

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

INFLUENCIA DEL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN EL COSTO Y PLAZO DE UNA OBRA DE PAVIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE HUALGAYOC-CAJAMARCA

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

HOMERO UTILANO ESCOBAR PEREZ

Asesor:

Dr. JAIME OCTAVIO AMORÓS DELGADO

Cajamarca, Perú

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Homero Utilano Escobar Perez
DNI: 44094777
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias. Mención: Ingeniería y Gerencia de la Construcción
2. Asesor: Dr. Jaime Octavio Amorós Delgado
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:

INFLUENCIA DEL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN EL COSTO Y PLAZO DE UNA OBRA DE PAVIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE HUALGAYOC-CAJAMARCA
6. Fecha de evaluación: 02/01/2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 13%
9. Código Documento: 3117;419214903
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 13/01/2025

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*



Dr. Jaime Octavio Amorós Delgado
DNI: 26618473

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT @ 2024 by
HOMERO UTILANO ESCOBAR PEREZ
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 12:00 horas, del día 19 de Diciembre de dos mil veinticuatro, reunidos en el Aula 1Q - 206 de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS**, **M. CS. MARCO ANTONIO SILVA SILVA**, **M. CS. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO**, y en calidad de Asesor el **DR. JAIME OCTAVIO AMOROS DELGADO**. 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 **"INFLUENCIA DEL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN EL COSTO Y PLAZO DE UNA OBRA DE PAVIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE HUALGAYOC - CAJAMARCA"**, presentada por el bachiller en Ingeniería Civil **HOMERO UTILANO ESCOBAR PEREZ**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de 17 (DIECISIETE) - EXCELENTE la mencionada Tesis; en tal virtud, el bachiller en Ingeniería Civil, **HOMERO UTILANO ESCOBAR PEREZ**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo 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 13:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Jaime Octavio Amoros Delgado
Asesor


.....
Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. Marco Antonio Silva Silva
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. José Luis Marchena Araujo
Jurado Evaluador

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi profunda gratitud a Dios por bendecirme con dos padres excepcionales, mi madre Rosa Pérez Mejía y mi padre Misael Escobar Duran. Su apoyo incondicional ha sido fundamental para que lograra culminar mi carrera de Ingeniería Civil y ahora avanzar en esta Maestría, un logro que me llena de satisfacción y orgullo al contribuir con un granito de arena al conocimiento.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi esposa, Leydi Becerra Infante, por su constante proactividad y aliento, que me motivaron a emprender esta Maestría. Su apoyo fue crucial para alcanzar este logro. Asimismo, agradezco profundamente a mis hijos, Álvaro Mathias Escobar Becerra y Paolo Valentino Escobar Becerra, por su paciencia y comprensión durante estos dos años de estudio, que implicaron sacrificios y dedicación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Contextualización.....	1
1.2. Descripción del problema	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Justificación e importancia	3
1.5. Delimitación de la investigación	4
1.6. Limitaciones.....	5
1.7. Objetivos	5
1.7.1. Objetivo general	5
1.7.2. Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Marco legal	6
2.2. Antecedentes teóricos de la investigación	6
2.2.1. Antecedentes internacionales	6
2.2.2. Antecedentes nacionales.....	7
2.2.3. Antecedentes regionales	8
2.3. Bases teóricas	9
2.3.1. Rendimiento de mano de obra	9
2.3.2. Productividad.....	10

2.3.3.	Costos.....	14
2.3.4.	Plazo.....	18
2.4.	Marco conceptual	19
2.4.1.	Rendimiento en la industria de la construcción.....	19
2.4.2.	Análisis de rendimiento y consumo de mano de obra	19
2.4.3.	Rendimiento y productividad	20
2.5.	Definición de términos básicos	20
CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE LA(S) HIPÓTESIS Y VARIABLES		22
3.1.	Hipótesis.....	22
3.1.1.	General.....	22
3.2.	Variables.....	22
3.2.1.	Variable independiente.....	22
3.2.2.	Variable dependiente.....	22
3.3.	Operacionalización/categorización.....	22
CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO		24
4.1.	Ubicación geográfica.....	24
4.2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	25
4.2.1.	Topografía	25
4.2.2.	Clima:	25
4.2.3.	Suelos	26
4.2.4.	Vías de acceso.....	26
4.2.5.	Actividades Económicas	27
4.3.	Diseño de investigación	29
4.4.	Métodos de investigación.....	32
4.5.	Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación	32

4.5.1. Población	32
4.5.2. Muestra	32
4.5.3. Unidad de análisis	33
4.5.4. Unidad de observación	33
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
4.6.1. Técnica	33
4.6.2. Instrumento	34
4.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	35
4.7.1. Procesamiento de datos	35
4.7.2. Cálculo de Rendimiento	35
4.7.3. Cálculo de Productividad	36
4.7.4. Método del Valor Ganado (EVM)	37
4.7.5. Cálculo de Mano de Obra por Día	37
4.7.6. Cálculo de Mano de Obra por Hora	37
4.7.7. Costo por diferencia de rendimientos	37
4.7.8. Cálculo de duración	38
4.7.9. Análisis de Resultados	38
4.8. Equipos, materiales.	38
4.9. Matriz de consistencia metodológica	38
CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
5.1. Presentación de resultados	40
5.1.1. Rendimiento y productividad	40
5.2. Análisis de tablas y gráficos	60
5.2.1. Demolición de veredas $e=10\text{cm}$ conequipo	60
5.2.2. Encofrado de pavimento rígido	62
5.2.3. Pavimento rígido de concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, $e=0.20\text{m}$	64

5.2.4.	Concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ en cunetas, $E=0.20\text{m}$	66
5.2.5.	Encofrado de vereda	68
5.2.6.	Vereda – concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, $E=0.10\text{m}$ INCL ACABADO BRUÑADO.....	70
5.3.	Contrastación de hipótesis	72
CONCLUSIONES.....		73
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS		74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		75
APÉNDICES		78
Apéndice I: Ficha de Observación		78
Apéndice II: Rendimientos calculados según fecha de recolección de datos		79
Apéndice III: Diagrama de Pareto para la selección de actividades		80
ANEXOS		81
Anexo I. Resultados obtenidos de campo.		81
Anexo II. Análisis de precios unitarios (APU)		87
Anexo III. Presupuesto de Obra General		93
Anexo IV. Presupuesto de Obra Jr. Silva Santisteban.....		96
Anexo IV. Panel fotográfico.....		98
Anexo V. Plano Secciones Transversales		104
Anexo VI. Formato de metrados.....		106
Anexo VII. Justificación y sustento de metrados.....		108
Anexo VIII. Cronograma de obra General.....		114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo del control de la productividad de la mano de obra, aplicando el método del valor ganado EVM (hh).....	12
Tabla 2. Análisis de precios unitarios de la partida pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	15
Tabla 3. Estructura de cálculo de costo MO x día	17
Tabla 4. Operacionalización de los componentes de la hipótesis.....	23
Tabla 5. Acceso a la zona del proyecto-vía Cajamarca.....	26
Tabla 6. Actividades consideradas en el estudio de la investigación	34
Tabla 7. Cálculo de horas-hombre de una cuadrilla de trabajo.....	36
Tabla 8. Matriz de consistencia metodológica	39
Tabla 9. Rendimiento teórico (RT) y rendimiento real (RR) de demolición de veredas	40
Tabla 10. Análisis de la productividad - Método valor ganado EVM (hh)	42
Tabla 11. Rendimiento teórico (RT) y Rendimiento real (RR) encofrado de pavimento rígido.	44
Tabla 12. Análisis de la productividad método de valor ganado EVM (hh) actividad encofrada de pavimento rígido.....	46
Tabla 13. Rendimiento teórico (RT) y Rendimiento real (RR), pavimentación de concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	47
Tabla 14. Análisis de la productividad método de valor ganado EVM (hh) pavimentación de pavimento rígido.....	49
Tabla 15. Rendimiento teórico (RT) y Rendimiento real (RR), Concreto $f'c=175\text{ Kg/cm}^2$ en cunetas, $E=0.20\text{m}$	51
Tabla 16. Análisis de la productividad método de valor ganado EVM (hh) actividad concreta $f'c=175\text{ Kg/cm}^2$ en cunetas, $E=0.20\text{m}$	53
Tabla 17. Rendimiento teórico (RT) y Rendimiento real (RR).....	54

Tabla 18. Análisis de la productividad método de valor ganado EVM (hh) actividad vereda – encofrado.....	56
Tabla 19. Rendimiento teórico (RT) y Rendimiento real (RR).....	57
Tabla 20. Análisis de la productividad método de valor ganado EVM (hh) actividad vereda – concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ $e=0.10\text{m}$ incl. acabado bruñado.....	59
Tabla 21: Formato para toma de datos de campo.....	78
Tabla 22: Rendimiento promedio actividad demolición de concreto	79
Tabla 23: Rendimiento promedio encofrado de pavimento rígido.....	79
Tabla 24: Rendimiento promedio actividad pavimento rígido de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	79
Tabla 25: Rendimiento promedio actividad concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ en cunetas, $E=0.20\text{m}$	79
Tabla 26: Rendimiento promedio actividad vereda encofrado	79
Tabla 27: Rendimiento promedio actividad vereda – concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ $E=0.10\text{m}$ INCL.ACABADO BRUÑADO.	79
Tabla 28: Actividad de demolición de veredas.	81
Tabla 29: Actividad Encofrado de pavimento rígido.	82
Tabla 30: Actividad pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, $e=0.20\text{m}$	83
Tabla 31: Actividad Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en cunetas, $e=0.20\text{m}$	84
Tabla 32: Actividad de encofrado de veredas.	85
Tabla 33: Actividad vereda de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, $e=0.10\text{m}$ Incl. Acabado y Bruñado.....	86
Tabla 34. Actividad demolición de veredas de 0.10 m.....	87
Tabla 35. Actividad encofrado pavimento rígido.....	88
Tabla 36. Actividad pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20 \text{ m}$	89
Tabla 37. Actividad concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en cunetas $e=0.20\text{m}$	90
Tabla 38. Actividad vereda - encofrado.	91

Tabla 39. Actividad veredas - concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ $e=0.10$ m Incl. Acabado y bruñado.....	92
Tabla 40. Presupuesto general de obra parte I	93
Tabla 41. Presupuesto general de obra parte II	94
Tabla 42. Presupuesto general de obra parte III	95
Tabla 43. Presupuesto de obra Jr. Silva Santisteban parte I	96
Tabla 44: Presupuesto de obra Jr. Silva Santisteban parte II	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento real vs costo de demolición de vereda	11
Figura 2. Ubicación del proyecto.....	24
Figura 3. Planta general pavimentación Jr. Silva Santisteban.....	31
Figura 4. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.....	41
Figura 5. Rendimiento real vs costo de demolición de vereda	41
Figura 6. Rendimiento real vs duración de la actividad de demolición de veredas ..	42
Figura 7. Producción diaria vs horas ganadas y gastadas de la actividad demolición de veredas.....	43
Figura 8. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.....	45
Figura 9. Rendimiento real vs costo actividad encofrado y desencofrado de pavimento rígido.	45
Figura 10. Rendimiento real vs duración actividad encofrado de pavimento rígido.	46
Figura 11. Producción diaria vs horas gastadas - horas ganadas de la actividad encofrado de pavimento rígido.....	46
Figura 12. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.....	48
Figura 13. Rendimiento real vs costo pavimentación de concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, $E=0.20m$	48
Figura 14. Rendimiento real vs duración pavimentación de concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, $E=0.20m$	49
Figura 15. Producción diaria vs horas ganadas - horas gastadas de la actividad pavimentación de concreto.	50
Figura 16. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.....	52

Figura 17. Rendimiento real vs costo actividad concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en cunetas, $E=0.20\text{m}$	52
Figura 18. Rendimiento real vs duración actividad concreto $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ en cunetas, $E=0.20\text{m}$	53
Figura 19. Producción diaria vs horas ganadas y horas gastadas de la actividad concreto en cunetas.	53
Figura 20. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.	55
Figura 21. Rendimiento real vs costo de vereda-encofrado	55
Figura 22. Rendimiento real vs duración de la actividad de vereda – encofrado.....	56
Figura 23. Producción diaria vs horas ganadas - horas gastadas de la actividad vereda – encofrado.....	56
Figura 24. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.	58
Figura 25. Rendimiento real vs costo vereda–concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ $e=0.10 \text{ m}$ incl. Acabado bruñado.	58
Figura 26. Rendimiento real vs duración vereda- concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ $e=0.10\text{m}$ incl. Acabado bruñado.	59
Figura 27. Producción diaria vs horas ganadas - horas gastadas de la actividad vereda de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$	59
Figura 28. Diagrama de Pareto para la selección de actividades.....	80
Figura 29: Actividad demolición de veredas de concreto 01operador de equipo liviano+ 01 peón	98
Figura 30: Se puede observar actividad demolición de veredas de concreto 02 operador equipo liviano+02 peones.....	98
Figura 31: Actividad de encofrado de pavimento rígido.	99
Figura 32: Actividad pavimentación de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, $e=0.20\text{m}$	99

Figura 33: Se observa actividad vaciado de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con carmix 3.5 m3 en pavimento rígido.	100
Figura 34: Se observa la actividad de vereda- encofrado	100
Figura 35: Maestrando observando la actividad de encofrado de vereda	101
Figura 36: Vaciado de concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ en vereda, $e=0.10\text{m}$, con.....	101
Figura 37: Vereda – concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$, $e=0.10\text{ m}$ incl. Acabados y bruñado	102
Figura 38: Actividad concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ en cuneta de pavimento rígido	102
Figura 39: Se observa personal operario realizando trabajo de acabados en cunetas de concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$	103
Figura 40: Se observa maestrando verificando la culminación de la calle en estudio junto con la supervisión de obra.	103

RESUMEN

Este estudio se enfocó en analizar la influencia del **rendimiento y la productividad** en el **costo y plazo** de una obra de pavimentación. Se han considerado seis actividades específicas para este análisis: demolición de veredas, encofrado de pavimento rígido, pavimento rígido de concreto, encofrado de veredas, vereda de concreto y concreto en cunetas. Los datos obtenidos de los análisis de precios unitarios, que forman parte del expediente técnico, han permitido calcular el **rendimiento teórico (RT)**. Asimismo, los datos recolectados durante la ejecución de las actividades han permitido calcular el **rendimiento real (RR)**. Para que la obra se desarrolle según lo programado, el rendimiento teórico (RT) debía ser igual al rendimiento real (RR); sin embargo, esto no se cumplió en el presente estudio, ya que se observaron variaciones significativas entre ambos rendimientos en las actividades analizadas, estas discrepancias ocasionaron un incremento en el **plazo y costo** del proyecto, lo que evidenció la importancia de analizar el rendimiento de la mano de obra durante la ejecución de la obra. Para evaluar la **productividad**, se compararon las horas ganadas con las horas gastadas. Las horas ganadas se calcularon utilizando el método de Valor Ganado (EVM, por sus siglas en inglés). El análisis demostró que, cuando este índice es menor a 1, indica que se está gastando más horas-hombre de las que se estimó originalmente, lo que resultó en pérdidas económicas.

Palabras clave: rendimiento, productividad, pérdidas, costo, plazo.

ABSTRACT

This study focused on analyzing the influence of performance and productivity on the cost and schedule of a paving project. Six specific activities have been considered for this analysis: sidewalk demolition, rigid pavement formwork, rigid concrete pavement, sidewalk formwork, concrete sidewalk and concrete curb and gutter. The data obtained from the unit price analyses, which are part of the technical file, have made it possible to calculate the theoretical yield (RT). Likewise, the data collected during the execution of the activities have made it possible to calculate the actual performance (RR). For the work to be carried out as scheduled, the theoretical performance (RT) had to be equal to the actual performance (RR); however, this was not met in the present study, since significant variations were observed between both performances in the activities analyzed; these discrepancies caused an increase in the time and cost of the project, which showed the importance of analyzing the performance of labor during the execution of the work. To evaluate productivity, hours earned were compared to hours expended. Earned hours were calculated using the Earned Value Method (EVM). The analysis showed that when this index is less than 1, it indicates that more man-hours are being spent than originally estimated, resulting in economic losses.

Keywords: performance, productivity, losses, cost, lead time.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

El sector construcción es un importante generador de empleo en muchos países, incluyendo el Perú, y el proyecto de pavimentación en la ciudad de Hualgayoc destaca como un ejemplo significativo. Este proyecto dependió en gran medida de la mano de obra, especialmente en actividades como la demolición de veredas existentes, encofrado y colocación de concreto; estas actividades requirieron un alto nivel de participación laboral. En ese contexto, fue crucial analizar los factores de rendimiento y productividad de la mano de obra involucrada en este proyecto; Estos factores influyen directamente en el cumplimiento de los costos y plazos establecidos para la ejecución de la obra. Además, una gestión adecuada de la mano de obra en proyectos de pavimentación como el de Hualgayoc no solo asegura el éxito del proyecto, sino que también tiene un impacto positivo en la economía local, al generar empleo directo e indirecto y fortalecer la confianza en las empresas constructoras, favoreciendo su competitividad para futuros contratos y proyectos similares (Dixit et al., 2019).

La mano de obra constituye una parte importante del costo global de un proyecto de construcción, en el que la productividad laboral suele ser el principal determinante del costo. En la mayoría de los países, el costo de la mano de obra en la construcción representa entre el 30% y el 50% del costo del total del proyecto, lo que significa que la productividad laboral es un factor primordial para la eficiencia y el éxito de la operación (Gunduz & Abu-Hijleh, 2020).

En el proceso del desarrollo de un proyecto de construcción, la elaboración del presupuesto y la programación de obra juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y la duración del mismo, indispensables para determinar la viabilidad

del proyecto, ha sido tradicional la utilizar de bases de datos comerciales sobre rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción, pero es importante también verificar estos rendimientos en ejecución de obra de que no exista variación significativa respecto a los rendimientos estimados inicialmente. (Ribeiro & Sarmento, 2021).

Existen muchos factores (clima, comunicación deficiente, políticas no motivadoras, grupos de apoyo deficientes) que afectan la productividad en la construcción, diversas herramientas y métodos (muestreo de trabajo) son utilizado para poner en evidencia los problemas que afectan la productividad; los que al ser reducidos o eliminados, permitirán disminuir los costos asociados a la mano de obra (Cantú et al., 2018).

A nivel mundial, se ha informado que los proyectos de construcción sufren pérdidas de productividad en el rango de 40% al 60%, la mejora del control de productividad tiene un papel importante en la reducción de costos de los proyectos de construcción. (Mhmoud Alzubi et al., 2022).

Los retrasos y sobre costos en proyectos de construcción son objeto de constante preocupación por parte de los que gestionan proyectos, ya que incluso pueden afectar la viabilidad de estos (Lozano Serna et al., 2018).

1.2. Descripción del problema

La dificultad que enfrentaron el contratista y el cliente del proyecto de pavimentación de la ciudad de Hualgayoc para culminar la obra dentro del costo y plazo establecido estuvo estrechamente relacionadas con problemas de rendimiento y productividad de la mano de obra. Estos problemas surgieron por diversos factores específicos como la falta de control adecuado sobre las cuadrillas encargadas de actividades como el encofrado, colocación de concreto y demolición de veredas existentes, así como la planificación inadecuada para coordinar estas tareas.

Cuando los rendimientos y productividad en estas actividades resultaron inferiores a los estimados en la planificación inicial, no solo se generaron retrasos en el cronograma, sino que también se incrementaron los costos previstos, lo que afectó la confianza del cliente y generó preocupación sobre la viabilidad del proyecto.

Además de los factores mencionados anteriormente (falta de control adecuado sobre las cuadrillas encargadas de las actividades y planificación inadecuada), otros factores que afectaron el rendimiento y la productividad en la obra de pavimentación en la ciudad de Hualgayoc incluyeron condiciones climáticas adversas, que retrasaron el trabajo y aumentaron los costos; capacitaciones de personal en temas de seguridad, que aunque necesarias, ralentizaron temporalmente la producción; y problemas relacionados con la disponibilidad o entrega tardía de materiales y equipos esenciales para completar el proyecto. Asimismo, la falta de comunicación efectiva entre las partes involucradas generó malentendidos y retrasos adicionales.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo influye el rendimiento y productividad en el costo y plazo de una obra de pavimentación en la ciudad de Hualgayoc-Cajamarca?

1.4. Justificación e importancia

Los proyectos de pavimentación son costosos y requieren un control operativo constante para garantizar su culminación dentro del costo y plazo establecidos. En la pavimentación de la ciudad de Hualgayoc, el análisis del rendimiento y la productividad fue esencial, ya que al ganar la licitación se establecieron rendimientos estimados que fundamentaron el presupuesto, incluyendo el costo directo asociado a actividades como demolición de veredas existentes, encofrado, colocación de concreto. Durante la ejecución del proyecto, se verificó el comportamiento del rendimiento teórico (RT) y su comparación con el rendimiento real (RR). Este análisis permitió identificar si las horas-hombre empleadas en

actividades se mantenían dentro de lo planificado o si existían desviaciones significativas que pudieran incrementar los costos o generar retrasos.

El propósito de este estudio no fue implementar soluciones en obra sino analizar el comportamiento de las actividades seleccionadas y presentar los hallazgos de manera objetiva. Los resultados demostraron que, en actividades como demolición de concreto, encofrado y colocación de concreto, la falta de control adecuado sobre rendimientos y la productividad puede llevar a sobre costos y retrasos en la ejecución. Si no se toman medidas oportunas para monitorear estos factores, los proyectos de pavimentación, como el de Hualgayoc, corren el riesgo de incumplir los plazos y costos inicialmente estimados.

Este trabajo busca aportar información valiosa para los profesionales tomadores de decisiones involucradas en la gestión de proyectos de pavimentación. Aunque no se plantearon soluciones concretas, se resaltó la importancia de actuar sobre estos factores a través de estrategias como la restructuración de cuadrillas, capacitación del personal y la mejora en la planificación y comunicación.

1.5. Delimitación de la investigación

Esta investigación se enfocó en analizar la influencia del rendimiento y productividad en el costo y plazo de una obra de pavimentación. El estudio correspondió a una obra de pavimentación de concreto rígido en la ciudad de Hualgayoc, abarcando cinco calles y tres pasajes. No obstante para fines de este estudio, se delimitó el análisis a la calle Jr. Silva Santisteban. Se seleccionó una muestra representativa de partidas del expediente técnico, centrada en actividades de mayor impacto en el costo, tales como demolición de veredas, encofrado de pavimento rígido, pavimento regido de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, $e=0.20\text{m}$, encofrado de vereda, concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ en vereda, $e=0.10\text{m}$ incl. Acabado y bruñado y concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ en cunetas, $e=0.20\text{m}$.

Se utilizaron datos del expediente técnico y se compararon los rendimientos teóricos con los rendimientos reales durante la ejecución de la obra, se utilizó el método del valor ganado (EVM) para medir la productividad, respecto las horas ganadas.

En términos de factibilidad técnica, la investigación fue viable gracias al acceso a los datos necesarios y la aplicación de técnicas reconocidas en la gestión de proyectos de construcción. Se consideró la confiabilidad de los datos al realizar un monitoreo continuo durante la ejecución de las actividades, asegurando que la información obtenida fuera válida.

1.6. Limitaciones

La presente investigación no tuvo limitación alguna que impidiese su desarrollo.

1.7. Objetivos

1.7.1. *Objetivo general*

Analizar cómo influye el rendimiento y productividad en el costo y plazo de una obra de pavimentación en la ciudad de Hualgayoc-Cajamarca

1.7.2. *Objetivos específicos*

- Evaluar el impacto de las variaciones entre el rendimiento y productividad en costo y plazo de una obra de pavimentación en la ciudad de Hualgayoc-Cajamarca.
- Identificar los factores que afectan el rendimiento y productividad en la obra de pavimentación de la ciudad de Hualgayoc-Cajamarca.
- Proponer estrategias para mejorar la eficiencia en la obra de pavimentación de la ciudad de Hualgayoc-Cajamarca.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco legal

- Norma Técnica de Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas RD N°073-2010-VIVIENDA-VMCS-DNC.
- Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones-RNE (Decreto Supremo N°015-2004-VIVIENDA)
- Norma Técnica Metrados para Obras de Edificaciones y Habilitaciones Urbanas (Decreto Supremo N°001-2009-JUS.)
- Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones (Decreto Supremo N°001-2009-JUS.)
- Texto Único Ordenado de la Ley N°30225 Ley de Contrataciones del Estado DS N°082-2019-EF.

2.2. Antecedentes teóricos de la investigación

2.2.1. Antecedentes internacionales

Garrido Pincheira (2019), en su tesis de maestría “Diseño de un plan estratégico de control de obras a través de un sistema de administración por partidas” realizada en Chile, concluye que el sistema de control propuesto, respecto a realizar un control por partidas, puede dar alertas tempranas sobre la marcha de los proyectos en las dos áreas fundamentales que son costo y tiempo de ejecución, lo que permitirá tomar medidas necesarias para revertir situaciones negativas para el proyecto o en su defecto mejorar los resultados esperados. Ahora para que funcione cualquier sistema de control, es necesario contar con información oportuna, exacta y fidedigna, ya que no basta con tener un buen indicador, ni un sistema de control basado en ellos, si la calidad de información no es buena.

Arboleda López (2014, pp.99,100), en su tesis de maestría “Análisis de productividad, rendimiento y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación” respecto al análisis del consumo de mano de obra por actividad,

menciona. El consumo mano de obra es un elemento ligado al rendimiento de la mano de obra, la diferencia entre estos es que el consumo se ve afectado por el número de personas que integren una cuadrilla y de igual manera se ve afectado por los tiempos productivos para cada actividad. En el gremio de la construcción, el tiempo es sinónimo de valor económico, lo que debe llevar a este estamento a realizar planificaciones concienzudas, con el fin de obtener buenos rendimientos y disminuir los consumos de mano de obra.

Monzón Riquelme (2009), en su tesis “Estimación de pérdidas de productividad laboral en compensación de costos en un proyecto de construcción” realizada en Chile, concluye que la productividad laboral es un tema frecuentemente discutido en la industria de la construcción porque la mejora de la productividad se traduce directamente en ahorros en tiempo y costos. Hoy en día las empresas constructoras y los propietarios de los proyectos deben comprender que es necesario ejecutar medidas para monitorear la productividad como primer paso en la mejora de esta.

2.2.2. Antecedentes nacionales

Calderón Lozano (2018), realizó una investigación titulada “ Estudio de productividad en obras ejecutadas por administración directa en el Gobierno Regional de Arequipa 2016-2017” .Determinó el nivel de productividad en la ejecución de los trabajos en la parte de estructuras en el Gobierno Regional de Arequipa, tomando como referencia sus obras típicas ejecutadas, emplea el método de muestreo de actividades como un método de medición del nivel de actividad de una obra, llegando a conclusiones como que las mediciones de las actividades de encofrado y vaciado de concreto, se pudo observar que las cuadrillas estaban sobredimensionadas y que estos trabajos podían ser realizados con una menor cantidad de trabajadores, incrementando así los rendimientos en dichas partidas y generando un menor costo para la obra, y continua mencionando si bien es cierto, se tiene un dimensionamiento de cuadrillas en el expediente técnico, estos cálculos son teóricos y generalmente están en función a los análisis de costos unitarios basados en realidades diferentes, pero por lo general

los rendimientos no son óptimos, además de que las condiciones de campo siempre serán distintas.

2.2.3. Antecedentes regionales

Rojas Montoya (2014), realizó la investigación titulada “Rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas en el distrito de Cajamarca en la partida: Construcción de muros y tabiques de albañilería” determinó el rendimiento de mano de obra, en la construcción de viviendas en los sectores Mollepampa, Nuevo Cajamarca y Tulpuna del distrito de Cajamarca en la partida: construcción de muros y tabiques de albañilería, utilizó una muestra de 27 viviendas en construcción de hasta tres niveles, el autor concluyó que, el rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas, considerando las mismas cuadrillas que se menciona en la Cámara Peruana de la Construcción (capeco) fue inferior

Gonzales Chávez (2021), realizó una investigación titulada “Rendimiento y productividad en la ejecución obras de viviendas familiares en la Ciudad de Cajamarca-2018”. Determinó el rendimiento y la productividad de la mano de obra en la ejecución de viviendas entre los meses de septiembre del 2018 a marzo del 2019, los resultados obtenidos de esta investigación, obtenidos mediante la observación directa en ese periodo de tiempo, las partidas observadas fueron cimientos corridos, encofrado en columnas típicas, concreto armado en columnas, concreto armado en losa aligerada y muros de ladrillos, dicho estudio concluye que los indicadores respecto al rendimiento fueron inferiores a los que indica CAPECO, excepto en la partida de concreto simple en cimientos corridos con un valor de 4.380 hh/m³ y para las partidas de encofrado en columnas típicas, concreto armado en columnas, concreto armado en losa aligerada y muros de ladrillo un rendimiento promedio de 1.724 hh/m², 9.542 hh/m³, 4.125 hh/m², 1.704 hh/m² respectivamente.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Rendimiento de mano de obra

El rendimiento de la mano de obra, se define como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano. Normalmente expresada como um/hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).(Botero, 2002)

El rendimiento es el tiempo que requiere un trabajador especializado o no, para realizar una labor determinada el cual se puede expresar en horas hombre, horas operario, horas ayudantes, horas peón u horas equipo, (Camacho Piedra, 2016).

El rendimiento es la cantidad de obra ejecutada por una cuadrilla, normalmente expresada um/hh (unidad de medida por hora hombre), (Gonzales Chávez, 2021).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de personas}}{\text{Producción diaria}}$$

Gonzales Chávez, utiliza la fórmula descrita anteriormente; sin embargo, aquí hay una observación las unidades en que se mide el rendimiento es hh/um, esto se debe a que el rendimiento se define como el cociente entre el esfuerzo y la producción diaria, el esfuerzo que se expresa en horas-hombre (hh) correspondiente a la cuadrilla de trabajo.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Esfuerzo (hh)}}{\text{Producción diaria (um)}}$$

Donde:

hh: horas-hombre

um: unidad de medida (m², m³, kg, etc.)

2.3.2. Productividad.

2.3.2.1. Concepto de productividad

La productividad es la relación entre lo producido y lo gastado, pero también representa la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico (Cantú et al., 2018).

La productividad es la evaluación de cómo se está gastando el esfuerzo (horas - hombre), para evaluar la productividad se requieren dos datos fundamentales, las horas ganadas y las horas gastadas, es decir la productividad es un índice donde se compara horas ganadas entre horas gastadas (Casanova Madueño, 2018, p.76,77)

$$Productividad = \frac{\text{horas ganada}}{\text{horas gastadas}}$$

2.3.2.2. Control de la productividad

2.3.2.2.1. Introducción al Valor Ganado (EVM)

El valor ganado (EVM), o *Earned Value Management*, es una metodología de gestión de proyectos que permite medir el progreso y la eficiencia de una obra en relación con el plan original. A diferencia de los métodos tradicionales que se basan únicamente en el seguimiento de cronograma o del presupuesto, el EVM integra ambos aspectos mediante la comparación del trabajo planificado con el trabajo realmente realizado y los costos asociados a ambos. El EVM proporciona una evaluación objetiva del rendimiento, permitiendo una detección temprana de desviaciones y facilitando la toma de decisiones para la corrección de las mismas.

Si bien la metodología de Valor Ganado (EVM), fue diseñada originalmente en Estados Unidos para controlar y monitorear costos financieros, también se puede

adaptar para calcular y gestionar el esfuerzo (generalmente medido en horas-hombre). Por lo tanto, el método EVM no se limita exclusivamente al control de costos monetarios, sino que puede aplicarse a tres tipos principales de variables: dinero, esfuerzo y recursos, ampliando su utilidad en la gestión integral de proyectos.



Figura 1. Aplicación de Valor Ganado a dinero, esfuerzo y recursos

Fuente: Adaptado de (Guía del PMBOK, 2014)

2.3.2.2.2. Conceptos Clave del EVM

- **Valor Planificado (PV):** Define el valor de trabajo planificado para determinado periodo de tiempo.
- **Valor Ganado (EV):** Representa el valor de trabajo realmente completado en un momento dado, expresado en términos de horas hombre ganadas. En la presente investigación, se utilizó el Valor Ganado (EVM) como herramienta para calcular las horas hombre ganadas en la obra de pavimentación. Este cálculo permitió determinar la cantidad de horas ganadas en relación con las horas gastadas, proporcionando un índice que indicó la eficiencia de las cuadrillas de trabajo.
- **Costo Real (AC):** Define el costo real incurrido para realizar el trabajo completado.

2.3.2.2.3. Indicadores Clave del EVM

- **Índice del Desempeño del Costo (CPI):** el Índice de Desempeño del Costo (CPI) es una medida de la eficiencia en el uso de los recursos, destacándose por su robustez y valor informativo. El CPI puede aplicarse a diferentes recursos, incluyendo dinero, esfuerzo (medidos en horas-hombre en esta investigación) y otros recursos materiales. En este estudio el esfuerzo se cuantifica mediante las horas-hombre empleadas para completar cada tarea, permitiendo una evaluación precisa de la eficiencia en la utilización de la mano de obra.

La Tabla 1 muestra el control de la productividad de la mano de obra, aplicando la metodología del Valor Ganado EVM (hh) con la fórmula $EVM(hh) = \% \text{ Progreso Físico} \times \text{Total de horas} - \text{hombre estimadas}$.

Donde:

- EVM (hh) representa las horas ganadas

Tabla 1. Cálculo del control de la productividad de la mano de obra, aplicando el método del valor ganado EVM (hh)

Total hh (Estim.)	Metrado	Costo total	Precio Unitario (PU)	Producción diaria (um)	% Progreso Físico	EVM (hh)	Horas gastadas	CPI (hh)
2328.02	2776.74	339,067.72	122.11	94	3.39%	78.81	104.8	0.752

Fuente: Adaptado de Consult Leopard, s.f.

Donde:

Total hh (Estim.): Representa el total de horas-hombre estimadas, asignada a la actividad, dicho valor se obtiene multiplicando el consumo de mano de obra de la cuadrilla por el metrado total de la actividad.

Metrado: Representa el metrado total de la actividad.

Precio unitario (PU): Costo unitario de la actividad, sale de los análisis de precios unitarios

Costo total: Costo total de la actividad, este valor se obtiene al multiplicar la el metrado por precio unitario.

Producción diaria: Es el metrado de la actividad, registrado en la ficha de observación.

% Progreso Físico: Porcentaje de avance físico de la actividad, se obtiene al dividir la producción diaria entre el metrado.

EVM (hh): Son las hh ganadas al ejecutar la producción diaria, se obtiene al multiplicar el % Progreso Físico por el total de horas-hombre(hh) estimadas.

Horas gastadas: Son las hh que efectivamente se pagan al día para hacer un trabajo.

Horas ganadas: Son las hh que se ganan en función al % progreso físico de la actividad, para calcularlo es recomendable usar parte del método del valor ganado EVM (hh)

CPI (hh): Es una medida del valor ganado (EVM), compara las horas-hombre ganadas entre las horas-hombre gastadas, en el ejemplo resulta de dividir EVM (hh) entre hh gastadas.

- **Índice de Desempeño del Programa (SPI):** Es una medida de la eficiencia en la ejecución del proyecto en relación con el cronograma.
- **Varianza del Costo (CV):** Es una medida de la diferencia entre el Valor Ganado (EV) y el Costo Real (AC), un CV positivo indica que se está gastando menos de lo planificado, mientras que un CV negativo indica que se está gastando más de lo planificado.
- **Varianza del Programa (SV):** Es una medida de la diferencia entre el Valor Ganado (EV) y el Valor Planificado (PV). Un CV positivo indica que se avanzado más rápido de lo planificado, mientras que un SV negativo indica que se está avanzando más lento de lo planificado.

Esta investigación aplicó una adaptación del método de Valor Ganado (EVM) para evaluar la eficiencia de la mano de obra. En lugar de utilizar el marco completo del EVM, se enfocó en el cálculo de las horas-hombre ganadas EVM (hh) mediante la formula $EVM(hh) = \% \text{ Progreso Físico} \times \text{Total horas} - \text{hombre estimadas}$. Este valor se comparó con las horas gastadas, generando un índice de desempeño CPI. Un $CPI > 1$ indica eficiencia en el uso de los recursos (las cuadrillas de trabajo no gastaron mas horas-hombre de las estimadas), mientras que un $CPI < 1$ señala ineficiencia.

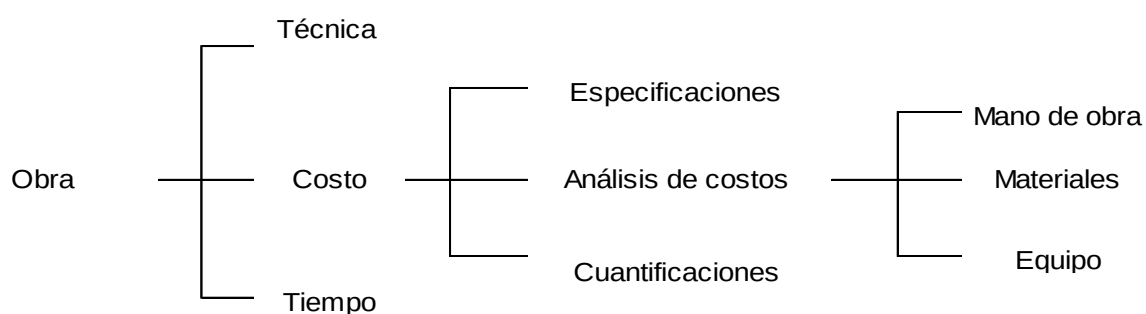
2.3.3. Costos

Es el valor cuantificado de una partida o trabajo, es el pago por lo factores de producción tales como: mano de obra, materiales, equipos, herramientas, etc.; donde cada factor tiene su método de cuantificar (Salinas & Huerta, 2018).

2.3.3.1. Costo y presupuestos de obra

Costos y presupuestos son dos términos estrechamente relacionados, ya que no es posible realizar un presupuesto sin calcular previamente los costos asociados. Además, al determinar el costo de una partida (o de un trabajo) y aplicarlo a la cantidad de metrado a ejecutar, se está calculando una parte del presupuesto (Salinas & Huerta, 2018).

Para el caso de una obra se puede plantear el siguiente esquema



Fuente:(Salinas & Huerta, 2018)

Existiendo dos tipos de costos

a) Costos directos: son aquellos costos que quedan insumidos en la obra, estructuralmente, este costo directo es el resultado de la multiplicación de los metros por los costos unitarios (Salinas & Huerta, 2018).

$$\text{Costo Directo} = \text{Metrado} \times \text{Costo unitario}$$

b) Costos indirectos: todos aquellos costos que no pueden aplicarse a una partida específica, sino tienen incidencia sobre todo el costo de la obra. (Salinas & Huerta, 2018).

$$\text{Costos Indirectos} = \text{Gastos Generales} + \text{Utilidad}$$

2.3.3.2. Análisis de precios unitarios

Consiste en desglosar el costo por unidad de medida de cada rubro, tiene tres componentes mano de obra, materiales, equipos y/o herramientas.

Tabla 2. Análisis de precios unitarios de la partida pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Partida	01.04.05	PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO $f'c=210\text{kg/cm}^2$ E=0.20m					
Rendimiento	m ² /día	MO	125.00	Costo Unitario directo por m ²			119.61
				Jornada Trabajo	8	hrs.	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
	Capataz	hh	0.1	0.0064	34.66	0.22	
	Operario	hh	2	0.1280	24.49	3.13	
	Oficial	hh	3	0.1920	20.15	3.87	
	Peón	hh	8	0.5120	18.55	9.50	
						16.72	
	Material						
	Piedra chancada 1/2"	m3		0.1100	90.00	9.90	
	Arena gruesa	m3		0.1300	90.00	11.70	
	Agua puesta en obra	m3		0.0372	16.00	0.60	
	Plastico	ml		1.2000	0.20	0.24	
	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		2.2800	30.00	68.40	
	Sika aer	gal		0.0100	130.00	1.30	
	Sikacem plastificante	gal		0.0825	42.29	3.49	
						95.63	
	Equipos						
	Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.5	0.0320	10	0.32	
	Autohormigera Carmix 25	hm	0.5	0.0320	190.78	6.10	
						6.42	
	Herramientas						
	Herramientas manuales	%mo		5	16.72	0.84	
						0.84	

Fuente: (Expediente Técnico: Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de las Calles de la Localidad de Hualgayoc, 2021)

a) Componente labor: Se refiere al costo de la mano de obra requerida para ejecutar una unidad de obra. En esta investigación, el cálculo del rendimiento estuvo basado específicamente en este componente.

Según Ibáñez (2012, p.553) el costo de la mano de obra está determinado por categorías (capataz, operario, oficial y peón) y sigue mencionando si bien es cierto que el Gobierno ha unificado el Jornal Básico para todos los Departamentos del Perú, el costo de la Mano de Obra varia conforme a la dificultad o facilidad de la realización de la obra, el riesgo o la seguridad en el Proceso constructivo, las condiciones climáticas, costumbres locales, etc.

El costo de la mano de obra es la sumatoria de los siguientes rubros que están sujetos a las disposiciones legales vigentes.

- Jornal Básico
- Leyes sociales
- Bonificaciones

a.1) las categorías de trabajo: El Decreto Supremo (D.S) del 02.03.45 establece las categorías de los trabajadores de construcción civil y las labores que deben realizar cada uno de ellos (Ibáñez, 2012, p.554)

- **Operario**

Albañil, carpintero, fierro, pintores, gasfiteros, plomeros, almacenero, chofer, mecánico y demás trabajadores calificados en una especialidad en el ramo. En esta misma categoría se consideran a los maquinistas que desempeñan las funciones de los operarios mezcladores, concreteros, wincheros, etc.

- **Oficial o Ayudante**

Los trabajadores que desempeñan las mismas ocupaciones, pero que laboran como ayudantes del operario que tenga a su cargo la responsabilidad de la tarea y que no

hubieran alcanzado plena calificación en la especialidad. En la categoría de oficiales también están comprendidos los guardianes.

- **Peón**

Los trabajadores no calificados que son ocupados indistintamente en diversas tareas de la industria de la construcción.

- **Capataz**

No existe ningún dispositivo legal que establece su categoría como tal.

b) Componente no labor: Es el costo de los materiales, necesarios para ejecutar una unidad de obra.

c) Componente de equipos y/o herramientas: Se refiere al costo de los equipos y/o herramientas que se utilizan en forma exclusiva para la ejecución de una unidad de obra.

El costo de la componente labor para esta investigación tiene por dimensiones Costo MO x día, se estructura de la siguiente manera.

Tabla 3. Estructura de cálculo de costo MO x día

Recurso	Cuadrilla	Consumo MO	Estructura MO	Costo (hh)	Costo MO x día
Capataz	0.10	0.0064	0.00763358	34.66	0.26458
Operario	2.00	0.1280	0.15267176	24.49	3.73893
Oficial	3.00	0.1920	0.22900766	20.15	4.61450
Peón	8.00	0.5120	0.61068702	18.55	11.32824
Total	13.10	0.84	1.00		19.94625

Fuente: Adaptado de (Expediente Técnico: Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de las Calles de la Localidad de Hualgayoc, 2021)

La Tabla 3 muestra la estructura de cálculo del costo diario de mano de obra. El valor de “Consumo MO” (0.84) representa el consumo total diario de mano de obra (en horas-hombre), mientras que “Costo MO x día (19.95) representa el costo total diario de la mano de obra. Estos datos son cruciales para el análisis del desempeño de la mano de obra y su impacto en los costos y plazo del proyecto. Se utilizan para abordar el problema de investigación, evaluando cómo las variaciones en el consumo y el costo de la mano de obra afectan la eficiencia y la rentabilidad del proyecto.

2.3.4. Plazo

2.3.4.1. Concepto

El plazo de un proyecto está estrechamente relacionado con la duración de las actividades individuales. Cada actividad tiene su propio plazo parcial, la suma de estos determina el plazo total del proyecto. Estos plazos parciales pueden ser utilizados para monitorear y controlar el progreso del proyecto y asegurarse que el proyecto avance según lo planificado (Mattos & Valderrama, 2014)

$$D = (Metrado \times Rendimiento \text{ RR}) / (Jornada Laboral \times N^{\circ} \text{ Trabajadores cuadrilla})$$

Donde:

D: duración

El plazo se mide generalmente a través del avance físico, cumplimiento de fechas, y es una variable muy importante y relacionada con el financiamiento y, por lo tanto, el costo de la obra (Salinas & Huerta, 2018).

2.3.4.2. Importancia

La importancia del plazo radica en que este factor es útil para que los proyectos de culminen a tiempo y dentro de lo presupuestado, su falta de control puede llevarnos a sobrecostos y retrasos en la entrega del proyecto, lo cual tiene mucho que ver con los rendimientos de la mano de obra (MO).

2.3.4.3. Plazo y duración

En la gestión de proyectos, el plazo y la duración son dos términos diferentes que se refiere a aspectos distintos del proyecto. El plazo depende de las duraciones de las actividades, siendo la duración la cantidad de tiempo necesario para la ejecución completa de la actividad medida en periodos de trabajo (Mattos & Valderrama, 2014).

2.4. Marco conceptual

2.4.1. Rendimiento en la industria de la construcción

La productividad es la relación entre la cantidad producida y los recursos empleados o la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto determinado, logrando el cumplimiento de metas deseadas (Polanco Sánchez, 2009, pp.19).

En la planificación y ejecución de presupuestos y cronogramas, los rendimientos de mano de obra son elementos clave, ya que su optimización puede contribuir significativamente a la reducción de costos y disminución de los tiempos de ejecución (Benavente Puma & Mamani Cutipa, 2017).

2.4.2. Análisis de rendimiento y consumo de mano de obra

(Arboleda López, 2014), establece que, en el ámbito de la construcción, el rendimiento y el consumo de mano de obra son conceptos diferenciados, aunque a frecuentemente se confunden. El rendimiento se refiere al tiempo invertido por una cuadrilla, previamente diseñada, para completar una actividad específica. Por ejemplo, una cuadrilla compuesta por un ayudante y un oficial puede ejecutar 22 m² de mampostería en un día laboral.

En contraste, el consumo de mano de obra evalúa el tiempo total invertido por cada miembro de la cuadrilla, calculado por unidad de ejecución. En el caso anterior, una cuadrilla de dos personas que realizan 22 m² al día, trabajando teóricamente 8 horas, invierte 0.36 horas para producir un metro cuadrado de mampostería por cada integrante. Multiplicando

este valor por el número de integrantes de la cuadrilla, se obtiene un consumo de mano de obra de 0.72 horas-hombre por metro cuadrado ejecutado.

Al realizar la programación de una obra, es esencial considerar el rendimiento de la mano de obra de cada cuadrilla en las actividades específicas que llevarán a cabo. Este rendimiento debe estar relacionado con la cantidad de obra por ejecutar, lo cual permite determinar la duración de cada actividad. Para obtener estos rendimientos, es necesario basarse en la cultura de medición de obras similares realizadas previamente. Sin embargo, en ausencia de esta cultura, se recurre a estimaciones de rendimiento sin estudios previos, lo cual puede llevar a utilizar rendimientos ficticios si no se considera adecuadamente el factor de tiempo productivo, lo que impide la obtención de rendimientos reales (Arboleda López, 2014).

2.4.3. Rendimiento y productividad

Los rendimientos de mano de obra determinan el mejoramiento de la eficiencia en la productividad de una empresa, por ende, si se requiere mejorar la capacidad de realizar una actividad efectivamente se debe iniciar el análisis de rendimientos, estos elementos son mutuamente complementarios en un proyecto de construcción, aunque son aspectos meramente teóricos para un sector construcción que tiene la tendencia a emplear datos empíricos o usar datos que de alguna manera no se acercan a la realidad de la elaboración de la actividad constructiva, este hecho marca que las empresas constructoras se enfrenten a retrasos y sobrecostos de una actividad (Sánchez Varela, 2018).

2.5. Definición de términos básicos

Rendimiento: Es el esfuerzo requerido para realizar una actividad y la cantidad de metrado que se puede ejecutar con ese esfuerzo.

Productividad: Es la evaluación de cómo se está gastando el esfuerzo

Producción diaria: Es la cantidad de trabajo que una cuadrilla realiza en un día determinado en un frente de trabajo específico, se expresa en diferentes unidades de medida según el tipo

de actividad realizada, como metros cúbicos (m^3), metros cuadrados (m^2), kilogramos (kg), entre otros, dependiendo de la naturaleza de trabajo ejecutado.

Costo: Es el valor total asociado a la ejecución de una actividad o proyecto, que incluye el pago por los factores de producción, como mano de obra, materiales, equipos y herramientas.

Duración: Es la cantidad de tiempo necesario para la ejecución completa de la actividad medida en periodos de trabajo.

Plazo: Tiempo estimado que se requiere para realizar una actividad o un proyecto determinado.

Obra: Se considera como un tipo de proyecto específico en el sector de la construcción, que involucra actividades planificadas para la creación de un producto único, como un edificio, una carretera o infraestructura.

Pavimentación: Se refiere al proceso de cubrir una superficie, generalmente destinada al tránsito vehicular o peatonal, con un material resistente y duradero como concreto, asfalto, adoquines o piedra.

Control: Se refiere al proceso mediante el cual se supervisan, comparan y corrigen actividades o situaciones para asegurar que se alineen con los objetivos establecidos. Implica identificar desviaciones y tomar medidas correctivas para alcanzar metas planificadas.

Proyecto: Es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

CAPÍTULO III.

PLANTEAMIENTO DE LA(S) HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. General

- La falta de control sobre los factores de rendimiento y productividad influyen negativamente en el costo y plazo de una obra de pavimentación.

3.2. Variables

3.2.1. Variable independiente

- Rendimiento y productividad

3.2.2. Variable dependiente

- Costo y plazo

3.3. Operacionalización/categorización

INFLUENCIA DEL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN EL COSTO Y PLAZO DE UNA OBRA DE PAVIMENTACION EN LA CIUDAD DE HUALGAYOC-CAJAMARCA						
Hipótesis	Definición de las variable/categoría	Definición operacional de las variables /categorías				
		Variables /categorías		Dimensiones	Indicadores	Fuente o instrumento de recolección de datos
Hipótesis General: La falta de control sobre los factores de rendimiento y productividad influyen negativamente en el costo y plazo de una obra de pavimentación.	Rendimiento: Esfuerzo que se necesita para hacer una actividad y cantidad de metrado que se logra hacer con ese esfuerzo. Productividad: Es la evaluación de como se esta gastando el esfuerzo, para evaluar se necesita dos datos hora ganada y hora gastada. Costo: Es el valor total asociado a la ejecución de una actividad o proyecto, que incluye el pago por los factores de producción, como mano de obra, materiales, equipos y herramientas. Plazo: Tiempo estimado que se requiere para realizar una actividad o un proyecto determinado.	Variable independiente	V-1 Rendimiento	Horas hombre gastadas por unidad de metrado	Rendimiento (hh/um)= Horas gastadas (hh) / Producción diaria (um)	Ficha de observación, expediente técnico (APU)
			V-2 Productividad	Eficiencia de las cuadrillas	Indice de Desempeño de la Productividad (CPI) CPI =Horas ganadas / Horas gastadas	Ficha de observación (horas gastadas). Horas ganadas=% Progreso Físico x hh Estimadas.
		Variable dependiente	V-3 Costo	Costo directo de la mano de obra por unidad de metrado	Costo = (Costo MO x hh x Dif RT's x Metrado)	Análisis de precios unitarios del expediente técnico
			V-4 Plazo	Duración de la actividad	Duración (dias)= (Metrado x RR) / (Jornada laboral x N° de trabajadores)	Cronograma general de obra del proyecto

Tabla 4. Operacionalización de los componentes de la hipótesis

CAPÍTULO IV.

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica

Departamento : Cajamarca

Provincia : Hualgayoc

Distrito : Hualgayoc

Localidad : Hualgayoc

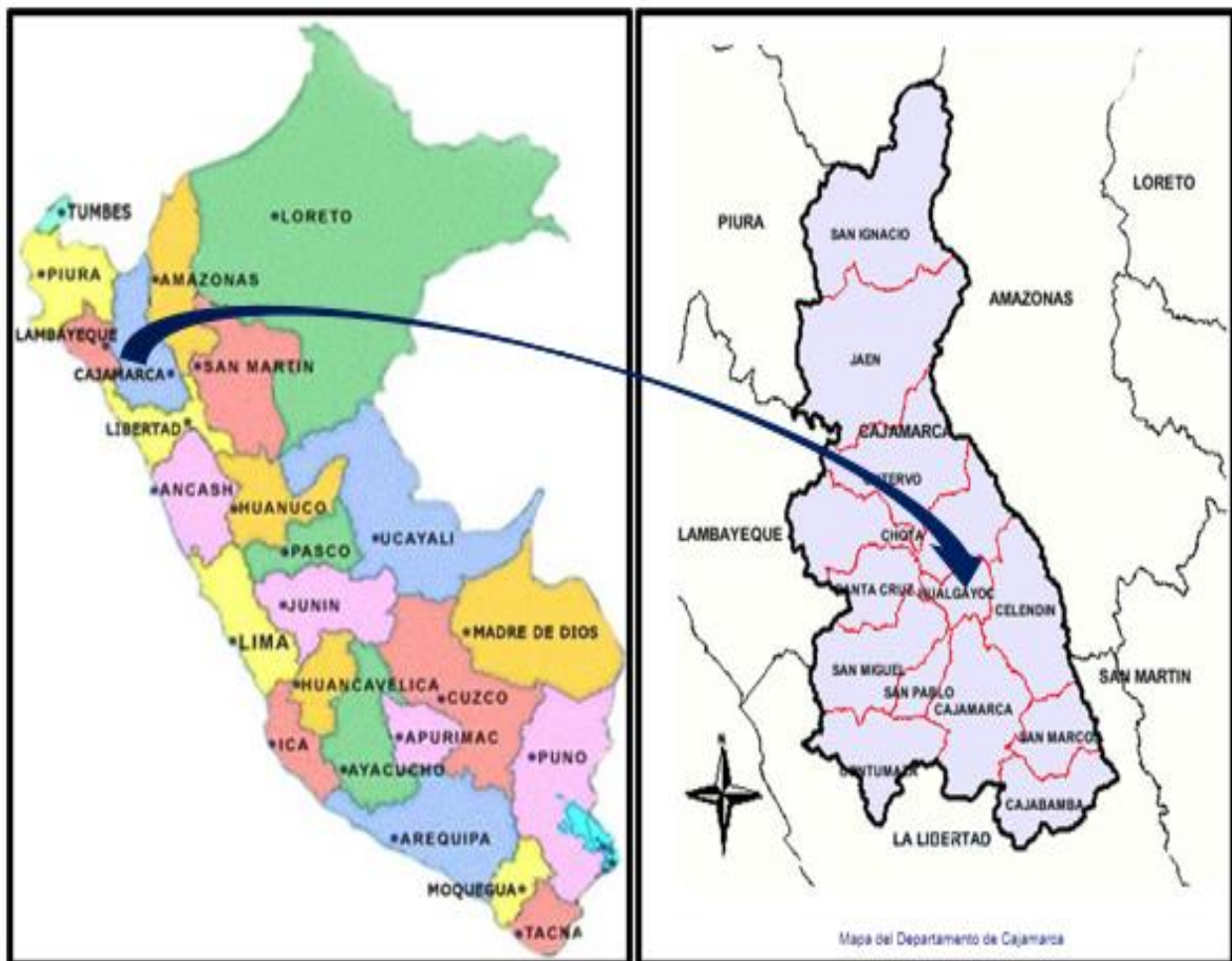


Figura 2. Ubicación del proyecto

Fuente: Commons, 2019

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Hualgayoc, se ubica al sur de la Región Cajamarca.

El Distrito de Hualgayoc tiene los siguientes límites:

- Por el Norte : Con la provincia de Chota y Bambamarca
- Por el Sur : Con las Provincias de Cajamarca, San Miguel y San Pablo
- Por el Este : Con la provincia Hualgayoc – Bambamarca
- Por el Oeste : Con los Distritos de Chugur y San Miguel

4.2. CARACTERISTICAS GENERALES

4.2.1. Topografía

La provincia de Hualgayoc, de acuerdo a su ubicación natural se encuentra en la región Sierra, en la vertiente occidental de la cordillera de los andes del norte del Perú. La altitud varia desde los 2200m.s.n.m. en la cordillera del rio Perlamayo con el rio Tacamache hasta los 4200 m.s.n.m. en el cerro Picacho, Presenta una topografía variada y compleja. Las formas del suelo lo determinan los lados derecho e izquierdo del gran callejón por cuyo fondo discurren las aguas del rio LLaucano, las grandes laderas de ligera y pronunciada pendiente, los cortes verticales y profundos cañones, los cerros, las planicies y los pequeños valles. (Custodio López et al., 2006)

4.2.2. Clima:

En el distrito de Hualgayoc predomina el clima frío. La temperatura estacional del distrito oscila entre 6°C a 8°C. La atmósfera es seca y las precipitaciones son abundantes durante el verano.

La época de lluvias en el distrito de Hualgayoc se da entre los meses de octubre y marzo; mientras que de abril a junio se producen precipitaciones moderadas. La precipitación total anual no varía drásticamente de un año a otro, siendo el valor del Módulo Pluviométrico Anual de 1 360 mm. Durante el periodo evaluado los totales anuales de precipitación variaron entre 756 mm (año 1979/1980) y 1 721,5 mm (año 1980/1981) (Knight Piésold Consulting, 2005).

4.2.3. Suelos

A lo largo de la zona de estudio la estratigrafía presenta un estrato superficial compuesto por un suelo arcilloso, con materia orgánica existente en la zona en tramos puntuales. Luego según la clasificación SUCS, se encuentran seguidos estratos de tipo “GW-GM” (grava bien gradada limosa), “SC” (arena limosa), “GM-GC” (grava limosa arcillosa), “CL” (arcilla de mediana plasticidad). Los que se encuentran en estado natural, superando los -2.20m de profundidad en promedio (Expediente Técnico: Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de las Calles de la Localidad de Hualgayoc (2021)

En forma general se puede decir que el tramo de la vía a pavimentarse presenta un suelo de fundación que tiene buena capacidad de soporte (CBR) (>20 y <40%) (Expediente Técnico: Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de las Calles de la Localidad de Hualgayoc (2021)

No se ha encontrado nivel freático a la profundidad promedio de -2.20m, referida al nivel de terreno natural al momento de la exploración (Expediente Técnico: Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de las Calles de la Localidad de Hualgayoc (2021).

4.2.4. Vías de acceso

El acceso a la localidad de Hualgayoc, tomando como punto la ciudad de Cajamarca con una longitud de 86 km. Con un tiempo de viaje de 2:30 horas.

Desde	Distancia	Tiempo	Vía	Medio De Transporte
CAJAMARCA - HUALGAYOC	86 KM	2:30 HORAS	Asfaltada	Vehículos motorizados, camionetas, camión, etc.
TOTAL	86 KM	2 HORA CON 30 MIN		

Tabla 5. Acceso a la zona del proyecto-vía Cajamarca

4.2.5. Actividades Económicas

4.2.5.1. Actividad Pecuaria:

La actividad pecuaria es la segunda en importancia. El hecho de que la ganadería sea una actividad secundaria en las familias campesinas no resta importancia al peso que tiene la actividad ganadera dentro de la generación de ingresos.(Velazco, 2005)

El ganado mayor (buey, caballo y burro) sirven como animales de tiro y de carga; también ofrecen alimentos y derivados para el autoconsumo o la venta al mercado(Velazco, 2005)

La importancia mayor de la ganadería como estrategia de generación de ingresos, tiene que ver sobre todo con la posibilidad que le brinda la crianza del ganado para ofrecerlos en el mercado dominical y lograr a través de su venta la adquisición de un stock limitado de productos de primera necesidad.(Velazco, 2005)

4.2.5.2. Actividad Minera:

La minería es la principal actividad económica del distrito; la extracción de oro, cobre, entre otros.

El distrito de Hualgayoc tiene grandes recursos mineros, que son explotados desde la época de la colonia, sin embargo, su explotación, poco ha contribuido a su desarrollo. Si bien la minería ha generado ocupación para cientos de mineros y otros trabajadores afines, no ha potenciado el desarrollo económico del distrito, al contrario, ha generado problemas tales como: deterioro de carreteras, disminución de la producción agrícola, contaminación de agua de los ríos, esterilización de tierras de cultivo por relaves y reducción de la vida de los mineros entre otros problemas. Asimismo, el trabajador minero de Hualgayoc está en condiciones de trabajo y salarios muy inferiores a los mineros del centro del país.(Custodio López et al., 2006)

Planeamiento Urbano:

El Plan Director Hualgayoc 2020 elaborado por la gerencia de Desarrollo Urbano – GDUR, es un documento que plantea unas perspectivas de desarrollo para el distrito asignando un rol preponderante a la ciudad de Hualgayoc, asimismo se propuso políticas y estrategias para el área urbana, en la cual la prioridad conjuntamente con los servicios básicos es el mejoramiento integral de la infraestructura vial de la zona urbana y de las comunidades que pertenecen a este distrito, asignando roles y funciones a los diferentes núcleos urbanos y áreas de potencial desarrollo. Como instrumento técnico –normativo - legal comprende la Reglamentación de los Usos del Suelo estableciendo definiciones, características, criterios y compatibilidades para el uso en cada una de las zonas de la ciudad de Hualgayoc, complementado con sus correspondientes planos. (Expediente Técnico: Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de las Calles de la Localidad de Hualgayoc, 2021).

4.3. Diseño de investigación

Este estudio adoptó un diseño no experimental y transversal para analizar los rendimientos y la productividad de la mano de obra en una obra de pavimentación en el distrito de Hualgayoc-Cajamarca. Se optó por este diseño porque no se manipularon variables, sino que se observó la realidad tal como se presentó en el contexto de la obra.

La recolección de datos se llevó a cabo a través de observaciones diarias, con duraciones variables (entre 9 y 13 días por actividad), facilitando el análisis cuantitativo.

a) Etapas de la investigación:

El proceso de investigación se dividió en las siguientes etapas

1. **Revisión Bibliográfica:** Se realizó una exhaustiva revisión de literatura sobre rendimientos y productividad en construcción, y el método del Valor Ganado (EVM) para establecer una base teórica sólida.
2. **Recolección de Datos:** Se empleó la técnica de observación directa de las cuadrillas de trabajo, registrando datos en formatos específicos que incluían fecha, actividad, cuadrilla, número de integrantes, jornada laboral, horas gastadas, producción diaria y observaciones relevantes.
3. **Análisis de Datos:** El análisis de datos incluyó el cálculo de los rendimientos reales (RR) y teóricos (RT). Los RR se obtuvieron a partir de los datos recolectados en campo, mientras que los RT se calcularon con la información del expediente técnico aprobado mediante resolución del Municipio (RESOLUCIÓN DE GERENCIA DE OBRAS, DESARROLLO URBANO Y RURAL N°048-2021-MDH/GODUR) elaborado por un consultor, contenía los análisis de precios unitarios (APU) que sirvieron como referencia para los rendimientos teóricos utilizados en el estudio. Los rendimientos teóricos presentados en dicho expediente técnico son el resultado de cálculos basados en análisis previos del consultor, ya que podrían estar ajustados a otras realidades o condiciones generales. Durante el desarrollo del estudio, estos rendimientos fueron contrastados con los rendimientos reales obtenidos a partir de los

datos recolectados de campo. La productividad se calculó como la relación entre las horas ganadas y las horas gastadas: $\text{Productividad} = \text{horas ganadas} / \text{horas gastadas}$. Las horas ganadas se determinaron utilizando el método del Valor Ganado (EVM): $\text{EVM (hh)} = \% \text{ Progreso Físico} \times \text{hh Estimadas}$. El resultado, expresado como un índice de Desempeño de la Productividad (CPI), indica la eficiencia del trabajo: un $\text{CPI} < 1$ indica improductividad, mientras que un $\text{CPI} > 1$ indica productividad.

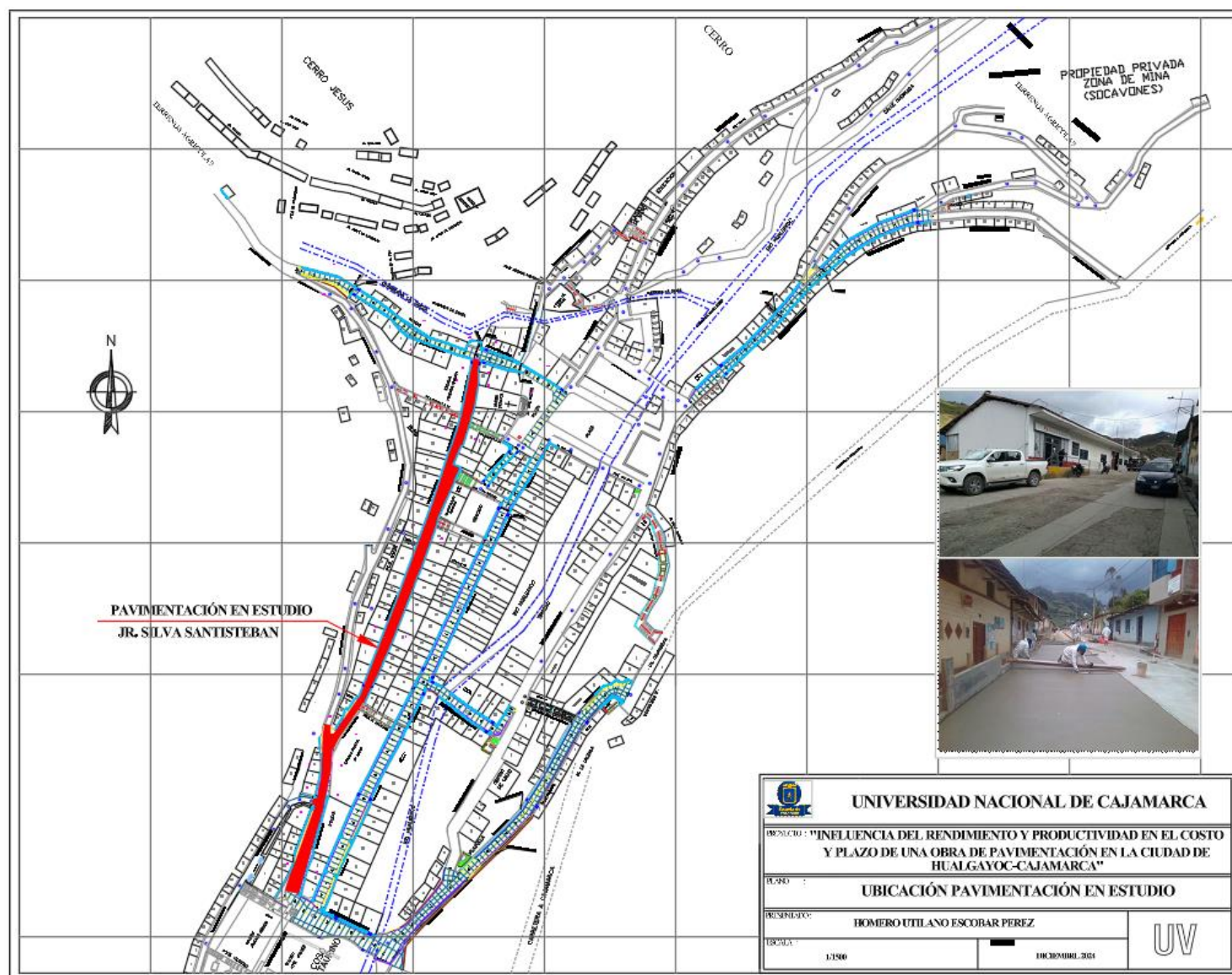


Figura 3. Ubicación pavimentación en estudio Jr. Silva Santisteban

4.4. Métodos de investigación

Tipo: Este estudio empleó un diseño de investigación no experimental, transversal. Se limitó a observar y analizar la realidad tal como se presentó, sin intervención ni manipulación de las variables. La recolección de datos se llevó a cabo a través de observaciones diarias, con duraciones variables (entre 9 y 13 días por actividad), facilitando el análisis cuantitativo. (Apéndice II)

Nivel: El estudio tuvo un enfoque descriptivo-cuantitativo, se describe la situación actual del rendimiento y la productividad, y se cuantifica la relación entre estas variables y el costo y plazo del proyecto mediante el análisis de datos numéricos.

Método: Se utilizó el método hipotético-deductivo, que implicó la formulación de hipótesis iniciales fundamentadas en bases teóricas. Estas hipótesis fueron contrastadas mediante la recopilación, análisis y sistematización de datos empíricos, asegurando un enfoque riguroso lógico en el desarrollo del estudio.

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

4.5.1. Población

Conformada por la mano de obra de las partidas del proyecto “Mejoramiento del Servicio Transitabilidad vehicular y Peatonal de las Calles de la Localidad de Hualgayoc, Distrito de Hualgayoc-Hualgayoc-Cajamarca”.

4.5.2. Muestra

Se escogieron seis actividades representativas de las partidas del proyecto “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de las Calles de la Localidad de Hualgayoc, Distrito de Hualgayoc-Hualgayoc-Cajamarca”, mediante el principio de Pareto (80/20), priorizando aquellas que tenían la mayor incidencia de mano de obra, así como el costo, la selección de estas seis actividades se describe en la Tabla 7.

4.5.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis es el rendimiento y la productividad de la mano de obra en cada actividad seleccionada. Se mide la eficiencia de las cuadrillas considerando la relación entre el rendimiento teórico (RT) y el rendimiento real (RR), y su impacto en el costo y plazo del proyecto.

4.5.4. Unidad de observación

Son las cuadrillas de trabajadores que ejecutaron cada una de las seis actividades seleccionadas. La información se recolectó al final de cada jornada laboral utilizando formatos diseñados para este estudio.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnica

Se utilizó la observación directa como técnica principal de recolección de datos. Esta técnica permitió registrar los eventos y comportamientos en el lugar de trabajo sin manipular las variables, asegurando la validez de los datos obtenidos.

La observación directa permitió recolectar información sobre:

- Actividades realizadas (según cronograma)
- La fecha de ejecución de cada actividad
- La cuadrilla de trabajo involucrada en la actividad
- El tiempo real invertido en la tarea
- La producción obtenida en cada jornada laboral

4.6.2. Instrumento

a) Ficha de observación

Es un formato elaborado por el investigador para registrar datos cuantitativos y cualitativos relevantes. Adicionalmente, se utilizó el expediente técnico del proyecto para obtener los datos teóricos de rendimiento.

b) Selección de las actividades en estudio

Para identificar las actividades con mayor incidencia en el costo de mano de obra, se aplicó el principio de Pareto (80/20). Los resultados mostraron que seis actividades representan aproximadamente el 80% del costo total de la mano de obra. Estas actividades se muestran en siguiente tabla:

Tabla 6. Actividades consideradas en el estudio de la investigación

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO (\$/.)
01.02.00	TRABAJOS PRELIMINARES			
01.02.04	Demolición de veredas e=10cm con equipo	m2	2,462.46	41,787.95
01.04.00	PAVIMENTO RÍGIDO			
01.04.04	Encofrado de pavimento rígido	m2	1,119.19	106,625.25
01.05.05	Pavimento rígido de concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$, e=0.20m	m2	12,164.14	1,485,363.14
01.08.00	VEREDAS DE CONCRETO			
01.08.03	Veredas-Encofrado	m2	256.67	26,680.43
01.08.04	Vereda-Concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$, E=0.10m INCL. ACABADO BRUÑADO	m2	3,132.88	224,752.81
01.05.00	OBRAS DE ARTE			
01.05.01.05	Concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en cunetas, E=0.20m	m3	246.03	101,813.83

4.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

4.7.1. Procesamiento de datos

- **Recopilación de datos:**

- Se recopilaron datos cuantitativos de campo y del expediente técnico (APU-componente labor).
- Los datos del expediente técnico incluyeron el rendimiento teórico (RT) obtenido de los análisis de precios unitarios (APU).
- Los datos de campo incluyeron la producción diaria, la cuadrilla de trabajo, jornada laboral, horas gastadas, que se usaron para calcular el rendimiento real (RR).

- **Software de procesamiento:**

- Se utilizó Microsoft Excel 2019 para procesar los datos.

- **Cálculos realizados:**

- Se calcularon el rendimiento real (RR), el rendimiento teórico (RT), la productividad y las horas ganadas,

4.7.2. Cálculo de Rendimiento

- **Rendimiento real (RR):**

Se calculó como la relación entre el esfuerzo en horas-hombre (hh) y la producción diaria (um).

- $Rendimiento = Esfuerzo\ (hh) / Producción\ diaria\ (um)$
- Para ilustrar este cálculo, consideremos el siguiente ejemplo. Una cuadrilla de tres pintores debe pintar una fachada de un edificio de 100 m². La jornada laboral es de 8 horas, y la meta diaria de producción es de 40 m². El cálculo de las horas-hombres se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Cálculo de horas-hombre de una cuadrilla de trabajo

Recurso	Cuadrilla	Jornada Laboral	Esfuerzo
Pintor 1	2	8	16
Pintor 2	1	8	8
Total			24 hh

Fuente: Adaptado de (Arboleda López, 2014)

$$Rendimiento = \frac{\text{Esfuerzo (hh)}}{\text{Producción diaria (um)}} = \frac{24 \text{ hh}}{40 \text{ m}^2} = 0.60 \text{ hh/m}^2$$

- **Rendimiento teórico (RT):**

- Se obtuvo de los análisis de precios unitarios (APU) del expediente técnico.

4.7.3. Cálculo de Productividad

- **Productividad:**

- Se calculó como la relación entre las horas ganadas y las horas gastadas:

$$Productividad = \text{horas ganadas} / \text{horas gastadas}.$$

- **Horas gastadas:**

- Se calcularon multiplicando las 8 horas laborales diarias por el número de personas de la cuadrilla.

- **Horas ganadas:**

- Se determinaron utilizando el método del Valor Ganado (EVM).

4.7.4. Método del Valor Ganado (EVM)

- **Descripción:**
 - El método del Valor Ganado (EVM) se utilizó para determinar las horas ganadas.
 - El EVM se utilizó para medir el progreso físico de un proyecto en relación con el plan original.
- **Fórmula:**
 - $EVM(hh) = \% \text{ Progreso Físico} \times hh \text{ Estimadas}$
 - **hh Estimadas:** Se refiere a las horas-hombre totales para completar la actividad.
 - **% Progreso Físico:** Se refiere al porcentaje de la actividad que se ha completado
- **Aplicación en el proyecto:**
 - El EVM se aplicó para calcular las horas ganadas en función del progreso físico de las actividades de construcción.

4.7.5. Cálculo de Mano de Obra por Día

- El costo diario de la mano de obra se obtuvo de la suma de los costos individuales de cada tipo de trabajador por día (Tabla 3).
- $\text{Costo MO} \times \text{día} = \text{Estructura MO} \times \text{Costo hh}$

4.7.6. Cálculo de Mano de Obra por Hora

- El costo mano de obra por hora-hombre se calculó dividiendo el costo diario de la mano de obra por día entre la jornada laboral.
- $\text{Costo MO} \times hh = \text{Costo MO} \times \text{día} / \text{Jornada Laboral}$

4.7.7. Costo por diferencia de rendimientos

- Se calculó multiplicando el costo por hora-hombre por la diferencia de rendimientos y el metrado total.
- $\text{Costo} = \text{Costo MO} \times \text{DifRTs} \times \text{Metrado}$

4.7.8. Cálculo de duración

- Se calculó multiplicando el metrado por rendimiento real entre jornada laboral por el número de trabajadores.
- $Duración = (Metrado \times RR) / (Jornada Laboral \times N^{\circ} Trabajadores)$

4.7.9. Análisis de Resultados

- Se analizaron las variaciones en el rendimiento real (RR) a lo largo del tiempo, comparándolo con el rendimiento teórico (RT)
- Se evaluó la productividad a través del CPI, identificando periodos de mayor y menor eficiencia.
- Los resultados se representaron gráficamente, para facilitar la interpretación.

4.8. Equipos, materiales.

Equipos.

- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica o smartphone
- Cinta métrica

Materiales.

- Formatos de recolección de datos
- Expediente técnico del proyecto

4.9. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 8. Matriz de consistencia metodológica

INFLUENCIA DEL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN EL COSTO Y PLAZO DE UNA OBRA DE PAVIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE HUALGAYOC - CAJAMARCA								
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables/categorías		Dimensiones	Indicadores	Fuente o instrumento	Metodología
¿Cómo influye el rendimiento y la productividad en el costo y plazo de una obra de pavimentación?	Objetivo general Analizar la influencia del rendimiento y productividad en el costo y plazo de una obra de pavimentación Objetivos específicos -Evaluar el impacto de las variaciones entre el rendimiento y productividad en el costo y plazo - Identificar los factores que afectan el rendimiento y productividad en proyectos de pavimentación. - Proponer estrategias para mejorar la eficiencia en proyectos de pavimentación.	Hipótesis General La falta de control sobre los factores de rendimiento y productividad influyen negativamente en el costo y plazo de una obra de pavimentación.	Variable independiente	Rendimiento	Horas hombre gastadas por unidad de metrado	Rendimiento (hh /um) =Horas gastadas (hh) / Producción diaria (um)	Ficha de observación (horas gastadas, producción diaria), expediente técnico	Tipo: No experimental , transversal
				Productividad	Eficiencia de las cuadrillas	Indice de Desempeño de la Productividad CPI = Horas ganadas / Horas gastadas	Ficha de observación (horas gastadas). Horas ganadas=% Progreso Físico x hh Estimadas.	
			Variable dependiente	Costo	Costo directo de la mano de obra por unidad de metrado.	Costo = (Costo MO x hh x Dif RT's x Metrado)	Análisis de precios unitarios del expediente técnico	Nivel: -Descriptivo-cuantitativo
				Plazo	Duración de la actividad	Duración (días)= (Metrado x RR) / (Jornada laboral x N° de trabajadores)	Cronograma general de obra del proyecto	
								Muestra: seis actividades seleccionadas de las partidas del proyecto las de mayor incidencia de mano de obra y costo, se utilizó el principio de Pareto (80/20)

CAPÍTULO V.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Rendimiento y productividad

Tabla 9. Rendimiento teórico (RT) y rendimiento real (RR) de demolición de veredas

ACTIVIDAD		01.02.04 DEMOLICIÓN DE VEREDAS E=0.10m									
Producción diaria	:	90 m2/día									
Metrado	:	735.03 m2									
Duración	:	8 días									
Rendimiento	:	0.36 hh/m2									
HH totales	:	268 hh									

Recurso	Cuadrilla	Consumo MO	Estructura MO	Costo hh	Costo MOx día
Capataz	0.10	0.0089	0.024390244	34.66	0.84537
Operario equipo liviano	2.00	0.1778	0.487804878	25.31	12.34634
Oficial	0.00	0.0000	0.000000000	20.15	0.00000
Peón	2.00	0.1778	0.487804878	18.55	9.04878
Total	4.10	0.36	1.0		22.24049

Recurso	Cuadrilla	Jornal Laboral	Esfuerzo
Capataz	0.1	8	0.8
Operario equipo liviano	2	8	16.0
Oficial	0	8	0.0
Peón	2	8	16.0
Total			32.8 hh

Horas Gastadas : 360.8 hh

Fecha	25.08.22	26.08.22	29.08.22	30.08.22	31.08.22	01.09.22	02.08.22	05.09.22	06.09.22	07.09.22	08.09.22
N° Trabajadores	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10
Jornada laboral	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Esfuerzo (hh)	32.8	32.8	32.8	32.8	32.8	32.8	32.8	32.8	32.8	32.8	32.8
Producción diaria obra (m2/día)	98	84	116	94	92	84	76	84	94	84	84
Rendimiento real (RR)	0.33	0.39	0.28	0.35	0.36	0.39	0.43	0.39	0.35	0.39	0.39
Rendimiento teórico (RT)	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Dif RTs	0.03	-0.03	0.08	0.02	0.01	-0.03	-0.07	-0.03	0.02	-0.03	-0.03
Costo MO x día	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24
Costo MOx hh	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
Costo (Costo MO x hhx Dif RTsxMetrado) (S/.)	61	-53	167	32	16	-53	-137	-53	32	-53	-53
Duración (Mtdo x RR / Jor. Lab x N° Trab. (días)	8	9	6	8	8	9	10	9	8	9	9

Figura 4. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.

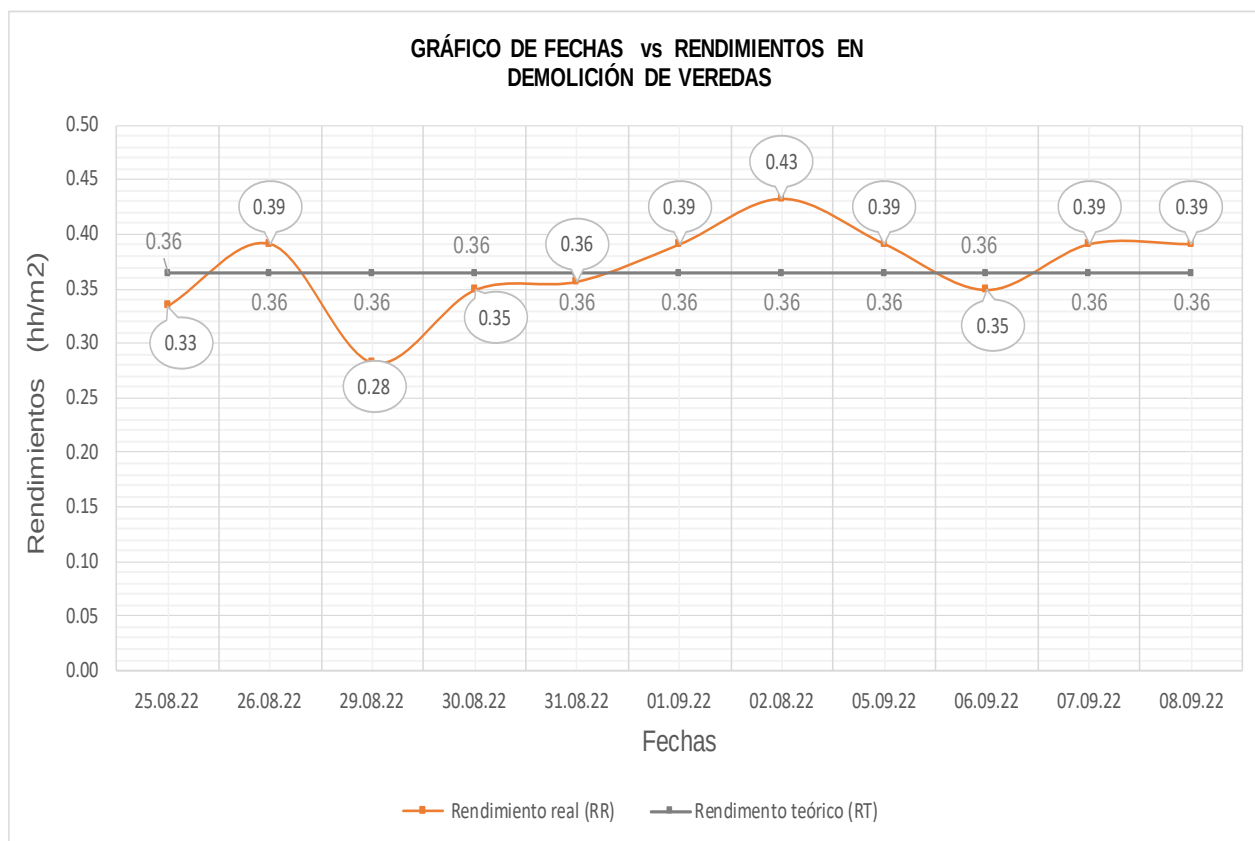


Figura 5. Rendimiento real vs costo de demolición de vereda

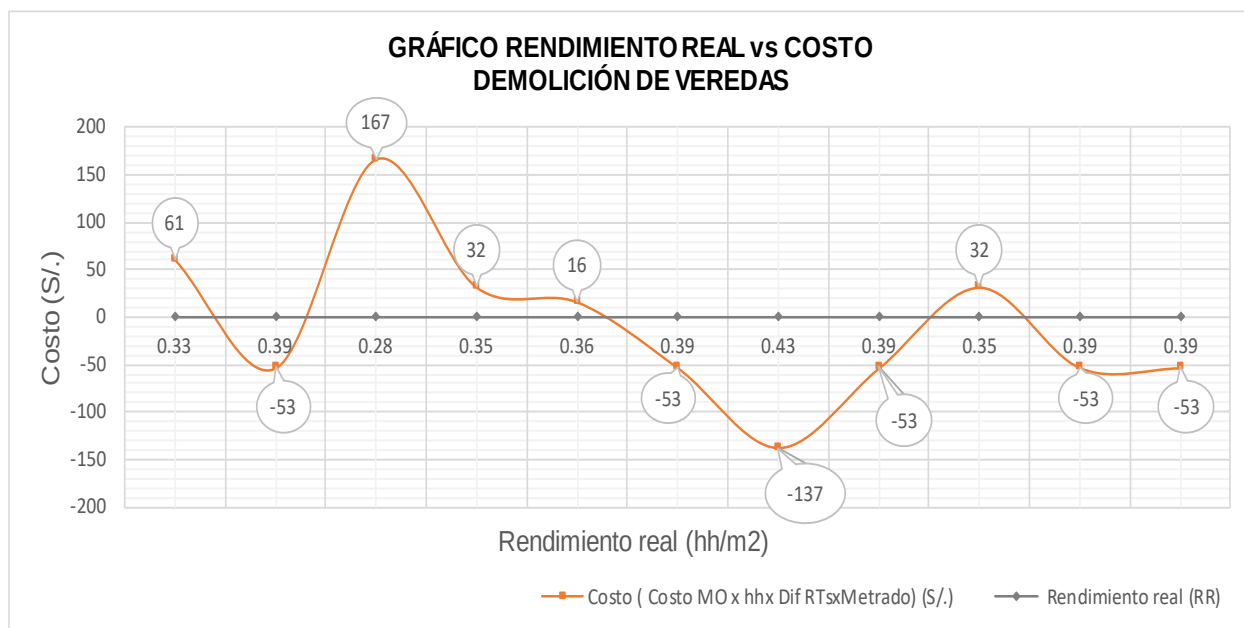


Figura 6. Rendimiento real vs duración de la actividad de demolición de veredas

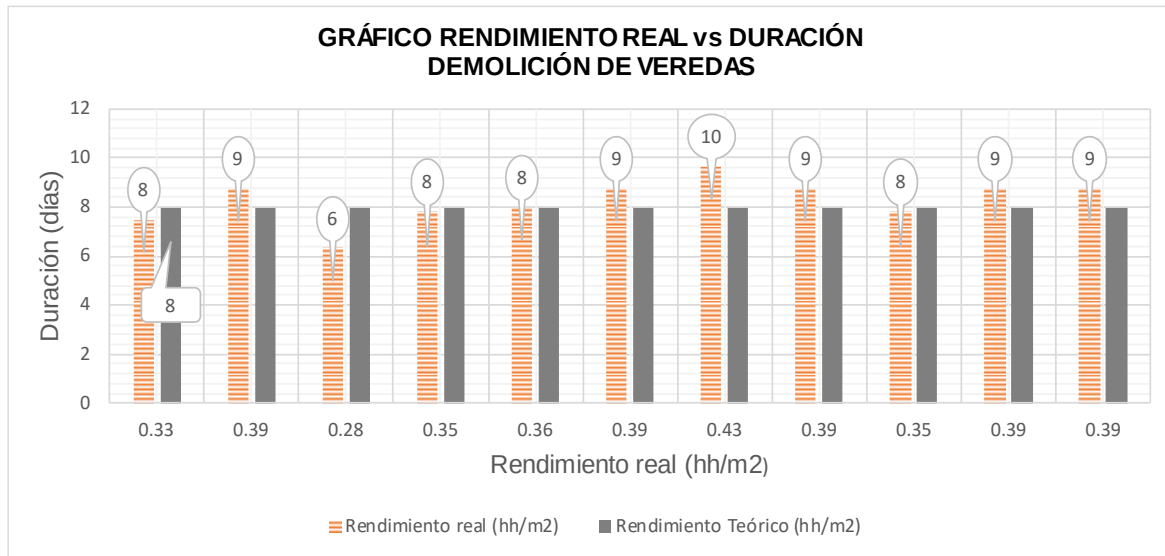


Tabla 10. Análisis de la productividad - Método valor ganado EVM (hh) demolición de veredas.

Total hh (ESTIM.)	Mtdo.	P/U	TOTAL	Producción diaria	% PROG. FÍSICO	EVM (hh)	hh GASTADAS	CPI (hh)
267.88	735.03	16.97	12473.4591	98	13.33%	35.72	32.8	1.09
267.88	735.03	16.97	12566.7941	84	11.43%	30.61	32.8	0.93
267.88	735.03	16.97	12566.7941	116	15.78%	42.28	32.8	1.29
267.88	735.03	16.97	12566.7941	94	12.79%	34.26	32.8	1.04
267.88	735.03	16.97	12566.7941	92	12.52%	33.53	32.8	1.02
267.88	735.03	16.97	12566.7941	84	11.43%	30.61	32.8	0.93
267.88	735.03	16.97	12566.7941	76	10.34%	27.70	32.8	0.84
267.88	735.03	16.97	12566.7941	84	11.43%	30.61	32.8	0.93
267.88	735.03	16.97	12566.7941	94	12.79%	34.26	32.8	1.04
267.88	735.03	16.97	12566.7941	84	11.43%	30.61	32.8	0.93
267.88	735.03	16.97	12566.7941	84	11.43%	30.61	32.8	0.93

Figura 7. Producción diaria vs horas ganadas y gastadas de la actividad demolición de veredas.

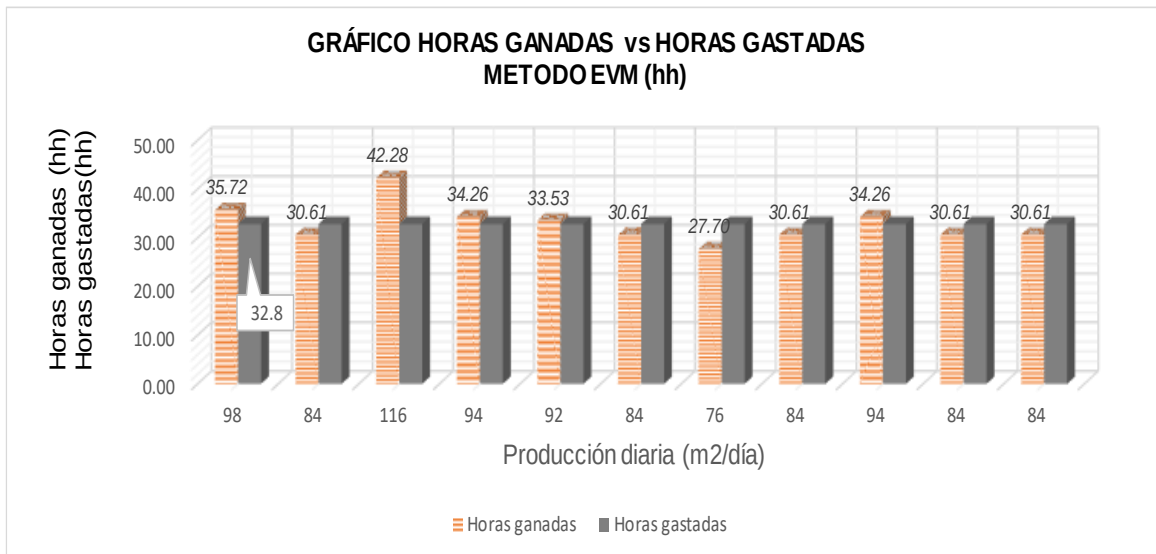


Tabla 11. Rendimiento teórico (RT) y Rendimiento real (RR) encofrado de pavimento rígido.

ACTIVIDAD		: 01.04.04 ENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO							
Producción diaria	:	8 m2/día							
Metrado	:	258.41 m2							
Duración	:	32 días							
Rendimiento	:	2.60 hh/m2							
HH totales	:	672 hh							

Recurso	Cuadrilla	Consumo MO	Estructura MO	Costo hh	Costo MOx día
Capataz	0.10	0.10	0.038461538	34.66	1.33308
Operario	1.00	1.00	0.384615385	24.49	9.41923
Oficial	0.50	0.50	0.192307692	20.15	3.87500
Peón	1.00	1.00	0.384615385	18.55	7.13462
Total	2.60	2.60	1.0		21.76192

Recurso	Cuadrilla	Jornada laboral	Esfuerzo
Capataz	0.1	8	0.8
Operario	1	8	8.0
Oficial	0.5	8	4.0
Peón	1	8	8.0
Total			20.8 hh

Horas Gastadas	:	187.2 hh							
----------------	---	----------	--	--	--	--	--	--	--

<i>Fecha</i>	22.10.22	25.10.22	27.10.22	29.11.22	02.11.22	08.11.22	10.11.22	14.11.22	19.11.22
N° Trabajadores	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
Jornada laboral	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Esfuerzo (hh)	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
<i>Producción diaria obra (m2/día)</i>	8.60	6.00	6.40	6.00	3.90	3.80	6.40	7.20	7.20
Rendimiento real (RR)	2.42	3.47	3.25	3.47	5.33	5.47	3.25	2.89	2.89
Rendimiento teórico (RT)	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
Dif RTs	0.18	-0.87	-0.65	-0.87	-2.73	-2.87	-0.65	-0.29	-0.29
Costo MO x día	21.76	21.76	21.76	21.76	21.76	21.76	21.76	21.76	21.76
Costo MOx hh	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
Costo (Costo MOx hhx Dif RTsxMetrado) (S/.)	128	-609	-457	-609	-1921	-2020	-457	-203	-203
Duración (Mtdo x RR / Jor.									
Lab x N° Trab. (días)	30	43	40	43	66	68	40	36	36

Figura 8. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.

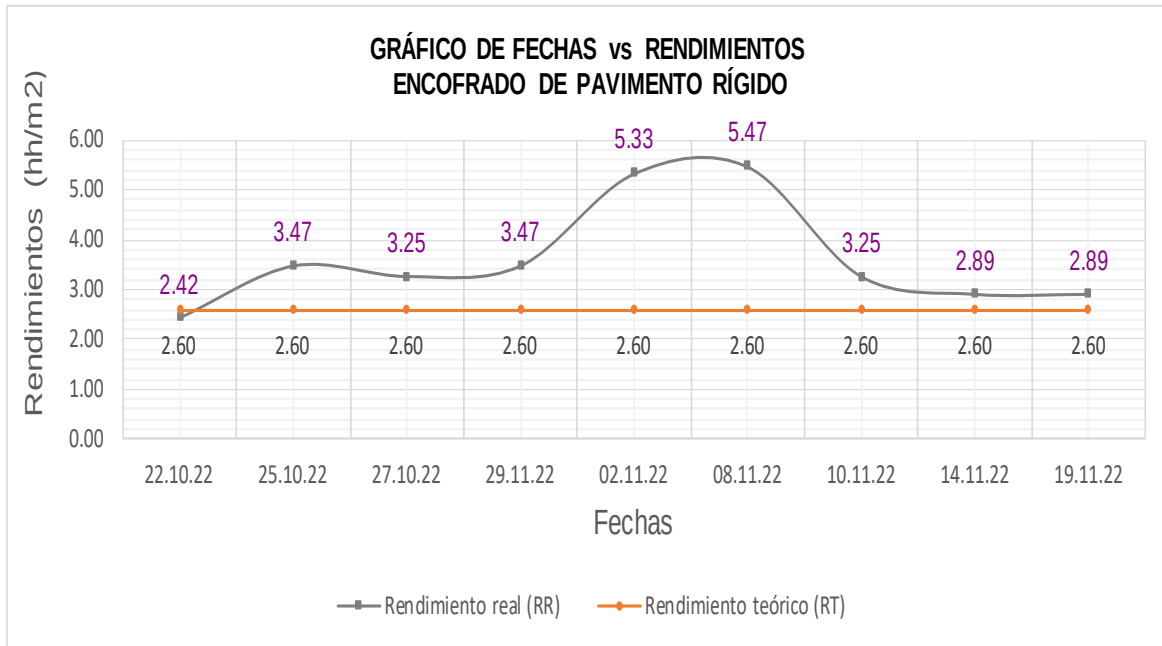


Figura 9. Rendimiento real vs costo actividad encofrado y desencofrado de pavimento rígido.

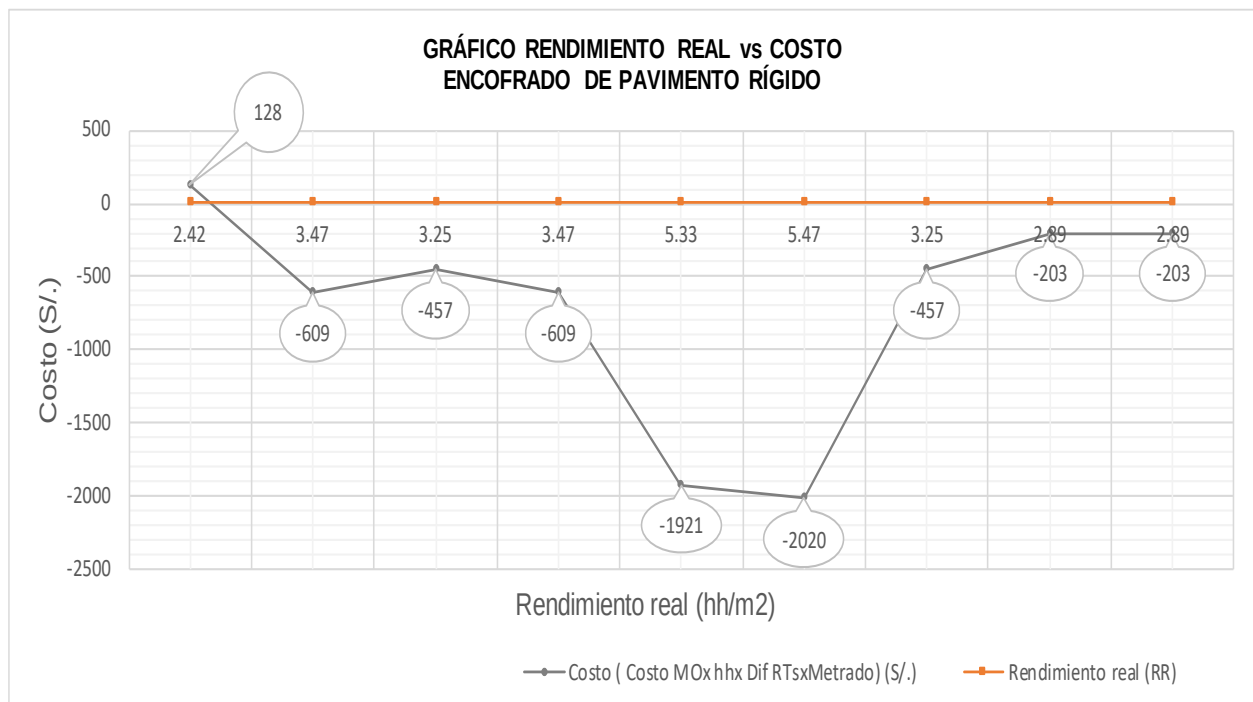


Figura 10. Rendimiento real vs duración actividad encofrado de pavimento rígido.

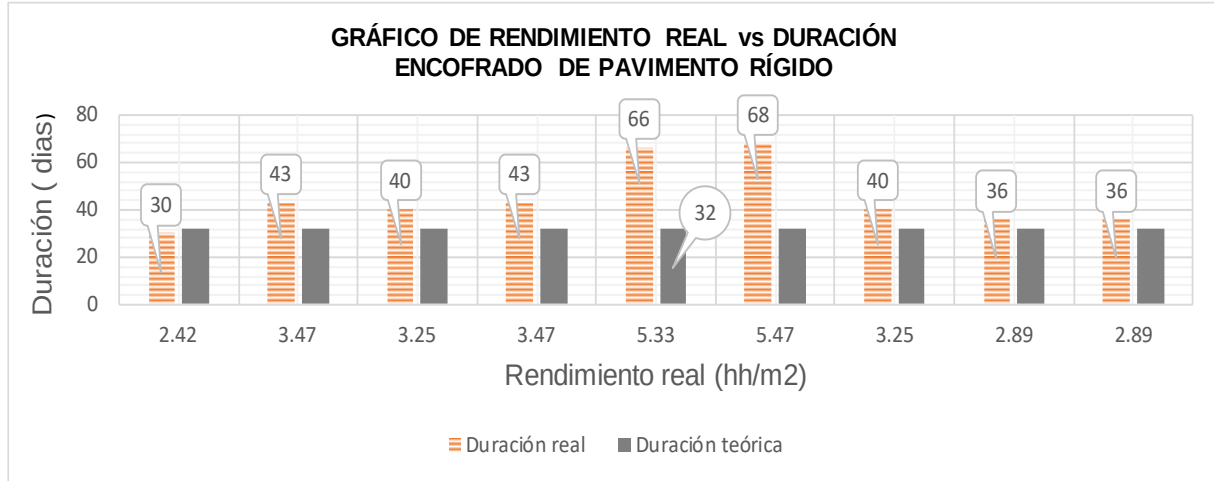


Tabla 12. Análisis de la productividad método de valor ganado EVM (hh) actividad encofrado de pavimento rígido.

Total hh (ESTIM.)	Mtdo.	P/U	TOTAL	Producción diaria	% PROG. FÍSICO	EVM (hh)	hh GASTADAS	CPI (hh)
671.87	258.41	95.27	24618.7207	8.60	3.33%	22.36	20.8	1.075
671.87	258.41	95.27	24618.7207	6.00	2.32%	15.60	20.8	0.750
671.87	258.41	95.27	24618.7207	6.40	2.48%	16.64	20.8	0.800
671.87	258.41	95.27	24618.7207	6.00	2.32%	15.60	20.8	0.750
671.87	258.41	95.27	24618.7207	3.90	1.51%	10.14	20.8	0.488
671.87	258.41	95.27	24618.7207	3.80	1.47%	9.88	20.8	0.475
671.87	258.41	95.27	24618.7207	6.40	2.48%	16.64	20.8	0.800
671.87	258.41	95.27	24618.7207	7.20	2.79%	18.72	20.8	0.900
671.87	258.41	95.27	24618.7207	7.20	2.79%	18.72	20.8	0.900

Figura 11. Producción diaria vs horas gastadas - horas ganadas de la actividad encofrado de pavimento rígido.

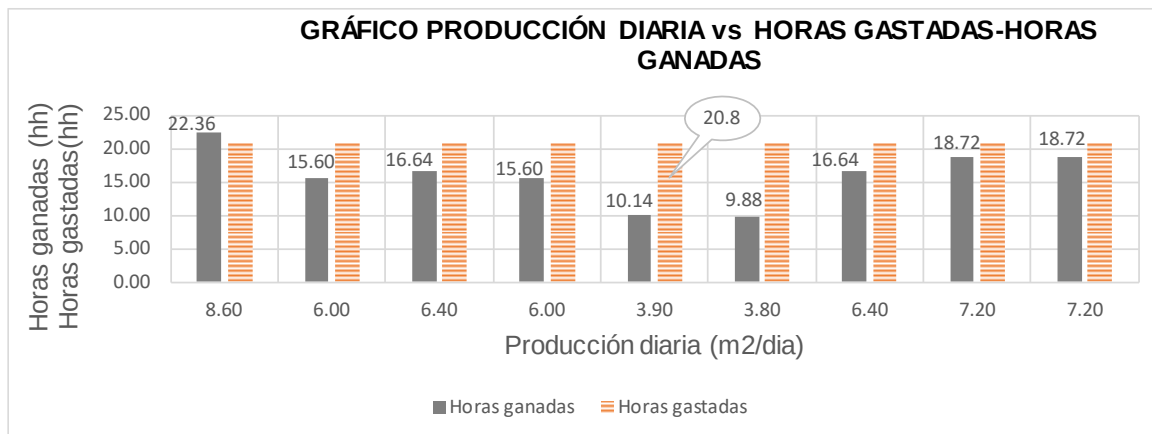


Tabla 13. Rendimiento teórico (RT) y Rendimiento real (RR), pavimentación de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ $E=0.20m$

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO : 01.04.05 PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO f'c=210Kg/cm2 E=0.20m					
Producción diaria	:	125 m2/día			
Metrado	:	2776.74 m2			
Duración	:	22 días			
Rendimiento	:	0.84 hh/m2			
HH totales	:	2328 hh			
Recurso	Cuadrilla	Consumo MO	Estructura MO	Costo hh	Costo MOxdía
Capataz	0.10	0.0064	0.007633588	34.66	0.26458
Operario	2.00	0.128	0.152671756	24.49	3.73893
Oficial	3.00	0.192	0.229007634	20.15	4.61450
Peón	8.00	0.512	0.610687023	18.55	11.32824
Total	13.10	0.84	1.0		19.94626

Recurso	Cuadrilla	Jornada Laboral	Esfuerzo
Capataz	0.1	8	0.8
Operario	2	8	16.0
Oficial	3	8	24.0
Peón	8	8	64.0
Total			104.8 hh

Horas Gastadas	:	1362.4 hh											
Fecha	24.10.22	26.10.22	28.10.22	01.11.22	03.11.22	07.11.22	09.11.22	11.11.22	15.11.22	16.11.22	17.11.22	18.11.22	21.11.22
N° Trabajadores	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10
Jornada laboral	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Esfuerzo (hh)	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8
Producción diaria obra (m2/día)	120.00	102.00	126.00	120.00	96.00	104.00	93.00	102.00	100.00	104.00	110.00	100.00	110.00
Rendimiento real (RR)	0.87	1.03	0.83	0.87	1.09	1.01	1.13	1.03	1.05	1.01	0.95	1.05	0.95
Rendimiento teórico (RT)	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
Dif RTs	-0.03	-0.19	0.01	-0.03	-0.25	-0.17	-0.29	-0.19	-0.21	-0.17	-0.11	-0.21	-0.11
Costo MO x día	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95
Costo MOx hh	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49
Costo (Costo MOx hhx Dif RTsxMetrado) (S/.)	-242	-1309	46	-242	-1753	-1172	-1997	-1309	-1451	-1172	-792	-1451	-792
Duración (Mtdo x RR / Jor. Lab x N° Trab. (días)	23	27	22	23	29	27	30	27	28	27	25	28	25

Figura 12. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.

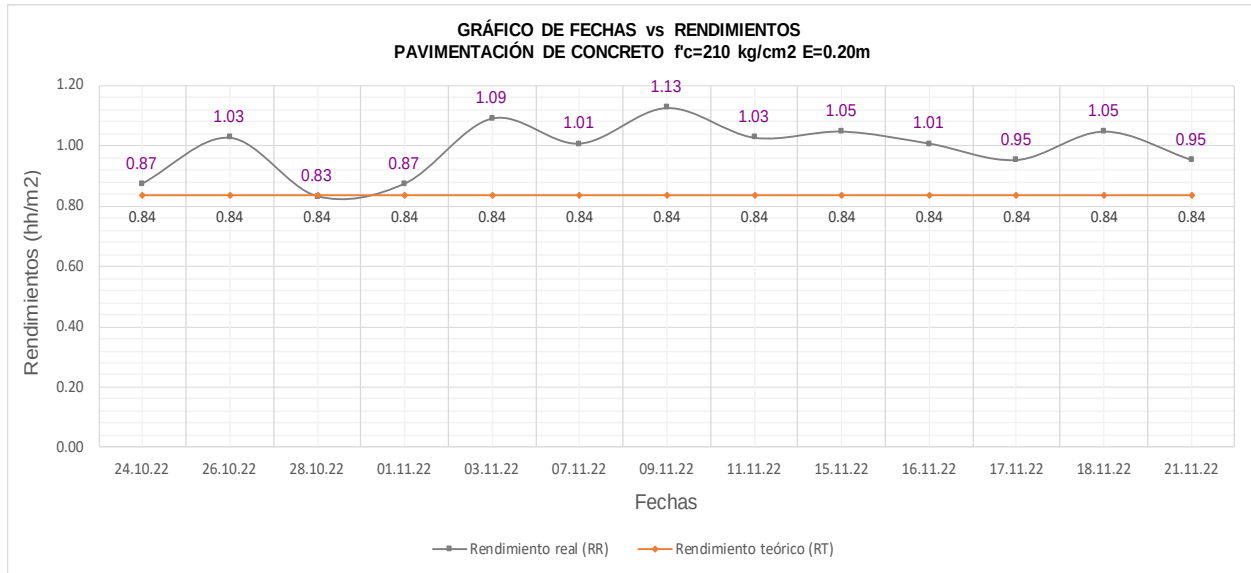


Figura 13. Rendimiento real vs costo pavimentación de concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, $E=0.20\text{m}$

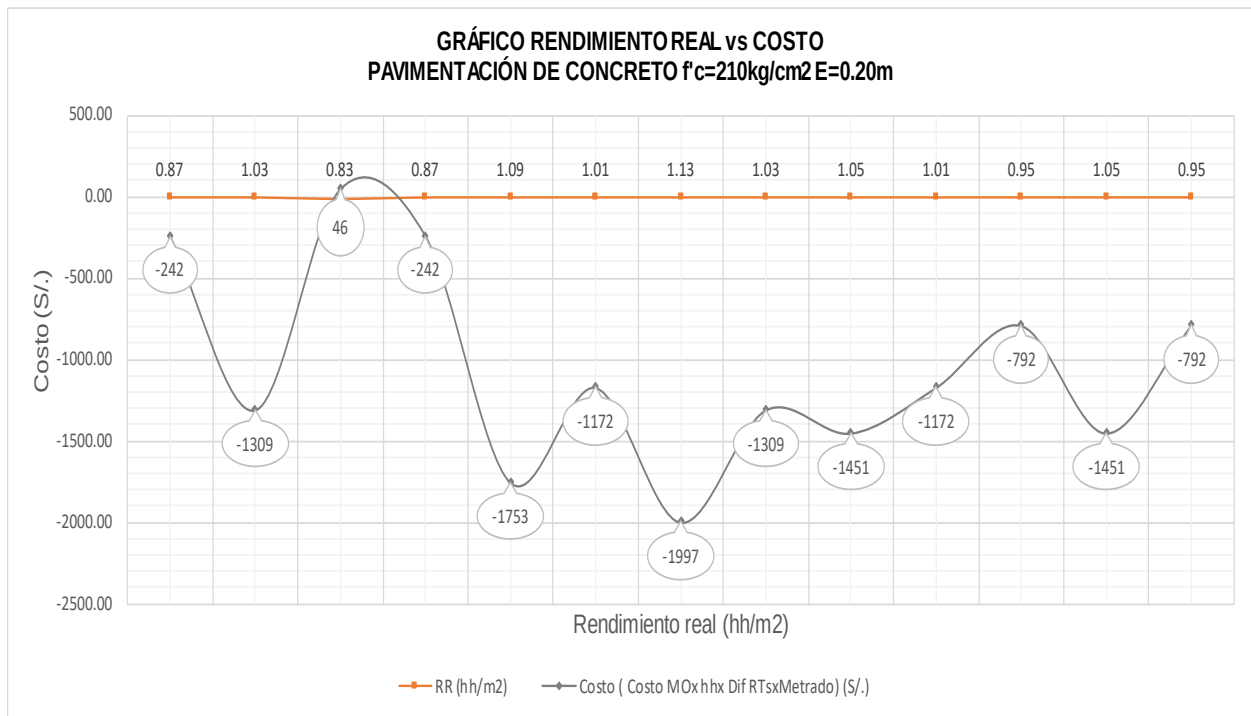


Figura 14. Rendimiento real vs duración pavimentación de concreto $f'c=210$ Kg/cm², E=0.20m

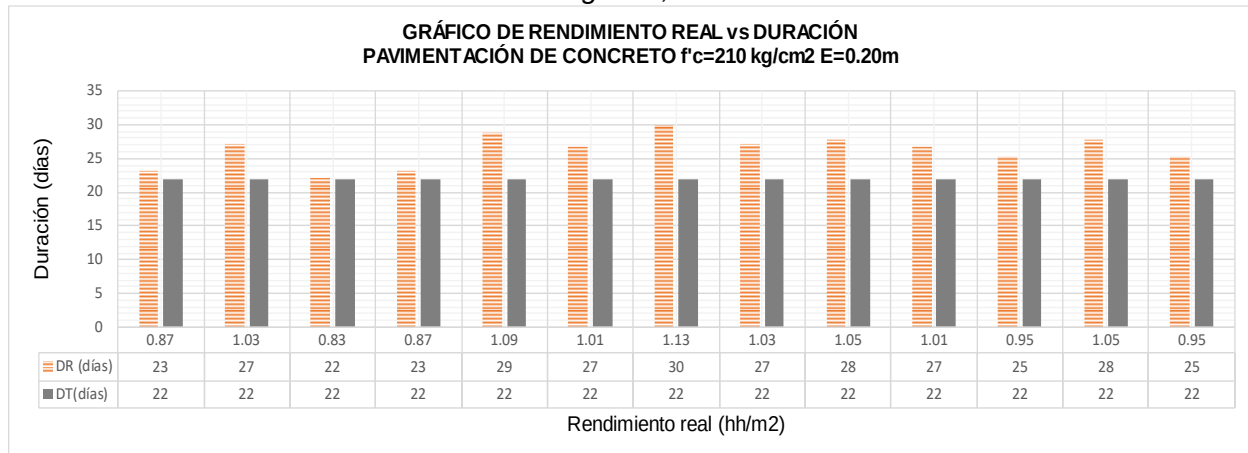


Tabla 14. Análisis de la productividad método de valor ganado EVM (hh) pavimentación de concreto rígido.

Total hh (ESTIM.)	Mtdo.	P/U	TOTAL	Producción diaria	% PROG. FÍSICO	EVM (hh)	hh GASTADAS	CPI (hh)
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	120.00	4.32%	100.61	104.8	0.96
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	102.00	3.67%	85.52	104.8	0.82
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	126.00	4.54%	105.64	104.8	1.01
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	120.00	4.32%	100.61	104.8	0.96
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	96.00	3.46%	80.49	104.8	0.77
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	104.00	3.75%	87.19	104.8	0.83
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	93.00	3.35%	77.97	104.8	0.74
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	102.00	3.67%	85.52	104.8	0.82
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	100.00	3.60%	83.84	104.8	0.80
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	104.00	3.75%	87.19	104.8	0.83
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	110.00	3.96%	92.22	104.8	0.88
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	100.00	3.60%	83.84	104.8	0.80
2328.02	2776.74	122.11	339067.7214	110.00	3.96%	92.22	104.8	0.88

Figura 15. Producción diaria vs horas ganadas - horas gastadas de la actividad pavimentación de concreto.

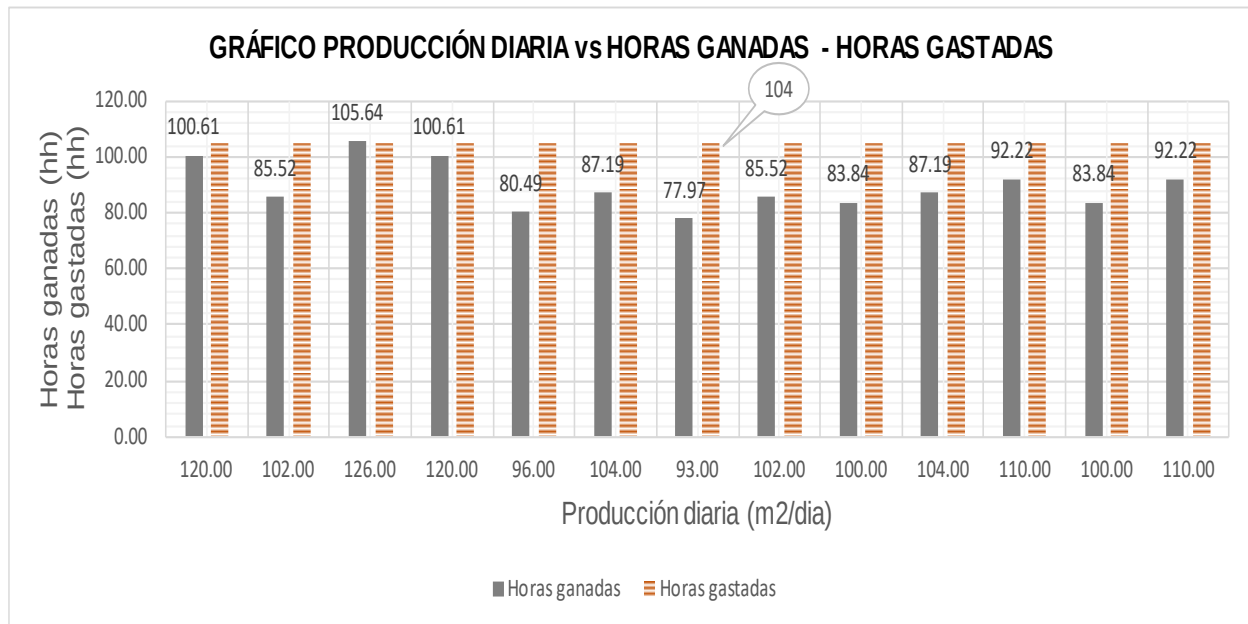


Tabla 15. Rendimiento teórico (RT) y Rendimiento real (RR), Concreto $f'c=175$ Kg/cm² en cunetas, E=0.20m

ACTIVIDAD	:	01.05.01.05	CONCRETO $f'c=175$ Kg/cm² EN CUNETAS, E=0.20m						
Producción diaria	:	200 m ² /dia							
Metrado	:	448.40 m ²							
Duración	:	2.24 días							
Rendimiento	:	0.44 hh/m ²							
HH totales	:	199.09 hh							

Recurso	Cuadrilla	Consumo MO	Estructura MO	Costo hh	Costo MOx día
Capataz	0.10	0.00	0.009009009	34.66	0.31225
Operario	2.00	0.08	0.180180180	24.49	4.41261
Oficial	1.00	0.04	0.090090090	20.15	1.81532
Peón	8.00	0.32	0.720720721	18.55	13.36937
Total	11.10	0.44	1.0		19.90955

Recurso	Cuadrilla	Jornada Laboral	Esfuerzo
Capataz	0.1	8	0.8
Operario	2	8	16.0
Oficial	1	8	8.0
Peón	8	8	64.0
Total			88.8 hh

Horas Gastadas	:	799.2 hh							
----------------	---	----------	--	--	--	--	--	--	--

Fecha	20.01.23	23.01.23	24.01.23	25.01.23	26.01.23	27.01.23	01.02.23	02.02.23	03.02.23
N° Trabajadores	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10
Jornada laboral	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Esfuerzo (hh)	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8
Producción diaria obra (m ² /día)	109.00	116.00	80.00	110.00	80.00	96.00	75.00	80.00	116.00
Rendimiento real (RR)	0.81	0.77	1.11	0.81	1.11	0.93	1.18	1.11	0.77
Rendimiento teórico (RT)	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Dif RTs	-0.37	-0.32	-0.67	-0.36	-0.67	-0.48	-0.74	-0.67	-0.32
Costo MO x día	19.91	19.91	19.91	19.91	19.91	19.91	19.91	19.91	19.91
Costo MOx hh	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49
Costo (Costo MOx hhx Dif RTsxMetrado) (S/.)	-414	-359	-743	-405	-743	-537	-826	-743	-359
Duración (Mtdo x RR / Jor. Lab x N° Trab. (días)	4	4	6	4	6	5	6	6	4

Figura 16. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.

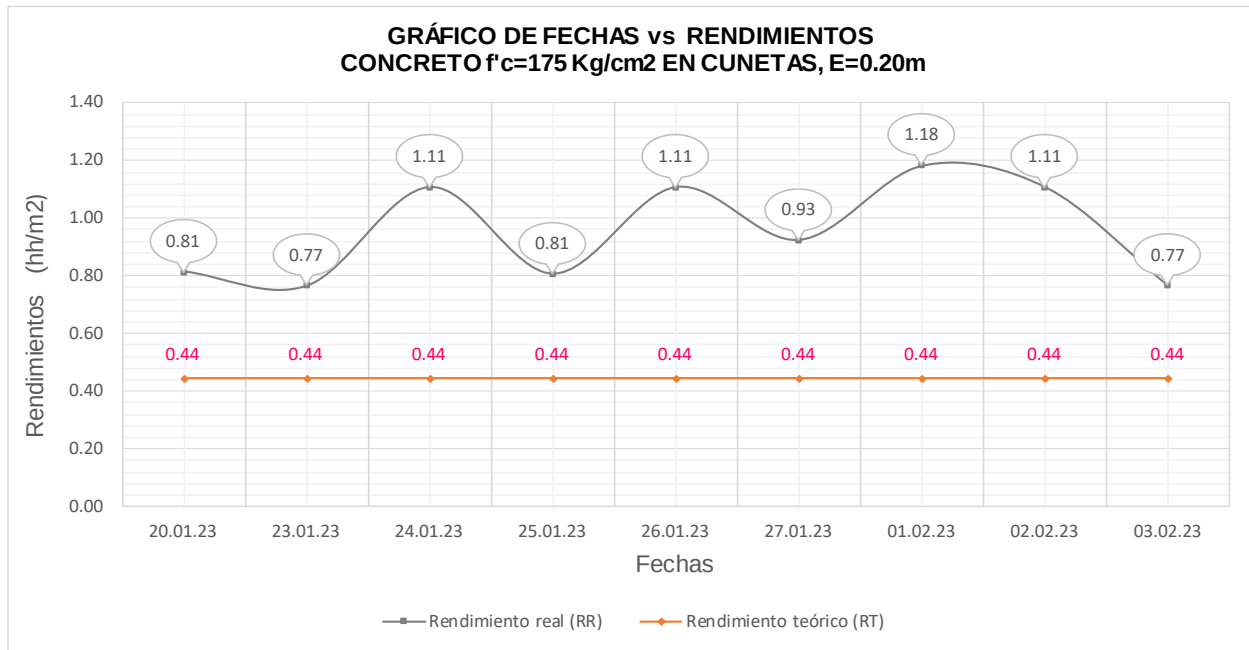


Figura 17. Rendimiento real vs costo actividad concreto $f'c=175$ kg/cm² en cunetas, E=0.20m

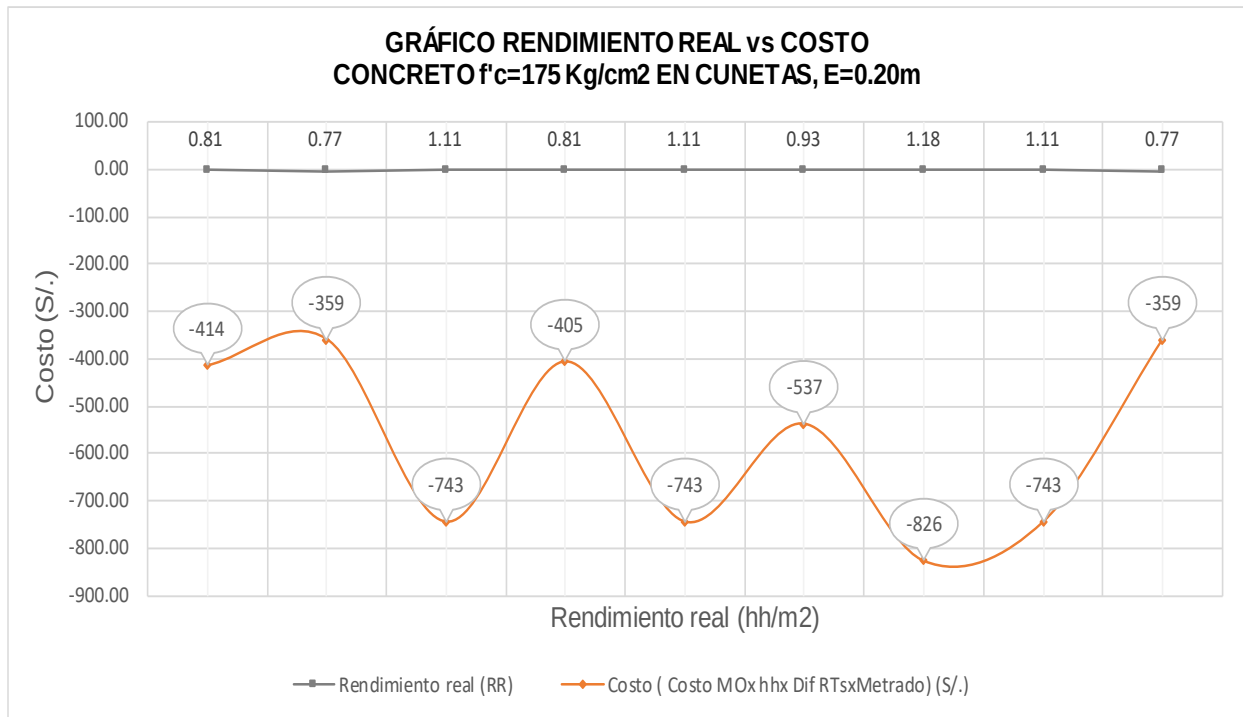


Figura 18. Rendimiento real vs duración actividad concreto $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ en cunetas, $E=0.20\text{m}$

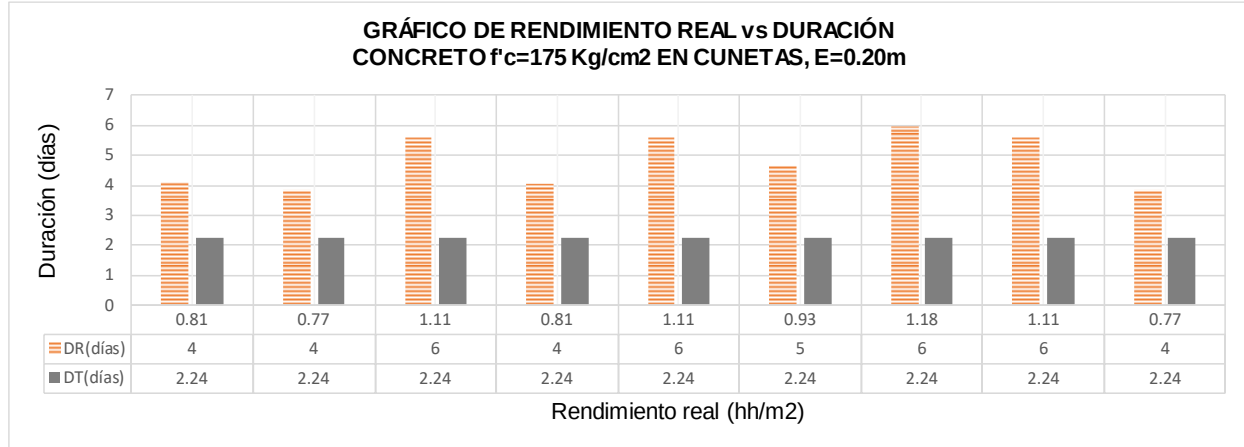
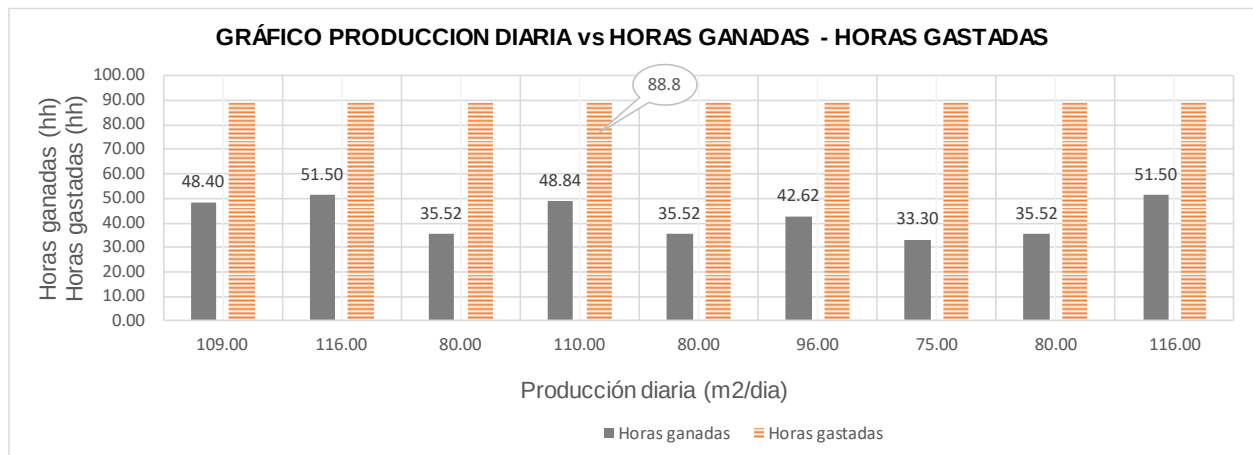


Tabla 16. Análisis de la productividad método de valor ganado EVM (hh) actividad concreta $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ en cunetas, $E=0.20\text{m}$

Total hh (ESTIM.)	Mtdo.	P/U	TOTAL	Producción diaria	% PROG. FÍSICO	EVM (hh)	hh GASTADAS	CPI (hh)
199.09	448.40	413.83	185561.372	109.00	24.31%	48.40	88.8	0.545
199.09	448.40	413.83	185561.372	116.00	25.87%	51.50	88.8	0.580
199.09	448.40	413.83	185561.372	80.00	17.84%	35.52	88.8	0.400
199.09	448.40	413.83	185561.372	110.00	24.53%	48.84	88.8	0.550
199.09	448.40	413.83	185561.372	80.00	17.84%	35.52	88.8	0.400
199.09	448.40	413.83	185561.372	96.00	21.41%	42.62	88.8	0.480
199.09	448.40	413.83	185561.372	75.00	16.73%	33.30	88.8	0.375
199.09	448.40	413.83	185561.372	80.00	17.84%	35.52	88.8	0.400
199.09	448.40	413.83	185561.372	116.00	25.87%	51.50	88.8	0.580

Figura 19. Producción diaria vs horas ganadas y horas gastadas de la actividad concreto en cunetas.



**Tabla 17. Rendimiento teórico (RT) y Rendimiento real (RR)
vereda -encofrado**

ACTIVIDAD	:	01.08.03	VEREDA - ENCOFRADO						
Producción diaria	:	8 m2/día							
Metrado	:	61.48 m2							
Duración	:	8 días							
Rendimiento	:	2.70 hh/m2							
HH totales	:	166.00 hh							

Recurso	Cuadrilla	Consumo MO	Estructura MO	Costo hh	Costo MOx día
Capataz	0.20	0.20	0.074074074	34.66	2.56741
Operario	1.00	1.00	0.370370370	24.49	9.07037
Oficial	0.50	0.50	0.185185185	20.15	3.73148
Peón	1.00	1.00	0.370370370	18.55	6.87037
Total	2.70	2.70	1.0		22.23963

Recurso	Cuadrilla	Jornada Laboral	Esfuerzo
Capataz	0.2	8	1.6
Operario	1	8	8.0
Oficial	0.5	8	4.0
Peón	1	8	8.0
Total			21.6 hh

Horas Gastadas	:	194.4 hh							
----------------	---	----------	--	--	--	--	--	--	--

Fecha	01.12.22	02.12.22	05.12.22	06.12.22	07.12.22	08.12.22	09.12.22	12.12.22	13.12.22
N° Trabajadores	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Jornada laboral	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Esfuerzo (hh)	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6
<i>Producción diaria obra (m2/día)</i>	<i>12.50</i>	<i>9.50</i>	<i>10.50</i>	<i>12.20</i>	<i>10.50</i>	<i>15.50</i>	<i>14.70</i>	<i>16.20</i>	<i>10.50</i>
Rendimiento real (RR)	1.73	2.27	2.06	1.77	2.06	1.39	1.47	1.33	2.06
Rendimiento teórico (RT)	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Dif RTs	0.97	0.43	0.64	0.93	0.64	1.31	1.23	1.37	0.64
Costo MO x día	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24
Costo MOx hh	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
Costo (Costo MOx hhx Dif RTsxMetrado) (S/.)	166	73	110	159	110	223	210	234	110
Duración (Mtdo x RR / Jor. Lab x N° Trab. (días)	5	6	6	5	6	4	4	4	6

Figura 20. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.

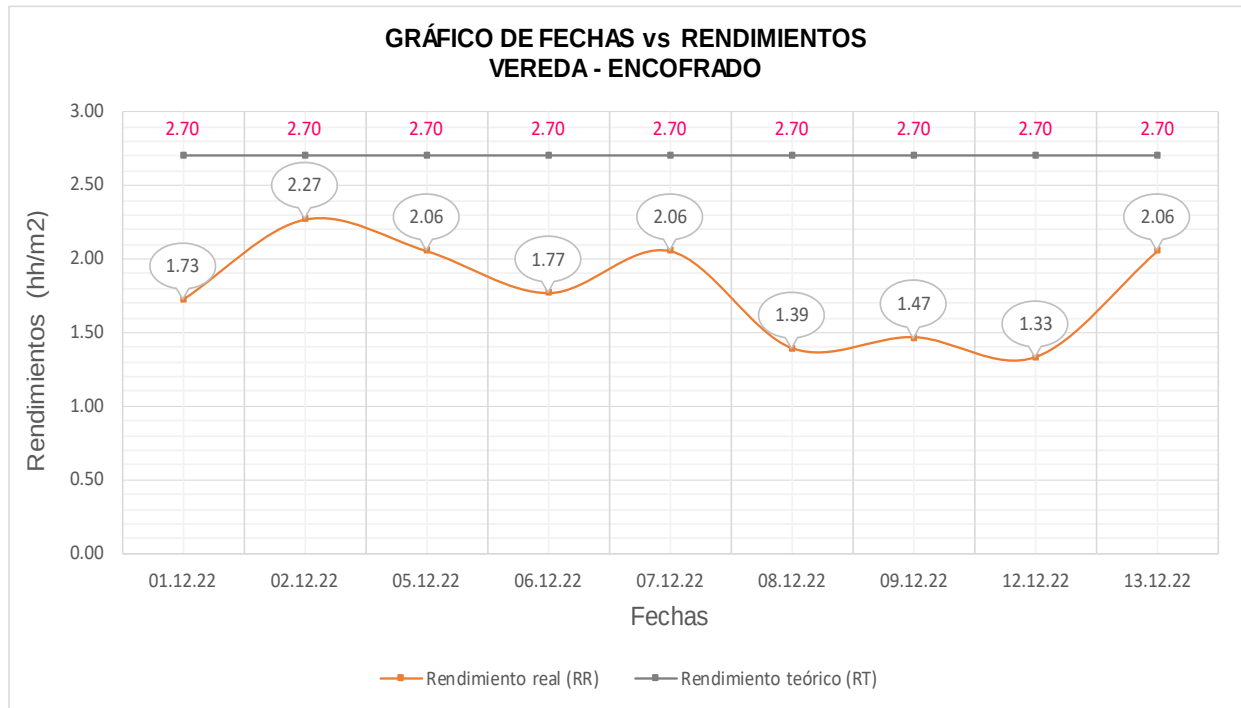


Figura 21. Rendimiento real vs costo de vereda-encofrado

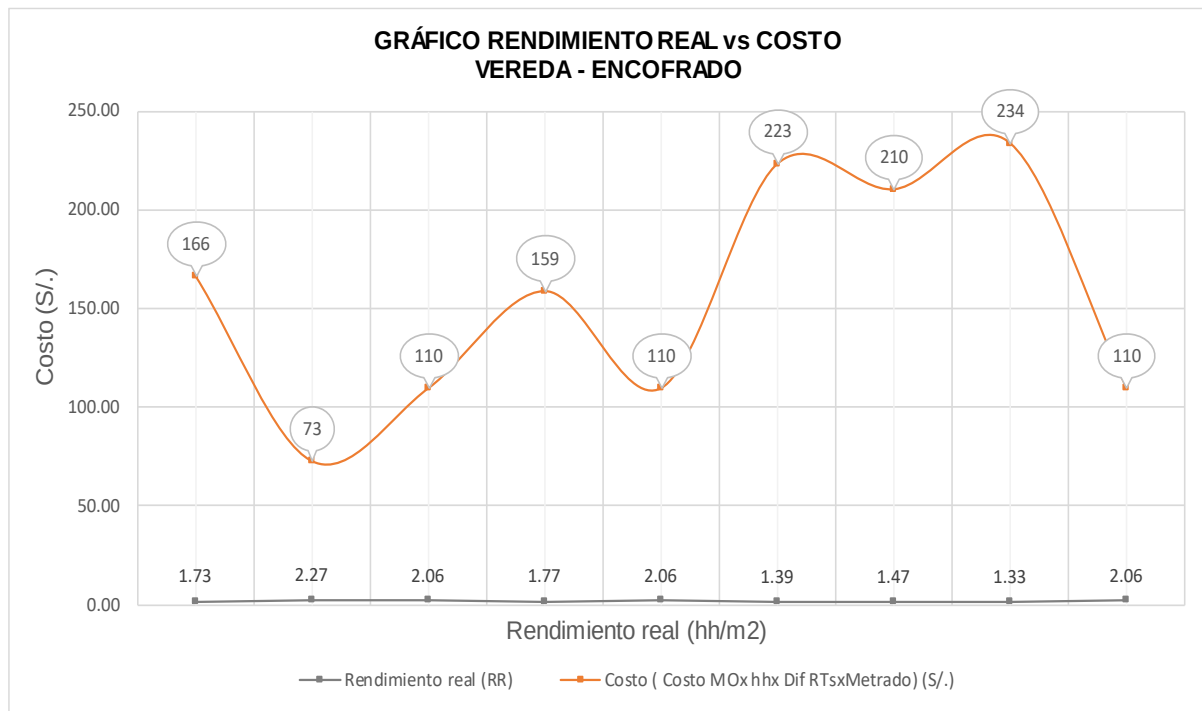


Figura 22. Rendimiento real vs duración de la actividad de vereda – encofrado

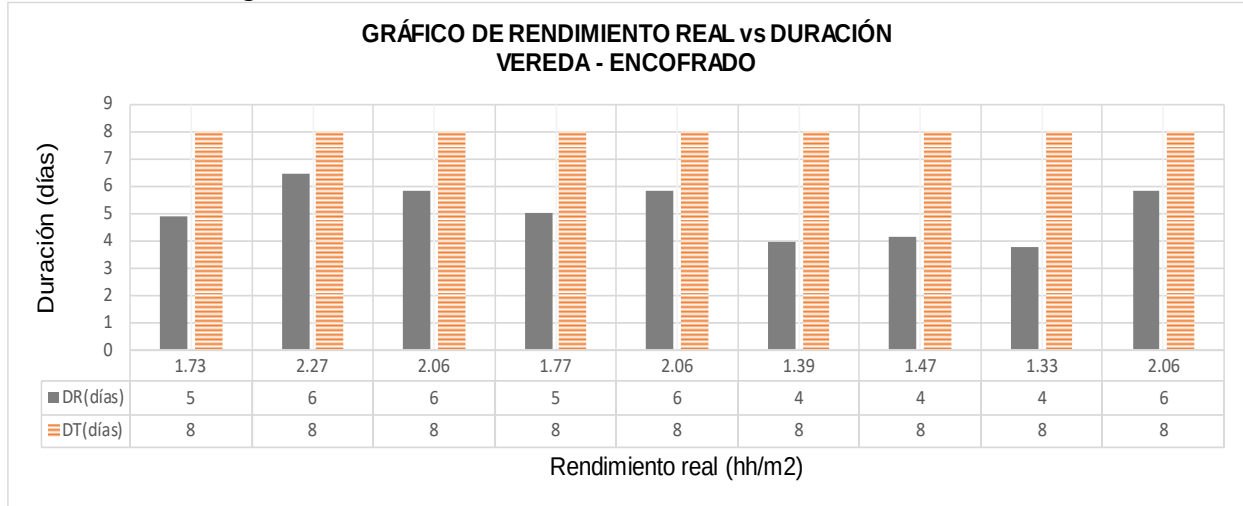


Tabla 18. Análisis de la productividad método de valor ganado EVM (hh) actividad vereda – encofrado

Total hh (ESTIM.)	Mtdo.	P/U	TOTAL	Producción diaria	% PROG. FÍSICO	EVM (hh)	hh GASTADAS	CPI (hh)
166.00	61.48	103.95	6390.846	12.50	20.33%	33.75	21.6	1.563
166.00	61.48	103.95	6390.846	9.50	15.45%	25.65	21.6	1.188
166.00	61.48	103.95	6390.846	10.50	17.08%	28.35	21.6	1.313
166.00	61.48	103.95	6390.846	12.20	19.84%	32.94	21.6	1.525
166.00	61.48	103.95	6390.846	10.50	17.08%	28.35	21.6	1.313
166.00	61.48	103.95	6390.846	15.50	25.21%	41.85	21.6	1.938
166.00	61.48	103.95	6390.846	14.70	23.91%	39.69	21.6	1.838
166.00	61.48	103.95	6390.846	16.20	26.35%	43.74	21.6	2.025
166.00	61.48	103.95	6390.846	10.50	17.08%	28.35	21.6	1.313

Figura 23. Producción diaria vs horas ganadas - horas gastadas de la actividad vereda – encofrado.

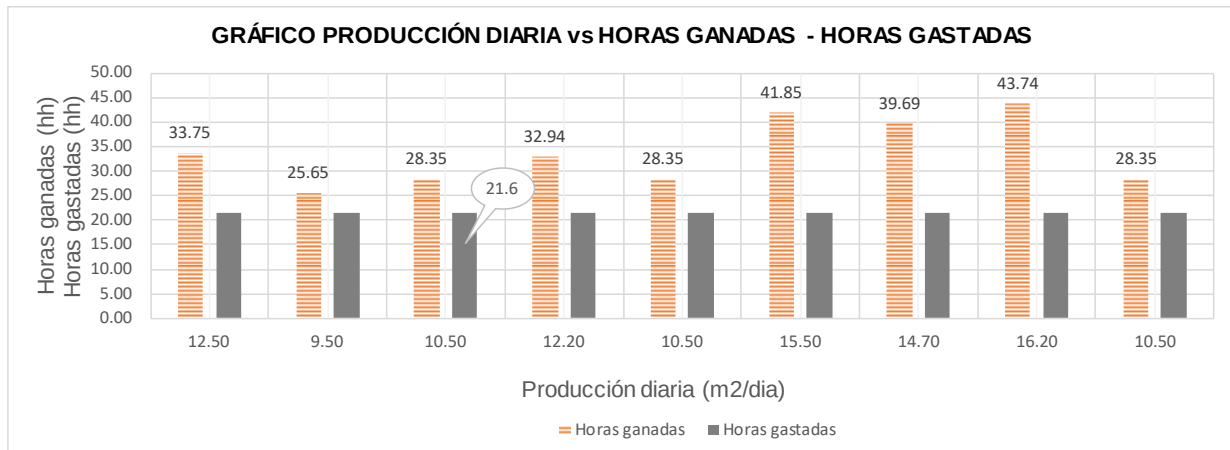


Tabla 19. Rendimiento teórico (RT) y Rendimiento real (RR)

vereda – concreto $f'c=175$ kg/cm² $e=0.10$ m incl. acabado bruñado.

ACTIVIDAD	:	01.08.04	VEREDA - CONCRETO $f'c=175$ Kg/cm² $E=0.10$m INCL. ACABADO BRUÑADO						
Producción diaria	:	100 m ² /dia							
Metrado	:	829.75 m ²							
Duración	:	8 días							
Rendimiento	:	0.89 hh/m ²							
HH totales	:	736.82 hh							
Recurso		Cuadrilla	Consumo MO	Estructura MO	Costo hh	Costo MOx día			
Capataz		0.10	0.01	0.009009009	34.66	0.31225			
Operario		2.00	0.16	0.180180180	24.49	4.41261			
Oficial		1.00	0.08	0.090090090	20.15	1.81532			
Peón		8.00	0.64	0.720720721	18.55	13.36937			
Total		11.10	0.89	1.0		19.90955			

Recurso	Cuadrilla	Jornada Laboral	Esfuerzo						
Capataz	0.1	8	0.8						
Operario	2	8	16.0						
Oficial	1	8	8.0						
Peón	8	8	64.0						
Total			88.8	hh					

Horas Gastadas	:	799.2 hh							
<i>Fecha</i>	<i>05.12.22</i>	<i>08.12.22</i>	<i>12.12.22</i>	<i>14.12.22</i>	<i>16.12.22</i>	<i>19.12.22</i>	<i>20.12.22</i>	<i>21.12.22</i>	<i>22.12.22</i>
N° Trabajadores	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10
Jornada laboral	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Esfuerzo (hh)	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8
<i>Producción diaria obra (m²/dia)</i>	<i>78.00</i>	<i>76.00</i>	<i>80.00</i>	<i>90.00</i>	<i>75.00</i>	<i>94.00</i>	<i>76.00</i>	<i>80.00</i>	<i>76.00</i>
Rendimiento real (RR)	1.14	1.17	1.11	0.99	1.18	0.94	1.17	1.11	1.17
Rendimiento teórico (RT)	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Dif RTs	-0.25	-0.28	-0.22	-0.10	-0.30	-0.06	-0.28	-0.22	-0.28
Costo MO x día	19.91	19.91	19.91	19.91	19.91	19.91	19.91	19.91	19.91
Costo MOx hh	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49
Costo (Costo MOx hhx Dif RTsxMetrado) (S/.)	-517	-579	-458	-204	-611	-117	-579	-458	-579
Duración (Mtdo x RR / Jor.									
Lab. x N° Trab. (días)	11	11	10	9	11	9	11	10	11

Figura 24. Relación entre las fechas que se tomaron los datos y los rendimientos observados.

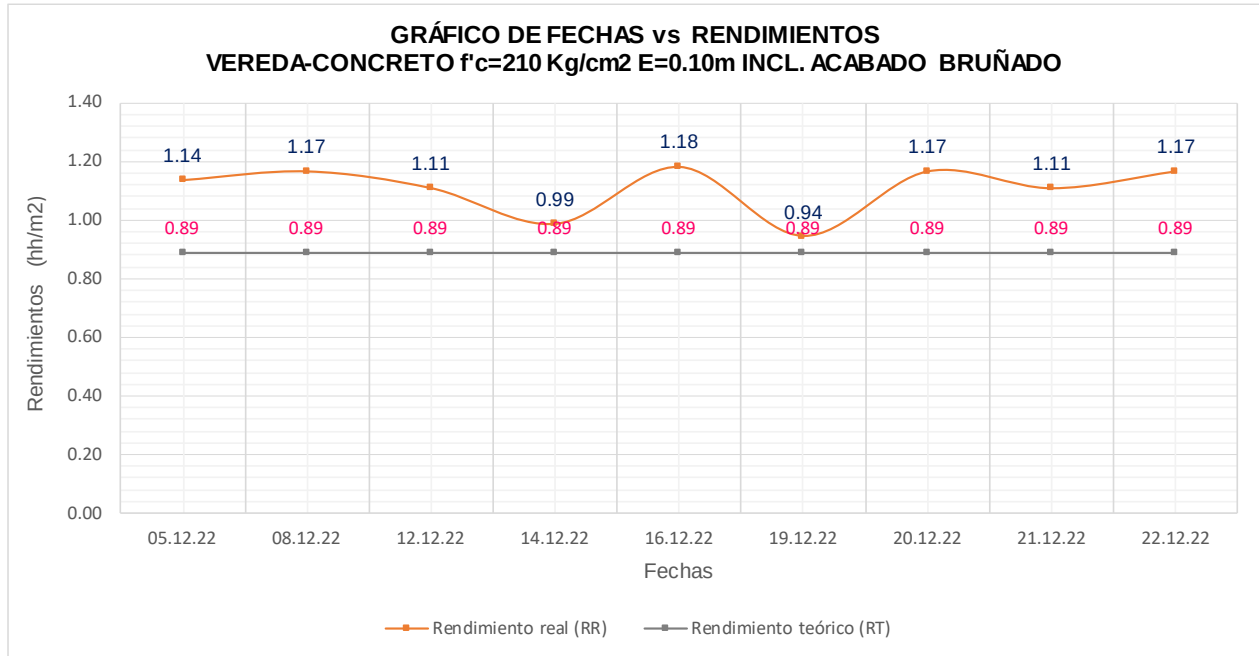


Figura 25. Rendimiento real vs costo vereda-concreto $f'c=175$ kg/cm² e=0.10 m incl. Acabado bruñado.

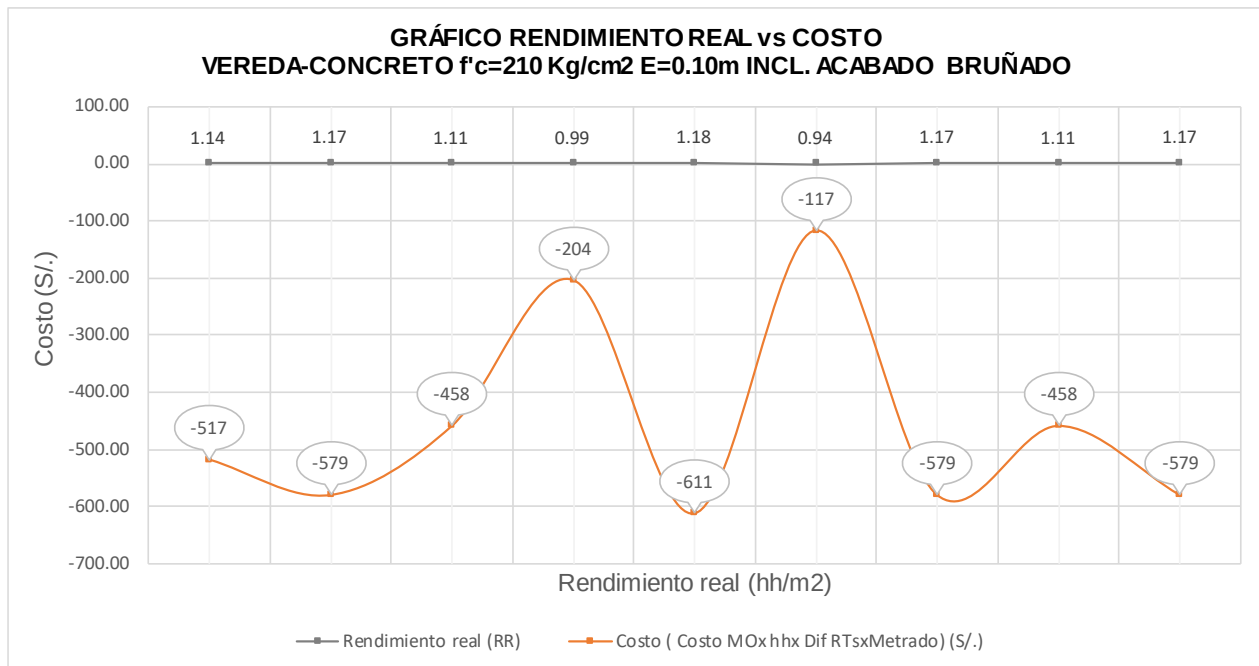


Figura 26. Rendimiento real vs duración vereda- concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$
 $e=0.10\text{m}$ incl. Acabado bruñado.

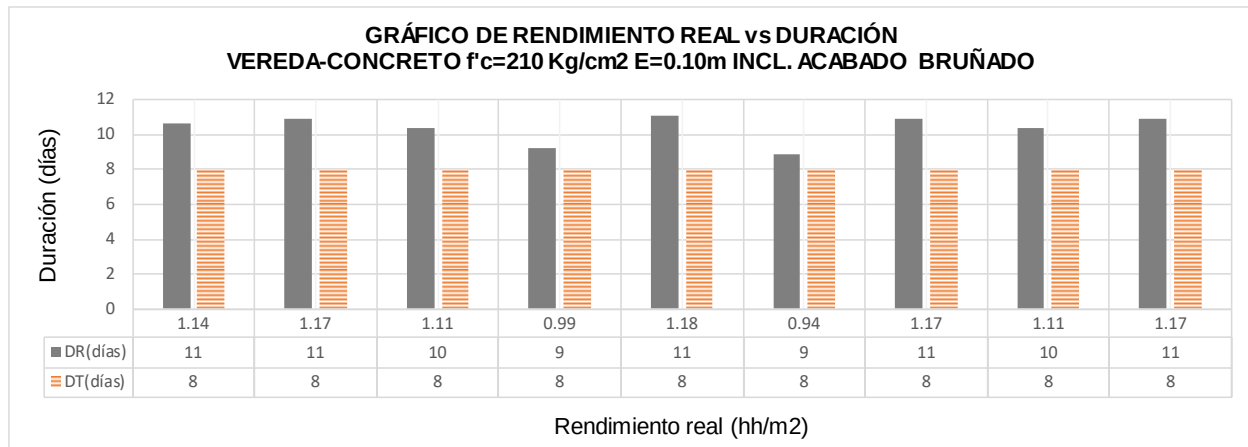
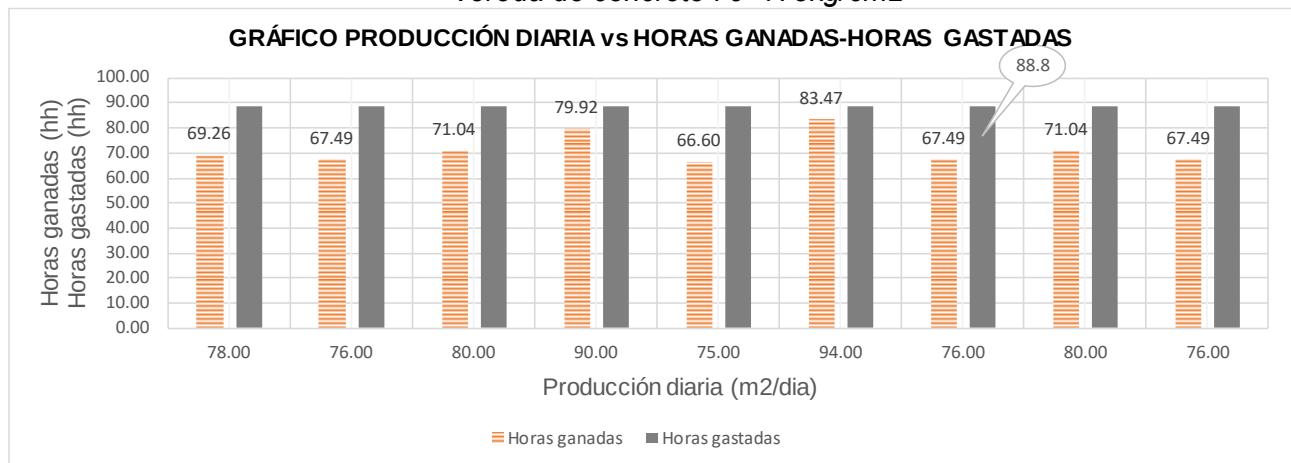


Tabla 20. Análisis de la productividad método de valor ganado EVM (hh)
 actividad vereda – concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ $e=0.10\text{m}$ incl. acabado bruñado.

Total hh (ESTIM.)	Mtdo.	P/U	TOTAL	Producción diaria	% PROG. FÍSICO	EVM (hh)	hh GASTADAS	CPI (hh)
736.82	829.75	71.74	59526.265	78.00	9.40%	69.26	88.8	0.780
736.82	829.75	71.74	59526.265	76.00	9.16%	67.49	88.8	0.760
736.82	829.75	71.74	59526.265	80.00	9.64%	71.04	88.8	0.800
736.82	829.75	71.74	59526.265	90.00	10.85%	79.92	88.8	0.900
736.82	829.75	71.74	59526.265	75.00	9.04%	66.60	88.8	0.750
736.82	829.75	71.74	59526.265	94.00	11.33%	83.47	88.8	0.940
736.82	829.75	71.74	59526.265	76.00	9.16%	67.49	88.8	0.760
736.82	829.75	71.74	59526.265	80.00	9.64%	71.04	88.8	0.800
736.82	829.75	71.74	59526.265	76.00	9.16%	67.49	88.8	0.760

Figura 27. Producción diaria vs horas ganadas - horas gastadas de la actividad
 vereda de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$



5.2. Análisis de tablas y gráficos

5.2.1. Demolición de veredas $e=10\text{cm}$ con equipo.

En la demolición de concreto se logró recolectar once muestras (Anexo I, Tabla 28).

El rendimiento teórico calculado (RT) arrojó un valor de 0.36 hh/m^2 (Tabla 9).

El rendimiento real promedio (RR) arrojó un valor de 0.37 hh/m^2 (Apéndice II, Tabla 22)

En la Figura 4, el rendimiento real (RR) muestra una considerable variabilidad a lo largo del periodo, fluctuando entre 0.28 hh/m^2 y 0.43 hh/m^2 .

El rendimiento teórico (RT) permanece constante en 0.36 hh/m^2 , lo que sirve como línea base para comparar la eficiencia real.

En varios días, el RR se desvía significativamente del RT, esto sugiere la influencia de factores que afectan la eficiencia del trabajo.

En la Figura 5, muestra la relación entre el rendimiento real (RR) y el costo en soles para la demolición de veredas, a diferencia de una relación lineal esperada, el gráfico revela una relación no lineal.

A medida que el rendimiento real (RR) se aleja del rendimiento teórico (RT) base, significa pérdidas en la ejecución del trabajo. Por ejemplo, para un RR de 0.43 hh/m^2 al finalizar el metrado total la pérdida ascendería a 137 soles.

Este análisis destaca cómo los rendimientos superiores al teórico aumentan el consumo de recursos, lo que reduce la eficiencia y afecta negativamente los costos del proyecto.

La presencia de costos negativos sugiere que en algunos casos, el costo real de la demolición fue superior al estimado.

En la **Figura 6**, muestra la relación entre los rendimientos real (RR) y la duración de la demolición de veredas en días.

Un rendimiento real (RR) de 0.33 hh/m² tiene una duración de 8 días, mientras que un rendimiento real (RR) de 0.28 hh/m² tiene una duración de 6 días.

La duración fluctúa entre 6 y 10 días, estas variaciones están directamente relacionadas con el rendimiento (RR).

En la **Tabla 10**, La producción diaria varió considerablemente fluctuando entre 76 m² y 116 m². Esta inconsistencia se reflejó en la variación del EVM (hh).

El CPI (hh), que representa la relación entre horas ganadas y horas gastadas, fluctuó entre 0.84 y 1.29. Esta variabilidad indica que algunos días el costo fue menor al planificado (CPI>1), mientras que en otros superó el presupuesto (CPI<1).

En la **Figura 7**, la relación entre horas ganadas y producción diaria, se observó una relación positiva, una producción aunque no perfectamente lineal. A mayor producción diaria, generalmente se ganaron más horas hombre.

La diferencia entre horas ganadas y horas gastadas proporcionó una medida más precisa de la eficiencia de la cuadrilla de trabajo.

5.2.2. Encofrado de pavimento rígido.

En el encofrado de pavimentación de rígido se logró recolectar nueve muestras (Anexo I, Tabla 29).

El rendimiento teórico calculado (RT) arrojó un valor de 2.60 hh/m² (Tabla 11).

El rendimiento real promedio (RR) arrojó un valor de 3.60 hh/m² (Apéndice II, Tabla 23)

En la Figura 8, el rendimiento real (RR) muestra una considerable variabilidad a lo largo del periodo, alcanzando picos máximos de 5.33 hh/m² y 5.47 hh/m². (Figura 8, p.46)

El rendimiento teórico (RT) permanece constante en 2.60 hh/m², lo que sirve como línea base para comparar la eficiencia real.

En todas las fechas, el RR se desvía significativamente del RT, esto sugiere la influencia de factores que afectan la eficiencia del trabajo.

Se identificó que los picos máximos de rendimiento real (RR), se debieron justamente a la presencia de lluvias (Anexo I, Tabla 29)

En la Figura 9, muestra la relación entre rendimiento real (RR) y los costos en soles para el encofrado de pavimento rígido, a diferencia de una relación lineal esperada, el gráfico revela una relación no lineal.

A medida que el rendimiento real (RR) se aleja del valor del rendimiento teórico (RT) base, significa pérdidas en la ejecución del trabajo. el rendimiento real (RR) de 5.33 hh/m² y 5.47 hh/m² significaron pérdidas de S/.1920 y S/.2020 soles respectivamente (Figura 9)

Este análisis destaca cómo los rendimientos superiores al teórico aumentan el consumo de recursos, lo que reduce la eficiencia y afecta negativamente los costos del proyecto.

La presencia de costos negativos sugiere que en algunos casos, el costo real de encofrado de pavimento rígido fue superior al estimado.

En la Figura 10, muestra la relación entre los rendimientos real (RR) y la duración del encofrado de pavimento rígido en días.

Un rendimiento real (RR) de 5.33 hh/m² tiene una duración de 66 días, mientras que un rendimiento real (RR) de 5.47 hh/m² tiene una duración de 68 días.

La duración fluctúa entre 30 y 68 días, estas variaciones están directamente relacionadas con el rendimiento (RR).

En la Tabla 12, La producción diaria varió considerablemente fluctuando entre 3.80 m² y 8.60 m². Esta inconsistencia se reflejó en la variación del EVM (hh).

El CPI (hh), que representa la relación entre horas ganadas y horas gastadas, fluctuó entre 0.475 y 1.075. Esta variabilidad indica que en algunos días el costo fue menor al planificado (CPI>1), mientras que en otros días superó el presupuesto (CPI<1)

Existió una ineficiencia de productividad en la mayoría de los días.

La significativa discrepancia entre horas ganadas y las gastadas requieren una investigación más exhaustiva para identificar las causas subyacentes.

En la Figura 7, la relación entre las horas ganadas y producción diaria, se observó una relación negativa, una producción aunque no perfectamente lineal. A menor producción diaria, generalmente se ganaron menos horas y viceversa.

La diferencia entre horas ganadas y horas gastadas proporcionó una medida más precisa de la eficiencia de la cuadrilla de trabajo.

5.2.3. Pavimento rígido de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, $e=0.20\text{m}$.

En la actividad de pavimentación de concreto se logró recolectar trece muestras (Anexo I, Tabla 30).

El rendimiento teórico calculado (RT) arrojó un valor de 0.84 hh/m^2 (Tabla 13).

El rendimiento real promedio (RR) arrojó un valor de 0.99 hh/m^2 (Apéndice II, Tabla 24)

En la Figura 12, el rendimiento real (RR) muestra una considerable variabilidad a lo largo del periodo, fluctuando entre 0.87 hh/m^2 y 1.13 hh/m^2 .

El rendimiento teórico (RT) permanece constante en 0.84 hh/m^2 , lo que sirve como línea base para comparar la eficiencia real.

En varios días, el RR se desvía significativamente del RT, esto sugiere la influencia de factores que afectan la eficiencia del trabajo.

En la Figura 13, un rendimiento 1.13 hh/m^2 significa pérdida en el proceso de ejecución de la actividad de S/.1997 soles.

A medida que el rendimiento real (RR) se aleja del rendimiento teórico (RT) base, significa pérdidas en la ejecución del trabajo.

Este análisis destaca cómo los rendimientos superiores al teórico aumentan el consumo de recursos, lo que reduce la eficiencia y afecta negativamente los costos del proyecto.

La presencia de costos negativos sugiere que en algunos casos, el costo real de la pavimentación fue inferior al estimado.

En la Figura 14, muestra la relación entre los rendimientos real (RR) y la duración de la actividad de pavimentación en días.

Un rendimiento real (RR) de 1.09 hh/m^2 tiene una duración de 29 días, mientras que un rendimiento real (RR) de 1.13 hh/m^2 tiene una duración de 30 días.

La duración fluctúa entre 23 y 30 días, estas variaciones están directamente relacionadas con el rendimiento (RR).

En la Tabla 14, La producción diaria varió considerablemente fluctuando entre 93 m² y 126 m². Esta inconsistencia se reflejó en la variación del EVM (hh).

El CPI (hh), indicó la relación entre horas ganadas y horas gastadas, osciló entre 0.74 y 0.96. Un CPI menor a 1 indicó que las horas ganadas fue menor a las horas gastadas, mientras que un CPI mayor a 1 indicó lo contrario.

La Tabla mostró una ineficiencia de la mano de obra en todos los días presentando un costo mayor al planificado ($CPI < 1$).

En la Figura 15, indicó la relación entre horas ganadas y producción diaria, se observó una relación negativa ya que en la mayoría de los días que se recolectó los datos las horas ganadas están por debajo de las horas gastadas a excepción de un día cuando la producción diaria es de 126m², las horas ganadas es de 105.64 superando las horas gastadas.

5.2.4. Concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ en cunetas, $E=0.20\text{m}$

En la actividad concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ en cunetas se logró recolectar nueve muestras (Anexo I, Tabla 31).

El rendimiento teórico calculado (RT) arrojó un valor de 0.44 hh/m^2 (Tabla 15).

El rendimiento real promedio (RR) arrojó un valor de 0.95 hh/m^2 (Apéndice II, Tabla 25)

En la Figura 16, el rendimiento real (RR) muestra una considerable variabilidad a lo largo del periodo, fluctuando entre 0.81 hh/m^2 y 1.18 hh/m^2 .

El rendimiento teórico (RT) permanece constante en 0.44 hh/m^2 , lo que sirve como línea base para comparar la eficiencia real.

En varios días, el RR se desvía significativamente del RT, esto sugiere la influencia de factores que afectan la eficiencia del trabajo.

La producción diaria de $200\text{ m}^2/\text{día}$ está muy elevada, esa es la razón de mucha variación en la diferencia de rendimientos, la producción diaria debería haber considerado el estimador de costos un valor de $100\text{ m}^2/\text{día}$.

Según Garrido Pincheira (2019), menciona es necesario contar con información oportuna y exacta y fidedigna, ya que no basta con tener un buen indicador, ni un sistema de control basado en ellos, si la calidad de información no es buena.

En la Figura 17, un rendimiento 1.18 hh/m^2 significa pérdida en el proceso de ejecución de la actividad de S/.826 soles.

A medida que el rendimiento real (RR) se aleja del rendimiento teórico (RT) base, significa pérdidas en la ejecución del trabajo.

Este análisis destaca cómo los rendimientos superiores al teórico aumentan el consumo de recursos, lo que reduce la eficiencia y afecta negativamente los costos del proyecto.

La presencia de costos negativos sugiere que en algunos casos, el costo real de la demolición fue inferior al estimado.

En la Figura 18, muestra la relación entre los rendimientos real (RR) y la duración de la demolición de veredas en días.

Un rendimiento real (RR) de 1.18 hh/m^2 tiene una duración de 6 días, mientras que un rendimiento real (RR) de 0.77 hh/m^2 tiene una duración de 4 días.

La duración fluctuó entre 4 y 6 días, estas variaciones están directamente relacionadas con el rendimiento (RR).

En la Tabla 16, La producción diaria varió considerablemente fluctuando entre 75 m^2 y 116 m^2 . Esta inconsistencia se reflejó en la variación del EVM (hh).

El CPI (hh), indicó la relación entre horas ganadas y horas gastadas, fluctuó entre 0.375 y 0.58. Un CPI menor a 1 indicó que las horas ganadas fue menor a las horas gastadas, mientras que un CPI mayor a 1 indicó lo contrario.

La Tabla mostró una ineficiencia de la mano de obra en todos los días presentando un costo mayor al planificado. ($\text{CPI} < 1$)

En la Figura 19, la relación entre las horas ganadas y producción diaria, se observó una relación negativa, una producción aunque no perfectamente lineal. A menor producción diaria, menor horas ganadas y viceversa.

La diferencia entre horas ganadas y horas gastadas proporcionó una medida más precisa de la eficiencia de la cuadrilla de trabajo.

5.2.5. Encofrado de vereda

En la actividad de encofrado de vereda se logró recolectar nueve muestras (Anexo I, Tabla 32).

El rendimiento teórico calculado (RT) arrojó un valor de 2.70 hh/m² (Tabla 17).

El rendimiento real promedio (RR) arrojó un valor de 1.79 hh/m² (Apéndice II, Tabla 26)

En la Figura 20, el rendimiento real (RR) muestra una considerable variabilidad a lo largo del periodo, fluctuando entre 1.73 hh/m² y 2.06 hh/m².

El rendimiento teórico (RT) permanece constante en 2.70 hh/m², lo que sirvió como línea base para comparar la eficiencia real.

En todos los días, el valor de RR es inferior al valor de RT, lo que significa eficiencia de la cuadrilla de trabajo.

En la Figura 21, un rendimiento 1.33 hh/m² significa rentabilidad en el proceso de ejecución de la actividad de S/.234 soles.

A medida que el rendimiento real (RR) está por debajo del rendimiento teórico (RT) base, significa ganancia en la ejecución del trabajo.

Este análisis destaca cómo los rendimientos inferiores al teórico disminuyen el consumo de recursos, lo que aumenta la eficiencia de los recursos.

En la Figura 22, muestra la relación entre los rendimientos real (RR) y la duración de encofrado de veredas en días.

Un rendimiento real (RR) de 1.33 hh/m² tiene una duración de 4 días, mientras que un rendimiento real (RR) de 2.06 hh/m² tiene una duración de 6 días.

La duración fluctuó entre 4 y 6 días, estas variaciones están directamente relacionadas con el rendimiento (RR).

En la Tabla 18, La producción diaria varió considerablemente fluctuando entre 9.50 m² y 16.20 m². Esta inconsistencia se reflejó en la variación del EVM (hh)

El CPI (hh), indicó la relación entre horas ganadas y horas gastadas, osciló entre 1.188 y 2.025.

La productividad de la mano de obra durante todos los días en que se recolectó la información fue muy eficiente (CPI>1).

En la Figura 23 mostró la relación entre horas ganadas y producción diaria, se observó una relación positiva, debido a que las horas ganadas > horas gastadas.

Una producción diaria de 9.50 m², respecto al metrado total de 61.48m², significa un progreso físico de 15.45% lo cual implica ganar 25.65 horas- hombre.

Una producción diaria de 16.20 m², respecto al metrado total de 61.48 m², significa un progreso físico de 26.35%, lo cual implica ganar 43.74 horas- hombre.

5.2.6. Vereda – concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, $E=0.10\text{m}$ INCL ACABADO BRUÑADO

En la actividad vereda de concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ se logró recolectar nueve muestras (Anexo I, Tabla 33).

El rendimiento teórico calculado (RT) arrojó un valor de 0.89 hh/m^2 (Tabla 19).

El rendimiento real promedio (RR) arrojó un valor de 1.79 hh/m^2 (Apéndice II, Tabla 27)

En la Figura 24, el rendimiento real (RR) muestra una considerable variabilidad a lo largo del periodo, fluctuando entre 1.14 hh/m^2 y 1.18 hh/m^2 .

El rendimiento teórico (RT) permanece constante en 0.89 hh/m^2 , lo que sirvió como línea base para comparar la eficiencia real.

En todos los días, el valor de RR es superior al valor de RT, lo que significa ineficiencia de la cuadrilla de trabajo.

En la Figura 25, un rendimiento 1.18 hh/m^2 significa pérdidas en el proceso de ejecución de la actividad de S/.611 soles.

A medida que el rendimiento real (RR) está por encima del rendimiento teórico (RT) base, significa pérdida en la ejecución del trabajo.

Este análisis destaca cómo los rendimientos superiores al teórico aumentan el consumo de recursos, lo que significa improductividad de las cuadrillas de trabajo.

En la Figura 26, muestra la relación entre los rendimientos real (RR) y la duración de concreto en veredas en días.

Un rendimiento real (RR) de 1.18 hh/m^2 tiene una duración de 11 días, mientras que un rendimiento real (RR) de 0.94 hh/m^2 tiene una duración de 9 días.

La duración fluctúa entre 9 y 11 días, estas variaciones están directamente relacionadas con el rendimiento (RR).

En la Tabla 20, La producción diaria varió considerablemente fluctuando entre 76.00 m² y 94.00 m². Esta inconsistencia se reflejó en la variación de los valores de Valor Ganado EVM (hh).

El CPI (hh), indicó la relación entre horas ganadas y horas gastadas, fluctuó entre 0.76 y 0.94. Un CPI menor a 1 indicó que las horas ganadas fue menor a las horas gastadas, mientras que un CPI mayor a 1 indicó lo contrario.

La productividad de la mano de obra durante los días que se recolectaron los datos fue muy deficiente (CPI<1).

En la Figura 27, mostró la relación entre horas ganadas y producción diaria, se observó una relación negativa, debido a que las horas ganadas < horas gastadas.

Una producción diaria de 76.00 m², respecto al metrado total de 829.75m², significa un progreso físico de 9.16% lo cual implica ganar 67.49 horas- hombre.

Una producción diaria de 94.00 m², respecto al metrado total de 829.75 m², significa un progreso físico de 11.33%, lo cual implica ganar 83.47 horas- hombre.

5.3. Contrastación de hipótesis

El tema de investigación planteo la siguiente hipótesis:” *La falta de control sobre los factores de rendimiento y productividad influyen negativamente en el costo y plazo de una obra de pavimentación*”

- La falta de control sobre los factores de rendimiento y productividad generó una variabilidad significativa. Sin acciones correctivas oportunas, esto podría derivar en variaciones de costo y plazo del proyecto.
- El análisis de los rendimientos muestra una discrepancia significativa entre el rendimiento teórico (RT) y el rendimiento real (RR) en las actividades estudiadas. Idealmente, RT y RR deberían ser iguales o mostrar una diferencia mínima, indicando una ejecución conforme a lo programado. Sin embargo, la considerable diferencia observada implica una baja productividad, con un gasto de horas-hombre superior al estimado en el expediente técnico. Esto, a su vez, genera mayores costos y prolonga la duración de las actividades.
- El aumento del número de trabajadores en las cuadrillas no se tradujo en un incremento de la productividad; por el contrario, se observó un mayor gasto de recursos en mano de obra (horas-hombre) para la misma producción.

CONCLUSIONES

- Los factores de rendimiento y productividad influyen significativamente en los costos y plazos de un proyecto. La investigación verificó gráfica y cuantitativamente que la falta de control oportuno de estos factores genera sobrecostos y retrasos. La Figura 25 ilustra la relación entre el rendimiento real y el costo, evidenciando pérdidas económicas cuando los valores de rendimiento real superan los teóricos.
- Se ha podido verificar que las condiciones climáticas influyen notablemente en los rendimientos, generando costos adicionales. El estudio de la actividad de encofrado de pavimento rígido (Figura 9) muestra rendimientos de 5.33hh/m² y 5.47hh/m² en condiciones climáticas adversas, lo que resulta en mayores pérdidas económicas.
- El rendimiento teórico (RT) sirve como indicador clave para mantener los costos y plazos bajo control. Las desviaciones entre el rendimiento real (RR) y el teórico implican un aumento de costos y posibles retrasos. Esto resalta la importancia de monitorear de cerca el rendimiento durante la ejecución de la obra para detectar y corregir rápidamente cualquier desviación.
- Es fundamental monitorear y gestionar los factores de rendimiento y productividad durante la ejecución de proyectos de construcción. La falta de control y visibilidad sobre estos aspectos genera desviaciones significativas en los plazos y costos establecidos, impactando negativamente la viabilidad financiera del proyecto. Un análisis continuo y detallado del rendimiento permite identificar a tiempo las desviaciones, facilitando la implementación de medidas correctivas que optimice los recursos y mejoren la eficiencia.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- Profundizar en el análisis de rendimiento y productividad a nivel departamental en Perú. La generación de datos más detallados permitirá elaborar presupuestos con rendimientos más realistas y precisos.
- Investigar otros factores que influyen en los rendimientos. Si bien este estudio identificó el impacto de las condiciones climáticas (Lluvias – ver Figura 8), se recomienda investigar otros factores que podrían afectar la producción diaria.
- Analizar las causas de la discrepancia entre las horas gastadas y horas ganadas. Este estudio se limitó a analizar la influencia de los factores de rendimiento y productividad en el costo y plazo del proyecto, verificando cuantitativa y gráficamente la variabilidad de las actividades. Estudios futuros deberían investigar las causas de esta discrepancia para mejorar la eficiencia y la precisión de los proyectos de construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arboleda López, S. A. (2014). *Análisis de productividad, rendimiento y consumo de mano de Obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación.*
- Benavente Puma, K. S., & Mamani Cutipa, J. J. (2017). *Determinación de los rendimientos reales en partidas incidentes para obras de pavimentación rígido en la ciudad de Juliaca.*
- Botero, L. F. (2002). *Análisis de rendimiento y consumos de mano de obra en actividades de construcción.* <http://redalyc.uaemex.mx>
- Calderón Lozano, E. F. (2018). *Estudio de Productividad en Obras Ejecutadas por Administración directa en el Gobierno Regional de Arequipa 2016-2017.*
- Camacho Piedra, D. (2016). *Análisis de Procesos Constructivos, Medida de Productividad y rendimientos en el Edificio TIC'S del ITCR.*
- Cantú, A., López, M., & Peirone, P. (2018). *Análisis de los factores que afectan la productividad de obras civiles.*
- Casanova Madueño, F. C. (2018). *Mejoramiento en el Control de Costos de una Empresa Constructora en un Proyecto de Construcción Aplicando el Método del Valor Ganado-Arequipa 2015.*
- Consult Leopard, s. f. (n.d.). Planificación y medición del rendimiento mediante la técnica basada en horas de trabajo. <https://Consultleopard.Com/Planning-and-Performance-Measurement-Using-Man-Hours-Based-Technique/>.
- Custodio López, V., Castro León, R., Angulo Salazar, J., & Vichez Escamilo, A. (2006). *Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de demarcación territorial de la provincia de Hualgayoc.*
- Dixit, S., Mandal, S. N., Thanikal, J. V., & Saurabh, K. (2019). Evolución de los estudios en productividad de la construcción-Revista de Ingeniería Shams. In *Ain Shams Engineering*

- Journal* (Vol. 10, Issue 3, pp. 555–564). Ain Shams University.
<https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.10.010>
- Garrido Pincheira, O. M. (2019). *Diseño de un Plan Estratégico de Control de Obras a través de un Sistema de Administración por Partidas para Empresa Constructora e Inversiones Vital Ltda.*
- Gonzales Chávez, C. S. (2021). *Rendimiento y Productividad en la Ejecución de Viviendas Familiares en la Ciudad de Cajamarca-2018.*
- Guía del PMBOK. (2014). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos.* Project Management Institute.
- Gunduz, M., & Abu-Hijleh, A. (2020). Evaluación de los impulsores de la productividad humana en el sector de la construcción mediante la calificación de importancia y la cartografía de riesgos. *Sustainability (Switzerland)*, 12(20), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su12208614>
- Ibáñez, Walter. (2012). *Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales: Vol. Tomo-I.* Empresa Editora Macro E.I.R.L.
- Knight Piésold Consulting. (2005). *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Cerro Corona.*
- Lozano Serna, S., Patiño Galindo, I., Gómez Cabrera, A., & Torres, A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. *Ingeniería y Ciencia*, Vol. 14 (27), Pp. 117-151. [Http://Www.Eafit.Edu.Co / Ingcienza](http://Www.Eafit.Edu.Co / Ingcienza).
- Mattos, A. D., & Valderrama, F. (2014a). *Métodos de planificación y control de obras Del diagrama de barras al BIM.*
- Mattos, A. D., & Valderrama, F. (2014b). *Métodos de planificación y control de obras Del diagrama de barras al BIM.*
- Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de las Calles de la Localidad de Hualgayoc, D. de H.-Cajamarca. (2021). *Expediente Técnico.*

- Mhmoud Alzubi, K., Salah Alaloul, W., Malkawi, A. B., Al Salaheen, M., Hannan Qureshi, A., & Ali Musarat, M. (2022). Automated monitoring technologies and construction productivity enhancement: Building projects case. *Ain Shams Engineering Journal*.
<https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102042>
- Monzón Riquelme, R. G. A. (2009). *Estimación de pérdidas de productividad laboral en compensación de costo en un proyecto de construcción de la provincia de Ilanquihue*.
- Polanco Sánchez, L. M. (2009). Análisis de rendimientos de mano de obra para actividades de construcción - Estudio de caso edificio J UPB [Tesis de grado en ingeniería civil]. Pp.19.
- Ribeiro, M. L., & Sarmento, M. (2021). *Factores que afectan la productividad de la construcción en Brasil-Revista Ingeniería de Construcción RIC*, vol.36(3), pp.369-379.
<https://orcid.org/0000-0002-8576-5672>
- Rojas Montoya, A. M. (2014). *Rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas en el distrito de Cajamarca en la partida: construcción de muros y tabiques de albañilería*.
- Salinas, M., & Huerta, G. (2018). *Costo y Presupuestos de Obra*-. 12. ava Edición.
- Sánchez Varela, D. (2018). *Estimación de rendimiento y productividad de equipo y mano de obra de un proyecto vial con declaratoria de emergencia*.
- Velazco, J. (2005). *Las Actividades Rurales no-Agrarias en Familias Campesinas de la Sierra Norte del Perú*.

APÉNDICES

Apéndice I: Ficha de Observación

Tabla 21: Formato para toma de datos de campo

OBRA												
RESPONSABLE												
PARTIDA												
Nro	Fecha	Actividad	Cuadrilla				N° total cuadrilla	Jornada Laboral	Horas gastadas (hh)	Producción diaria	Und.	Observaciones
			Capataz	Operario	Oficial	Peón						

Apéndice II: Rendimientos calculados según fecha de recolección de datos

Tabla 22: Rendimiento promedio actividad demolición de concreto

FECHA	25.08.22	26.08.22	29.08.22	30.08.22	31.08.22	01.09.22	02.08.22	05.09.22	06.09.22	07.09.22	08.09.22	Promedio
RR (hh/m ²)	0.33	0.39	0.28	0.35	0.36	0.39	0.43	0.39	0.35	0.39	0.39	0.37

Tabla 23: Rendimiento promedio encofrado de pavimento rígido

FECHA	22.10.22	25.10.22	27.10.22	29.11.22	02.11.22	08.11.22	10.11.22	14.11.22	19.11.22	Promedio
RR (hh/m ²)	2.42	3.47	3.25	3.47	5.33	5.47	3.25	2.89	2.89	3.60

Tabla 24: Rendimiento promedio actividad pavimento rígido de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

FECHA	24.10.22	26.10.22	28.10.22	01.11.22	03.11.22	07.11.22	09.11.22	11.11.22	15.11.22	16.11.22	17.11.22	18.11.22	21.11.22	Promedio
RR (hh/m ²)	0.87	1.03	0.83	0.87	1.09	1.01	1.13	1.03	1.05	1.01	0.95	1.05	0.95	0.99

Tabla 25: Rendimiento promedio actividad concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ en cunetas,

$E=0.20\text{m}$

FECHA	20.01.23	23.01.23	24.01.23	25.01.23	26.01.23	27.01.23	01.02.23	02.02.23	03.02.23	Promedio
RR (hh/m ²)	0.81	0.77	1.11	0.81	1.11	0.93	1.18	1.11	0.77	0.95

Tabla 26: Rendimiento promedio actividad vereda encofrado

FECHA	01.12.22	02.12.22	05.12.22	06.12.22	07.12.22	08.12.22	09.12.22	12.12.22	13.12.22	Promedio
RR (hh/m ²)	1.73	2.27	2.06	1.77	2.06	1.39	1.47	1.33	2.06	1.79

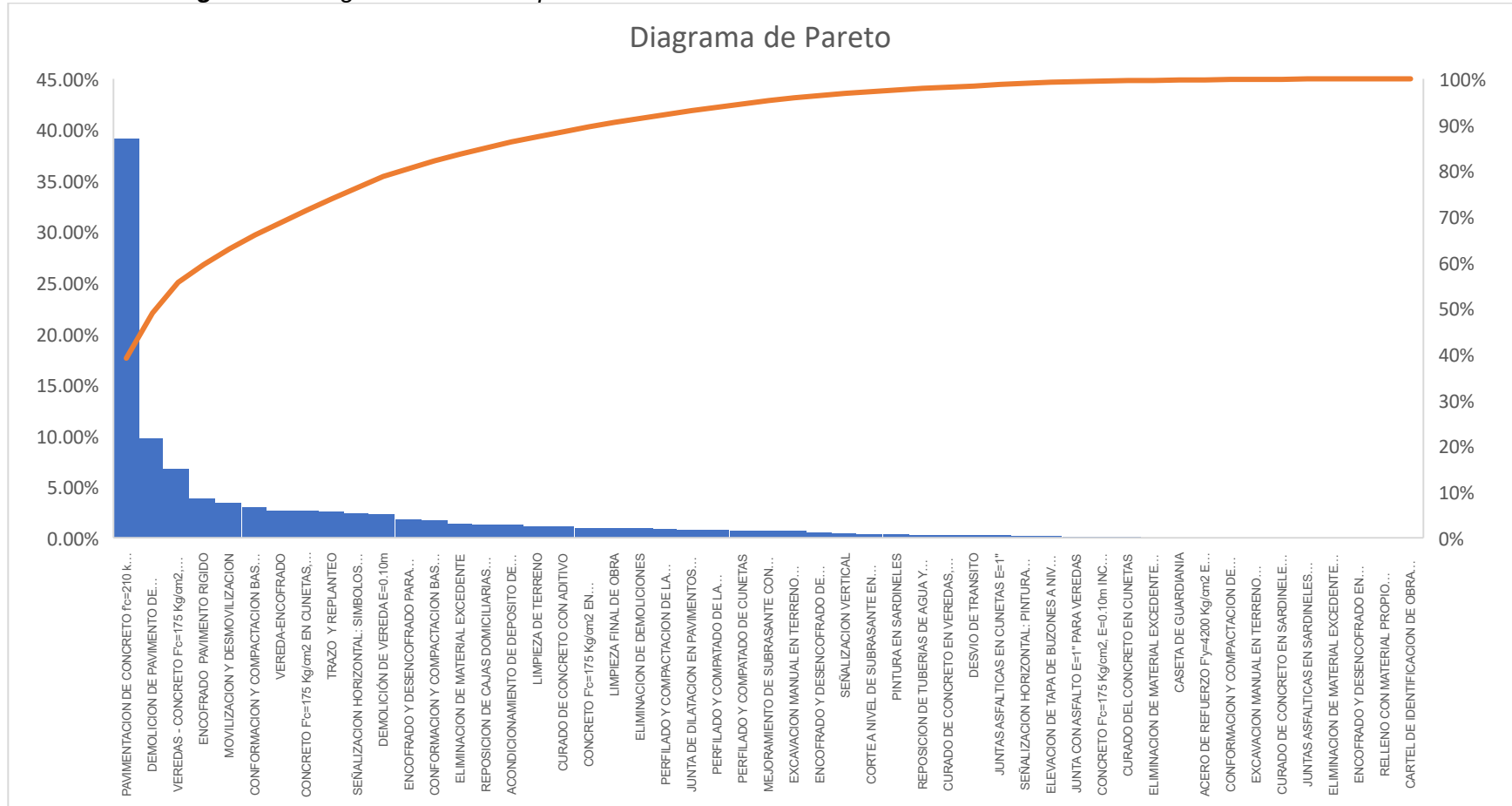
Tabla 27: Rendimiento promedio actividad vereda – concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ $E=0.10\text{m}$

INCL.ACABADO BRUÑADO.

FECHA	05.12.22	08.12.22	12.12.22	14.12.22	16.12.22	19.12.22	20.12.22	21.12.22	22.12.22	Promedio
RR (hh/m ²)	1.14	1.17	1.11	0.99	1.18	0.94	1.17	1.11	1.17	1.11

Apéndice III: Diagrama de Pareto para la selección de actividades

Figura 28. Diagrama de Pareto para la selección de actividades



ANEXOS

Anexo I. Resultados obtenidos de campo.

Tabla 28: Actividad de demolición de veredas.

Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de las calles de la localidad de Hualgayoc distrito de Hualgayoc-Hualgayoc-Cajamarca												
OBRA												
RESPONSABLE		Ing. Homero U. Escobar Pérez										
PARTIDA		01.02.00 TRABAJOS PRELIMINARES										
Nro	Fecha	Actividad	Cuadrilla				N° total cuadrilla	Jornada Laboral	Horas gastadas (hh)	Producción diaria	Und.	Observaciones
			Capataz	Operador equipo liviano	Oficial	Peón						
01	25/08/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	98.00	m2/dia	
02	26/08/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	84.00	m2/dia	
03	29/08/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	116.00	m2/dia	
04	30/08/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	94.00	m2/dia	
05	31/08/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	92.00	m2/dia	
06	01/09/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	84.00	m2/dia	
07	02/09/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	76.00	m2/dia	Se malogró 01 martillo lapso de 2 h
08	05/09/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	84.00	m2/dia	
09	06/09/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	94.00	m2/dia	
10	07/09/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	84.00	m2/dia	
11	08/09/2022	Demolición de veredas de 0.10m	0.10	2.00	0.00	2.00	4.10	8.00	32.8	84.00	m2/dia	

Tabla 29: Actividad Encofrado de pavimento rígido.

OBRA		Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de las calles de la localidad de Hualgayoc distrito de Hualgayoc-Hualgayoc-Cajamarca										
RESPONSABLE		Ing.Homero U. Escobar Pérez										
PARTIDA		01.04.00 PAVIMENTO RIGIDO										
Nro	Fecha	Actividad	Cuadrilla				N° total cuadrilla	Jornada Laboral	Horas gastadas (hh)	Producción diaria	Und.	Observaciones
			Capataz	Operario	Oficial	Peón						
01	22/10/2022	Encofrado pavimento rígido	0.10	1.00	0.50	1.00	2.60	8.00	20.8	8.60	m2/dia	
02	25/10/2022	Encofrado pavimento rígido	0.10	1.00	0.50	1.00	2.60	8.00	20.8	6.00	m2/dia	
03	27/10/2022	Encofrado pavimento rígido	0.10	1.00	0.50	1.00	2.60	8.00	20.8	6.40	m2/dia	
04	29/10/2022	Encofrado pavimento rígido	0.10	1.00	0.50	1.00	2.60	8.00	20.8	6.00	m2/dia	
05	02/11/2022	Encofrado pavimento rígido	0.10	1.00	0.50	1.00	2.60	8.00	20.8	3.90	m2/dia	Presencia de lluvia desde 9.30 am hasta 12:30 pm
06	08/11/2022	Encofrado pavimento rígido	0.10	1.00	0.50	1.00	2.60	8.00	20.8	3.80	m2/dia	Presencia de lluvia desde 8.00 am hasta 11:15 pm
07	10/11/2022	Encofrado pavimento rígido	0.10	1.00	0.50	1.00	2.60	8.00	20.8	6.40	m2/dia	
08	14/11/2022	Encofrado pavimento rígido	0.10	1.00	0.50	1.00	2.60	8.00	20.8	7.20	m2/dia	
09	19/11/2022	Encofrado pavimento rígido	0.10	1.00	0.50	1.00	2.60	8.00	20.8	7.20	m2/dia	

Tabla 30: Actividad pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, $e=0.20\text{m}$

OBRA		Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de las calles de la localidad de Hualgayoc distrito de Hualgayoc-Hualgayoc-Cajamarca										
RESPONSABLE		Ing.Homero U. Escobar Pérez										
PARTIDA		01.04.00 PAVIMENTO RIGIDO										
Nro	Fecha	Actividad	Cuadrilla				N° total cuadrilla	Jornada Laboral	Horas gastadas (hh)	Producción diaria	Und.	Observaciones
			Capataz	Operario	Oficial	Peón						
01	24/10/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	120.00	m2/dia	
02	26/10/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	102.00	m2/dia	
03	28/10/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	126.00	m2/dia	
04	01/11/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	120.00	m2/dia	
05	03/11/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	96.00	m2/dia	Lluvias moderadas
06	07/11/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	104.00	m2/dia	
07	09/11/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	93.00	m2/dia	Carmix 3.5 m3 cambio de neumático
08	11/11/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	102.00	m2/dia	
09	15/11/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	100.00	m2/dia	Lluvias moderadas
10	16/11/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	104.00	m2/dia	Lluvias moderadas
11	17/11/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	110.00	m2/dia	
12	18/11/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	100.00	m2/dia	Lluvias moderadas
13	21/11/2022	Pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$	0.10	2.00	3.00	8.00	13.10	8.00	104.8	110.00	m2/dia	

Tabla 31: Actividad Concreto f'c=175 kg/cm2 en cunetas, e=0.20m

OBRA		Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de las calles de la localidad de Hualgayoc distrito de Hualgayoc-Hualgayoc-Cajamarca										
RESPONSABLE		Ing.Homero U. Escobar Pérez										
PARTIDA		01.05.00 OBRAS DE ARTE										
Nro	Fecha	Actividad	Cuadrilla				N° total cuadrilla	Jornada Laboral	Horas gastadas (hh)	Producción diaria	Und.	Observaciones
			Capataz	Operario	Oficial	Peón						
01	20/01/2023	Concreto f'c=175 kg/cm2 en cunetas,E=0.20m	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	109.00	m2/dia	
02	23/01/2023	Concreto f'c=175 kg/cm2 en cunetas,E=0.20m	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	116.00	m2/dia	
03	24/01/2023	Concreto f'c=175 kg/cm2 en cunetas,E=0.20m	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	80.00	m2/dia	
04	25/01/2023	Concreto f'c=175 kg/cm2 en cunetas,E=0.20m	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	110.00	m2/dia	
05	26/01/2023	Concreto f'c=175 kg/cm2 en cunetas,E=0.20m	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	80.00	m2/dia	
06	27/01/2023	Concreto f'c=175 kg/cm2 en cunetas,E=0.20m	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	96.00	m2/dia	
07	01/02/2023	Concreto f'c=175 kg/cm2 en cunetas,E=0.20m	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	75.00	m2/dia	
08	02/02/2023	Concreto f'c=175 kg/cm2 en cunetas,E=0.20m	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	80.00	m2/dia	
09	03/02/2023	Concreto f'c=175 kg/cm2 en cunetas,E=0.20m	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	116.00	m2/dia	

Tabla 32: Actividad de encofrado de veredas.

OBRA		Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de las calles de la localidad de Hualgayoc distrito de Hualgayoc-Hualgayoc-Cajamarca										
RESPONSABLE		Ing. Homero U. Escobar Pérez										
PARTIDA		01.08.00 VEREDA DE CONCRETO										
Nro	Fecha	Actividad	Cuadrilla				N° total cuadrilla	Jornada Laboral	Horas gastadas (hh)	Producción diaria	Und.	Observaciones
			Capataz	Operario	Oficial	Peón						
01	01/12/2022	Veredas-Encofrado	0.20	1.00	0.50	1.00	2.70	8.00	21.6	12.50	m2/dia	
02	02/12/2022	Veredas-Encofrado	0.20	1.00	0.50	1.00	2.70	8.00	21.6	9.50	m2/dia	
03	05/12/2022	Veredas-Encofrado	0.20	1.00	0.50	1.00	2.70	8.00	21.6	10.50	m2/dia	
04	06/12/2022	Veredas-Encofrado	0.20	1.00	0.50	1.00	2.70	8.00	21.6	12.20	m2/dia	
05	07/12/2022	Veredas-Encofrado	0.20	1.00	0.50	1.00	2.70	8.00	21.6	10.50	m2/dia	
06	08/12/2022	Veredas-Encofrado	0.20	1.00	0.50	1.00	2.70	8.00	21.6	15.50	m2/dia	
07	09/12/2022	Veredas-Encofrado	0.20	1.00	0.50	1.00	2.70	8.00	21.6	14.70	m2/dia	
08	12/12/2022	Veredas-Encofrado	0.20	1.00	0.50	1.00	2.70	8.00	21.6	16.20	m2/dia	
09	13/12/2022	Veredas-Encofrado	0.20	1.00	0.50	1.00	2.70	8.00	21.6	10.50	m2/dia	

Tabla 33: Actividad vereda de concreto $f'c=175$ kg/cm², $e=0.10$ m Incl. Acabado y Bruñado.

OBRA		Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de las calles de la localidad de Hualgayoc distrito de Hualgayoc-Hualgayoc-Cajamarca										
RESPONSABLE		Ing. Homero U. Escobar Pérez										
PARTIDA		01.08.00 VEREDA DE CONCRETO										
Nro	Fecha	Actividad	Cuadrilla				N° total cuadrilla	Jornada Laboral	Horas gastadas (hh)	Producción diaria	Und.	Observaciones
			Capataz	Operario	Oficial	Peón						
01	05/12/2022	Vereda-concreto fc=175 kg/cm2 E=0.10 m Incl. Acabados y Bruñado	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	78.00	m2/día	
02	08/12/2022	Vereda-concreto fc=175 kg/cm2 E=0.10 m Incl. Acabados y Bruñado	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	76.00	m2/día	
03	12/12/2022	Vereda-concreto fc=175 kg/cm2 E=0.10 m Incl. Acabados y Bruñado	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	80.00	m2/día	
04	14/12/2022	Vereda-concreto fc=175 kg/cm2 E=0.10 m Incl. Acabados y Bruñado	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	90.00	m2/día	
05	16/12/2022	Vereda-concreto fc=175 kg/cm2 E=0.10 m Incl. Acabados y Bruñado	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	75.00	m2/día	
06	19/12/2022	Vereda-concreto fc=175 kg/cm2 E=0.10 m Incl. Acabados y Bruñado	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	94.00	m2/día	
07	20/12/2022	Vereda-concreto fc=175 kg/cm2 E=0.10 m Incl. Acabados y Bruñado	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	76.00	m2/día	
08	21/12/2022	Vereda-concreto fc=175 kg/cm2 E=0.10 m Incl. Acabados y Bruñado	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	80.00	m2/día	
09	22/12/2022	Vereda-concreto fc=175 kg/cm2 E=0.10 m Incl. Acabados y Bruñado	0.10	2.00	1.00	8.00	11.10	8.00	88.8	76.00	m2/día	

Anexo II. Análisis de precios unitarios (APU)

Tabla 34. Actividad demolición de veredas de 0.10 m.

Partida	01.02.04				Rendimiento	90.0000
Presupuesto	MEJORAMIENO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Unidad	m2
Obra	MEJORAMIENO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Fecha	05/06/2022
Descripción	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10 m					
CODIGO	RECURSOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT (S/.)	PARCIAL (S/.)
	Equipos					
0301140005	MARTILLO NEUMATICO (para compresora)	hm	2.0000	0.1778	15.00	2.67
030114000600	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP	hm	1.0000	0.0889	65.00	5.78
						8.45
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0089	34.66	0.31
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1778	18.55	3.30
010101000600	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.1778	25.31	4.50
						8.11
	Herramientas					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	8.11	0.41
						0.41
					Costo directo (En S/.)	16.97

Tabla 35. Actividad encofrado pavimento rígido.

Partida	01.04.04				Rendimiento	8.0000
Presupuesto	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Unidad	m2
Obra	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Fecha	05/06/2022
Descripción	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO					
CODIGO	RECURSOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT (S/.)	PARCIAL (S/.)
	Materiales					
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0800	6.00	0.48
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	8.90	0.89
022214000200	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal		0.0200	168.10	3.36
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.0000	15.56	31.12
						35.85
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	34.66	3.47
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	24.49	24.49
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.5000	20.15	10.08
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.0000	18.55	18.55
						56.59
	Herramientas					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	56.59	2.83
						2.83
					Costo directo (En S/.)	95.27

Tabla 36. Actividad pavimentación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{ m}$.

Partida	01.04.05				Rendimiento	125.0000
Presupuesto	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Unidad	m2
Obra	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Fecha	05/06/2022
Descripción	PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ $E=0.20\text{m}$					
CODIGO	RECURSOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT (S/.)	PARCIAL (S/.)
Materiales						
020701000100	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.1100	90.00	9.90
020702000100	ARENA GRUESA	m3		0.1300	90.00	11.70
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0372	16.00	0.60
0210050001	PLASTICO	m		1.2000	0.20	0.24
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.2800	30.00	68.40
0222030005	SIKA AER	gal		0.0100	130.00	1.30
022209000100	SIKACEM PLASTIFICANTE	gal		0.0825	42.29	3.49
029017000100	SERVICIO TECNICO DE LABORATORIO	glb		0.0010	2,500.00	2.50
						98.13
Equipos						
030129000100	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.0320	10.00	0.32
030129000300	AUTOHORMIGONERA CARMIX 25	hm	0.5000	0.0320	190.78	6.10
						6.42
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0064	34.66	0.22
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1280	24.49	3.13
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.1920	20.15	3.87
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.5120	18.55	9.50
						16.72
Herramientas						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	16.72	0.84
						0.84
Costo directo (En S/.)						122.11

Tabla 37. Actividad concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en cunetas $e=0.20\text{m}$.

Partida	01.05.01.05				Rendimiento	200.0000
Presupuesto	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Unidad	m2
Obra	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Fecha	05/06/2022
Descripción	CONCRETO $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ EN CUNETAS $E=0.20\text{m}$					
CODIGO	RECURSOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT (S/.)	PARCIAL (S/.)
Materiales						
020701000100	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.8500	90.00	76.50
020702000100	ARENA GRUESA	m3		0.6000	90.00	54.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1520	16.00	2.43
0210050001	PLASTICO	m		5.5000	0.20	1.10
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.6000	30.00	228.00
0222030005	SIKA AER	gal		0.0646	130.00	8.40
022209000100	SIKACEM PLASTIFICANTE	gal		0.4750	42.29	20.09
029017000100	SERVICIO TECNICO DE LABORATORIO	glb		0.0040	2,500.00	10.00
						400.52
Equipos						
030129000100	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.0200	10.00	0.20
030129000300	AUTOHORMIGONERA CARMIX 25	hm	0.5000	0.0200	190.78	3.82
						4.02
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	34.66	0.14
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	24.49	1.96
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	20.15	0.81
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.3200	18.55	5.94
						8.85
Herramientas						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	8.85	0.44
						0.44
Costo directo (En S/.)						413.83

Tabla 38. Actividad vereda - encofrado.

Partida	01.08.03				Rendimiento	8.0000
Presupuesto	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Unidad	m2
Obra	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Fecha	05/06/2022
Descripción	VEREDAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
CODIGO	RECURSOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT (S/.)	PARCIAL (S/.)
	Materiales					
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0800	6.00	0.48
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	8.90	0.89
022214000200	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal		0.0500	168.10	8.41
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.0000	15.56	31.12
						40.90
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.2000	34.66	6.93
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	24.49	24.49
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.5000	20.15	10.08
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.0000	18.55	18.55
						60.05
	Herramientas					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	60.05	3.00
						3.00
					Costo directo (En S/.)	103.95

Tabla 39. Actividad veredas - concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ $e=0.10\text{ m}$ Incl. Acabado y bruñado.

Partida	01.08.04				Rendimiento	100.0000
Presupuesto	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Unidad	m2
Obra	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA CALLES				Fecha	05/06/2022
Descripción	VEREDAS - CONCRETO $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ $E=0.10\text{m}$ INCL ACABADO Y BRUÑADO					
CODIGO	RECURSOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT (S/.)	PARCIAL (S/.)
Materiales						
020701000100	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0850	90.00	7.65
020702000100	ARENA GRUESA	m3		0.0540	90.00	4.86
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0185	16.00	0.30
0210050001	PLASTICO	m		1.0500	0.20	0.21
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.9500	30.00	28.50
0222030005	SIKA AER	gal		0.0110	130.00	1.43
022209000100	SIKACEM PLASTIFICANTE	gal		0.1188	42.29	5.02
029017000100	SERVICIO TECNICO DE LABORATORIO	glb		0.0008	2,500.00	2.00
						49.97
Equipos						
030129000100	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.0160	10.00	0.16
030129000300	AUTOHORMIGONERA CARMIX 25	hm	0.2000	0.0160	190.78	3.05
						3.21
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	34.66	0.28
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1600	24.49	3.92
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	20.15	1.61
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.6400	18.55	11.87
						17.68
Herramientas						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	17.68	0.88
						0.88
Costo directo (En S/.)						71.74

Anexo III. Presupuesto de Obra General

Tabla 40. Presupuesto general de obra parte I

Partida	Descripción	Unid.	Metrado	Precio Unitario S/.	Sub Total S/.
01.00.00	PAVIMENTO				
01.01.00	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA (3.50 m x 2.50 m)	UND	1.00	1,966.61	1,966.61
01.01.02	CASETA DE GUARDIANIA	M2	9.00	750.00	6,750.00
01.02.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00	26000.00	26,000.00
01.02.02	DESVIO DE TRANSITO	MES	6.00	8269.20	49,615.20
01.02.03	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO EXISTENTE. E p=0.20 M.	M2	14,292.62	21.55	308,005.96
01.02.04	DEMOLICION DE VEREDAS DE E=0.10 M	M2	2,462.46	16.97	41,787.95
01.02.05	ELIMINACION DE DEMOLICIONES	M3	4,036.20	20.47	82,621.03
01.02.06	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	14,573.01	1.25	18,216.26
01.02.07	TRAZO Y REPLANTEO	M2	14573.01	3.87	56,397.55
01.03.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE EN TERRENO SUELTO	M3	10,065.81	8.52	85,760.70
01.03.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	M3	31.24	47.48	1,483.28
01.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	12,543.21	20.27	254,250.92
01.04.00	PAVIMENTO RIGIDO				
01.04.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUBRRASANTE	M2	12,164.14	8.99	109,355.62
01.04.02	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON BASE GRANULAR - OVER (ANCHO VARIABLE)	M3	6,082.07	36.54	222,238.84
01.04.03	CONFORMACION Y COMPACTACION BASE GRANULAR E=0.20 (AFIRMADO BATIDO) C/EQUIPO	M2	12,164.14	21.82	265,421.53
01.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO	M2	1,119.19	95.27	106,625.23
01.04.05	PAVIMENTACION DE CONCRETO f'c=210 kg/cm2 E=0.20m	M2	12,164.14	122.11	1,485,363.14
01.04.06	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	M2	12,164.14	1.93	23,476.79
01.04.07	JUNTA DE DILATACION EN PAVIMENTOS RIGIDOS CON TECNOPOR Y SELLADO CON ASFALTO E=1"	M	1,119.19	8.67	9,703.38

Tabla 41. Presupuesto general de obra parte II

01.05.00	OBRAS DE ARTE				
01.05.01	CUNETAS DE CONCRETO				
01.05.01.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL PARA CUNETAS DE CONCRETO	M3	118.71	68.16	8,091.21
01.05.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CUNETAS DE CONCRETO	M3	238.95	29.59	7,070.62
01.05.01.03	PERFILADO Y COMPATADO DE CUNETAS	M2	1,219.51	6.21	7,573.18
01.05.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS CARAVISTA	M2	95.04	102.86	9,775.81
01.05.01.05	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 EN CUNETAS, E=0.20m	M3	246.03	413.83	101,813.63
01.05.01.06	CURADO DEL CONCRETO EN CUNETAS	M2	1,220.34	2.00	2,440.68
01.05.01.07	JUNTAS ASFALTICAS EN CUNETAS E=1"	M	413.10	8.67	3,581.58
01.05.01.08	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REJILLAS DE ACERO CORRUGADO	M	43.00	294.08	12,645.44
01.06.00	SEÑALIZACION				
01.06.01	SEÑALIZACION VERTICAL	UND	46.00	485.19	22,318.74
01.06.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL: SIMBOLOS Y LETRAS	M2	480.77	36.97	17,774.07
01.06.03	SEÑALIZACION HORIZONTAL: PINTURA LINEAL CONTINUA	M	636.00	25.95	16,504.20
01.07.00	VARIOS				
01.07.01	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	GLB	1.00	9,348.75	9,348.75
01.07.02	REPOSICION DE TUBERIAS DE AGUA Y DESAGUE EFECTUADAS	UND	1.00	29,281.83	29,281.83
01.07.03	REPOSICION DE CAJAS DOMICILIARIAS DE AGUA Y DESAGUE	UND	139.00	348.51	48,442.89
01.07.04	ELEVACION DE TAPA DE BUZONES A NIVEL DE RASANTE	UND	8.00	1,485.95	11,887.60
01.07.05	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	12,164.14	0.89	10,826.08
01.07.06	REUBICACION DE POSTES	UND	3.00	5,599.85	16,799.55
01.07.07	IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MITIGACION AMBIENTAL	GLB	1.00	16,480.00	16,480.00
01.07.08	IMPLEMENTACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	GLB	1.00	50,720.00	50,720.00
01.07.09	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	176,850.00	176,850.00

Tabla 42. Presupuesto general de obra parte III

01.08.00	VEREDAS DE CONCRETO				
01.08.01	PERFILADO Y COMPATADO DE LA SUBRASANTE PARA VEREDAS	M2	3,132.88	7.22	22,619.39
01.08.02	CONFORMACION Y COMPACTACION BASE GRANULAR EN VEREDAS E=0.10m	M2	3,132.88	15.90	49,812.79
01.08.03	VEREDAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	256.67	103.95	26,680.43
01.08.04	VEREDAS - CONCRETO F'c=175 Kg/cm2, E=0.10m INCL. ACABADO Y BRUÑADO	M2	3,132.88	71.74	224,752.81
01.08.05	CURADO DE CONCRETO EN VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS	M2	3,132.88	2.00	6,265.76
01.08.06	JUNTA CON ASFALTO E=1" PARA VEREDAS	M	747.60	8.79	6,571.40
01.09.00	RAMPAS				
01.09.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR EN VEREDAS E=0.10m	M2	51.87	15.90	824.73
01.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN RAMPAS	M2	3.38	103.95	351.76
01.09.03	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2, E=0.10m INCL. ACABADO Y BRUÑADO EN RAMPAS	M2	51.87	71.74	3,721.15
01.09.04	ACERO DE REFUERZO F'y=4200 Kg/cm2 EN RAMPAS	KG	305.46	9.18	2,804.12
01.10.00	SARDINELES				
01.10.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL PARA SARDINELES PERALTADOS	M3	6.97	77.91	543.09
01.10.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN SARDINELES PERALTADOS	M3	8.71	29.59	257.83
01.10.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SARDINELES PERALTADOS CARAVISTA	M2	418.24	102.86	43,020.37
01.10.04	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 EN SARDINELES PERALTADOS	M	697.07	21.54	15,014.89
01.10.05	CURADO DE CONCRETO EN SARDINELES PERALTADOS	M2	418.24	2.00	836.48
01.10.06	PINTURA EN SARDINELES	M	697.07	9.92	6,914.93
01.10.07	JUNTAS ASFALTICAS EN SARDINELES PERALTADOS E=1"	M	42.20	11.47	484.03
A. COSTO DIRECTO					S/4,146,741.84
B. GASTOS GENERALES (indicar % del Costo Directo)					S/1,003,373.50
C. UTILIDAD (indicar % del Costo Directo)					S/331,739.35
D. GASTOS REEMBOLSABLES					S/417,138.80
E. COSTO TOTAL DEL SERVICIO (A+B+C+D)					S/5,898,993.49

Anexo IV. Presupuesto de Obra Jr. Silva Santisteban

Tabla 43. Presupuesto de obra Jr. Silva Santisteban parte I

Partida	Descripción	Unid.	Metrado	Precio Unitario S/.	Sub Total S/.
01.00.00	PAVIMENTO				
01.01.00	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA (3.50 m x 2.50 m)	UND	1.00	1,966.61	1,966.61
01.01.02	CASETA DE GUARDIANIA	M2	9.00	750.00	6,750.00
01.02.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00	26000.00	26,000.00
01.02.02	DESVIO DE TRANSITO	MES	6.00	8269.20	49,615.20
	JR SANTISTEBAN				
01.02.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.02.07	TRAZO Y REPLANTEO	M2	3,219.89	3.87	12,460.97
01.02.03	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO EXISTENTE. E p=0.20 M.	M2	3,069.58	21.55	66,149.45
01.02.04	DEMOLICION DE VEREDAS DE E=0.10 M	M2	740.53	16.97	12,566.79
01.02.05	ELIMINACION DE DEMOLICIONES	M3	894.36	20.47	18,307.54
01.02.06	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	3,219.89	1.25	4,024.86
01.03.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE EN TERRENO SUELTO	M3	2,127.32	8.52	18,124.77
01.03.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	M3	4.02	47.48	190.87
01.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	2,654.13	20.27	53,799.11
01.04.00	PAVIMENTO RIGIDO				
01.04.02	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON BASE GRANULAR - OVER (ANCHO VARIABLE)	M3	1,388.37	36.54	50,731.04
01.04.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUBRRASANTE	M2	2,776.74	8.99	24,962.89
01.04.03	CONFORMACION Y COMPACTACION BASE GRANULAR E=0.20 (AFIRMADO BATIDO) C/EQUIPO	M2	2,776.74	21.82	60,588.47
01.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO	M2	258.41	95.27	24,618.72
01.04.05	PAVIMENTACION DE CONCRETO f _c =210 kg/cm ² E=0.20m	M2	2,776.74	122.11	339,067.72
01.04.06	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	M2	2,776.74	1.93	5,359.11
01.04.07	JUNTA DE DILATACION EN PAVIMENTOS RIGIDOS CON TECNOPOR Y SELLADO CON ASFALTO E=1"	M	258.41	8.67	2,240.41

Tabla 44: Presupuesto de obra Jr. Silva Santisteban parte II

01.05.00	OBRAS DE ARTE				
01.05.01	CUNETAS DE CONCRETO				
01.05.01.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL PARA CUNETAS DE CONCRETO	M3	43.07	68.16	2,935.65
01.05.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CUNETAS DE CONCRETO	M3	86.70	29.59	2,565.36
01.05.01.03	PERFILADO Y COMPATADO DE CUNETAS	M2	445.24	6.21	2,764.94
01.05.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS CARAVISTA	M2	38.00	102.86	3,908.68
01.05.01.05	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 EN CUNETAS, E=0.20m	M3	89.68	413.83	37,112.27
01.05.01.06	CURADO DEL CONCRETO EN CUNETAS	M2	445.24	2.00	890.48
01.05.01.07	JUNTAS ASFALTICAS EN CUNETAS E=1"	M	142.56	8.67	1,236.00
01.05.01.08	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REJILLAS DE ACERO CORRUGADO	M	7.91	294.08	2,326.17
01.06.00	SEÑALIZACION				
01.06.01	SEÑALIZACION VERTICAL	UND	15.00	485.19	7,277.85
01.07.00	VARIOS				
01.07.03	REPOSICION DE CAJAS DOMICILIARIAS DE AGUA Y DESAGUE	UND	42.00	348.51	14,637.42
01.07.05	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	2,776.74	0.89	2,471.30
01.08.00	VEREDAS DE CONCRETO				
01.08.01	PERFILADO Y COMPATADO DE LA SUBRASANTE PARA VEREDAS	M2	829.75	7.22	5,990.80
01.08.02	CONFORMACION Y COMPACTACION BASE GRANULAR EN VEREDAS E=0.10m	M2	829.75	15.90	13,193.03
01.08.03	VEREDAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	61.48	103.95	6,390.85
01.08.04	VEREDAS - CONCRETO F'c=175 Kg/cm2, E=0.10m INCL. ACABADO Y BRUÑADO	M2	829.75	71.74	59,526.27
01.08.05	CURADO DE CONCRETO EN VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS	M2	829.75	2.00	1,659.50
01.08.06	JUNTA CON ASFALTO E=1" PARA VEREDAS	M	174.00	8.79	1,529.46
01.09.00	RAMPAS				
01.09.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR EN VEREDAS E=0.10m	M2	7.37	15.90	117.18
01.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN RAMPAS	M2	0.66	103.95	68.61
01.09.03	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2, E=0.10m INCL. ACABADO Y BRUÑADO EN RAMPAS	M2	7.37	71.74	528.72
01.09.04	ACERO DE REFUERZO F'y=4200 Kg/cm2 EN RAMPAS	KG	61.10	9.18	560.90
01.10.00	SARDINELES				
01.10.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL PARA SARDINELES PERALTADOS	M3	1.50	77.91	116.87
01.10.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN SARDINELES PERALTADOS	M3	1.88	29.59	55.48
01.10.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SARDINELES PERALTADOS CARAVISTA	M2	90.25	102.86	9,283.12
01.10.04	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 EN SARDINELES PERALTADOS	M	150.42	21.54	3,240.05
01.10.05	CURADO DE CONCRETO EN SARDINELES PERALTADOS	M2	90.25	2.00	180.50
01.10.07	JUNTAS ASFALTICAS EN SARDINELES PERALTADOS E=1"	M	7.20	11.47	82.58
01.10.06	PINTURA EN SARDINELES	M	150.42	9.92	1,492.17

Anexo IV. Panel fotográfico

Figura 29: Actividad demolición de veredas de concreto 01operador de equipo liviano+ 01 peón



Figura 30: Se puede observar actividad demolición de veredas de concreto 02 operador equipo liviano+02 peones



Figura 31: Actividad de encofrado de pavimento rígido.



Figura 32: Actividad pavimentación de concreto $f'_c=175\text{kg/cm}^2$, $e=0.20\text{m}$



Figura 33: Se observa actividad vaciado de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con carmix 3.5 m3 en pavimento rígido.



Figura 34: Se observa la actividad de vereda- encofrado



Figura 35: Maestrando observando la actividad de encofrado de vereda



Figura 36: Vaciado de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en vereda, $e=0.10\text{m}$, con



Figura 37: Vereda – concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, $e=0.10 \text{ m}$ incl. Acabados y bruñado



Figura 38: Actividad concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ en cuneta de pavimento rígido



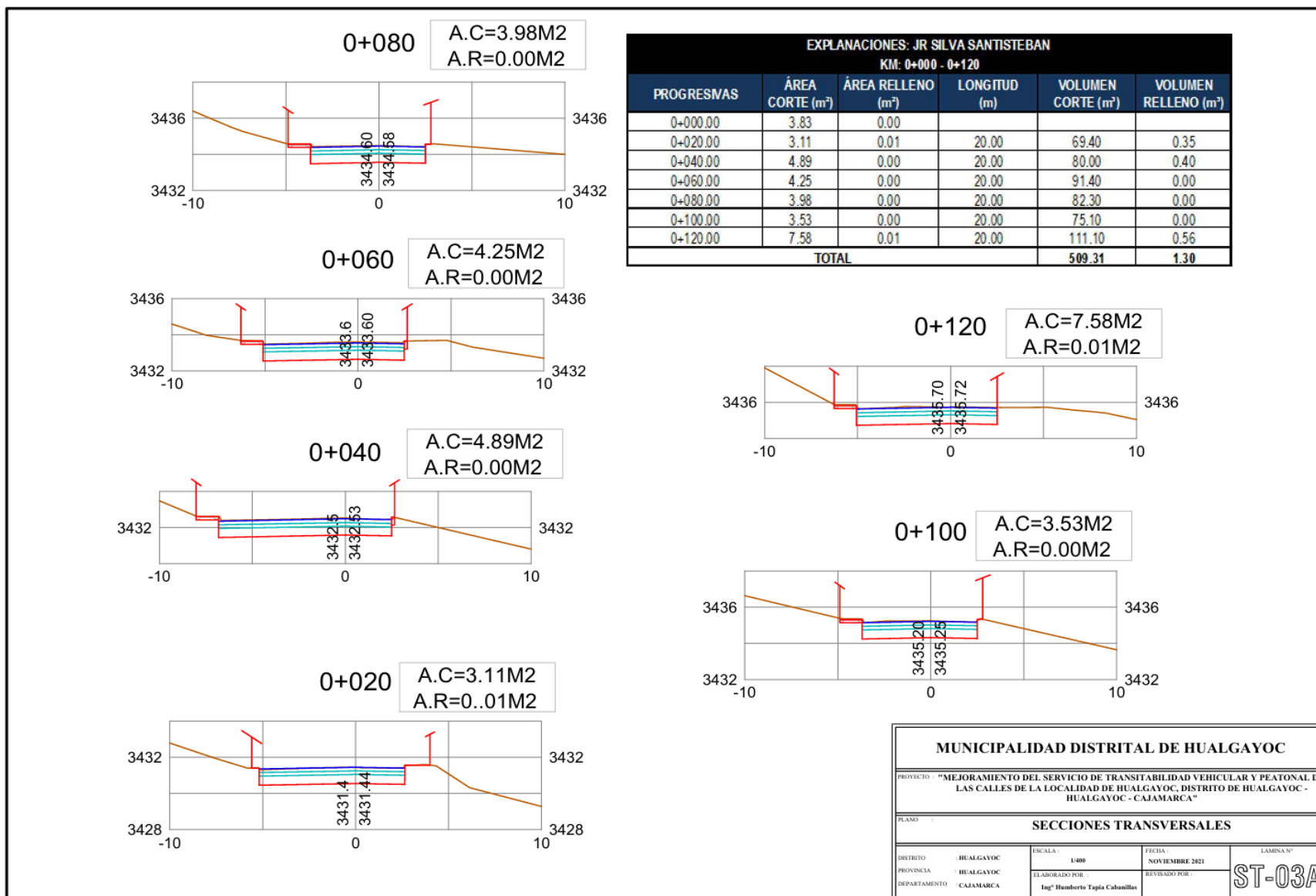
Figura 39: Se observa personal operario realizando trabajo de acabados en cunetas de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

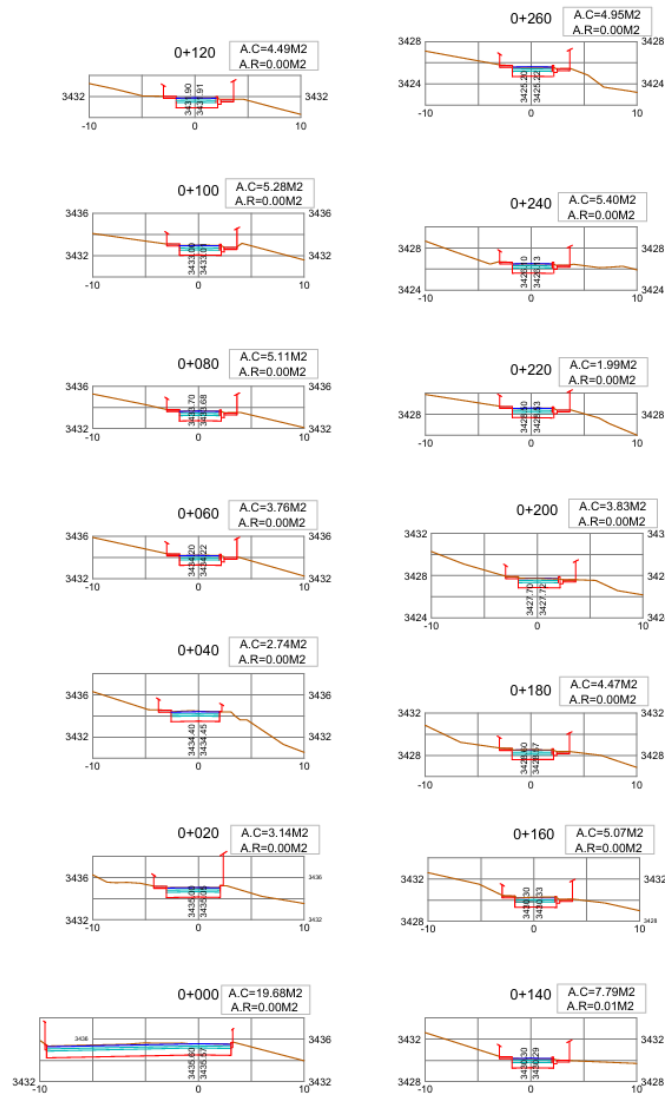


Figura 40: Se observa maestrando verificando la culminación de la calle en estudio junto con la supervisión de obra.

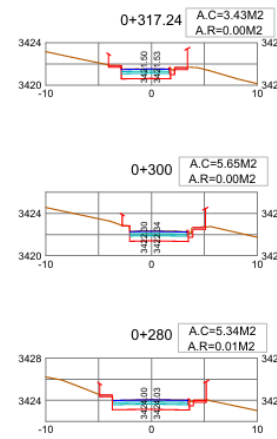


Anexo V. Plano Secciones Transversales





EXPLANACIONES: JR SILVA SANTISTEBAN					
KM: 0+000 - 0+317.24					
PROGRESIVAS	ÁREA CORTE (m ²)	ÁREA RELLENO (m ²)	LONGITUD (m)	VOLUMEN CORTE (m ³)	VOLUMEN RELLENO (m ³)
0+000.00	19.68	0.00			
0+020.00	3.14	0.00	20.00	228.20	0.00
0+040.00	2.74	0.00	20.00	58.80	0.00
0+060.00	3.76	0.00	20.00	65.00	0.00
0+080.00	5.11	0.00	20.00	88.70	0.00
0+100.00	5.28	0.00	20.00	103.90	0.00
0+120.00	4.95	0.00	20.00	102.30	0.00
0+140.00	7.79	0.01	20.00	127.40	0.64
0+160.00	5.57	0.00	20.00	133.60	0.67
0+180.00	4.47	0.00	20.00	100.40	0.00
0+200.00	3.83	0.00	20.00	83.00	0.00
0+220.00	1.99	0.00	20.00	58.20	0.00
0+240.00	5.40	0.00	20.00	73.90	0.00
0+260.00	4.95	0.00	20.00	103.50	0.00
0+280.00	5.34	0.01	20.00	102.90	0.69
0+300.00	5.65	0.00	20.00	109.90	0.73
0+317.24	3.43	0.00	17.24	78.27	0.00
TOTAL				1618.01	2.72



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUALGAYOC			
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LAS CALLES DE LA LOCALIDAD DE HUALGAYOC, DISTRITO DE HUALGAYOC - CAJAMARCA"			
PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES			
DISTRITO : HUALGAYOC	ESCALA : 1:400	FECHA : NOVIEMBRE 2021	LÁMINA N°
PROVINCIA : HUALGAYOC	ELABORADO POR : Ing° Humberto Tapia Cabanillas	REVISADO POR :	ST-03B
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA			

Anexo VI. Formato de metrados

METRADO						
PROYECTO :		HOJA N° :.....de				
LUGAR :		PLANO N°				
FECHA :		HECHO POR:				
Partida : 01.02.04	DEMOLICION DE VEREDAS DE E=0.10 M				Unidad:	M2
DESCRIPCION	N° VECES	AREA (m2)	Alto (m)	SUB TOTAL	TOTAL	
				Metrado Total (m2)		

METRADO							
PROYECTO :		HOJA N°:.....de					
LUGAR :		PLANO N°:.....					
FECHA :		HECHO POR :.....					
Partida : 01.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO					Unidad:	M2
DESCRIPCION	N° VECES	LONGIT (M)	ANCHO (M)	Alto (m)	SUB TOTAL	TOTAL	
					Metrado Total (m2)		

METRADO							
PROYECTO :		HOJA N°:.....					
LUGAR :		PLANO N°:.....					
FECHA :		HECHO POR:.....					
Partida : 01.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO					Unidad:	M2
DESCRIPCION	N° VECES	LONGIT (M)	ANCHO (M)	Alto (m)	SUB TOTAL	TOTAL	
					Metrado Total (m2)		

METRADO							
PROYECTO :		HOJA N°:					
LUGAR :		PLANO N°:					
FECHA :		HECHO POR:					
Partida : 01.08.03	VEREDAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					Unidad:	M2
DESCRIPCION	N° VECES	LONGIT. (m)	ANCHO (m)	Alto (m)	SUB TOTAL	TOTAL	
					Metrado Total (m2)		

METRADO						
PROYECTO :		HOJA N° de				
LUGAR :		PLANO N°:				
FECHA :		HECHO POR:				
Partida : 01.08.04	VEREDAS - CONCRETO Fc=175 Kg/cm2, E=0.10m INCL. ACABADO Y BRUÑADO				Unidad:	M2
DESCRIPCION	N° VECES	AREA(CAD) (m2)	Alto (m)	SUB TOTAL	TOTAL	
				Metrado Total (m2)		

METRADO							
PROYECTO :		HOJA N°: de					
LUGAR :		PLANO N°:					
FECHA :		HECHO POR:					
Partida : 01.05.01.05	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 EN CUNETAS, E=0.20m					Unidad:	M3
DESCRIPCION	N° VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	SUB TOTAL	TOTAL	
					Metrado Total (m3)		

Anexo VII. Justificación y sustento de metrados.

PLANILLA DE SUSTENTACIÓN DE METRADOS

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LAS CALLES DE LA LOCALIDAD DE HUALGAYOC, DISTRITO DE HUALGAYOC - HUALGAYOC - CAJAMARCA"

LUGAR : HUALGAYOC- HUALGAYOC - CAJAMARCA

01.02.00 TRABAJOS PRELIMINARES

Partida : 01.02.04	DEMOLICION DE VEREDAS DE E=0.10 M				Unidad:	M2
DESCRIPCION	Nº VECES	AREA (m2)	Alto (m)	SUB TOTAL	TOTAL	
JR. SANTIESTEBAN					740.53	
AVD20	1	45.15		45.15		
AVD21	1	42.06		42.06		
AVD22	1	23.36		23.36		
AVD23	1	286.89		286.89		
AVD24	1	138.72		138.72		
AVD25	1	39.82		39.82		
AVD26	1	34.61		34.61		
AVD27	1	39.98		39.98		
AVD28	1	64.53		64.53		
AVD29	1	25.41		25.41		
JR. SAN MARTIN					730.08	
AVD4	1	160.54		160.54		
AVD5	1	198.05		198.05		
AVD6	1	141.83		141.83		
AVD7	1	192.73		192.73		
AVD8	1	36.93		36.93		
CALLE CAJAMARCA					43.93	
AVD1	1	15.22		15.22		
AVD2	1	28.71		28.71		
PSJE GUILLERMO BENEL					112.85	
AVD8	1	8.73		8.73		
AVD9	1	52.59		52.59		
AVD10	1	51.53		51.53		
CALLE JOAQUIN BERNAL					459.84	
AVD31	1	132.42		132.42		
AVD32	1	236.78		236.78		
AVD33	1	90.64		90.64		
JR. SIMON BOLIVAR					84.14	
AVD11	1	41.66		41.66		
AVD12	1	42.48		42.48		
JR. EMILIO MONTOYA					234.49	
AVD13	1	7.94		7.94		
AVD14	1	34.45		34.45		
AVD15	1	33.10		33.10		
AVD16	1	24.90		24.90		
AVD17	1	23.21		23.21		
AVD18	1	57.74		57.74		
AVD19	1	53.15		53.15		
JR. CARMELITANA					56.60	
	1	56.60		56.60		
				Metrado Total (m2)	2,462.46	

01.04.00 PAVIMENTO RIGIDO

Partida : 01.04.04		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO				Unidad:	M2
DESCRIPCION		Nº VECES	LONGIT (M)	ANCHO (M)	Alto (m)	SUB TOTAL	TOTAL
JR. SANTIESTEBAN							258.41
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 120	2.00	120.00		0.20	48.00	
		1.00	63.55		0.20	12.71	
		1.00	177.47		0.20	35.49	
Tramo km	0 317.24	2.00	317.24		0.20	126.90	
Encofrado T ransversal							
Tramo km	0 120 c/4 paños	1.00	53.06		0.20	10.61	
Tramo km	0 317.24 c/4 paños	1.00	123.49		0.20	24.70	
JR. SAN MARTIN							269.78
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 345.29	3.00	345.29		0.20	207.17	
Tramo km	345.29 356.87	2.00	11.58		0.20	4.63	
Tramo km	356.87 397.68	3.00	40.81		0.20	24.49	
Encofrado T ransversal							
Tramo km	0 397.68 c/4 paños	1.00	167.45		0.20	33.49	
CALLE CAJAMARCA							164.13
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 10	4.00	10.00		0.20	8.00	
Tramo km	10 270.22	3.00	260.22		0.20	156.13	
PSJE GUILLERMO BENEL							56.68
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 84.42	3.00	84.42		0.20	50.65	
Encofrado T ransversal							
Tramo km	0 84.42 c/4 paños	1.00	30.16		0.20	6.03	
JR JOAQUIN BERNAL							150.29
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 240.00	3.00	240.00		0.20	144.00	
Encofrado T ransversal							
Tramo km	0 68.50 c/4 paños	1.00	31.45		0.20	6.29	
PASAJE LA CARMELITANA							95.67
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 88.78	5.00	88.78		0.20	88.78	
Encofrado T ransversal							
Tramo km	0 123.45 c/4 paños	1.00	34.45		0.20	6.89	
JR. EMILIO MONTOYA							124.22
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 43.57	2.00	43.57		0.20	17.43	
Tramo km	43.57 80	3.00	36.43		0.20	21.86	
Tramo km	80 110	2.00	30.00		0.20	12.00	
Tramo km	110 140	3.00	30.00		0.20	18.00	
	140 180	2.00	40.00		0.20	16.00	
	180 210	3.00	30.00		0.20	18.00	
	210 222.63	2.00	12.63		0.20	5.05	
Encofrado T ransversal							
Tramo km	0 36.49 c/4 paños	1.00	79.42		0.20	15.88	
						Metrado Total (m2)	1,119.19

Partida : 01.04.05		PAVIMENTACION DE CONCRETO f'c=210 kg/cm2 E=0.20m			Unidad:	M2
DESCRIPCION		Nº VECES	AREA CAD (m2)	Alto (m)	AREA PARCIAL	TOTAL
JR. SANTIESTEBAN						12,164.14
	AP11	1	2776.74		2776.74	
JR. SAN MARTIN						
	AP3	1	2396.46		2396.46	
	AP4	1	308.63		308.63	
CALLE CAJAMARCA						
	AP1	1	1954.96		1954.96	
PSJE GUILLERMO BENEL						
	AP16	1	486.97		486.97	
JR JOAQUIN BERNAL						
	AP13	1	493.96		493.96	
	AP14	1	243.99		243.99	
	AP15	1	563.69		563.69	
PASAJE CARMELITANA						
	AP2	1	1350.80		1350.80	
JR. SIMON BOLIVAR						
	AP5	1	285.34		285.34	
	AP10	1	128.31		128.31	
		1				
JR. EMILIO MONTOYA						
	AP6	1	169.67		169.67	
	AP7	1	260.66		260.66	
	AP8	1	516.04		516.04	
	AP9	1	227.92		227.92	
					Metrado total (m2)	12,164.14

01.05.00 OBRAS DE ARTE
01.05.01 CUNETAS DE CONCRETO

Partida : 01.05.01.05	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 EN CUNETAS, E=0.20m					Unidad:	M3
DESCRIPCION	Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	SUB TOTAL	TOTAL	
JR. SANTIESTEBAN						246.03	
LC22	1	302.05	0.54	0.20	32.62		
LC23	1	282.49	0.54	0.20	30.51		
LC24	1	27.79	0.54	0.20	3.00		
LC25	1	36.34	0.54	0.20	3.92		
LC26	1	63.55	0.54	0.20	6.86		
LC27	1	85.93	0.54	0.20	9.28		
LCR3	1	7.91	AREA	0.44	3.48		
JR. SAN MARTIN							
LC6	1	24.96	0.54	0.20	2.70		
LC7	1	21.08	0.54	0.20	2.28		
LC8	1	26.82	0.54	0.20	2.90		
LC9	1	27.38	0.54	0.20	2.96		
LC10	1	125.88	0.54	0.20	13.60		
LC11	1	125.89	0.54	0.20	13.60		
LC12	1	5.32	0.54	0.20	0.57		
LC13	1	104.84	0.54	0.20	11.32		
LC14	1	104.46	0.54	0.20	11.28		
LC15	1	4.89	0.54	0.20	0.53		
LC16	1	24.08	0.54	0.20	2.60		
LC17	1	85.11	0.54	0.20	9.19		
LCR1	1	6.66	AREA	0.44	2.93		
CALLE CAJAMARCA							
LC1	1	31.34	0.54	0.20	3.38		
LC2	1	9.99	0.54	0.20	1.08		
LC3	1	143.68	0.54	0.20	15.52		
LC4	1	69.35	0.54	0.20	7.49		
LC5	1	60.09	0.54	0.20	6.49		
PSJE GUILLERMO BENEL							
LC18	1	10.70	0.54	0.20	1.16		
LC19	1	36.91	0.54	0.20	3.99		
LC20	1	39.37	0.54	0.20	4.25		
LC21	1	26.60	0.54	0.20	2.87		
JR. JOAQUIN BERNAL							
LC28	1	94.21	0.54	0.20	10.17		
LC29	1	27.22	0.54	0.20	2.94		
LC30	1	87.64	0.54	0.20	9.47		
LC31	1	62.30	0.54	0.20	6.73		
JR. EMILIO MONTOYA							
LCR2	1	4.73	AREA	0.44	2.08		
LCR4	1	5.19	AREA	0.44	2.28		
					Metrado Total (m3)	246.03	

Partida : 01.08.03	VEREDAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					Unidad:	M2
DESCRIPCION		Nº VECES	LONGIT. (m)	ANCHO (m)	Alto (m)	SUB TOTAL	TOTAL
JR. SILVA SANTISTEBAN							61.48
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 120	1	120.00		0.10	12.00	
Tramo km	0 317.24	1	317.24		0.10	31.72	
Encofrado Transversal							
Tramo km	0 120 @3.00 m	41		1.20	0.10	4.92	
Tramo km	0 317.24 @3.00 m	107		1.20	0.10	12.84	
JR. SAN MARTIN							55.85
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 397.68	1	397.68		0.10	39.77	
Encofrado Transversal							
Tramo km	0 397.68 @3.00 m	134		1.20	0.10	16.08	
CALLE CAJAMARCA							37.94
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 270.22	1	270.22		0.10	27.02	
Encofrado Transversal							
Tramo km	0 270.22 @3.00 m	91		1.20	0.10	10.92	
PSJE GUILLERMO BENEL							11.92
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 84.42	1	84.42		0.10	8.44	
Encofrado Transversal							
Tramo km	0 84.42 @3.00 m	29		1.20	0.10	3.48	
PASAJE LA CARMELITANA							12.48
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 88.78	1	88.78		0.10	8.88	
Encofrado Transversal							
Tramo km	0 88.78 @3.00 m	30		1.20	0.10	3.60	
JR. SIMON BOLIVAR							12.13
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 86.49	1	86.49		0.10	8.65	
Encofrado Transversal							
Tramo km	0 86.49 @3.00 m	29		1.20	0.10	3.48	
JR. JOAQUIN BERNAL							33.60
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 240	1	240.00		0.10	24.00	
Encofrado Transversal							
Tramo km	0 240 @3.00 m	80		1.20	0.10	9.60	
JR. EMILIO MONTOYA							31.26
Encofrado Longitudinal							
Tramo km	0 222.63	1	222.63		0.10	22.26	
Encofrado Transversal							
Tramo km	0 222.63 @3.00 m	75		1.20	0.10	9.00	
						Metrado Total (m2)	256.67

Partida : 01.08.04	VEREDAS - CONCRETO Fc=175 Kg/cm2, E=0.10m INCL. ACABADO Y BRUÑADO				Unidad:	M2
DESCRIPCION	Nº VECES	AREA(CAD) (m2)	Alto (m)	SUB TOTAL	TOTAL	
CALLE CAJAMARCA					77.95	
AV1	1	32.74		32.74		
AV2	1	45.21		45.21		
JR. SILVA SANTIESTEBAN					829.75	
AV18	1	293.92		293.92		
AV19	1	311.37		311.37		
AV20	1	50.65		50.65		
AV21	1	99.81		99.81		
AV22	1	74.00		74.00		
JR. SAN MARTIN					987.49	
AV4	1	247.40		247.40		
AV7	1	10.47		10.47		
AV8	1	378.24		378.24		
AV9	1	262.47		262.47		
AV10	1	40.05		40.05		
AV11	1	48.86		48.86		
PSJE GUILLERMO BENEL					144.56	
AV5	1	62.10		62.10		
AV6	1	82.46		82.46		
AV7	1	10.47		10.47		
PASAJE LA CARMELITANA					56.40	
AV5	1	56.40		56.40		
JR SIMON BOLIVAR					84.64	
AV12	1	47.62		47.62		
AV13	1	37.02		37.02		
JR. JOAQUIN BERNAL					479.64	
AV23	1	137.45		137.45		
AV24	1	236.04		236.04		
AV25	1	106.15		106.15		
JR. EMILIO MONTOYA					461.98	
AV14	1	43.85		43.85		
AV15	1	44.80		44.80		
AV16	1	133.44		133.44		
AV17	1	239.89		239.89		
				Metrado Total (m2)	3,122.41	

Anexo VIII. Cronograma de obra General

