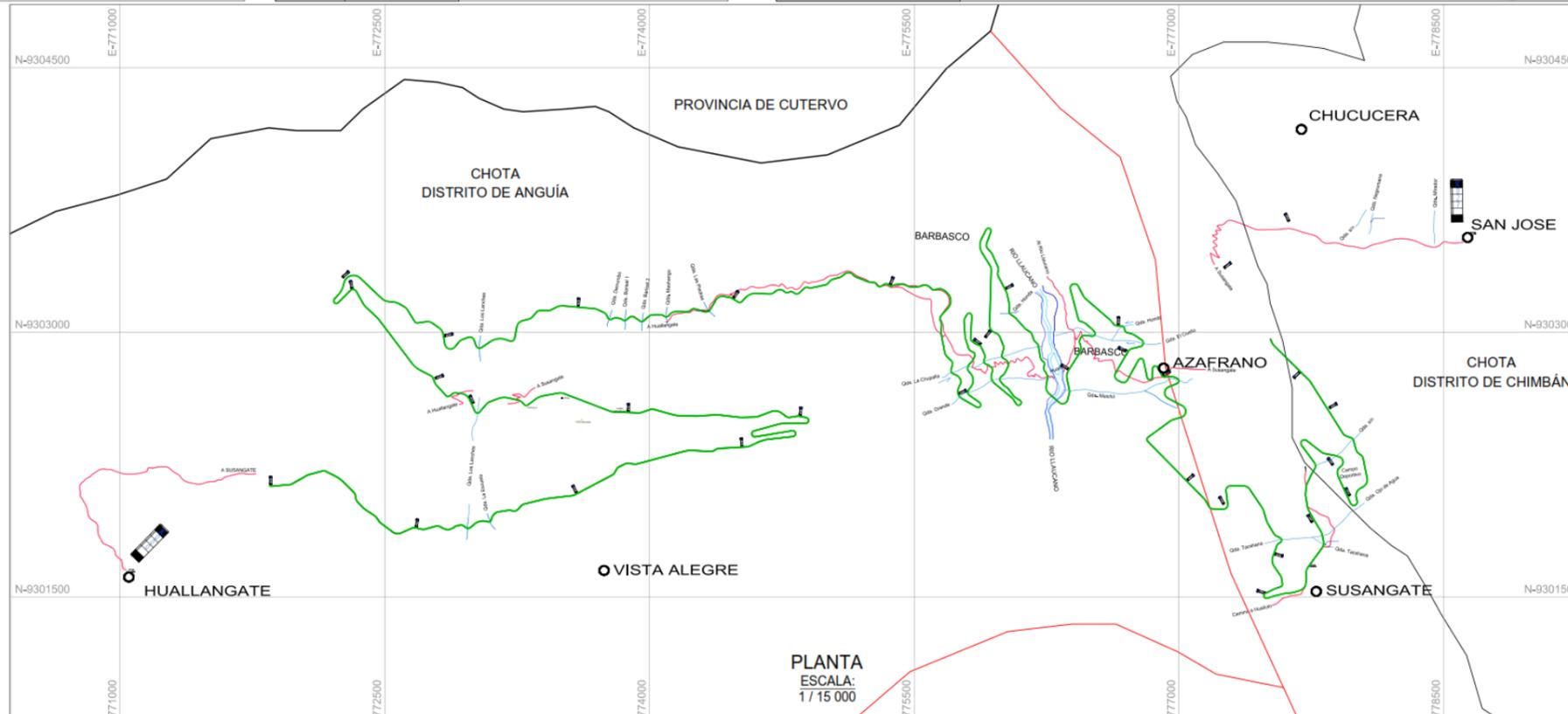
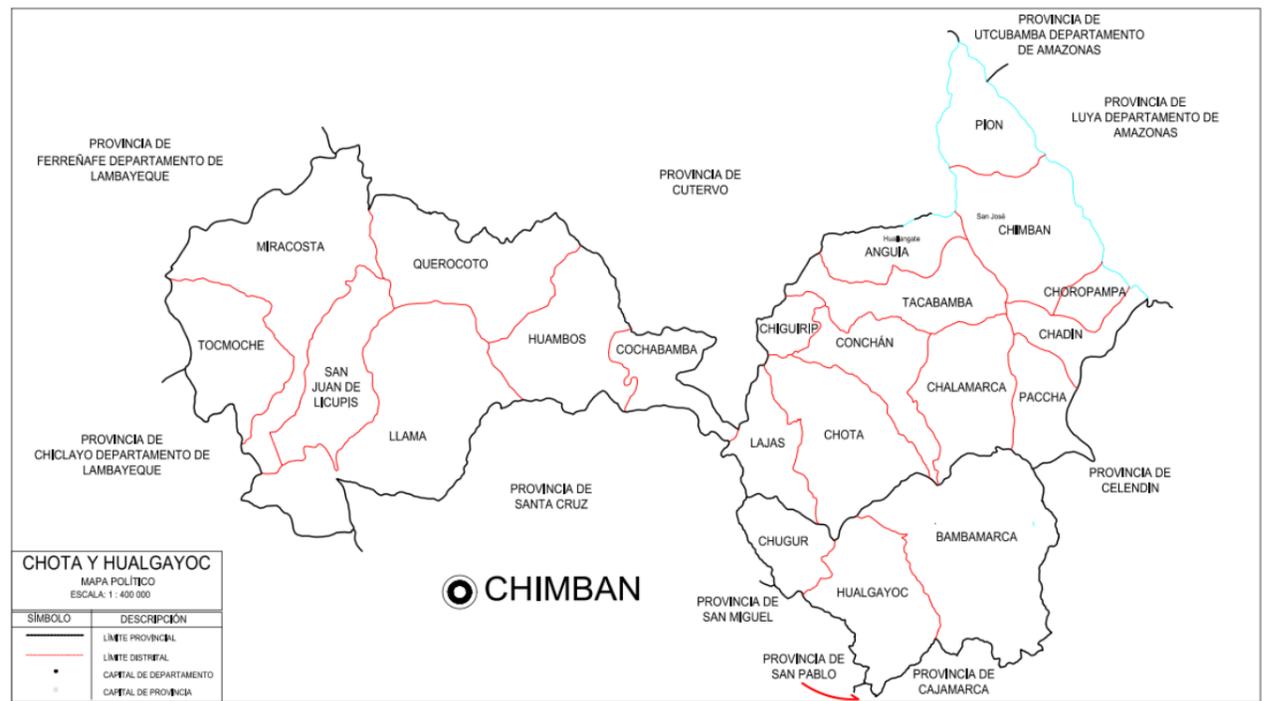
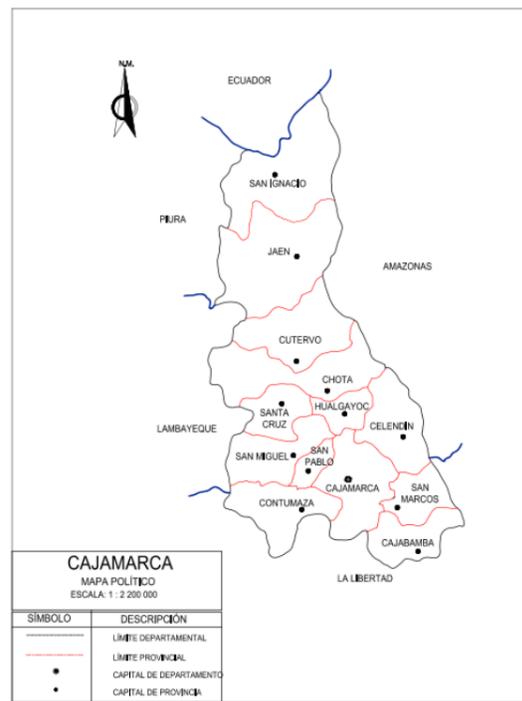
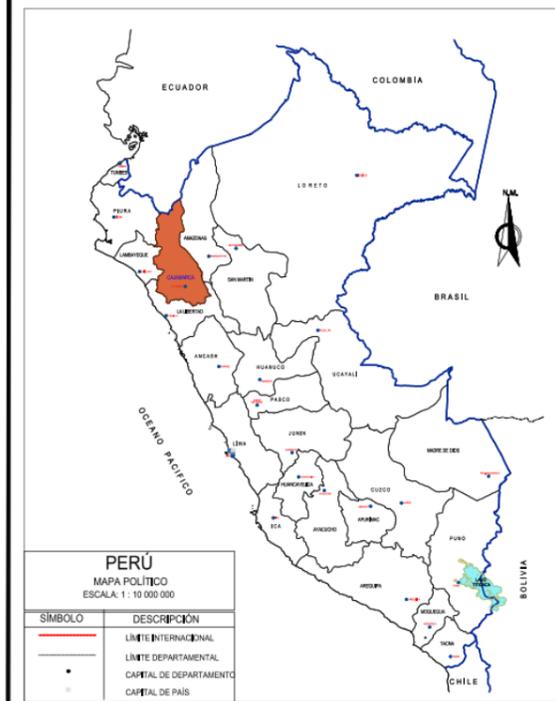
Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m3)	Rendimiento (m3/hr)	Rendimiento (m3/día)	Rendimiento planificado (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Soleado	Roca fija	7	6	7.20	508	70.56	564.44	114.4	210	61.67%	33.60%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.20	482	66.94	535.56	114.4	210	58.52%	31.88%
186	31/12/2022	Soleado	Roca fija	12	5	7.20	547	75.97	607.78	114.4	210	66.41%	36.18%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.20	502	69.72	557.78	114.4	210	60.95%	33.20%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.20	499	69.31	554.44	114.4	210	60.58%	33.00%
187	2/01/2023	Soleado	Roca fija	12	5	7.20	549	76.25	610.00	114.4	210	66.65%	36.31%
		Soleado	Roca fija	7	6	7.20	505	70.14	561.11	114.4	210	61.31%	33.40%
		Soleado	Roca fija	4	8	7.20	501	69.58	556.67	114.4	210	60.82%	33.13%
188	3/01/2023	Soleado	Roca suelta	12	5	7.20	707	98.19	785.56	153.15	210	64.12%	46.76%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.20	662	91.94	735.56	153.15	210	60.04%	43.78%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.20	606	84.17	673.33	153.15	210	54.96%	40.08%
189	4/01/2023	Soleado	Roca suelta	12	5	7.20	694	96.39	771.11	153.15	210	62.94%	45.90%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.20	662	91.94	735.56	153.15	210	60.04%	43.78%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.20	623	86.53	692.22	153.15	210	56.50%	41.20%
190	5/01/2023	Soleado	Roca suelta	12	5	7.40	725	97.97	783.78	153.15	210	63.97%	46.65%
		Soleado	Roca suelta	7	6	7.40	676	91.35	730.81	153.15	210	59.65%	43.50%
		Soleado	Roca suelta	4	8	7.40	630	85.14	681.08	153.15	210	55.59%	40.54%
191	6/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.55	644	85.30	682.38	153.15	210	55.70%	40.62%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.55	608	80.53	644.24	153.15	210	52.58%	38.35%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.55	573	75.89	607.15	153.15	210	49.56%	36.14%
192	7/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	606	83.59	668.69	153.15	210	54.58%	39.80%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	584	80.55	644.41	153.15	210	52.60%	38.36%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.25	548	75.59	604.69	153.15	210	49.35%	35.99%
193	9/01/2023	Lluvia torrencial	Roca suelta	7	6	6.50	435	66.92	535.38	153.15	210	43.70%	31.87%
		Lluvia torrencial	Roca suelta	4	8	6.50	420	64.62	516.92	153.15	210	42.19%	30.77%
194	10/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	585	80.69	645.52	153.15	210	52.69%	38.42%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.25	540	74.48	595.86	153.15	210	48.63%	35.47%
195	11/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	608	83.86	670.90	153.15	210	54.76%	39.93%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	591	81.52	652.14	153.15	210	53.23%	38.82%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.25	549	75.72	605.79	153.15	210	49.44%	36.06%
196	12/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	617	85.10	680.83	153.15	210	55.57%	40.53%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	591	81.52	652.14	153.15	210	53.23%	38.82%

Tabla 56

Data del cálculo del control de planificación para el movimiento de tierras en la carretera Huallangate – San José con excavadora CAT 320 D2L

Ítem	Fecha	Clima	Tipo de suelo	Experiencia del operador en años	Antigüedad de la maquinaria (años)	HT/HE	Volumen excavado (m ³)	Rendimiento (m ³ /hr)	Rendimiento (m ³ /día)	Rendimiento planificado (m ³ /h)	Rendimiento teórico (m ³ /h)	Control de la planificación	Eficiencia (%)
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.25	549	75.72	605.79	153.15	210	49.44%	36.06%
197	13/01/2023	Lluvia leve	Roca suelta	12	5	7.25	604	83.31	666.48	153.15	210	54.40%	39.67%
		Lluvia leve	Roca suelta	7	6	7.25	575	79.31	634.48	153.15	210	51.79%	37.77%
		Lluvia leve	Roca suelta	4	8	7.25	543	74.90	599.17	153.15	210	48.90%	35.67%
198	14/01/2023	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.35	1317	179.18	1433.47	205.11	210	87.36%	85.33%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.35	1203	163.67	1309.39	205.11	210	79.80%	77.94%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.35	1117	151.97	1215.78	205.11	210	74.09%	72.37%
199	16/01/2023	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.35	1296	176.33	1410.61	205.11	210	85.97%	83.97%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.35	1204	163.81	1310.48	205.11	210	79.86%	78.00%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.35	1138	154.83	1238.64	205.11	210	75.49%	73.73%
200	17/01/2023	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.35	1325	180.27	1442.18	205.11	210	87.89%	85.84%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.35	1207	164.22	1313.74	205.11	210	80.06%	78.20%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.35	1114	151.56	1212.52	205.11	210	73.89%	72.17%
201	18/01/2023	Lluvia leve	Material suelto	12	5	7.35	1322	179.86	1438.91	205.11	210	87.69%	85.65%
		Lluvia leve	Material suelto	7	6	7.35	1230	167.35	1338.78	205.11	210	81.59%	79.69%
		Lluvia leve	Material suelto	4	8	7.35	1119	152.24	1217.96	205.11	210	74.23%	72.50%

Anexo N° 8. Plano de ubicación de la carretera



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
(Green dashed line)	EJE DE CARRETERA PROYECTADA
(Red solid line)	CAMINO DE HERRADURA
(Blue wavy line)	RIO O QUEBRADA


GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 GERENCIA SUB REGIONAL CHOTA



GERENCIA SUB REGIONAL CHOTA

PROYECTO: "Creación de la Carretera Huallangate – Vista Alegre – Susangate – San José
 Distrito de Chota, Provincia de Chota – Cajamarca"

PROYECTISTA:
 ELABORADO EN PLANTA

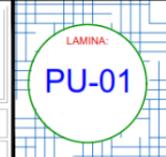
DIBUJO Y DISEÑO:
 FVT

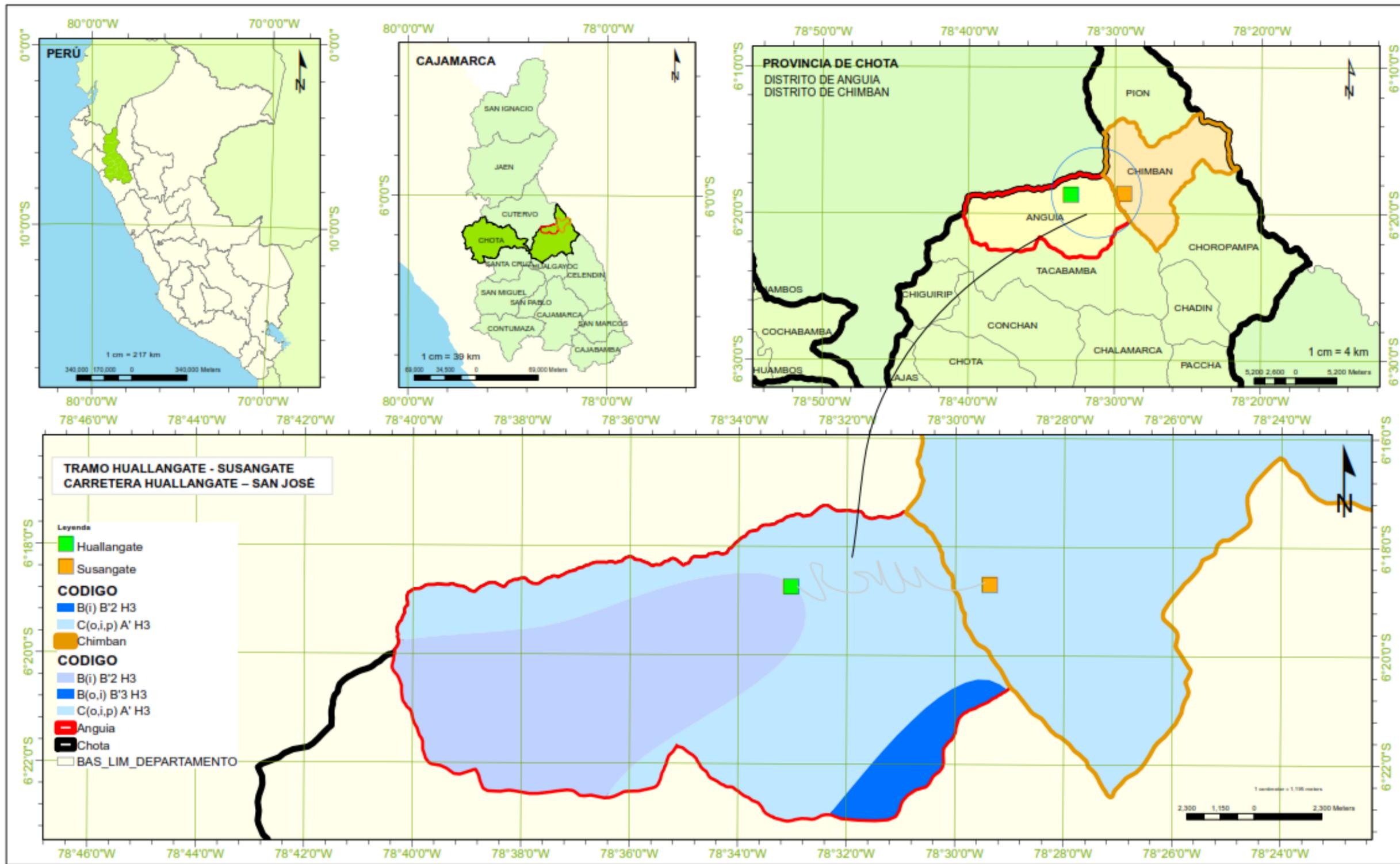
REVISÁ:
 APRUEBA:

PLANO:
PLANO DE UBICACIÓN
 KM: 0+000 - 23+247

REGION: CAJAMARCA
 PROVINCIA: CHOTA
 DISTRITOS: ANGUÍA Y CHIMBÁN

ESCALA: INDICADA
 FECHA: MARZO DE 2021





**MAPA DE UBICACIÓN
TRAMO HUALLANGATE -
SUSANGATE**

U1

**FACTORES QUE AFECTAN NEGATIVAMENTE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA
EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS DE LA CARRETERA HUALLANGATE – SAN JOSÉ, CHOTA, 2022**

ASESOR:
Mg. Ing. Civil JANE ELIZABETH ALVAREZ LLANOS

TESISTA
Bach. ELIZABETH GAITÁN PAREDES

ESCALA: Indicada

FECHA:
Cajamarca,
junio 2024