



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON  
LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN  
DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE  
PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2025**



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

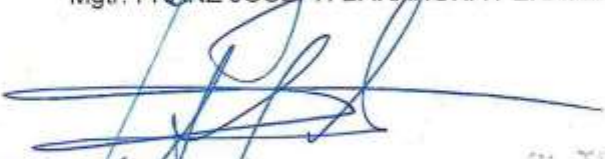
**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ASESOR DE TESIS**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 1317-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de octubre del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025 - CU - 9250 presentado por el (la) Bachiller: **KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- \* **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- \* **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

**ARTICULO TERCERO . - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : miércoles 29 de octubre del 2025
- \* **HORA** : 14:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc.  
Archivo  
Intermedio (s)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 587-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 7163 por el señor (a): KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 480- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 013- 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Títulado: EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 013- 2025 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025, Correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para la REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN, presentado por el señor (a): KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Títulado: EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a) la), Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc. Archivo interesado (a)



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 328-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 23 de mayo del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 5218, presentado el señor (a) KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 223-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 016-2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO ha presentado su propuesta de investigación Titulado: EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Cesar Guillermo Camargo Najara de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 016-2025- aprobando la propuesta de investigación titulado: EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR,** la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Dr. ARNALDO YANA TORRES.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR Y. VIANORTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
Dr. Fritz Willy Momeni Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:  
Archivo 2025  
Interesado (s)



# 10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 7% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.


Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



## Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73961372
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0001-3403-3113">https://orcid.org/0009-0001-3403-3113</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02442876
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú  Departamento: Puno  Provincia: San Román  Distrito: San Miguel  Latitud: S 15° 28' 43"  Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/4Rv2M7R1wK3aJ4nL7">https://maps.app.goo.gl/4Rv2M7R1wK3aJ4nL7</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2025 – Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<b>Ingeniería civil</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a> <b>Ingeniería de la construcción</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a>



*Dr. Fritz Willy Mamani Aposo*  
**DIRECTOR**  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO, identificado con DNI Nro. 73961372, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
Programa de Segunda Especialidad,
Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada: EVALUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 01 de Diciembre del 2025

[Handwritten signature of the advisor]

Firma del Asesor (obligatoria)

[Handwritten signature of the student]

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

*Esta tesis se la dedicó se la dedico a nuestro Dios quien supo guiarme por un buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante los problemas que se presentaron, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.*

*A mis padres Edgar y Sonia por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me dieron todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para seguir mis objetivos.*



## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por darme la vida, la sabiduría y la fortaleza para alcanzar esta meta.*

*A mis padres Edgar y Sonia que con su amor y trabajo me educaron y apoyaron en toda mi formación.*

*A mi hermano, que de una u otra forma a lo largo de mi vida estuvo ahí presente en los momentos buenos y malos, muchas gracias hermano.*

*A mi tía Eli que en toda mi formación me motivo a seguir adelante y no desistiera en el camino por muy malos días que tuve siempre estuvo presente de una u otra forma gracias tía.*

*A mi enamorada Liscet que en muchas ocasiones estuvo ahí presente alentándome a seguir adelante.*



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xii</b>

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática.....	14
1.2	Planteamiento del problema.....	15
1.2.1	Problema general .....	15
1.2.2	Problemas específicos.....	15
1.3	Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1	Objetivo general .....	16
1.3.2	Objetivos específicos.....	16
1.4	Justificación de la investigación .....	16
1.4.1	Justificación técnica.....	16
1.4.2	Justificación económica.....	17
1.4.3	Justificación social.....	17
1.4.4	Justificación ambiental.....	17
1.5	Hipótesis de la investigación.....	18
1.5.1	Hipótesis general.....	18
1.5.2	Hipótesis específicas.....	18
1.6	Variables e indicadores.....	18
1.6.1	Variable Independiente.....	18



1.6.2	Variable dependiente.....	19
1.7	Operacionalización de variables.....	20

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación .....	21
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	21
2.1.2	Antecedente nacional .....	22
2.1.3	Antecedente de ámbito local.....	23
2.2	Bases teóricas .....	24
2.2.1	Metodología de Cartas Balance.....	24
2.2.1.1	Definición y Principios de las Cartas Balance.....	25
2.2.1.2	Aplicaciones en la Industria de la Construcción .....	26
2.2.1.3	Ventajas y Limitaciones del Uso de Cartas Balance.....	27
2.2.1.4	Comparación con Otros Métodos de Planificación .....	28
2.2.2	Productividad en la Construcción.....	29
2.2.2.1	Concepto de Productividad .....	30
2.2.2.2	Factores que Influyen en la Productividad de la Mano de Obra .....	30
2.2.2.3	Métodos de Medición de la Productividad .....	31
2.2.2.4	Impacto de la Productividad en Obras Viales .....	32
2.2.3	Subrasante y Subbase en Obras de Pavimentación .....	33
2.2.3.1	Definición y Función de la Subrasante .....	34
2.2.3.2	Definición y Función de la Subbase .....	35
2.2.3.3	Materiales utilizados en la conformación de subrasante y subbase .....	36
2.2.3.4	Procedimientos Constructivos y Normativas Técnicas .....	37
2.2.4	Gestión y Planificación de Obras Viales .....	40
2.2.4.1	Estrategias para Mejorar la Productividad en Obras Viales.....	41
2.2.4.2	Métodos de Planificación y Control de Obras de Pavimentación.....	42
2.2.4.3	Impacto de la planificación en la reducción de costos y tiempos.....	44
2.3	Marco conceptual.....	45



**CAPÍTULO III**

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1 Enfoque de investigación ..... 48

3.2 Tipo de investigación ..... 49

3.3 Nivel de investigación ..... 49

3.4 Diseño de la investigación..... 50

3.5 Método de la investigación..... 50

3.6 Población y muestra de la investigación..... 51

    3.6.1 Población..... 51

    3.6.2 Muestra ..... 51

3.7 Técnicas e instrumentos ..... 53

    3.7.1 Técnicas ..... 53

    3.7.2 Instrumentos..... 54

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento ..... 56

    3.8.1 Validación de los instrumentos ..... 56

    3.8.2 Confiabilidad de instrumentos..... 58

3.9 Procedimiento y recolección de datos ..... 60

    3.9.1 Adquisición de datos..... 61

    3.9.2 Procedimiento y recolección de información ..... 62

3.10 Procesamiento de datos y análisis ..... 64

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 Información general del proyecto de estudio ..... 66

    4.1.1 Estado en el que se encontró las obras de pavimentación ..... 72

    4.1.2 Aplicación de la carta balance en las partidas de subbase ..... 75

        4.1.2.1 Valores de actividades productivas (extendido de material) ..... 75

        4.1.2.2 Valores de actividades productivas (humedecimiento) ..... 80

        4.1.2.3 Valores de trabajos productivos (control de espesores) ..... 84

        4.1.2.4 Valores de trabajos productivos (partida ensayos de compactación) ..... 89

    4.1.3 Aplicación de la carta balance en las partidas de subrasante ..... 93

        4.1.3.1 Valores de trabajos productivos (limpieza y desbroce de terreno)..... 93



4.1.3.2	Valores de trabajos productivos (Excavación y nivelación de terreno) .....	98
4.1.3.3	Valores de trabajos productivos (corte y relleno).....	103
4.1.3.4	Valores de trabajos productivos (compactación de subrasante).....	108
4.1.4	Comparativa de los valores actuales con los anteriores a la carta balance.	112
4.2	Discusión de resultados .....	115
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>117</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>119</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>120</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>126</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	20
<b>Tabla 2</b> <i>Cantidad partidas estudiadas en nuestro estudio</i> .....	52
<b>Tabla 3</b> <i>Estado en el que se encontró las obras y sus respectivas partidas</i> .....	73
<b>Tabla 4</b> <i>Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas</i> .....	75
<b>Tabla 5</b> <i>Cuadrilla</i> .....	76
<b>Tabla 6</b> <i>Resultados obtenidos con la carta balance en preparación de terreno</i> .....	77
<b>Tabla 7</b> <i>Cantidad de labores realizadas durante la partida</i> .....	78
<b>Tabla 8</b> <i>Valores porcentuales con respecto a la carta balance</i> .....	79
<b>Tabla 9</b> <i>Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas</i> .....	80
<b>Tabla 10</b> <i>Cuadrilla</i> .....	81
<b>Tabla 11</b> <i>Resultados obtenidos con la carta balance en aceros</i> .....	81
<b>Tabla 12</b> <i>Cantidad de labores realizadas durante la partida</i> .....	82
<b>Tabla 13</b> <i>Valores porcentuales con respecto a la carta balance</i> .....	83
<b>Tabla 14</b> <i>Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas</i> .....	85
<b>Tabla 15</b> <i>Cuadrilla</i> .....	86
<b>Tabla 16</b> <i>Resultados obtenidos con la carta balance en control de espesores</i> .....	86
<b>Tabla 17</b> <i>Cantidad de labores realizadas durante la partida</i> .....	87
<b>Tabla 18</b> <i>Valores porcentuales con respecto a la carta balance</i> .....	88
<b>Tabla 19</b> <i>Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas</i> .....	89
<b>Tabla 20</b> <i>Cuadrilla</i> .....	90
<b>Tabla 21</b> <i>Resultados obtenidos con la carta balance en ensayos de compactación</i> .....	91
<b>Tabla 22</b> <i>Cantidad de labores realizadas durante la partida</i> .....	91
<b>Tabla 23</b> <i>Valores porcentuales con respecto a la carta balance</i> .....	92
<b>Tabla 24</b> <i>Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas</i> .....	93
<b>Tabla 25</b> <i>Cuadrilla</i> .....	94



<b>Tabla 26</b> <i>Resultados obtenidos con la carta balance en limpieza y desbroce</i> .....	95
<b>Tabla 27</b> <i>Cantidad de labores realizadas durante la partida</i> .....	96
<b>Tabla 28</b> <i>Valores porcentuales con respecto a la carta balance</i> .....	97
<b>Tabla 29</b> <i>Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas</i> .....	98
<b>Tabla 30</b> <i>Cuadrilla</i> .....	99
<b>Tabla 31</b> <i>Resultados obtenidos con la carta balance en la partida de excavación</i> .....	100
<b>Tabla 32</b> <i>Cantidad de labores realizadas durante la partida</i> .....	101
<b>Tabla 33</b> <i>Valores porcentuales con respecto a la carta balance</i> .....	102
<b>Tabla 34</b> <i>Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas</i> .....	103
<b>Tabla 35</b> <i>Cuadrilla</i> .....	104
<b>Tabla 36</b> <i>Resultados obtenidos con la carta balance en la partida de corte y relleno</i> ...	105
<b>Tabla 37</b> <i>Cantidad de labores realizadas durante la partida</i> .....	106
<b>Tabla 38</b> <i>Valores porcentuales con respecto a la carta balance</i> .....	107
<b>Tabla 39</b> <i>Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas</i> .....	108
<b>Tabla 40</b> <i>Cuadrilla</i> .....	109
<b>Tabla 41</b> <i>Resultados obtenidos con la carta balance en la partida de compactación</i> ....	109
<b>Tabla 42</b> <i>Cantidad de labores realizadas durante la partida</i> .....	110
<b>Tabla 43</b> <i>Valores porcentuales con respecto a la carta balance</i> .....	111
<b>Tabla 44</b> <i>Comparativa de producción entre los trabajos convencionales y con carta balance</i> .....	112



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Mapa de ubicación</i> .....	51
<b>Figura 2</b> <i>Procesos durante la investigación</i> .....	63
<b>Figura 3</b> <i>Trabajos ejecutados en obra</i> .....	67
<b>Figura 4</b> <i>Diagrama de la elaboración de la subrasante</i> .....	68
<b>Figura 5</b> <i>Diagrama de las partidas en la etapa de subbase</i> .....	69
<b>Figura 6</b> <i>Grafica comparativa de los valores recabados</i> .....	74
<b>Figura 7</b> <i>Labores realizadas durante la partida</i> .....	78
<b>Figura 8</b> <i>% registrados en el escenario global</i> .....	79
<b>Figura 9</b> <i>Labores realizadas durante la partida</i> .....	83
<b>Figura 10</b> <i>% registrados en el escenario global</i> .....	84
<b>Figura 11</b> <i>Labores realizadas durante la partida</i> .....	87
<b>Figura 12</b> <i>% registrados en el escenario global</i> .....	88
<b>Figura 13</b> <i>Labores realizadas durante la partida</i> .....	92
<b>Figura 14</b> <i>% registrados en el escenario global</i> .....	93
<b>Figura 15</b> <i>Labores realizadas durante la partida</i> .....	96
<b>Figura 16</b> <i>% registrados en el escenario global</i> .....	97
<b>Figura 17</b> <i>Labores realizadas durante la partida</i> .....	101
<b>Figura 18</b> <i>% registrados en el escenario global</i> .....	102
<b>Figura 19</b> <i>Labores realizadas durante la partida</i> .....	106
<b>Figura 20</b> <i>% registrados en el escenario global</i> .....	107
<b>Figura 21</b> <i>Labores realizadas durante la partida</i> .....	111
<b>Figura 22</b> <i>% registrados en el escenario global</i> .....	112
<b>Figura 23</b> <i>Porcentajes de la comparativa de la limpieza de terreno</i> .....	113



## RESUMEN

La investigación titulada "Evaluación de la productividad de mano de obra con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel 2025" tuvo como objetivo general evaluar la productividad de la mano de obra en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación, así como determinar la variación de productividad al aplicar la carta balance. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental, utilizando el método científico. El estudio utilizó observación directa y registros por intervalos de un minuto para clasificar las actividades en trabajo productivo, contributivo y no contributivo. Los resultados revelaron que la productividad promedio antes de aplicar la carta balance fue de 63.99% en subrasante y 66.81% en subbase. Tras la aplicación de la herramienta, la productividad mejoró a 79.84% en subrasante y 81.81% en subbase, con una disminución del incumplimiento de 36.01% a 20.17% en subrasante, y de 33.20% a 18.19% en subbase. Las partidas de humedecimiento y compactación mostraron mejoras significativas. En conclusión, la carta balance se presentó como una herramienta eficaz para mejorar la eficiencia operativa y reducir los tiempos improductivos en las partidas de subrasante y subbase de obras de pavimentación.

**Palabras Clave:** Carta balance, productividad mano de obra, subbase, subrasante.



## ABSTRACT

The research, titled "Evaluation of Labor Productivity with the Application of Balance Charts in the Conformation of Subgrade and Subbase Items in Paving Works in the District of San Miguel 2025," had the general objective of evaluating labor productivity in the conformation of subgrade and subbase items in paving works, as well as determining the variation in productivity when applying the balance chart. The methodology employed was quantitative, applied type, explanatory level, and experimental design, utilizing the scientific method. The study used direct observation and one-minute interval records to classify activities into productive, contributory, and non-contributory work. The results revealed that the average productivity before applying the balance chart was 63.99% in subgrade and 66.81% in subbase. After implementing the tool, productivity improved to 79.84% in the subgrade and 81.81% in the subbase, with a decrease in non-compliance from 36.01% to 20.17% in the subgrade, and from 33.20% to 18.19% in the subbase. The wetting and compaction items showed significant improvements. In conclusion, the balance sheet proved to be an effective tool for improving operational efficiency and reducing downtime in the subgrade and subbase items of paving works.

**Keywords:** Balance chart, labor productivity, subbase, subgrade.



## INTRODUCCIÓN

En este contexto, la implementación efectiva de las operaciones de pavimentación es particularmente significativa, ya que afecta la eficiencia de los recursos y la reducción de los gastos y las duraciones de la construcción. Un elemento crucial en estas operaciones es la productividad de los trabajadores, que influye directamente en la calidad de los resultados y la adherencia a los plazos estipulados.

La preparación de la subrasante y la subbase es esencial en las fases de un proyecto de pavimentación, ya que estas capas ofrecen soporte y estabilidad a la estructura final del pavimento. No obstante, la gestión insuficiente de estos procesos puede provocar retrasos, desperdicio de material y disminución de la eficiencia operativa.

Las tarjetas de equilibrio facilitan el análisis y distribución de tareas de manera más eficiente, minimizando los intervalos inactivos y mejorando la secuencia de acciones dentro de un proceso constructivo. Utilizarlo en el desarrollo de subrasante y subbase puede minimizar el desperdicio de tiempo, mejorar la organización laboral y proporcionar una eficiencia mejorada en la ejecución del trabajo.

Esta investigación es para evaluar la productividad del personal en la construcción de subrasante y subbase para pavimentar proyectos en el distrito de San Miguel en 2025, utilizando balances como una herramienta para la optimización. Los procesos de construcción se evaluarán antes y después del despliegue de este enfoque para determinar su efecto sobre la eficiencia laboral y la minimización de intervalos improductivos.

Los hallazgos producirán información útil para la gestión laboral en proyectos viales, fomentando métodos más eficientes en la ejecución de la infraestructura. Esta investigación puede proporcionar una base para futuras tácticas de mejora en la



planificación de proyectos, ayudando en la optimización de recursos y el desarrollo continuo dentro del sector de la construcción.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

En países con mayor desarrollo tecnológico, como Alemania y Estados Unidos, se han implementado herramientas avanzadas de planificación, entre ellas las cartas balance, que han demostrado mejorar la distribución de actividades y minimizar tiempos improductivos en la construcción de pavimentos. No obstante, en naciones en vías de desarrollo, la aplicación de estas estrategias aún es incipiente, lo que impide un control eficiente del trabajo y limita la optimización de recursos en proyectos viales (Abu et al., 2022).

En el contexto peruano, el sector construcción enfrenta serias dificultades relacionadas, la falta de planificación en la ejecución de obras de pavimentación ha generado pérdidas económicas significativas debido a la inadecuada asignación de tareas y tiempos muertos en la jornada laboral. Investigaciones recientes han demostrado que, en ciudades como Arequipa y Cusco, la implementación de cartas balance ha permitido optimizar los procesos constructivos, logrando una reducción del 18% en tiempos improductivos y una mejora en la coordinación de actividades. A pesar de estos avances, su uso sigue siendo limitado en muchas regiones del país, lo que evidencia la necesidad (Pérez et al., 2019).

En el distrito de San Miguel, los proyectos de pavimentación presentan problemas similares a los observados a nivel nacional, especialmente en lo que respecta a la productividad de la mano de obra. Informes emitidos por la Municipalidad Distrital de San Miguel, indican que los retrasos en la ejecución de la subrasante y subbase han generado sobrecostos y tiempos adicionales en la culminación de las obras. La falta de herramientas de planificación adecuadas ha derivado en una mala distribución de las tareas y una menor eficiencia en la ejecución del trabajo. Hasta la fecha, su implementación en el distrito sigue siendo escasa, lo que resalta la importancia de investigar su impacto en este contexto específico (Mamani, 2021).

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la productividad de mano de obra con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel 2025?

### 1.2.2 *Problemas específicos.*

1. ¿Cuál es la productividad promedio de mano de obra en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel?
2. ¿De qué manera la aplicación de cartas balance influye en la productividad de la mano de obra en la conformación de la partida de subrasante en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel?
3. ¿De qué manera la aplicación de cartas balance incide en la productividad de la mano de obra en la conformación de la partida de subbase granular en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel?



4. ¿Cuál es la variación de la productividad de mano de obra de manera tradicional y con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel?

### **1.3 Objetivos de la investigación.**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar la productividad de mano de obra con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel 2025.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar la productividad promedio de mano de obra en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel.
2. Explicar el efecto de la aplicación de cartas balance influye en la productividad de la mano de obra en la conformación de la partida de subrasante en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel.
3. Explicar la influencia de la aplicación de cartas balance incide en la productividad de la mano de obra en la conformación de la partida de subbase granular en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel.
4. Determinar la variación de la productividad de mano de obra de manera tradicional y con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel.

### **1.4 Justificación de la investigación**

#### **1.4.1 Justificación técnica**

Ha utilizado en diversas áreas de la construcción para mejorar la distribución de las tareas y minimizar tiempos muertos, lo que puede traducirse en un incremento en la productividad laboral. La validación de esta herramienta en obras viales permitirá generar



pautas y estrategias para una mejor planificación de los procesos constructivos, mejorando la calidad y reduciendo posibles errores en la ejecución de los proyectos.

#### **1.4.2 Justificación económica**

Lo que afecta el presupuesto y la rentabilidad de las obras. La implementación de una metodología que permita optimizar la distribución del trabajo contribuirá a reducir gastos innecesarios y mejorar el aprovechamiento de los recursos. Un aumento en la eficiencia de la mano de obra implica una reducción en los costos operativos y una menor cantidad de materiales desperdiciados, lo que beneficia tanto a las empresas constructoras como a las entidades gubernamentales encargadas del financiamiento de infraestructuras viales.

#### **1.4.3 Justificación social**

Una infraestructura vial bien ejecutada facilita el acceso a servicios básicos, mejora la movilidad y contribuye al desarrollo urbano. Además, la optimización de los procesos constructivos puede generar un ambiente laboral más organizado y seguro para los trabajadores, reduciendo la fatiga y el estrés asociados a jornadas de trabajo ineficientes. La implementación de estrategias de planificación que incrementen la productividad también favorece la empleabilidad y capacitación del personal involucrado en la obra.

#### **1.4.4 Justificación ambiental**

La optimización de los tiempos de trabajo con el uso de Cartas Balance puede contribuir a disminuir el consumo de recursos como agua y energía, así como la emisión de contaminantes generados por maquinaria pesada en operación prolongada. Además, una ejecución más eficiente de las partidas de subrasante y subbase puede reducir la afectación del suelo y optimizar la gestión de residuos de construcción y demolición, promoviendo prácticas más sostenibles en la industria.



## 1.5 Hipótesis de la investigación.

### 1.5.1 Hipótesis general

La productividad de mano de obra con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel, se optimizará reduciendo tiempos de inactividad y mejorando la eficiencia.

### 1.5.2 Hipótesis específicas.

1. La aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel permitirá aumentar el promedio de productividad de la mano de obra en comparación con métodos tradicionales de ejecución.
2. El uso de cartas balance influye positivamente en la productividad de la mano de obra durante la conformación de la partida de subrasante en obras de pavimentación, reduciendo tiempos improductivos y mejorando la eficiencia operativa.
3. La implementación de cartas balance en la conformación de la partida de subbase granular en obras de pavimentación incrementa significativamente la productividad.
4. La variación en la productividad de la mano de obra entre el método tradicional y el uso de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación será significativa.

## 1.6 Variables e indicadores.

### 1.6.1 Variable Independiente

Carta balance

#### Dimensiones:

- Aplicación de carta balance en partidas de Subrasante
- Aplicación de carta balance en partidas de Subbase



## 1.6.2 *Variable dependiente*

Productividad mano de obra

### **Dimensiones:**

- Rendimiento de mano de obra en la ejecución de la partida de subrasante
- Rendimiento de mano de obra en la ejecución de la partida de subbase



## 1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

*Operacionalización de variables*

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
1. CARTA BALANCE	Permite visualizar y gestionar de manera equilibrada las actividades, recursos y objetivos, facilitando la toma de decisiones mediante el análisis de su ejecución y desempeño en distintas áreas del proyecto.	Aplicación de carta balance en partidas de Subrasante y Subbase	Evaluación y tareas, seguimiento del progreso del proyecto.	100% ejecución de recursos y tareas planeadas	Ficha de control	Nominal
Variable dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
2. PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA	Utilizan su tiempo y esfuerzo para completar tareas dentro de un proyecto, lo que se traduce en la cantidad de trabajo realizado en relación.	Rendimiento de la partida de subrasante y subbase	Horas trabajadas por tarea, cantidad de tareas terminadas, tiempo empleado en cada tarea	Tareas completadas por hora	Ficha de control	Cuantitativo



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Para, Pérez et al. (2019) en su trabajo titulado “Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling”, La finalidad es analizar los beneficios en términos de reducción de costos y tiempos de ejecución que se pueden lograr en la edificación de estas estructuras, cuyo tamaño no supera los 42.50 metros cuadrados y cuyo financiamiento se encuentra limitado a un equivalente de 200 salarios mínimos. Para evaluar el rendimiento de la mano de obra y la eficiencia en el desarrollo del proyecto, se utilizaron gráficos de balance basados en datos reales de producción, principalmente en las etapas de planificación y construcción. Con los resultados obtenidos, se diseñó un nuevo modelo de supervisión que incorpora el uso de la metodología BIM. Este enfoque incluyó la creación de una simulación tridimensional de las viviendas mediante el software Revit, mientras que el software Naviswork permitió realizar un análisis detallado de la productividad, generando un modelo de información para la construcción con representación en cuatro dimensiones.

Finalmente, para Abu et al. (2022) Este estudio “Mejora de la seguridad y la salud en proyectos de construcción: un enfoque de construcción eficiente” Las estrategias de



optimización en la construcción han demostrado ser efectivas para reducir accidentes en proyectos del sector, por lo que este estudio analiza la implementación de principios de construcción eficiente y su impacto en la seguridad laboral. Para ello, se aplicó un enfoque analítico mediante la recolección de datos a través de encuestas dirigidas a 70 participantes seleccionados aleatoriamente, entre contratistas y consultores, con el fin de evaluar su percepción sobre la relación entre estas prácticas y la seguridad en obra. Sin embargo, la adopción de estas metodologías enfrenta barreras como el desconocimiento de sus beneficios, la resistencia al cambio y la complejidad en su aplicación. Ante esto, se plantean estrategias clave para superar estos obstáculos, incluyendo la difusión de información sobre sus ventajas, el seguimiento de mejoras alcanzadas, la capacitación del personal, la formulación de estrategias integrales y la adopción gradual de estas técnicas en la construcción, fortaleciendo así la seguridad y eficiencia en los proyectos.

### **2.1.2 Antecedente nacional**

Para, Balvin (2019) en la investigación "Incidencia del método línea de balance en la productividad de la mano de obra – Huancayo", identificando su productividad sin la aplicación de esta metodología, proponiendo estrategias para su implementación y analizando su influencia en la productividad tanto a nivel local como global. Basándose en principios que resaltan las ventajas de LDB en la planificación de obras repetitivas, el estudio tomó en cuenta una población de 57 proyectos de pavimentación en ejecución en 2018, de los cuales 24 contaban con información actualizada. A partir de estos, se seleccionaron aleatoriamente cinco obras distribuidas entre Huancayo y El Tambo. La recopilación de datos se realizó mediante encuestas dirigidas a encargados de obra, como residentes, supervisores e inspectores, la productividad en partidas específicas experimentó un incremento considerable, alcanzando un 78.96%, lo que demuestra su eficacia en la optimización del desempeño laboral en este tipo de proyectos.

Para, Mondragón (2017) en "Evaluación de los rendimientos de mano de obra en la pavimentación del jiron Miguel Grau" En Jaén, un desafío clave en la construcción de carreteras es mantener los plazos debido a que las tasas de productividad laboral no se alinean con las condiciones locales. Los indicadores de rendimiento establecidos por CAPECO para Lima y Callao están siendo utilizados, lo que lleva a discrepancias en la presupuestación y planificación de las iniciativas de pavimentación. Este estudio se centró en evaluar la productividad laboral en la ejecución del proyecto Jirón Miguel Grau, con el objetivo de determinar cifras más representativas para la ciudad de Jaén y sus áreas circundantes. Como resultado, se evaluaron 21 partidas de trabajo del proyecto comparando los datos de campo con las cifras de la documentación técnica. Los hallazgos revelaron que nueve bienes requerían menos mano de obra de lo esperado, mientras que doce requerían más, demostrando que las tasas de productividad utilizadas en las especificaciones técnicas no reflejan con precisión las realidades actuales de la región. Esta discrepancia afecta directamente la planificación y ejecución de los proyectos de pavimentación, lo que lleva a retrasos y a una menor eficiencia en el trabajo.

### **2.1.3 Antecedente de ámbito local.**

Para, Mamani (2021) la "Aplicación de Herramientas de Lean Construction para Mejorar la Productividad en Proyectos de Saneamiento Básico Rural Ejecutados por SICMA S.A.C. en la Región de Puno de 2017 a 2019," se llevó a cabo en el Departamento de Puno de 2017 a 2019, centrándose en proyectos de infraestructura sanitaria implementados por SICMA S.A.C. a través de la administración indirecta y la metodología de costo unitario. La investigación indagó en el problema de la inadecuada eficiencia en la ejecución de proyectos, con el objetivo de mejorar la implementación de sistemas sanitarios esenciales mediante la integración de los conceptos de Lean Construction. Se empleó una metodología científica, utilizando técnicas descriptivas y un diseño experimental, respaldado por instrumentos de recolección de datos rigurosamente

validados. La estrategia de mejora utilizó métodos como gráficos de equilibrio y un sistema de planificación a corto plazo, lo que mejoró la asignación de personal, optimizó los procesos de construcción y permitió un monitoreo más preciso del progreso del proyecto. Los hallazgos indicaron que en ausencia de Lean Construction, la productividad del proyecto era insuficiente ( $IP < 1$ ), pero su aplicación resultó en una notable mejora en el desempeño de la actividad de construcción ( $IP > 1$ ). Esto verifica que la implementación de soluciones de construcción eficientes mejora la eficacia del despliegue de infraestructura sanitaria.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Metodología de Cartas Balance

El principio fundamental de las Cartas Balance radica en la representación gráfica del trabajo a lo largo del tiempo, lo que facilita la identificación de desequilibrios en la distribución de recursos y permite tomar decisiones correctivas en tiempo real. Esta metodología es particularmente efectiva en obras viales, donde la ejecución de partidas como la subrasante y la subbase requiere de una gestión precisa del tiempo y de los recursos humanos disponibles.

Al establecer una planificación estructurada de las tareas, se reducen los tiempos de espera y se mejora la continuidad del trabajo, evitando interrupciones innecesarias. Además, esta metodología permite visualizar el progreso de la obra en cada fase (Arbulu, 2021).

Estudios recientes evidencian que su implementación puede incrementar significativamente la productividad en la conformación de capas estructurales, como la subrasante y la subbase, optimizando la asignación de trabajadores y el uso de maquinaria (Tullume, 2019).

Además de su impacto en la eficiencia del trabajo, las Cartas Balance también contribuyen a una mejor gestión de costos en los proyectos de construcción. Al minimizar

el tiempo improductivo y mejorar la organización del trabajo, se reduce el desperdicio de materiales y se optimiza el uso de recursos financieros. Según, esta metodología se alinea con enfoques modernos de planificación como Lean Construction, promoviendo un sistema de trabajo más eficiente y sustentable dentro del sector de la construcción (Arbulu, 2021).

Su aplicación en obras viales resulta especialmente beneficiosa para garantizar una ejecución eficiente y mejorar la sincronización de las actividades dentro del cronograma del proyecto.

### **2.2.1.1 Definición y Principios de las Cartas Balance**

Su principal objetivo es minimizar los tiempos improductivos y asegurar la sincronización eficiente entre las distintas fases de construcción (Tullume, 2019).

Entre los principios fundamentales de esta metodología se encuentra el equilibrio en la carga de trabajo entre los diferentes equipos de operarios. De acuerdo, una correcta aplicación de las Cartas Balance evita la acumulación de retrasos en ciertas actividades mientras otras avanzan de manera descoordinada, lo que permite un flujo de trabajo más uniforme. Además, esta técnica promueve la reducción de desperdicios de tiempo y recursos, lo que contribuye a una mayor eficiencia en la ejecución de obras viales (Torres y Torvisco, 2024).

Otro principio esencial de las Cartas Balance es la continuidad en la producción. La interrupción frecuente de actividades genera retrasos y costos adicionales. La aplicación de esta metodología permite mantener una ejecución constante de las tareas, evitando tiempos muertos y mejorando la eficiencia operativa del proyecto (Tullume, 2019).

Al reducir el tiempo de ejecución y minimizar el desperdicio de insumos, se optimizan los costos de producción y se incrementa la rentabilidad de los proyectos. Señala que esta metodología es altamente compatible con otros enfoques modernos de gestión, como Lean Construction (Tullume, 2019).

En síntesis, las Cartas Balance son una metodología efectiva para mejorar la planificación, distribución de trabajo y optimización de recursos en proyectos de

construcción, especialmente en obras viales. Sus principios de equilibrio en la carga laboral, continuidad en la producción.

### 2.2.1.2 Aplicaciones en la Industria de la Construcción

Uno de los ámbitos donde esta metodología ha demostrado mayor efectividad. Según, su implementación en obras viales permite reducir significativamente los retrasos en la ejecución del pavimento, garantizando un avance progresivo y uniforme en cada fase del proyecto (Tullume, 2019).

Además de las obras viales, las Cartas Balance han sido aplicadas en proyectos de edificación para mejorar la coordinación de tareas en estructuras con alta repetitividad, como conjuntos habitacionales, edificios de múltiples niveles y proyectos de urbanización (Tapia, 2024).

Su uso facilita la planificación de actividades secuenciales y la sincronización de equipos de trabajo, garantizando que la ejecución de cada etapa se realice dentro de los tiempos establecidos. La metodología también ha sido combinada con herramientas digitales de gestión, como Building Information Modeling (BIM), lo que permite un control más preciso de los cronogramas y una mejor asignación de recursos en tiempo real (Tullume, 2019).

Otra aplicación relevante de las Cartas Balance es en la reducción de desperdicios dentro. La metodología se alinea con enfoques modernos de optimización de procesos, como Lean Construction, lo que permite minimizar la sobreproducción, mejorar la distribución del trabajo y eliminar tiempos de inactividad innecesarios. En este contexto, señala que su implementación ha logrado mejorar la productividad y sostenibilidad en la industria, al reducir el consumo de materiales y optimizar la ejecución de las tareas (Huamani, 2024).

En conclusión, las Cartas Balance se han consolidado como una metodología eficaz para la planificación y optimización de actividades. Su uso en obras viales, edificaciones y proyectos de gran escala permite mejorar la eficiencia en la gestión de la

mano de obra, reducir costos operativos y garantizar la continuidad del proceso constructivo.

### 2.2.1.3 Ventajas y Limitaciones del Uso de Cartas Balance

La metodología de Cartas eficiente en la planificación y optimización de procesos constructivos, principalmente en proyectos donde las actividades se repiten de manera sistemática. Su aplicación ha demostrado mejoras significativas en la gestión de la mano de obra, la reducción de tiempos improductivos y la optimización de recursos. Sin embargo, a pesar de sus beneficios, también presenta ciertas limitaciones que pueden afectar su implementación en algunos contextos específicos (Tullume, 2019).

Entre las principales ventajas del uso de Cartas Balance se encuentra la mejora en la coordinación de actividades dentro. Los diferentes equipos de trabajo, asegurando un flujo continuo de actividades sin interrupciones innecesarias. Según, su implementación en proyectos de infraestructura vial ha permitido ejecución en la conformación de subrasante y subbase, optimizando (Panche y Cecilio, 2023).

Lo que contribuye a minimizar el desperdicio de insumos y optimizar el uso de la maquinaria disponible. En proyectos de pavimentación, esta metodología ha permitido reducir la acumulación de materiales en obra y mejorar la asignación de recursos en cada fase constructiva, promoviendo un desarrollo más eficiente y sostenible (Pizarro, 2021).

Los encargados de obra pueden identificar rápidamente posibles desequilibrios y realizar ajustes estratégicos para mantener la eficiencia operativa. destaca que esta característica es especialmente útil en proyectos viales, donde el trabajo en diferentes frentes requiere una planificación detallada para evitar conflictos en la ejecución (Panche y Cecilio, 2023).

La falta de datos precisos puede dificultar la elaboración de la carta balance y afectar la precisión en la planificación de los recursos. Según, en muchos proyectos de construcción, la ausencia de registros históricos de productividad puede representar un obstáculo para la implementación efectiva de esta metodología (Gonzales, 2024).

La adopción de nuevas metodologías de planificación requiere capacitación y adaptación por parte de los trabajadores y encargados de obra, lo que en algunos casos puede generar rechazo o dificultades en la implementación. Este desafío es especialmente relevante en proyectos donde el equipo de trabajo está acostumbrado a métodos de planificación más tradicionales.

Por último, la metodología de Cartas Balance puede ser menos efectiva en proyectos que presentan alta variabilidad en sus actividades. Si bien su uso es ideal para proyectos con procesos repetitivos, en obras con condiciones cambiantes o con actividades altamente dependientes de factores externos, su aplicación puede volverse compleja y requerir ajustes constantes en la planificación (Panche y Cecilio, 2023).

En conclusión, las Cartas Balance ofrecen múltiples ventajas en la gestión de la construcción, mejorando la productividad, reduciendo tiempos muertos y optimizando el uso de recursos. Sin embargo, su implementación requiere datos precisos, capacitación del personal y una estructura de trabajo que permita su aplicación efectiva (Calle, 2023).

#### **2.2.1.4 Comparación con Otros Métodos de Planificación**

Entre las metodologías más utilizadas se encuentran las Cartas Balance, necesidad de flexibilidad en la ejecución de las tareas (Delgado, 2023).

Optimizando la distribución del trabajo y reduciendo tiempos improductivos. En comparación con el CPM, que se enfoca en la identificación de actividades críticas y la gestión de dependencias entre tareas, las Cartas Balance priorizan la uniformidad del flujo de trabajo, lo que resulta especialmente útil en proyectos viales y de infraestructura urbana. De acuerdo con, en obras donde la continuidad de las actividades es un factor clave, como la construcción de carreteras o la instalación de estructuras modulares, el uso de Cartas Balance permite una mejor sincronización entre las distintas cuadrillas de trabajo (Panche y Cecilio, 2023).

Por otro lado, los Diagramas de Gantt son ampliamente utilizados para la planificación general de proyectos, ya que ofrecen una representación visual de las tareas

y su relación en el tiempo. Sin embargo, su aplicación en proyectos con alta repetitividad puede volverse compleja, ya que no permite visualizar con precisión la distribución del trabajo entre los diferentes equipos en cada fase del proceso constructivo. En contraste, las Cartas Balance facilitan la gestión de proyectos con múltiples frentes de trabajo, al permitir una representación clara de la producción y la carga de trabajo en función del tiempo disponible (Delgado, 2023).

Otra diferencia clave radica en la flexibilidad y adaptabilidad de cada método. Mientras que el CPM y los Diagramas de Gantt son herramientas más rígidas, que requieren ajustes constantes ante cualquier cambio en la planificación, las Cartas Balance permiten realizar modificaciones en tiempo real para equilibrar la carga laboral para el éxito del proyecto, las Cartas Balance permiten una mejor respuesta ante imprevistos y optimizan la continuidad operativa (Quispe, 2024).

Si bien cada uno de estos métodos ofrece ventajas específicas, la elección de la herramienta de planificación más adecuada dependerá del tipo de proyecto y de sus requerimientos. En proyectos con alta interdependencia entre actividades, como la construcción de edificaciones complejas, el CPM puede ser más efectivo para identificar rutas críticas y gestionar retrasos. En cambio, en proyectos con procesos constructivos repetitivos, como la conformación de subrasante y subbase en pavimentación, las Cartas Balance se posicionan como la mejor alternativa para mejorar la productividad y la eficiencia del trabajo (Panche y Cecilio, 2023).

En conclusión, la comparación entre las Cartas Balance y otros métodos de planificación demuestra que su aplicación es más efectiva en proyectos con actividades repetitivas y que requieren un flujo de trabajo continuo.

### **2.2.2 Productividad en la Construcción**

Una mayor productividad conlleva a la reducción de costos, una ejecución más rápida y una optimización del uso de los recursos, contribuyendo al éxito de los proyectos (Angeles y Prudencio, 2022).

De acuerdo con estudios recientes, una planificación deficiente y la falta de coordinación entre las actividades pueden generar retrasos, desperdicio, lo que afecta directamente la rentabilidad de las obras. Por ello, la aplicación de estrategias de gestión como las Cartas Balance permite optimizar el flujo de trabajo y mejorar el desempeño del personal en el desarrollo de infraestructuras viales (Quispe, 2015).

Aplicar técnicas que incrementen la eficiencia, tales como la planificación detallada de actividades, el control de tiempos de ejecución y la capacitación del personal (Quispe, 2015).

La adecuada ejecución de las partidas de subrasante y subbase requiere un control riguroso de los tiempos de trabajo y una gestión eficiente del equipo humano.

### **2.2.2.1 Concepto de Productividad**

Lo que permite evaluar el rendimiento y la optimización del trabajo en diferentes ámbitos. Este concepto es fundamental para mejorar (Angeles y Prudencio, 2022).

Siendo una de las más utilizadas la evaluación del rendimiento laboral, que analiza la cantidad de trabajo realizado en función de los recursos empleados. En este sentido, herramientas de gestión como las Cartas Balance contribuyen a incrementar la productividad en la construcción, ya que permiten organizar mejor las tareas y reducir los tiempos improductivos. A nivel global, la implementación de metodologías modernas (Quispe, 2015).

En la ejecución de partidas como la subrasante y la subbase, ya que su correcta implementación garantiza la durabilidad y estabilidad del pavimento.

### **2.2.2.2 Factores que Influyen en la Productividad de la Mano de Obra**

Entre estos factores se incluyen la capacitación del personal, la gestión del tiempo, las condiciones laborales, el acceso a herramientas y materiales adecuados, así como la planificación y organización del trabajo. La interacción de estos elementos influye directamente (Quispe, 2015).



Trabajadores con mayor experiencia y formación tienden a ejecutar sus labores con mayor precisión y en menos tiempo, reduciendo los desperdicios de materiales y minimizando la necesidad de retrabajos. La falta de capacitación, por el contrario, puede generar errores recurrentes, afectando el rendimiento general del proyecto y elevando los costos de producción (Quispe, 2015).

Otro aspecto relevante es la planificación y gestión del tiempo. Un proyecto bien estructurado, con tareas definidas y cronogramas optimizados, permite reducir tiempos de espera y mejorar la coordinación entre actividades. En este sentido, la aplicación de herramientas de planificación como las Cartas Balance contribuye a una mejor.

Las condiciones laborales también juegan un papel fundamental en la productividad. Factores como el clima, la ergonomía en el trabajo, la seguridad industrial y la motivación del personal pueden incidir en el ritmo de ejecución de las actividades. Un ambiente de trabajo inadecuado puede generar fatiga directamente la eficiencia de la obra. Por ello, es crucial implementar estrategias (Angeles Y Prudencio, 2022).

Además, el acceso a herramientas y materiales adecuados influye significativamente en el rendimiento del personal. La disponibilidad de insumos de calidad, maquinaria en óptimo estado y tecnologías avanzadas facilita la ejecución de las actividades y reduce el tiempo de producción. Adecuados para la conformación de subrasante y subbase permite que los procesos sean más eficientes y se minimicen los tiempos de espera (Buleje, 2013).

Una adecuada planificación del tiempo, condiciones laborales favorables y el acceso a herramientas y materiales adecuados son aspectos clave para optimizar el rendimiento.

### **2.2.2.3 Métodos de Medición de la Productividad**

Trabajo realizado por un grupo de operarios en un tiempo específico. Este enfoque permite determinar la cantidad de producción generada por unidad de tiempo y establecer comparaciones con estándares de referencia en el sector. De acuerdo a Buleje (2013),

este método es ampliamente aplicado en obras de pavimentación, ya que facilita la evaluación del desempeño en la conformación de subrasante y subbase, identificando posibles deficiencias en la productividad.

Otro método relevante es la medición a través del índice de productividad, que consiste en calcular según los parámetros establecidos en el proyecto. Este índice permite identificar inferior, superior o igual al estimado, proporcionando datos objetivos para la optimización de procesos constructivos. Su aplicación en la construcción de infraestructuras viales permite corregir ineficiencias de etapas del proyecto (Angeles y Prudencio, 2022).

#### **2.2.2.4 Impacto de la Productividad en Obras Viales**

Generar retrasos significativos, sobrecostos y deficiencias en la durabilidad de la infraestructura, afectando el desempeño general del proyecto (Buleje, 2013).

Según, la implementación de herramientas de gestión, como las Cartas Balance, contribuye a una mejor organización del trabajo en proyectos viales, permitiendo una ejecución más fluida y evitando interrupciones que impacten en los plazos establecidos (Angeles y Prudencio, 2022).

Otro aspecto clave es de carreteras y pavimentos. Un equipo de trabajo altamente eficiente puede lograr un mejor aprovechamiento de los recursos, reduciendo el desperdicio de materiales y optimizando el uso de la maquinaria disponible. La baja productividad, en cambio, se asocia con mayores costos indirectos, como el aumento en la duración de la obra y el uso excesivo de insumos, lo que genera un impacto negativo en el presupuesto del proyecto (Castañeda, 2024).

Permiten garantizar que los procesos constructivos se realicen de acuerdo con los estándares técnicos requeridos. Estudios recientes han demostrado que una baja productividad puede derivar en fallas prematuras en la subrasante y la subbase de los pavimentos, lo que compromete la estabilidad y vida útil de la carretera.

Por otro lado, el impacto ambiental de la productividad en obras viales también debe ser considerado (Castañeda, 2024).

### **2.2.3 Subrasante y Subbase en Obras de Pavimentación**

Son elementos fundamentales en la estructura del pavimento, ya que proporcionan resistencia, estabilidad y uniformidad a la superficie de rodadura. La correcta ejecución de estas capas es determinante para evitar asentamientos (Vilca, 2015).

Son las cargas que recibe el pavimento hacia el suelo natural. Su calidad y capacidad de soporte dependen del tipo de suelo presente en la zona de construcción, por lo que su preparación implica procesos de compactación, estabilización y, en algunos casos, mejoramiento con aditivos (Panche y Cecilio, 2023).

Por otro lado, la subbase es una capa intermedia ubicada entre la subrasante y la base del pavimento, cuya función es mejorar la distribución de cargas y proporcionar una superficie estable para la colocación de la capa superior. Esta capa se compone generalmente de materiales granulares de alta resistencia y su espesor varía en función del tipo de pavimento y del tráfico proyectado para la vía. Su adecuada compactación y drenaje son aspectos clave para garantizar el desempeño estructural del pavimento y evitar el deterioro prematuro causado por la acumulación de humedad (Bae y Kim, 2018).

En la ejecución de obras viales, el control de calidad en la preparación de la subrasante y la subbase es esencial para prevenir fallas en la estructura del pavimento. Enfatiza que una inadecuada preparación de la subrasante y la subbase puede generar problemas estructurales a mediano y largo plazo, afectando la funcionalidad (Meléndez y Vega, 2021).

Además de la resistencia y estabilidad que proporcionan, la subrasante y la subbase cumplen un papel importante en la gestión del drenaje dentro de la estructura del pavimento. Un diseño adecuado de estas capas permite la evacuación eficiente del agua, evitando la saturación del material y reduciendo el riesgo de deterioro por erosión o acumulación de humedad. La implementación de sistemas de drenaje complementarios,



como capas filtrantes y geotextiles, contribuye a mejorar la durabilidad del pavimento y garantizar su correcto desempeño (Panche y Cecilio, 2023).

En conclusión, la subrasante y la subbase son elementos fundamentales en la construcción de pavimentos, ya que proporcionan estabilidad, resistencia y durabilidad a la infraestructura vial. Su adecuada ejecución, compactación y control de calidad son determinantes para garantizar el desempeño estructural de la vía y minimizar los costos.

### **2.2.3.1 Definición y Función de la Subrasante**

Evitando deformaciones diferenciales y garantizando la estabilidad del pavimento (Panche y Cecilio, 2023). La resistencia y calidad de esta capa son factores determinantes.

Según, en zonas donde el suelo presenta baja resistencia, o a través de la sustitución parcial del suelo inadecuado. Estas estrategias permiten evitar asentamientos irregulares y mejorar la capacidad de soporte de la estructura (Quispe, 2015).

Además de su función estructural, del drenaje del pavimento. Una subrasante con una correcta compactación y un adecuado sistema de drenaje, reduciendo el riesgo de erosión y pérdida de capacidad de carga. Enfatizan que la saturación de la subrasante puede generar fallas prematuras en la vía, como grietas y deformaciones, por lo que es esencial garantizar su adecuada preparación antes de proceder con las siguientes capas del pavimento (Bae y Kim, 2018).

El control de calidad en la ejecución de la subrasante es una fase clave en la construcción de pavimentos. Ensayos de compactación, medición de densidad y pruebas de capacidad de soporte, como el California Bearing Ratio (CBR), permiten verificar que la subrasante. De acuerdo, una subrasante mal compactada o con características inadecuadas.



### 2.2.3.2 Definición y Función de la Subbase

La base, cuya función principal es mejorar la distribución de cargas y proporcionar una superficie estable para la construcción de las capas superiores. Su correcta ejecución es fundamental para garantizar.

De acuerdo, la subbase cumple un rol crucial en la resistencia estructural del pavimento, ya que absorbe y distribuye las cargas inducidas por el tránsito (Panche y Cecilio, 2023).

Además de su función estructural, la subbase juega un papel importante en la acumulación de humedad dentro de la estructura vial. La saturación de esta capa puede generar debilitamiento en los materiales y provocar asentamientos diferenciales, lo que afecta la estabilidad del pavimento y acelera su deterioro. Para evitar estos problemas, es común incorporar materiales permeables o sistemas complementarios de drenaje que ayuden a controlar la infiltración del agua (Bae y Kim, 2018).

Por esta razón, su construcción requiere un estricto control en la selección de materiales, el proceso de compactación y la verificación de su capacidad de carga mediante ensayos como la prueba del California Bearing Ratio (CBR) y el ensayo de densidad en campo. Un inadecuado control en la compactación de la subbase puede generar problemas de asentamientos y deformaciones en la superficie del pavimento, afectando su funcionalidad y seguridad.

Ya que previene la aparición de grietas, baches y otros defectos en la vía. Su correcta ejecución es clave para garantizar que las cargas sean transmitidas de manera uniforme hacia la subrasante, evitando esfuerzos concentrados que puedan comprometer la vida útil del pavimento (Bae y Kim, 2018).

En conclusión, la subbase es un elemento esencial en la estructura de un pavimento, cuya función es proporcionar estabilidad, distribuir cargas y mejorar el drenaje dentro del sistema vial. Su correcta ejecución (Panche y Cecilio, 2023).

### 2.2.3.3 Materiales utilizados en la conformación de subrasante y subbase

Ya que estas capas deben soportar las cargas del tránsito y distribuir las uniformemente hacia el suelo natural.

#### a. Materiales para la Conformación de la Subrasante

La subrasante está compuesta por el suelo natural del terreno, el cual debe cumplir con ciertos requisitos de resistencia y estabilidad antes de ser utilizado como soporte del pavimento. En muchos casos, es necesario aplicar técnicas de mejoramiento o estabilización para garantizar que esta capa los limos, requieren ser tratados con aditivos comportamiento ante la humedad (Bae y Kim, 2018).

Otro material comúnmente utilizado en la subrasante es el suelo compactado, que se somete a procesos de compactación con maquinaria pesada para incrementar su densidad y reducir su deformabilidad. Este proceso permite mejorar la resistencia estructural de la subrasante y evitar asentamientos diferenciales en la vía. La compactación es un procedimiento clave en la preparación de la subrasante, ya que un suelo mal compactado puede provocar hundimientos y grietas en el pavimento con el paso del tiempo.

#### b. Materiales para la Conformación de la Subbase

- Su principal función es distribuir de manera uniforme las cargas de tránsito. Dentro de los materiales más utilizados para la conformación de la subbase se encuentran:
- Agregados granulares: Son materiales compuestos por grava, piedra triturada o arena gruesa, los cuales deben cumplir con especificaciones de granulometría y resistencia para garantizar un adecuado desempeño estructural. Estos agregados deben ser resistentes al desgaste, a la fragmentación y a la acción del agua para evitar deterioros prematuros en la estructura del pavimento (Panche y Cecilio, 2023).

- Materiales estabilizados con cemento o cal: En algunos proyectos, se utiliza una mezcla de suelo natural con cemento de la subbase.
- Materiales reciclados: En proyectos de pavimentación más sostenibles, se han incorporado materiales reciclados como residuos de concreto triturado o escorias industriales, los cuales pueden proporcionar una alternativa eficiente y ecológica para la conformación de la subbase. Estos materiales han demostrado ser una opción viable para mejorar la resistencia y la estabilidad (Cano et al., 2017).

### **c. Importancia de la Selección de Materiales en la Durabilidad del Pavimento**

Una selección inadecuada puede generar problemas como hundimientos, fisuras y fallas prematuras, aumentando los costos de reparación y mantenimiento. Según estudios recientes, la implementación de materiales adecuados y procesos de compactación eficientes pueden incrementar la vida útil del pavimento en más de un 30%, reduciendo la necesidad de intervenciones tempranas en la infraestructura vial.

En conclusión, la subbase son determinantes para el desempeño del pavimento. La correcta selección, estabilización y compactación de estos insumos garantiza una mayor durabilidad de la infraestructura, minimizando costos de mantenimiento y asegurando la estabilidad de la vía a largo plazo (Panche y Cecilio, 2023).

#### **2.2.3.4 Procedimientos Constructivos y Normativas Técnicas**

La correcta ejecución de la subrasante y la subbase en obras de pavimentación requiere el cumplimiento de procedimientos constructivos estandarizados, los cuales garantizan. Estos procedimientos deben seguir criterios técnicos basados en normativas nacionales e internacionales, asegurando que las capas de soporte del pavimento. La adecuada aplicación de estas directrices permite minimizar el riesgo de fallas prematuras en la vía y optimizar (Cano et al., 2017).

#### **a. Procedimientos Constructivos para la Conformación de la Subrasante**

Por lo que su preparación es un proceso crítico dentro de la construcción vial. Su ejecución se lleva a cabo en varias etapas, que incluyen la limpieza y nivelación del terreno, la compactación del suelo y, en caso necesario, la estabilización del material

. Según, estos procedimientos deben realizarse siguiendo estándares específicos para garantizar la capacidad.

- **Limpieza y Desmonte:** Consiste en la remoción de vegetación, escombros y materiales inadecuados en la zona de construcción, asegurando un terreno uniforme y libre de elementos que puedan afectar la compactación del suelo (Cano et al., 2017).
- **Nivelación y Perfilado:** Se realiza para dar la pendiente y geometría adecuada al terreno, permitiendo una distribución uniforme de las cargas y un mejor drenaje de la subrasante.
- **Compactación del Suelo:** Es una fase clave en la preparación de la subrasante. Se lleva a cabo mediante el uso de compactadoras vibratorias o rodillos autopropulsados, siguiendo los parámetros de densidad especificados en la normativa técnica.
- **Estabilización del Material:** En suelos con baja resistencia, se aplican técnicas de mejoramiento con cal, cemento u otros aditivos estabilizadores para incrementar su capacidad estructural y reducir su sensibilidad a la humedad (Panche y Cecilio, 2023).

#### **b. Procedimientos Constructivos para la Conformación de la Subbase**

La subbase es una capa fundamental que proporciona soporte adicional a la estructura del pavimento. Su correcta ejecución implica la selección de materiales adecuados, la aplicación de técnicas de compactación y el cumplimiento de especificaciones de granulometría y resistencia.

- **Selección y Colocación del Material:** Se emplean materiales granulares, como grava y piedra triturada, los cuales deben cumplir con los requisitos de granulometría, resistencia y permeabilidad establecidos en las normas técnicas.



- **Distribución y Extendido:** El material de la subbase se extiende en capas uniformes utilizando maquinaria especializada, asegurando que se distribuya homogéneamente sobre la subrasante (Cano et al., 2017).
- **Compactación y Control de Densidad:** Se realiza mediante rodillos vibratorios para alcanzar la densidad especificada en el diseño del proyecto. Ensayos de compactación, como el Proctor Modificado, permiten verificar que se ha logrado la densidad óptima requerida.

### **c. Normativas Técnicas Aplicables a la Conformación de Subrasante y Subbase**

Estas normas regulan aspectos como la compactación del suelo, la granulometría de los materiales.

#### **d. Entre las principales normativas aplicables se encuentran:**

- **Normas AASHTO:** Establecen estándares para la clasificación de suelos, ensayos de compactación y requisitos de resistencia para capas de pavimento.
- **Reglamento Técnico Nacional de Infraestructura Vial:** En el caso de Perú, este reglamento define los criterios de diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos, incluyendo especificaciones para la conformación de subrasante y subbase (Cano et al., 2017).
- **Especificaciones Técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC):** Establecen parámetros de control de calidad en proyectos viales y requisitos para la ejecución de cada capa del pavimento.

### **e. Importancia del Cumplimiento de los Procedimientos y Normativas Técnicas**

Un inadecuado control en la ejecución de la subrasante y la subbase puede generar problemas estructurales, como fisuras, hundimientos y pérdida de capacidad de carga (Hernández, 2021). Según estudios recientes, el incumplimiento de especificaciones



técnicas en la preparación del suelo y la selección de materiales es una de las principales causas de fallas prematuras en las carreteras (Panche y Cecilio, 2023).

En conclusión, la conformación de la subrasante y la subbase en pavimentación requiere la aplicación de procedimientos constructivos rigurosos y el cumplimiento de normativas técnicas que garanticen la calidad del pavimento.

#### **2.2.4 Gestión y Planificación de Obras Viales**

Estas actividades comprenden la organización de las distintas fases del proyecto, la asignación adecuada de personal y maquinaria, el cumplimiento de normativas técnicas y la implementación de estrategias para evitar retrasos e imprevistos en la obra (Pérez, 2019).

En proyectos de pavimentación, una deficiente gestión puede derivar en fallas estructurales, sobrecostos y un aumento en la necesidad (Cano et al., 2017).

Para ello, es fundamental contar con cronogramas de trabajo bien estructurados, que permitan coordinar las actividades de excavación, compactación, drenaje y pavimentación, evitando interferencias entre equipos y optimizando.

Además, una adecuada gestión en obras viales permite. Estudios recientes han demostrado que una planificación deficiente puede incrementar los gastos en hasta un 30% debido a retrasos en la obra, desperdicio de materiales y mala asignación de recursos. La incorporación de herramientas de gestión como Building Information Modeling (BIM) y metodologías de construcción eficiente, como Lean Construction, ha permitido mejorar la previsión de costos y reducir desperdicios, contribuyendo a una mayor sostenibilidad en la ejecución de infraestructuras viales (Pérez, 2019).

Es el cumplimiento de normativas y estándares técnicos. Cada país cuenta con regulaciones específicas que rigen protocolos de aseguramiento de calidad son determinantes para evitar fallas en la estructura del pavimento y garantizar su durabilidad a lo largo del tiempo (Cano et al., 2017).



## 2.2.4.1 Estrategias para Mejorar la Productividad en Obras Viales

### a. Optimización de la Planificación y Programación de Actividades

La productividad en obras viales es la planificación detallada de las actividades. Un cronograma bien estructurado permite coordinar las diferentes fases del proyecto, evitando interrupciones y asegurando la continuidad del trabajo. Herramientas como las Cartas Balance y la Ruta Crítica (Critical Path Method, CPM) permiten organizar las tareas (Cano et al., 2017).

### b. Capacitación y Motivación de la Mano de Obra

Reduciendo errores y garantizando la correcta aplicación de técnicas constructivas. Según, la formación en el uso de maquinaria especializada y en el cumplimiento de normativas de seguridad contribuye a aumentar el rendimiento del personal y a reducir accidentes en la obra (Pérez, 2019).

Estrategias como incentivos por desempeño, reconocimiento al esfuerzo y mejores condiciones laborales pueden incrementar el compromiso y la eficiencia de la mano de obra. Destaca que una fuerza laboral motivada y bien entrenada tiende a ser más productiva y a ejecutar las tareas con mayor precisión y rapidez (Sarhan et al., 2020).

### c. Automatización y Uso de Nuevas Tecnologías

El empleo de maquinaria moderna y la automatización de procesos han permitido mejorar considerablemente la productividad en la construcción de infraestructura vial. Equipos como compactadoras automáticas, pavimentadoras de alta precisión y drones para el monitoreo del avance de la obra han optimizado el rendimiento.

Según estudios recientes, la integración de tecnologías avanzadas como sensores de compactación en tiempo real y sistemas de control de maquinaria mediante GPS ha permitido una mayor eficiencia en la conformación de subrasante y subbase. El uso de estos dispositivos permite ajustar parámetros en tiempo real, asegurando que el proceso



de construcción se realice conforme a los estándares de calidad establecidos (Pérez, 2019).

#### **d. Reducción de Desperdicios y Aplicación de Lean Construction**

Sobreproducción en obra, lo que permite minimizar costos y mejorar el desempeño general del proyecto. Además, técnicas como la producción ajustada y la aplicación de sistemas de planificación de última instancia han demostrado ser efectivas para mejorar la continuidad del flujo de trabajo en la construcción de carreteras y pavimentos.

#### **e. Mejor Gestión del Control de Calidad y Supervisión**

La utilización de sistemas de monitoreo en tiempo real y ensayos de control de calidad, como pruebas de compactación y medición de resistencia de materiales, permiten garantizar.

#### **2.2.4.2 Métodos de Planificación y Control de Obras de Pavimentación**

La aplicación de métodos de planificación adecuados facilita la coordinación de actividades, mejorando la productividad que contribuyen a mejorar, cada una con enfoques y aplicaciones específicas (Pérez, 2019).

##### **a. Método de la Ruta Crítica (Critical Path Method, CPM)**

Un diagrama que representa la secuencia de tareas necesarias para completar el proyecto, estableciendo cuáles son críticas y cuáles tienen holgura en su ejecución.

En obras de pavimentación, el CPM ayuda a definir el orden en que deben realizarse del revestimiento asfáltico o de concreto. Destacan que su uso permite reducir retrasos, mejorar la asignación de recursos y prever posibles conflictos en la ejecución de tareas (Pérez, 2019).

##### **b. Diagrama de Gantt**

Consiste en un cronograma donde se representan las tareas de la obra a través de barras horizontales, indicando su duración y secuencia dentro del proyecto.

En proyectos de pavimentación, este método permite establecer plazos para cada fase del proceso, asegurando que las actividades de excavación, nivelación, compactación y pavimentación se realicen en el tiempo previsto. Permitiendo a los responsables de la obra reorganizar tareas en caso de imprevistos (Orihuela, 2017).

### **c. Cartas Balance**

El uso de Cartas Balance en la planificación de obras de pavimentación ha la reducción de tiempos improductivos. Este método permite representar gráficamente la relación entre la producción de diferentes actividades y el tiempo requerido para su ejecución, equilibrando la distribución de la mano de obra y la maquinaria en la obra (Sarhan et al., 2020).

### **d. Método Last Planner System (LPS)**

En obras viales, la implementación del LPS permite minimizar retrasos y mejorar el rendimiento de la mano de obra y los equipos. Destaca que su uso ha permitido reducir costos operativos y mejorar la calidad en la ejecución de carreteras y pavimentos urbanos (Orihuela, 2017).

### **e. Importancia del Control en la Ejecución de Obras de Pavimentación**

Según, el uso de tecnologías como drones para el monitoreo de avance y sensores de compactación en tiempo real ha permitido mejorar significativamente el control de la ejecución en proyectos viales. Estas herramientas permiten detectar desviaciones en la construcción y realizar correcciones inmediatas, evitando retrasos y optimizando la productividad de la obra (Bardales y Rojas, 2020).

### **2.2.4.3 Impacto de la planificación en la reducción de costos y tiempos**

Una gestión adecuada permite minimizar los tiempos improductivos, optimizar la asignación de la mano de obra y evitar sobrecostos derivados de errores en la ejecución. Cuando la planificación es deficiente, se generan retrasos, desperdicio de materiales y mayor necesidad de mantenimiento a corto plazo, lo que impacta negativamente en la rentabilidad del proyecto (Orihuela, 2017).

#### **a. Optimización de Recursos y Reducción de Costos**

Permitió disminuir hasta un 20% los costos asociados a la construcción de carreteras, al eliminar tiempos muertos y mejorar la eficiencia en la distribución del trabajo (Orihuela, 2017).

Además, la planificación detallada permite realizar compras programadas de materiales, evitando sobrecostos por adquisiciones de última hora y minimizando pérdidas por almacenamiento inadecuado o deterioro de los insumos destacan que la aplicación de modelos.

#### **b. Minimización de Retrasos y Cumplimiento de Plazos**

La implementación de herramientas de planificación, como los Diagramas de Gantt y el Last Planner System (LPS), en la ejecución y realizar ajustes en tiempo real para evitar retrasos. Según, la correcta aplicación de estas herramientas ha logrado reducir hasta en un 30% los tiempos (Orihuela, 2017).

Ha permitido mejorar la visualización de los cronogramas de obra y realizar simulaciones de diferentes escenarios de ejecución, pavimentaciones ha permitido reducir significativamente los tiempos de obra al minimizar errores en el diseño y mejorar la coordinación entre los equipos de trabajo (Dave et al., 2020).

#### **c. Impacto en la Productividad de la Mano de Obra**

La planificación también tiene un impacto directo en la productividad de la mano de obra. Una distribución eficiente de tareas y una secuencia lógica en la ejecución de actividades permiten evitar tiempos de espera y mejorar el rendimiento del personal en la obra. Según estudios recientes, la falta de planificación adecuada puede generar una disminución del 15% en la productividad laboral, lo que se traduce en un mayor tiempo de ejecución y un aumento en los costos operativos.

La asignación óptima de trabajadores en cada fase del proyecto y el uso de metodologías de control de productividad, como el Porcentaje de Plan Cumplido (Percent Plan Complete, PPC) (Dave et al., 2020).

#### **d. Reducción de Costos de Mantenimiento y Mayor Vida Útil del Pavimento**

La planificación no solo impacta en la fase de construcción, sino que también. Una mala ejecución debido a una planificación deficiente puede generar fallas prematuras en la infraestructura, aumentando la necesidad de reparaciones y elevando los costos de conservación vial (Dave et al., 2020).

señalan que la correcta planificación en la preparación de la subrasante y la subbase y reducir la aparición de problemas como fisuras y deformaciones. Una adecuada planificación y ejecución de estas capas estructurales puede reducir en un 40% los costos de mantenimiento durante la vida útil de la vía, al prevenir fallas prematuras y mejorar la resistencia del pavimento a cargas dinámicas y condiciones climáticas adversas (Cruzado, 2019).

### **2.3 Marco conceptual**

**a. Productividad de la construcción.** - La productividad de la construcción denota la eficacia con la que se utilizan recursos (trabajadores, materiales, máquinas y tiempo) para terminar un proyecto de infraestructura. Se define como la relación entre la producción de producción para la utilización de entradas, que sirve como una métrica

crucial para optimizar el rendimiento en los proyectos de construcción de carreteras (Botero, 2021).

- b. Fuerza laboral en construcción.** - La mano de obra de construcción comprende a los trabajadores responsables de realizar operaciones del proyecto. El rendimiento está influenciado por aspectos como capacitación, experiencia, entorno laboral, estructura organizacional y herramientas accesibles. La planificación efectiva y la asignación de personal minimizan los períodos improductivos y mejoran la eficiencia operativa en la construcción del pavimento (Pons y Rubio, 2019).
- c. Tarjetas de equilibrio.** - Las cartas de equilibrio proporcionan una herramienta de planificación que facilita la asignación óptima de mano de obra en proyectos que involucran tareas repetidas, por lo tanto, maximizan la productividad y minimizan el tiempo de inactividad. Este enfoque se basa en la representación gráfica del rendimiento de los empleados a lo largo del tiempo, facilitando la sincronización del trabajo y la continuación del proceso de construcción (Díaz et al., 2014).
- d. Construcción del pavimento.** - Las obras de pavimento son proyectos de infraestructura centrados en la construcción, restauración o mantenimiento de carreteras y vías urbanas. Estas tareas necesitan una gestión precisa en la formulación de capas estructurales, incluida la subrasante y la subbase, para garantizar la longevidad y la estabilidad del pavimento (Li et al., 2020).
- e. Subrasante.** - La subrasante es la capa fundamental del pavimento, que consiste en un suelo natural o estabilizado que sustenta los niveles superiores. Su papel principal es transmitir uniformemente las cargas de tráfico al suelo, evitando los asentamientos y las deformaciones en la carretera (Porrás et al., 2014).
- f. Subbase.** - La subbase es la capa estructural situada entre el subrasante y la base del pavimento, diseñada para mejorar la distribución de carga y ofrecer una superficie



estable para la capa de pavimento más alta. Comprende elementos granulares compactados que aseguran la resiliencia y estabilidad del pavimento (Garcés et al., 2023).

- g. Métodos de planificación de la construcción.** - Los métodos de planificación de la construcción son instrumentos utilizados para estructurar y programar operaciones del proyecto, garantizando la eficiencia de asignación de recursos y la adherencia a los plazos establecidos. Las técnicas comúnmente empleadas en la construcción de carreteras abarcan:
- h. Evaluación de la productividad.** - Esta evaluación identifica el potencial para mejorar el diseño y la optimización de los proyectos de pavimentación (Johansen y Walter, 2017).
- i. Gastos y duraciones en las operaciones de pavimentación.** - Los gastos y duraciones asociados con los proyectos de pavimentación dependen de la eficacia de la ejecución del proyecto y la planificación meticulosa de las operaciones. La mala gestión puede conducir a excesos de costos y retrasos, lo que afectó la rentabilidad (Ballard et al., 2002).
- j. Especificaciones técnicas para pavimento.** - Las leyes técnicas de pavimentación delimitan el diseño requerido, los materiales y los métodos de construcción para carreteras y vías urbanas. Estos estándares aseguran la seguridad y la longevidad de la infraestructura, evitando las fallas tempranas en la carretera (Dave et al., 2020).



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La técnica elegida depende del tipo de investigación, los objetivos establecidos y la naturaleza de los fenómenos bajo investigación, permitiendo enfoques cualitativos, cuantitativos o combinados basados en requisitos analíticos.

El enfoque de investigación incluye diseño de estudio, análisis demográfico, herramientas de recopilación de datos y procedimientos de análisis de información. Una selección apropiada de técnica garantiza el rigor científico de la investigación, produciendo resultados objetivos y reproducibles. En ingeniería y construcción, la implementación de técnicas apropiadas mejora la optimización del proceso, la evaluación de la productividad y la toma de decisiones para aumentar la eficiencia del proyecto.

#### 3.1 Enfoque de investigación

El estudio adopta un enfoque cuantitativo debido a que se enfoca en medir, analizar y comparar de manera objetiva los datos relacionados con la productividad de la mano de obra en los procesos de construcción de subrasante y subbase. La recolección de datos mediante observación directa y registros por intervalos de un minuto permite clasificar las actividades laborales en diferentes categorías.

Determinando el tipo de datos que se recogerán, los métodos de análisis que se aplicarán y cómo se interpretarán los resultados. Existen diversos enfoques de investigación, como el cualitativo, cuantitativo y mixto, cada uno de los cuales tiene características específicas (Barboza et al., 2021).

### **3.2 Tipo de investigación**

A través del análisis del desempeño de la mano de obra en proyectos viales, se busca mejorar la planificación y optimización del trabajo en campo, proporcionando estrategias que puedan implementarse en futuras obras de pavimentación para incrementar los resultados.

Mediante el uso de metodologías y herramientas que puedan ser implementadas en entornos reales, facilitando la optimización de procesos en distintos sectores productivos (Barboza et al., 2021).

### **3.3 Nivel de investigación**

El nivel de investigación es explicativo, debido a que el estudio es de causa y efecto, primeramente, se hace una medición simple de la productividad, posteriormente aplicar la carta balance y estimar los efectos que esta causa sobre el rendimiento de las partidas evaluadas, realizando una intervención en el proceso constructivo para medir sus efectos en la productividad laboral.

El nivel de investigación determina la profundidad del análisis que se realiza sobre el fenómeno estudiado, estableciendo si el estudio es exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. La investigación explicativa es utilizada para determinar relaciones de causalidad entre variables, proporcionando evidencia empírica que permite entender cómo y en qué medida una variable influye sobre otra (Arias et al., 2016).



### 3.4 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es experimental, ya que a principio se mide la la productividad de mano de obra real en las partidas de subrasante y subbase, posteriormente se hace la aplicación de la carta balance mediante charlas y control constante, obteniéndose mejoras sobre la productividad, mismos que se miden con fichas de campo sobre ambas partidas.

En investigaciones aplicadas en el sector de la construcción, un diseño cuasi-experimental resulta adecuado, ya que permite evaluar el impacto de una variable sobre un proceso laboral sin alterar completamente las condiciones naturales del entorno en estudio (Arias et al., 2016).

### 3.5 Método de la investigación

El estudio adoptó un método científico, Este enfoque permite obtener mediciones objetivas mediante el uso de indicadores de rendimiento, tiempos de ejecución y eficiencia laboral, asegurando resultados medibles y replicables. Además, el análisis estadístico proporciona información precisa sobre la influencia de la metodología aplicada en la optimización del proceso constructivo.

El método de investigación se refiere al enfoque utilizado para recopilar y procesar información con el propósito de obtener resultados válidos y confiables. La metodología cuantitativa, al centrarse en datos numéricos y análisis estadísticos, es ampliamente utilizada en estudios donde se requiere medir el rendimiento de procesos o evaluar la eficacia de una intervención en escenarios controlados (Arias et al., 2016).

## 3.6 Población y muestra de la investigación

### 3.6.1 Población

En el ámbito de la construcción, esta puede estar compuesta por trabajadores, técnicos o cualquier grupo que participe en la ejecución de proyectos, siendo esencial definir con precisión sus características (Arias et al., 2016).

La población está conformada por todas las obras de pavimentación en ejecución dentro del distrito de San Miguel que incluyan en su desarrollo las partidas de subrasante y subbase. Este conjunto de proyectos representa el universo de estudio en el que se analizará.

### Figura 1

*Mapa de ubicación*



### 3.6.2 Muestra

La muestra es una parte representativa de la población seleccionada para ser estudiada, a partir de la cual se extraen conclusiones que pueden ser generalizadas al conjunto total. En investigaciones donde la selección aleatoria no es viable, se emplean técnicas de muestreo no probabilístico, eligiendo participantes con base en su accesibilidad y relevancia (Arias et al., 2016).

Un conjunto de obras representativas dentro del distrito. La selección de la muestra se basa en criterios de accesibilidad a los proyectos, disponibilidad de datos y relevancia para el estudio. Se prioriza obras donde se pueda.

Se realizó la elaboración de nuestra investigación mientras se realizaban obras en los Jirones Calle 8, Calle 2 y Felipe Pardo en el distrito de San Miguel. Estas fueron seleccionadas como muestras representativas. Se evaluó la productividad de la mano de obra en la conformación de partidas de subrasante y subbase.

**Tabla 2**

*Cantidad partidas estudiadas en nuestro estudio*

<b>Subrasante</b>		
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad de muestras</b>	<b>Tiempo por muestra</b>
Limpieza y desbroce de terreno	30	1 minuto
Excavación y nivelación de terreno		
Corte y relleno		
Compactación de subrasante		
<b>Subbase</b>		
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad de muestras</b>	<b>Tiempo por muestra</b>
Extendido de material	30	1 minuto
Humedecimiento		
Control de espesores		
Ensayos de compactación		

La tabla presentada en la imagen muestra la cantidad de muestras y el tiempo necesario para la ejecución de diversas partidas en la construcción de subrasante y subbase. En la sección correspondiente a la subrasante, se detallan cuatro actividades clave: limpieza y desbroce de terreno, excavación y nivelación de terreno, corte y relleno, así como la compactación de subrasante. Para cada una de estas actividades, se indica que se tomaron 30 muestras, y se estima un tiempo de 1 minuto por muestra. En la parte de subbase, las partidas descritas incluyen el extendido de material, humedecimiento, control de espesores y ensayos de compactación. Al igual que en las partidas de subrasante, se tuvo un total de 30 muestras por actividad, con un tiempo de 1 minuto por cada muestra.



La tabla ha sido generada por el autor del estudio, con el propósito de proporcionar un desglose claro del trabajo realizado en cada fase de la pavimentación.

## **3.7 Técnicas e instrumentos**

### **3.7.1 Técnicas**

En primer lugar, se utilizó el análisis de tiempo y movimientos, el cual consistió en observar y registrar las actividades realizadas por la mano de obra durante la ejecución de los trabajos, con el fin de determinar la eficiencia en el uso del tiempo y los recursos.

Asimismo, se aplicó el método de observación directa, en el que se llevó a cabo un seguimiento continuo de las labores realizadas en el sitio de construcción, registrando los detalles sobre los métodos de trabajo, las herramientas utilizadas y el ritmo de ejecución de las distintas tareas. Esto se complementó con la técnica de análisis de cartas balance, que fue la herramienta central para comparar.

A lo largo del estudio, también se utilizaron entrevistas con los responsables de la supervisión de las obras y con los operarios, para obtener información cualitativa que permitiera enriquecer los resultados cuantitativos. Este enfoque integral permitió no solo medir la productividad en términos de tiempo, sino también en términos de calidad y eficiencia de la mano de obra empleada en las distintas partidas de la obra de pavimentación.

En este trabajo de investigación, se implementaron y perfeccionaron diversas metodologías para garantizar la obtención de resultados precisos y aplicables. A continuación, se describen las principales técnicas empleadas:

- **Determinación del área de intervención:** Se establece de manera precisa la localización de las actividades a evaluar, lo que permite contextualizar adecuadamente el estudio dentro de la obra de pavimentación en el distrito de San Miguel.
- **Desarrollo del cronograma de ejecución:** Se diseña un cronograma detallado que organiza las tareas a realizar en función de los tiempos de ejecución previstos, lo cual

facilita el seguimiento de las fases del proyecto y asegura la coordinación entre las distintas actividades.

- Confección del flujo de trabajo: A través de la creación de un tren de actividades, se estructura y organiza el proceso de trabajo.
- Registro y monitoreo de tareas diarias: Se implementa un sistema de tareas diarios para documentar las actividades realizadas por los operarios, lo que proporciona datos reales sobre la productividad y permite comparar la planificación con la ejecución efectiva.
- Evaluación del cumplimiento de metas y objetivos.
- Aplicación de carta balance: Como herramienta clave, se utiliza la carta balance para analizar.

Estas técnicas se combinan de manera sinérgica, proporcionando una base sólida para el análisis de la productividad y la mejora continua en los proyectos de pavimentación.

### 3.7.2 Instrumentos

**Cronograma de ejecución:** El cronograma es una herramienta de planificación esencial en cualquier proyecto de construcción. En este estudio, se ha diseñado un cronograma detallado que establece el tiempo estimado para la realización de cada actividad dentro de la obra. Este instrumento permite organizar de manera eficiente todas las tareas, desde la preparación del terreno hasta la finalización de la pavimentación. Al seguir un cronograma bien estructurado, se puede asegurar que los recursos se distribuyan adecuadamente, minimizando tiempos muertos y maximizando la productividad. Además, facilita la supervisión constante del avance de las obras, permitiendo detectar cualquier retraso o problema en el proceso antes de que afecte la fecha de entrega del proyecto.

**Tren de actividades:** El tren de actividades es un diagrama que representa la secuencia lógica de las tareas que deben realizarse durante el proyecto, destacando las interrelaciones y dependencias entre ellas. Este instrumento es clave para visualizar el flujo



de trabajo y entender cómo las actividades se deben realizar en un orden específico para optimizar los recursos y tiempos. La utilización de este instrumento ayuda a identificar qué tareas son críticas para el progreso del proyecto y cuáles pueden realizarse en paralelo, lo que mejora la planificación de los recursos humanos y materiales. Además, el tren de actividades es útil para anticipar posibles retrasos y redirigir esfuerzos hacia las áreas más críticas del proyecto.

**Tareo diario:** El tareo diario es una herramienta que permite registrar con precisión las actividades realizadas por los operarios en el transcurso de cada jornada laboral. Este instrumento se utiliza para llevar un control exhaustivo sobre el tiempo dedicado a cada tarea y los recursos empleados en cada una de ellas. La información obtenida del tareo diario se utiliza para evaluar la productividad de la mano de obra, identificar posibles ineficiencias y calcular el rendimiento de los operarios en comparación con los tiempos estimados en el cronograma. Además, el tareo diario ofrece una visión detallada sobre cómo se están distribuyendo los esfuerzos en el terreno y si se están cumpliendo los estándares de calidad establecidos.

**Carta balance:** A través de este instrumento, es posible identificar las desviaciones entre lo planificado y lo realmente ejecutado, lo que permite evaluar la eficiencia de la mano de obra en el proyecto. Este análisis es crucial para detectar áreas donde se puedan hacer mejoras, como el ajuste en la asignación de recursos o la optimización de los métodos de trabajo. La carta balance también ayuda a los supervisores a realizar ajustes en tiempo real para evitar que las desviaciones afecten el progreso general de la obra, garantizando que se cumpla el cronograma sin comprometer la calidad del trabajo.

**Informe de cumplimiento de plan:** Este instrumento se utiliza para documentar el progreso de las actividades en función de los objetivos establecidos en el plan de trabajo y el cronograma. El informe de cumplimiento de plan es esencial para hacer un seguimiento de las metas y objetivos establecidos, permitiendo a los responsables del proyecto evaluar el desempeño de manera continua. A través de este informe, se pueden detectar las áreas en las que el proyecto está cumpliendo o no cumpliendo con lo esperado. Además, sirve



como base para tomar decisiones correctivas, como la redistribución de tareas o la modificación de los plazos de ejecución. Este informe contribuye a la transparencia en la gestión de la obra y asegura que todas las partes involucradas estén al tanto del estado del proyecto.

### 3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

#### 3.8.1 Validación de los instrumentos

Se llevo a cabo un enfoque de validación de varias etapas minucioso para verificar que los instrumentos sean adecuados y efectivos para medir la productividad laboral. La sección posterior delinea los procedimientos empleados para validar los instrumentos:

**Validación de contenido:** esta fase implica la evaluación de las herramientas por especialistas en la construcción y gestión de proyectos. Profesionales experimentados en la planificación de proyectos y el análisis de productividad laboral evaluarán si instrumentos como el horario de ejecución, la secuencia de actividad, el informe diario y el balance general abordan efectivamente los elementos críticos del proyecto. Los expertos confirmaron que las actividades y características definidas en cada instrumento reflejan con precisión el trabajo real en el sitio de construcción, garantizando una cobertura integral de todas las áreas pertinentes de productividad.

**Validación por evaluación de expertos:** para garantizar la relevancia y aplicación de los instrumentos dentro del contexto específico de la investigación, se realiza un procedimiento de validación a través del juicio de expertos. Este procedimiento implica consultar a un consorcio de expertos, incluidos ingenieros civiles, arquitectos y gerentes de proyectos, que evaluarán la estructura y sustancia de los instrumentos. Este panel de especialistas proporciono su evaluación sobre la claridad, la precisión y la relevancia de las medidas propuestas, haciendo modificaciones según sea necesario para mejorar la eficacia del equipo.



**Validación de confiabilidad:** La confiabilidad de los instrumentos se evaluó mediante pruebas piloto realizadas en el sitio de construcción. Las tareas representativas se eligieron del trabajo para servir como muestra para probar el equipo en situaciones reales. El objetivo fue verificar si los instrumentos facilitaban la adquisición de datos consistentes y repetibles, asegurando que los resultados de varias mediciones fueran coherentes y confiables. La confiabilidad de los instrumentos se evaluó comparando los hallazgos adquiridos en varios períodos y por diferentes observadores. Si los instrumentos produjeron hallazgos consistentes, se consideraron confiables.

**Validación de la aplicabilidad en el campo:** Esta fase implicó realizar una prueba de campo para determinar la funcionalidad y utilidad de los instrumentos dentro del contexto específico de las operaciones de pavimentación en el distrito de San Miguel. Se evaluó la adecuación de los instrumentos a las circunstancias locales, su usabilidad para operadores y supervisores, y su capacidad para generar información precisa y valiosa. Los instrumentos se evaluaron mediante observación directa en función de su practicidad y capacidad para producir datos que mejoraran la productividad laboral.

**Validación a través de la comparación de resultados:** En última instancia, los hallazgos adquiridos de los instrumentos se yuxtapusieron con estándares de la industria y datos históricos de iniciativas análogas. Esto permitió la evaluación de si los instrumentos podían proporcionar información coherente y similar, lo que confirmó su capacidad para proporcionar datos significativos para analizar la productividad en proyectos de pavimentación. Si los resultados se alinearon con las expectativas y los estándares de la industria, los instrumentos se consideraron legítimos.

Este proceso de validación integral garantizó que los instrumentos empleados en este estudio fueran adecuados, confiables y efectivos para medir la productividad laboral en la formación de componentes de subrasante y subbase en proyectos de pavimentación, produciendo datos precisos que mejoraron la eficiencia de la construcción.



### 3.8.2 *Confiabilidad de instrumentos*

Consistencia en la medición del tiempo y las actividades: El paso inicial para garantizar la fiabilidad de los instrumentos fue verificar que cada uno estuviera meticulosamente construido para medir con precisión los parámetros delineados en el horario de ejecución y el Tareo diario. Se utilizó un enfoque uniforme para la recopilación de datos. Las personas responsables de la medición, ya fueran supervisores u operadores, debieron adherirse a un conjunto de estándares explícitos e integrales para documentar las tareas ejecutadas, el tiempo gastado y los recursos utilizados, lo que garantizó la uniformidad en el proceso de medición en todo el trabajo.

Evaluación de la consistencia entre observadores: Para garantizar la confiabilidad de los instrumentos, se realizó una evaluación de la consistencia entre observadores. Esto indicaba que los datos recopilados por muchos observadores fueron yuxtapuestos entre sí. Si los instrumentos eran confiables, los hallazgos debían ser uniformes, independientemente de quién realizara las mediciones. En este estudio, el personal responsable de la recopilación de datos recibió capacitación para utilizar las herramientas de manera uniforme y consistente. La comparación de observadores facilitó la identificación de cualquier inconsistencia y permitió ajustes a las técnicas de medición, si fue necesario, para mantener la consistencia en las mediciones.

Pruebas piloto para evaluar la estabilidad: Para determinar la confiabilidad a largo plazo, se realizaron pruebas piloto en el trabajo de pavimentación. A lo largo de esta fase de prueba, los instrumentos se emplearon en situaciones de trabajo reales para evaluar la productividad laboral. Los datos adquiridos en varias fases del proyecto fueron examinados para determinar si los instrumentos producían resultados consistentemente con el tiempo. Si los hallazgos adquiridos en varios períodos y en diversos entornos fueron consistentes, los instrumentos se consideraron confiables.

Validación de datos por replicación: Una técnica alternativa para garantizar la confiabilidad fue la replicación de instrumentos en otros elementos o dominios dentro del proyecto. La utilización de equipos idénticos en diversos lugares dentro del trabajo permitió



la adquisición de datos que facilitaron la verificación de la consistencia de los resultados en diferentes entornos. Esta replicación fue un signo crucial de la confiabilidad de los instrumentos, ya que verificó que los resultados reunidos no fueron el resultado del azar o las condiciones extraordinarias, sino que demostraron un patrón consistente durante todo el estudio.

**Comentarios y modificaciones continuas:** Durante la investigación, se alentó un mecanismo de retroalimentación continua entre las personas responsables de la medición y el equipo de supervisión. Esta interacción detectó cualquier anomalía en la recopilación de datos e implementó cambios apropiados para mejorar la confiabilidad de los dispositivos. La retroalimentación rectificó rápidamente cualquier error humano o mal uso del instrumento, preservando así la precisión de la medición.

**Correlación con estándares y resultados anteriores:** La fiabilidad de los instrumentos se evaluó yuxtaponiendo los hallazgos adquiridos con datos históricos y puntos de referencia de la industria. Si los datos adquiridos por los instrumentos se alinearon con los patrones o resultados previamente registrados en proyectos análogos, la confianza en la confiabilidad de los instrumentos se vio reforzada. Además, al yuxtaponer los datos adquiridos con las mejores prácticas de la industria, se aseguró que los instrumentos fueran apropiados para evaluar la productividad en un entorno de construcción real.

Este estudio evaluó la confiabilidad de los instrumentos a través de un enfoque integral que abarcó la consistencia de la medición, las comparaciones entre observadores, las evaluaciones de estabilidad a largo plazo, la replicación de medición y la validación a través de la retroalimentación y la comparación con los estándares establecidos. Este procedimiento garantizó que el equipo produjera datos precisos y consistentes, lo cual fue crucial para una evaluación exhaustiva de la productividad laboral en las operaciones de pavimentación.



### 3.9 Procedimiento y recolección de datos

El proceso de este estudio se refirió a las acciones metódicas y estructuradas utilizadas para evaluar la productividad laboral en la construcción de componentes de subrasante y subbase en proyectos de pavimentación. Este enfoque se centró en el uso de herramientas como el cronograma de ejecución, el tareo diario y la carta de equilibrio, con el objetivo de evaluar.

El enfoque comenzó con la identificación y delimitación de las tareas que serían evaluadas en la investigación, incluyendo aquellas acciones relacionadas con la preparación y compactación de la subbase y la subrasante. Se preparó un horario integral, especificando las fechas y tiempos asignados para cada tarea, para garantizar que las actividades se desarrollaran dentro de los plazos establecidos. Los operadores fueron monitoreados constantemente durante toda la ejecución de las tareas para evaluar la duración requerida para cada operación, así como el uso de los recursos, de acuerdo con los documentos establecidos.

Se realizó una recopilación sistemática de datos utilizando instrumentos como tareos diarios, que registraron las actividades de cada trabajador, y la carta de saldo, que permitió comparar los tiempos programados con los tiempos de ejecución reales. Estos datos fueron estructurados y examinados de manera regular, con el fin de detectar desviaciones o ineficiencias en la productividad de los trabajadores. Este análisis facilitó la implementación de modificaciones necesarias para mejorar el rendimiento en las tareas de construcción.

Este enfoque garantizó la evaluación eficiente de todas las actividades de pavimentación, proporcionando datos precisos sobre el rendimiento de los operadores y la efectividad de las medidas implementadas para mejorar la productividad en cada fase del proyecto. La información obtenida permitió realizar ajustes estratégicos que optimizaron el proceso de construcción, asegurando que los proyectos avanzaran con mayor eficacia.



### 3.9.1 Adquisición de datos

Los datos obtenidos fueron esenciales para evaluar la efectividad de los trabajos completados y proporcionar información crítica para mejorar las operaciones de construcción.

La recopilación de datos se realizó mediante observación directa de las actividades de los operadores en el sitio de construcción. Para cada tarea, se registraron la duración asignada y las circunstancias en las que se realizaron las actividades, incluyendo el número de operadores involucrados y el equipo utilizado. Esta información se obtuvo a través de los tareas diarios, que permitieron documentar el rendimiento de los operadores y el avance de las tareas en comparación con el horario predeterminado.

La carta de equilibrio se utilizó como un mecanismo para comparar los plazos anticipados con los tiempos de ejecución reales. Esto facilitó la evaluación de la eficiencia laboral y permitió identificar posibles discrepancias entre lo planificado y lo ejecutado. Este instrumento fue crucial para detectar anomalías en el proceso, evaluar sus causas y proponer soluciones para mejorar la producción y reducir las ineficiencias.

La recopilación de datos también abarcó el monitoreo de los recursos utilizados en las operaciones, incluyendo la maquinaria y los materiales, para evaluar su eficiencia en relación con el tiempo invertido y el rendimiento alcanzado. Este análisis proporcionó una visión integral de cómo los recursos estaban siendo utilizados, permitiendo identificar áreas en las que se podía mejorar el aprovechamiento de los mismos.

Los datos adquiridos fueron organizados y evaluados de manera detallada para determinar la productividad real del personal en el sitio de construcción. Este análisis permitió implementar ajustes recursos en las fases posteriores de la operación de pavimentación. La calidad y precisión en la recopilación de los datos fueron esenciales para garantizar que los resultados fueran válidos y que las conclusiones obtenidas pudieran servir para mejorar tanto el rendimiento de los operadores como el desempeño general del proyecto.



El tiempo en cada fase del proyecto, asegurando la eficiencia y efectividad en la construcción de subrasante y subbase.

### **3.9.2 Procedimiento y recolección de información**

#### **3.9.2.1. Obtención de información**

El procedimiento comenzó con la identificación y definición de las tareas que se iban a evaluar en el estudio, tales como las actividades relacionadas con la preparación y compactación de la subrasante y la subbase. A partir de ahí, se desarrolló un cronograma detallado que indicaba las fechas y tiempos asignados para cada actividad. Los operarios fueron observados directamente durante la ejecución de las tareas para medir el tiempo que tardaron en realizar cada una y registrar el uso de recursos.

Se llevó a cabo una recolección sistemática de los datos mediante instrumentos como los tareos diarios, que permitieron documentar las actividades realizadas por cada trabajador, y la carta balance, que se utilizó para comparar los tiempos programados con los tiempos reales de ejecución.

Este procedimiento garantizó que todas las actividades relacionadas con la pavimentación fueran evaluadas de manera eficiente.

#### **3.9.2.2. Recolección de Datos**

Los datos recolectados fueron fundamentales para medir la eficiencia de las tareas ejecutadas y proporcionar información relevante para mejorar los procesos constructivos.

Se registraron de manera detallada los tiempos invertidos en cada tarea y las condiciones bajo las cuales se ejecutaron las actividades, como la cantidad de operarios involucrados y el equipo utilizado. Esto se logró a través de los tareos diarios, que documentaron el desempeño de los operarios y el progreso de las tareas en relación con el cronograma establecido.

La recolección de datos también incluyó el seguimiento de los recursos utilizados en las actividades, como maquinaria y materiales, para evaluar si se estaban utilizando de manera eficiente en relación con el tiempo invertido y el rendimiento obtenido.

**Figura 2**

*Procesos durante la investigación*



### 3.9.2.3. Toma de datos durante las obras de pavimentación

Durante la ejecución de las obras, se emplearon diferentes métodos de pavimentación, que incluyeron, entre otros, el método de pavimentación flexible, donde se utilizaron capas de asfalto o mezcla asfáltica, y el método de pavimentación rígida, los cuales se aplicaron.

Para llevar a cabo la toma de datos, se utilizaron instrumentos como el cronograma de ejecución, que estableció el tiempo previsto para cada actividad, el tareo diario, que registró el tiempo invertido por los operarios en cada tarea, y la carta balance, que permitió comparar los tiempos planificados con los tiempos reales de ejecución. La información recolectada incluyó no solo el tiempo invertido en las distintas fases del proceso de



pavimentación, sino también la cantidad de recursos empleados, como maquinaria, materiales y mano de obra.

La evaluación de los resultados obtenidos se realizó mediante un análisis comparativo entre los tiempos proyectados en el cronograma y los tiempos reales registrados durante la ejecución de las tareas. Esta comparación permitió identificar posibles desviaciones y determinar las causas de cualquier retraso o ineficiencia en el proceso. Además, los datos recolectados fueron analizados para medir la efectividad de los métodos de pavimentación utilizados, evaluando si estos métodos contribuyeron a optimizar.

Los resultados obtenidos sirvieron de base para proponer mejoras en las técnicas de pavimentación empleadas y en la planificación de futuras obras. La evaluación permitió identificar oportunidades para mejorar, la toma de datos no solo proporcionó información precisa sobre el estado actual de la obra, sino que también permitió realizar ajustes estratégicos para mejorar la eficiencia en todo el proceso constructivo.

### **3.10 Procesamiento de datos y análisis**

El procesamiento de datos y análisis constituyó una fase fundamental en este estudio, ya que permitió transformar la información recolectada durante las obras de pavimentación en resultados significativos y aplicables. Este proceso implicó la organización, interpretación y evaluación de como el cronograma de ejecución.

En primer lugar, los datos recolectados se organizaron de manera sistemática, creando bases de datos que permitieron su acceso fácil y rápido para su posterior análisis. Este paso fue crucial, ya que garantizó que toda la información estuviera disponible de manera estructurada, facilitando la interpretación y evaluación de los resultados. La información registrada en los tareas diarios, que contenía detalles sobre los tiempos dedicados a cada tarea y los recursos utilizados, fue ingresada y organizada para su



revisión y comparación con los tiempos establecidos en el cronograma. De igual manera, los registros de la carta balance fueron analizados para identificar las desviaciones.

Una vez que los datos estuvieron organizados, se procedió a un análisis descriptivo de la información, donde se evaluaron los patrones y las tendencias. Esto incluyó la identificación de las tareas que tomaron más tiempo de lo previsto, las áreas donde se presentó mayor eficiencia y las posibles causas de cualquier retraso.

Posteriormente, se realizaron análisis comparativos entre los distintos métodos de pavimentación aplicados en el proyecto. Este análisis incluyó la evaluación de la eficiencia de cada método, tomando en cuenta variables como la duración de las actividades, la cantidad de recursos necesarios y la calidad de los resultados obtenidos. La comparación permitió identificar qué métodos fueron más eficientes en función de los objetivos del proyecto y qué técnicas podrían ser mejoradas o sustituidas en futuras fases de la obra.

Finalmente, los resultados del análisis se utilizaron para generar recomendaciones concretas y prácticas que contribuyeron a mejorar la productividad en obras similares. Estas recomendaciones estuvieron basadas en los hallazgos obtenidos durante el procesamiento de datos, como la optimización de la distribución de los recursos, la mejora en la organización de las tareas y la implementación de métodos de pavimentación más eficientes.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Información general del proyecto de estudio

##### Descripción del proyecto

En este contexto, se busca analizar cómo diferentes métodos de pavimentación, como los métodos flexibles y rígidos, afectan la eficiencia, con el fin de contribuir al aumento de la productividad en proyectos similares.

El estudio se llevará a cabo mediante la observación directa de las tareas realizadas en el sitio de construcción, utilizando instrumentos como el cronograma de ejecución, el tareo diario y la carta balance para registrar los tiempos invertidos en cada actividad. Además, se evaluará el impacto de distintos factores, como las condiciones del terreno y las características del proyecto, sobre la productividad de los operarios. La información recolectada será procesada y analizada para identificar desviaciones, lo que permitirá detectar ineficiencias y proponer soluciones efectivas.

Una vez analizados los datos, se generarán recomendaciones basadas en los resultados obtenidos, las cuales estarán orientadas. El estudio busca, en última instancia, contribuir a la mejora continua de los procesos constructivos y a la aplicación de prácticas más eficientes en la industria de la pavimentación.

**Figura 3***Trabajos ejecutados en obra*

La imagen muestra una obra de pavimentación en ejecución en el distrito de San Miguel, específicamente en una calle donde se están llevando a cabo trabajos de preparación del terreno. En el primer plano se observa maquinaria pesada, como una motoniveladora, que está trabajando en la nivelación y compactación del suelo para la conformación de la subrasante. Este proceso es esencial para garantizar una base sólida y estable antes de aplicar las capas de pavimento. A lo lejos, se puede ver la presencia de edificaciones y algunas estructuras, lo que indica que la obra está ubicada en una zona urbana en desarrollo.

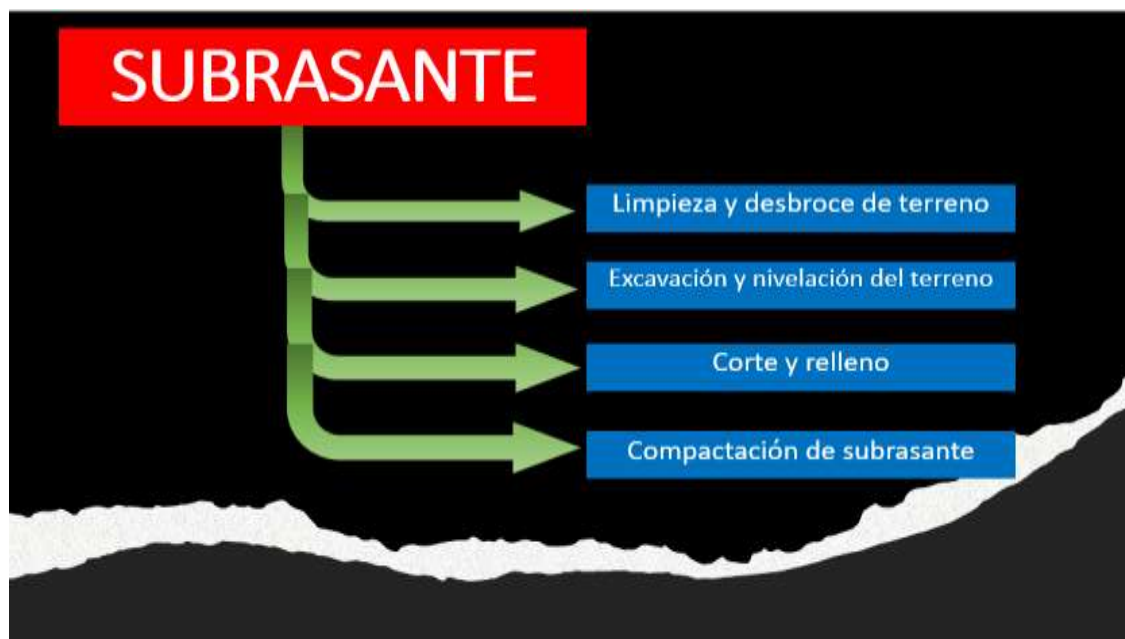
El terreno aparece en un estado sin pavimentar, con evidentes rastros de las máquinas de construcción sobre la superficie, mostrando los trabajos preliminares para la pavimentación. Los materiales excavados y el suelo removido se encuentran esparcidos en el área de trabajo. La imagen refleja la etapa inicial de la pavimentación, donde el enfoque está en el acondicionamiento del terreno, un paso fundamental en el proceso de construcción de carreteras o calles urbanas. Este escenario es representativo del tipo de

trabajos que se están evaluando en el estudio para determinar la productividad de la mano de obra y los métodos empleados.

### Creación de procesos en diagramas

**Figura 4**

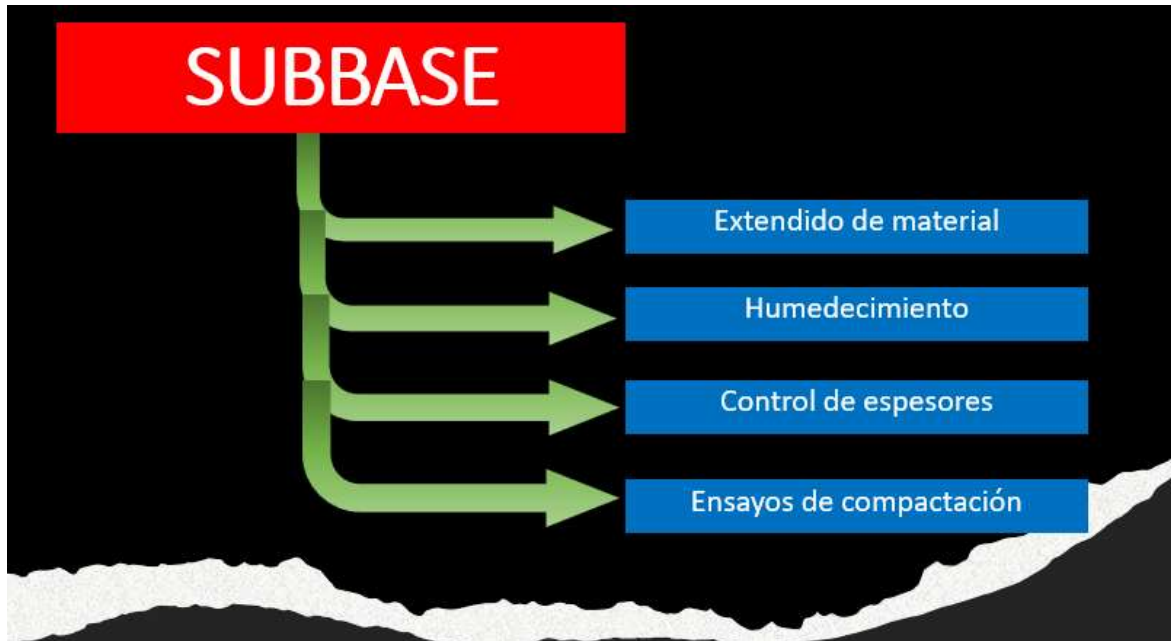
*Diagrama de la elaboración de la subrasante*



El diagrama muestra los pasos involucrados en la elaboración de la subrasante en una obra de construcción. En la parte superior del diagrama aparece la palabra "SUBRASANTE" destacada en color rojo. Desde allí, cuatro flechas verdes indican los procesos clave que componen la elaboración de la subrasante: 1) Limpieza y desbroce de terreno, que implica la remoción de vegetación y materiales no deseados; 2) Excavación y nivelación del terreno, que se refiere a la preparación del terreno para asegurarse de que esté nivelado y listo para las siguientes etapas; 3) Corte y relleno, que hace referencia al ajuste de los niveles del terreno y el relleno de áreas bajas; y 4) Compactación de subrasante, que es el proceso de compactar el terreno para asegurar la estabilidad y resistencia necesarias para la construcción.

**Figura 5**

*Diagrama de las partidas en la etapa de subbase*



El diagrama ilustra las actividades clave durante la etapa de subbase en una obra de construcción. En la parte superior, la palabra "SUBBASE" se destaca en rojo. Desde ahí, cuatro flechas verdes apuntan a los procesos esenciales para la formación de la subbase: 1) Extendido de material, que consiste en distribuir el material de subbase de manera uniforme sobre la superficie; 2) Humedecimiento, donde se aplica agua al material para asegurar una adecuada compactación; 3) Control de espesores, que implica verificar que el grosor del material extendido cumpla con los requisitos establecidos; y 4) Ensayos de compactación, que se refieren a las pruebas realizadas para asegurar que el material esté compactado correctamente, garantizando la resistencia y estabilidad de la subbase.

#### **Elaboración de la Subrasante:**

#### **Limpieza y desbroce del terreno:**

**Descripción:** Esta fase inicial implica la remoción de vegetación, raíces, escombros y otros materiales indeseados que puedan estar presentes en el terreno a



preparar. Este paso es esencial para obtener un área limpia y libre de obstáculos que puedan interferir en la construcción posterior.

**Importancia:** Garantiza que el terreno esté despejado para las siguientes actividades y previene problemas relacionados con la compactación y la estabilidad del suelo. Además, evita que la vegetación o los residuos afecten la integridad de las estructuras que se construirán.

### **Excavación y nivelación del terreno:**

**Descripción:** En esta etapa se lleva a cabo una excavación del terreno para eliminar materiales en exceso o en áreas bajas, con el objetivo de nivelar la superficie. El terreno se ajusta para que tenga una pendiente o nivel adecuado, de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

**Importancia:** Permite crear una base estable para la construcción, evitando posibles asentamientos o deformaciones en el futuro. La nivelación también asegura una distribución adecuada de las cargas que recibirá el terreno.

### **Corte y relleno:**

**Descripción:** El corte y relleno es un proceso en el cual se excavan áreas donde el terreno es más alto (corte) y se rellenan zonas bajas con materiales adecuados (relleno). Este proceso asegura que el terreno sea uniforme y tenga una altura y forma correcta para la posterior construcción de la base y la subbase.

**Importancia:** Es fundamental para corregir las irregularidades del terreno y asegurar una distribución adecuada de las cargas. Además, permite obtener una superficie plana que facilitará la ejecución de las siguientes fases del proyecto.

### **Compactación de subrasante:**

**Descripción:** Esta etapa consiste en aplicar maquinaria o métodos manuales para compactar el terreno. La compactación reduce el volumen de los vacíos entre las partículas del suelo, lo que aumenta su densidad y estabilidad.

**Importancia:** La compactación es crucial para mejorar la capacidad portante del terreno. Un suelo compactado adecuadamente ofrece mayor resistencia al paso de cargas



y es menos susceptible a asentamientos o deformaciones, lo cual es esencial para la estabilidad de las estructuras construidas sobre él.

## 2. Etapa de Subbase:

### Extendido de material:

**Descripción:** En esta fase, se extiende una capa de material de subbase sobre el terreno preparado, asegurándose de que se distribuya de manera uniforme en toda el área de trabajo. Este material suele ser una mezcla de tierra, gravilla o piedra triturada, que actúa como una base intermedia para la carretera o estructura.

**Importancia:** El extendido adecuado del material es esencial para crear una capa estable que distribuirá las cargas y evitará el asentamiento desigual del terreno. Además, proporciona un soporte estructural que facilita la aplicación de las capas superiores (base y pavimento).

### Humedecimiento:

**Descripción:** En esta fase, se agrega agua al material de subbase para mejorar su cohesión y asegurar que el material se compacte correctamente. El agua facilita que las partículas del material se adhieran mejor entre sí, lo que facilita la compactación.

**Importancia:** El humedecimiento es necesario para obtener un nivel adecuado de compactación y asegurar que la subbase tenga la resistencia necesaria. La humedad también ayuda a reducir el polvo y mejora las propiedades físicas del material.

### Control de espesores:

**Descripción:** Esta actividad consiste. Se utilizan instrumentos de medición para comprobar que el material se haya aplicado de acuerdo con los valores establecidos en los planos de diseño.

**Importancia:** Un espesor incorrecto puede generar problemas en el rendimiento de la carretera o la estructura, afectando su capacidad de carga y durabilidad a lo largo del tiempo.

### Ensayos de compactación:



**Descripción:** Los ensayos de compactación se realizan para evaluar si el material de subbase ha alcanzado la densidad y la resistencia necesarias. Estos ensayos se llevan a cabo con equipos especializados que miden la cantidad de compactación que ha sido aplicada en el terreno.

**Importancia:** Los ensayos aseguran que la subbase se haya compactado correctamente, lo que es crucial para evitar asentamientos futuros o fallos estructurales. Un material de subbase correctamente compactado mejora la vida útil de las infraestructuras que se construirán sobre ella y asegura que las cargas se distribuyan de manera efectiva.

En resumen, tanto en la elaboración de la subrasante como en la etapa de subbase, cada actividad tiene un propósito específico para garantizar que el terreno esté bien preparado y las estructuras que se construirán sobre él sean seguras y duraderas.

#### **4.1.1 Estado en el que se encontró las obras de pavimentación**

Se refiere al momento de la evaluación, abarcando los avances y condiciones de las partidas específicas involucradas en el proyecto, como la conformación de subrasante y subbase. Este estado incluye tanto el progreso físico de las obras, identificando las áreas donde se ha alcanzado la eficiencia esperada y aquellas en las que existen retrasos o ineficiencias que podrían estar afectando el rendimiento del proyecto.

Precisa de las condiciones actuales, desde la preparación del terreno hasta las primeras etapas de la pavimentación, lo que es clave para comprender cómo se están llevando con la subrasante y la subbase. Esta información servirá como base para comparar el rendimiento actual con los objetivos de productividad planteados, permitiendo identificar posibles áreas de mejora y aplicar estrategias para optimizar el uso de los recursos y mejorar la eficiencia en las fases posteriores de la obra.

**Tabla 3***Estado en el que se encontró las obras y sus respectivas partidas*

<b>Partidas y estados en los que se encuentran</b>		
<b>Subrasante</b>	<b>Nivel de productividad</b>	<b>Nivel de incumpliendo</b>
Limpieza desbroce de material	67%	33%
Excavación y niveles del terreno	59%	41%
Corte y relleno	60%	40%
Compactación de subrasante	68%	32%
<b>total</b>	<b>64%</b>	<b>36%</b>
<b>Subbase</b>		
Extendido de material	70%	30%
Humedecimiento	65%	35%
Control de espesores	59%	41%
Ensayos de compactación	71%	29%
<b>Total</b>	<b>66%</b>	<b>34%</b>

El cuadro presentado expone la evaluación del estado actual de las partidas vinculadas a la conformación de la subrasante y la subbase en una obra de pavimentación, analizando la eficiencia en la ejecución y los niveles de desviación en cada actividad. En el caso de la subrasante, se observa que el rendimiento promedio alcanzado es del 64%, mientras que el margen de incumplimiento se sitúa en un 36%, destacando que la actividad con mejor desempeño es la ejecución de pruebas de compactación con un 68% de productividad. Por otro lado, en lo referente a la subbase, el promedio de productividad es del 66% y el nivel de desviación del 34%, siendo las pruebas de compactación la fase con mayor eficiencia, alcanzando un 71%. Estos resultados reflejan el comportamiento del desempeño en cada proceso, permitiendo identificar áreas que requieren optimización para mejorar la efectividad de las actividades en la obra.

**Figura 6**

*Grafica comparativa de los valores recabados*



El gráfico presentado ofrece un análisis visual del desempeño inicial de los trabajadores en la ejecución de las partidas relacionadas con la conformación de la subrasante y la subbase en una obra de pavimentación. En él se observa la proporción de eficiencia alcanzada en cada actividad junto con el porcentaje de desviación respecto al cumplimiento esperado. Para la subbase, la productividad general se sitúa en un 66%, destacando las pruebas de compactación con el mejor rendimiento (71%), mientras que la regulación de espesores refleja la menor eficiencia con un 59%. En la subrasante, la productividad global alcanza el 64%, donde la actividad con mejor desempeño corresponde también a las pruebas de compactación con un 68%, mientras que la aplicación de humedad y el control de espesores presentan los niveles más bajos, con 59% cada uno. Estos valores permiten identificar oportunidades de mejora en la ejecución de los procesos, favoreciendo una gestión más eficiente del recurso humano en la obra.

#### 4.1.2 Aplicación de la carta balance en las partidas de subbase

##### 4.1.2.1 Valores de actividades productivas (extendido de material)

Pueden considerar factores como la optimización del uso de equipos y herramientas, la correcta disposición del material para evitar desperdicios y la reducción de tiempos.

**Tabla 4**

*Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas*

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Distribución uniforme del material
2	Nivelación del material conforme al diseño
3	Extendido en capas según especificaciones técnicas
4	Corrección de irregularidades en la superficie
5	Uso de maquinaria adecuada para el extendido
6	Compactación inicial del material extendido
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
11	Recepción y organización del material de extendido
12	Transporte y abastecimiento del material a la zona de trabajo
13	Ajuste y calibración de maquinaria para el proceso
14	Preparación de herramientas y equipos auxiliares
15	Coordinación del equipo de trabajo y asignación de funciones
16	Comunicación y toma de decisiones en campo
17	Supervisión y coordinación de actividades
18	Inspección visual del material antes de su aplicación
19	Verificación de espesores y uniformidad de las capas
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
21	Tiempo de inactividad de maquinaria por falta de mantenimiento
22	Espera de instrucciones para continuar con el trabajo
23	Demoras debido a retrasos en el suministro del material
24	Correcciones por errores en el extendido que requieren retrabajo

#### Distribución de los obreros

La distribución de los obreros se refiere a la organización estratégica del personal en una obra con la finalidad de potenciar la eficiencia y garantizar una ejecución eficiente de las actividades programadas. Esta planificación implica asignar a cada trabajador una función específica de acuerdo con sus habilidades, experiencia y la demanda de la tarea,



asegurando un equilibrio en la carga laboral para evitar tiempos muertos o sobrecarga en determinadas áreas. Una correcta distribución permite coordinar el trabajo de manera fluida, minimizando interrupciones y perfeccionando el desempeño de la edificación.

Además, la distribución de los obreros está directamente relacionada con la gestión del tiempo y los recursos, ya que una asignación eficiente reduce desperdicios y mejora el flujo de trabajo en cada partida constructiva. El equipo disponible, las condiciones del terreno y la seguridad en el sitio influyen en la manera en que se distribuye al personal. Una distribución adecuada facilita la supervisión de las labores.

**Tabla 5**

*Cuadrilla*

ID	Actividad	Nombre Completo	Rol
01	Extendido	RUIZ DIAS MIGUEL	Cap.
02	Extendido	ZOLANO QUISPE YON	Ofi.
03	Extendido	MAYTA QUISPE ALEXANDER	Ofi.
04	Extendido	FERNÁN QUIROZ ADAN	Oper.
05	Extendido	SOTO YUPA MARCO	Oper.
06	Extendido	YUPA SURCO ANTONIO	P.
07	Extendido	SALAS MEDINA GROBER	P.

### Resultado de la muestra (carta balance)

Representa el análisis cuantitativo y cualitativo de la eficiencia laboral dentro de un proceso constructivo, basado en la distribución del tiempo de trabajo de los obreros en actividades productivas, contributivas y no contributivas. A partir de esta evaluación, se identifican los porcentajes de desempeño en cada categoría, lo que permite visualizar patrones de productividad, detectar posibles deficiencias y proponer mejoras en la gestión de los recursos humanos. Este resultado es esencial para la optimización del rendimiento en la obra, ya que proporciona enfocadas en reducir tiempos improductivos y aumentar la eficiencia operativa del proyecto.

Tabla 6

*Resultados obtenidos con la carta balance en preparación de terreno*

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	5	4	3	1	4	21	3
2	5	4	3	1	4	21	3
3	5	4	3	11	4	21	3
4	5	4	3	11	4	21	3
5	5	4	3	11	4	15	3
6	5	13	3	17	4	15	3
7	5	12	3	17	11	15	3
8	5	12	22	17	16	15	16
9	5	12	22	17	16	15	16
10	11	12	22	17	16	15	16
11	11	11	22	17	16	2	16
12	11	11	22	1	16	2	16
13	11	4	15	1	4	2	17
14	11	4	12	1	2	2	17
15	11	4	12	22	4	2	17
16	11	4	12	22	4	2	17
17	4	4	12	22	4	2	17
18	4	21	12	22	4	2	3
19	21	21	12	1	4	16	3
20	21	21	16	1	4	16	3
21	21	21	16	1	22	16	3
22	12	5	16	1	22	16	3
23	12	5	21	1	22	16	21
24	12	5	21	18	22	16	21
25	12	12	21	18	22	24	21
26	2	12	4	18	4	24	21
27	2	24	2	18	4	24	21
28	2	24	4	23	4	18	14
29	2	24	4	23	4	18	3
30	22	24	4	18	4	18	3

La tabla presentada muestra los resultados obtenidos con la carta balance en la preparación de terreno, registrando la actividad de cada obrero en intervalos de tiempo de un minuto durante un periodo de 30 minutos. Los valores asignados a cada trabajador reflejan el tipo de tarea realizada en cada momento, diferenciándose mediante una escala de colores: verde para trabajos productivos, azul para actividades contributivas y rojo para labores no contributivas. Este registro permite analizar la eficiencia laboral en función del tiempo dedicado a cada categoría.

**Tabla 7**

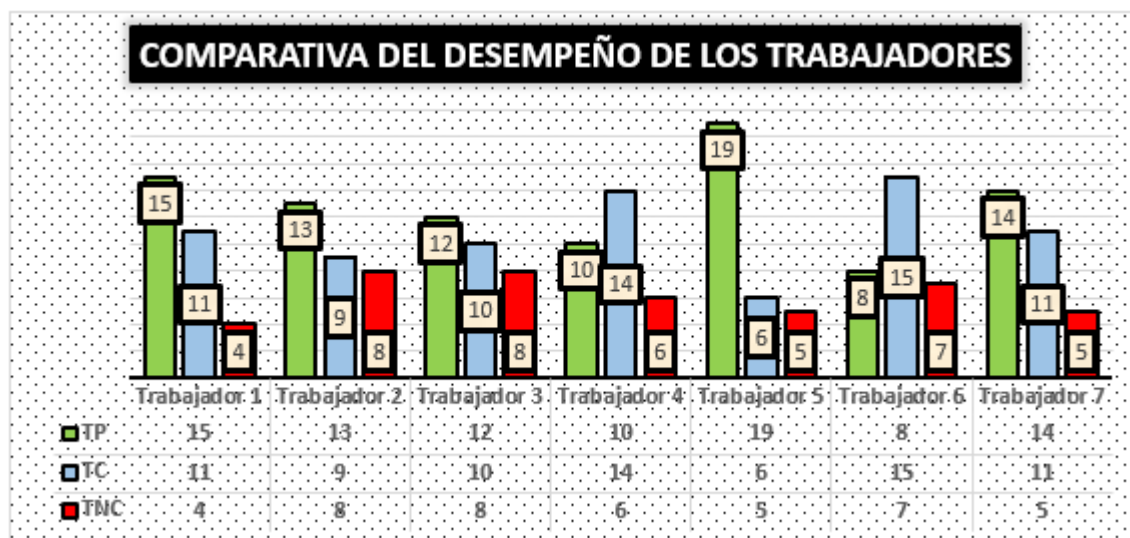
*Cantidad de labores realizadas durante la partida*

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
<b>TP</b>	15	13	12	10	19	8	14
<b>TC</b>	11	9	10	14	6	15	11
<b>TNC</b>	4	8	8	6	5	7	5

La tabla presenta la cantidad de labores realizadas por cada trabajador durante la partida, clasificadas. Se observa que el trabajador 5 tuvo la mayor cantidad de tareas productivas (19), mientras que el trabajador 4 registró el mayor número de actividades contributivas (14). En contraste, los trabajadores 2, 3 y 4 presentan los valores más altos en tareas no contributivas (8 cada uno). Estos datos permiten evaluar la distribución del trabajo y la eficiencia del equipo en la obra.

**Figura 7**

*Labores realizadas durante la partida*



Se observa que el trabajador 5 tuvo el mayor rendimiento en TP (19), mientras que el trabajador 4 lideró en TC (14). En cuanto a las actividades no contributivas, los trabajadores 2 y 3 registraron los valores más altos (8 cada uno). Esta visualización permite identificar la distribución del esfuerzo y las oportunidades de mejora en la eficiencia laboral.

**Tabla 8**

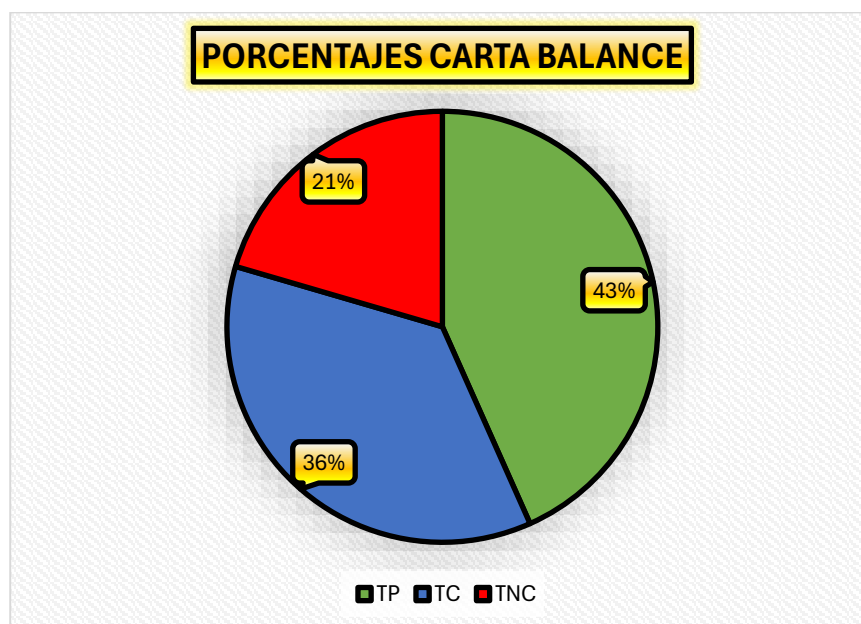
*Valores porcentuales con respecto a la carta balance*

Porcentajes	
TP	43.33%
TC	36.19%
TNC	20.48%

La tabla presenta los valores porcentuales obtenidos a partir de la carta balance, clasificando. Se evidencia que el 43.33% del tiempo fue dedicado a TP, seguido por TC con un 36.19%, mientras que TNC representa el 20.48%. Estos datos reflejan la distribución del esfuerzo laboral y permiten identificar áreas de mejora para optimizar la productividad en la obra.

**Figura 8**

*% registrados en el escenario global*



La gráfica de pastel representa los porcentajes globales de la carta balance, distribuyendo el tiempo de trabajo. Se observa que la mayor parte del tiempo se dedica a labores productivas, aunque existe un margen de mejora en la reducción del TNC para aumentar la eficiencia operativa.

#### 4.1.2.2 Valores de actividades productivas (humedecimiento)

Valores de actividades productivas (humedecimiento): son calidad en la aplicación de agua sobre el material en procesos constructivos, asegurando la humedad óptima para su compactación. Estos valores incluyen el tiempo empleado, la uniformidad del riego.

**Tabla 9**

*Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas*

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Riego de agua sobre la subrasante
2	Control de la cantidad de agua aplicada para alcanzar la humedad óptima
3	Distribución uniforme del agua con equipo de riego
4	Mezclado del agua con el material de la subrasante para homogeneidad
5	Compactación de la subrasante después del humedecimiento
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
11	Coordinación del tránsito de camiones cisterna en la zona de trabajo
12	Verificación previa de la humedad natural del material
13	Instalación de barreras de seguridad y señalización en la zona de riego
14	Comunicación con el operador del camión cisterna para regular el flujo de agua
15	Asegurar la disponibilidad de agua en el lugar de trabajo
16	Medición de la humedad del suelo antes y después del riego
17	Ajuste del volumen de agua en función de la absorción del suelo
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
21	Retrabajo por exceso o falta de agua en la subrasante
22	Tiempos de espera por falta de camión cisterna o suministro de agua
23	Uso del celular sin relación con la actividad
24	Desplazamientos innecesarios fuera del área de trabajo

#### Distribución de los obreros

La cuadrilla asignada a la partida de humedecimiento se organiza en función de roles específicos para garantizar una ejecución eficiente del proceso. La estructura del equipo está compuesta por un capataz (Cap.), quien supervisa y coordina las actividades; oficiales (Ofi.), encargados de la ejecución técnica y apoyo en tareas clave; operadores (Oper.), responsables del manejo de la maquinaria especializada, como camiones cisterna o compactadores; y peones (P.), que realizan labores auxiliares para asegurar la correcta distribución del agua y la preparación del terreno.

Esta distribución de funciones permite optimizar en la preparación de la subrasante mediante el adecuado control de humedad.

Tabla 10

## Cuadrilla

ID	Actividad	Nombre Completo	Rol
01	Humedecimiento	RUIZ DIAS MIGUEL	Cap.
02	Humedecimiento	ZOLANO QUISPE YON	Ofi.
03	Humedecimiento	MAYTA QUISPE ALEXANDER	Ofi.
04	Humedecimiento	FERNÁN QUIROZ ADAN	Oper.
05	Humedecimiento	SOTO YUPA MARCO	Oper.
06	Humedecimiento	YUPA SURCO ANTONIO	P.
07	Humedecimiento	SALAS MEDINA GROBER	P.

## Resultado de la muestra (carta balance)

El resultado de la muestra mediante la carta balance es un análisis cuantitativo y gráfico que permite evaluar la eficiencia y productividad de una cuadrilla en la ejecución de una partida específica, en este caso, humedecimiento en la subrasante.

Este resultado se obtiene tras la observación y registro de actividades realizadas por los obreros durante un periodo determinado, clasificándolas en trabajo productivo, contributivo y no contributivo.

Tabla 11

## Resultados obtenidos con la carta balance en aceros

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	5	4	3	5	24	16	23
2	5	4	3	5	24	16	23
3	5	4	3	5	24	16	23
4	5	4	3	5	24	16	23
5	21	4	3	3	24	16	1
6	21	4	3	3	15	16	1
7	21	4	11	3	15	16	1
8	21	4	11	3	15	16	1
9	21	4	11	3	15	5	1
10	5	4	11	3	15	5	1
11	5	4	11	3	15	5	1
12	5	4	3	3	16	5	17
13	5	22	3	3	16	5	17
14	5	22	3	5	16	5	17
15	5	22	3	5	16	5	17
16	5	22	3	5	16	5	17

17	5	17	3	5	2	5	17
18	5	17	23	18	2	1	17
19	5	17	23	18	2	1	17
20	5	17	23	18	2	1	17
21	5	17	23	18	2	1	1
22	5	17	3	18	2	1	1
23	5	21	3	18	2	1	1
24	5	21	3	18	2	1	1
25	5	3	3	18	13	1	1
26	5	3	3	21	13	22	1
27	5	3	3	21	13	22	1
28	5	3	3	22	13	22	1
29	12	3	3	22	13	22	23
30	12	3	3	23	13	22	23

La tabla presentada muestra los resultados obtenidos con la carta balance en la preparación de terreno, registrando la actividad de cada obrero en intervalos de tiempo de un minuto durante un periodo de 30 minutos. Los valores asignados a cada trabajador reflejan el tipo de tarea realizada en cada momento, diferenciándose mediante una escala de colores: verde para trabajos productivos, azul para actividades contributivas y rojo para labores no contributivas. Este registro permite analizar la eficiencia laboral en función del tiempo dedicado a cada categoría.

**Tabla 12**

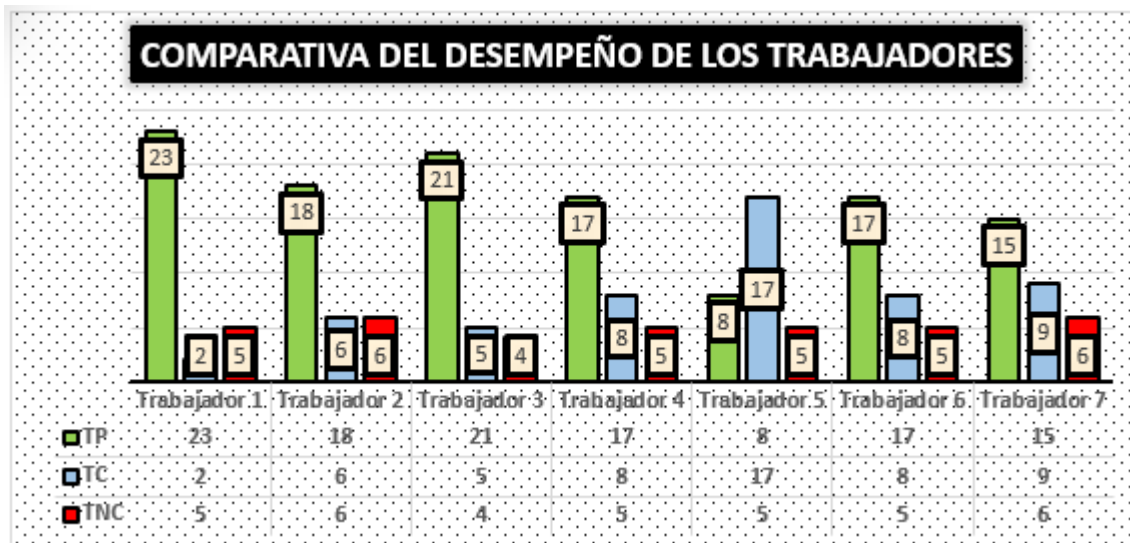
*Cantidad de labores realizadas durante la partida*

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
<b>TP</b>	23	18	21	17	8	17	15
<b>TC</b>	2	6	5	8	17	8	9
<b>TNC</b>	5	6	4	5	5	5	6

Para siete trabajadores. Se observa que el TP presenta la mayor cantidad de registros en cada trabajador, lo que indica un enfoque significativo. El TC varía entre los trabajadores, con algunos mostrando mayor participación en actividades de apoyo, como la coordinación y preparación del área. Por otro lado, el TNC se mantiene relativamente constante, reflejando tiempos de inactividad o actividades no productivas que podrían optimizarse para mejorar la eficiencia del equipo. Esta información es clave para evaluar la productividad y ajustar la distribución de tareas en futuras ejecuciones.

**Figura 9**

*Labores realizadas durante la partida*



Para cada uno de los siete trabajadores evaluados. Se evidencia que el TP es la categoría predominante en todos los trabajadores, reflejando una alta eficiencia en la ejecución de las labores esenciales. Sin embargo, la presencia de TC varía, siendo más elevada en algunos trabajadores, lo que indica una mayor dedicación a tareas de apoyo. El TNC se mantiene en niveles moderados pero constantes, lo que sugiere la necesidad de optimizar tiempos de espera y reducir actividades no productivas. Este análisis permite identificar oportunidades de mejora en la asignación de funciones para maximizar la productividad del equipo.

**Tabla 13**

*Valores porcentuales con respecto a la carta balance*

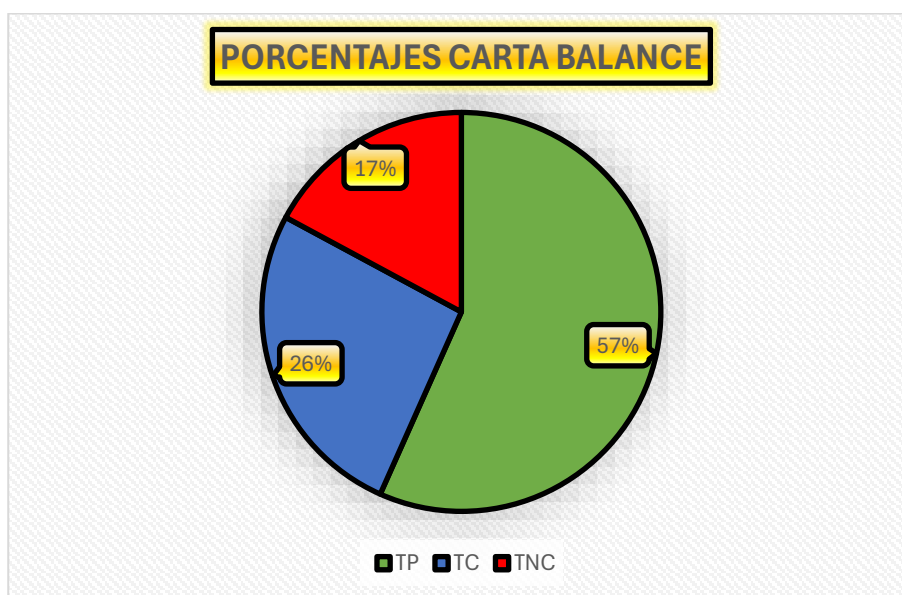
	%
TP	56.67%
TC	26.19%
TNC	17.14%

El Trabajo Productivo (TP) representa un 56.67%, lo que indica que más de la mitad del tiempo de la cuadrilla se invirtió en actividades directamente relacionadas con la ejecución de la tarea. Por otro lado, el Trabajo Contributivo (TC) abarca un 26.19%, englobando tareas de apoyo necesarias para el desarrollo del proceso. Finalmente, el Trabajo No

Contributivo (TNC) alcanza un 17.14%, evidenciando tiempos improductivos. Este análisis proporciona una visión clara sobre la gestión del tiempo y permite la toma de decisiones estratégicas para aumentar la productividad a futuro.

**Figura 10**

*% registrados en el escenario global*



La gráfica de pastel representa la distribución porcentual de tres categorías de trabajo, permitiendo visualizar de manera clara la proporción que cada una ocupa dentro del total. Se observa una distribución relativamente equilibrada entre las categorías, con una ligera predominancia de una de ellas. Los segmentos están diferenciados por colores y etiquetados con sus respectivos porcentajes.

#### 4.1.2.3 Valores de trabajos productivos (control de espesores)

Los valores de trabajos productivos (control de espesores) corresponden a la medición y verificación de la uniformidad del espesor de la subrasante y subbase durante su ejecución. Este control garantiza que las capas cumplan con los requisitos del diseño y especificaciones técnicas, asegurando una compactación adecuada y una base óptima para las siguientes etapas del pavimento.

Tabla 14

*Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas*

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Medición de espesores en puntos estratégicos
2	Verificación de la uniformidad de la capa compactada
3	Ajuste y corrección de niveles según especificaciones
4	Compactación adicional en zonas con espesor deficiente
5	Registro de datos y elaboración de reportes de control
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
11	Preparación del área para medición
12	Marcado de puntos de control de espesores
13	Coordinación con el equipo de topografía
14	Calibración de instrumentos de medición (reglas, niveles, penetrómetros)
15	Instalación de señalización para evitar interferencias en el control
16	Transporte de herramientas y equipos de medición
17	Comunicación con el equipo de compactación para ajustes en obra
18	Revisión de especificaciones técnicas antes de la medición
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
21	Repetición de mediciones por errores o falta de precisión
22	Esperas por disponibilidad de equipos o personal
23	Distracciones ajenas a la actividad (uso del celular, conversaciones prolongadas)
24	Desplazamientos innecesarios fuera del área de trabajo

### Distribución de los obreros

La distribución de los obreros en una obra es el proceso de asignación de trabajadores a distintas tareas según sus roles, habilidades y la naturaleza de la actividad a ejecutar. Una adecuada distribución garantiza la optimización del rendimiento laboral, minimizando tiempos muertos y asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad en el proyecto. Esta organización se basa en una jerarquía que puede incluir capataces, oficiales, operadores y peones, cada uno con funciones específicas que contribuyen a la eficiencia del proceso constructivo. En el caso de actividades como el control de espesores, la distribución del personal debe considerarse. Además, una correcta planificación en la asignación de tareas reduce el trabajo no contributivo y mejora la productividad general.

**Tabla 15**

*Cuadrilla*

ID	Actividad	Nombre Completo	Rol
01	Espesores	RUIZ DIAS MIGUEL	Cap.
02	Espesores	ZOLANO QUISPE YON	Ofi.
03	Espesores	MAYTA QUISPE ALEXANDER	Ofi.
04	Espesores	FERNÁN QUIROZ ADAN	Oper.
05	Espesores	SOTO YUPA MARCO	Oper.
06	Espesores	YUPA SURCO ANTONIO	P.
07	Espesores	SALAS MEDINA GROBER	P.

**Resultado de la muestra (carta balance)**

**Tabla 16**

*Resultados obtenidos con la carta balance en control de espesores*

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	24	5	1	21	22	5	1
2	24	5	1	21	22	5	1
3	4	5	1	21	22	5	1
4	4	5	1	21	22	18	1
5	4	5	18	21	15	18	1
6	4	5	18	21	15	18	1
7	4	5	18	5	15	18	1
8	4	22	18	5	15	18	17
9	4	22	18	5	15	18	17
10	21	22	18	5	15	21	17
11	21	22	18	5	15	21	17
12	21	15	23	5	3	21	17
13	15	15	23	5	3	21	17
14	15	15	23	2	3	21	17
15	15	15	23	5	3	5	17
16	15	15	23	5	3	5	24
17	4	15	1	5	3	5	24
18	4	15	1	5	3	5	24
19	4	15	1	5	3	5	24
20	1	15	1	12	3	5	24
21	4	5	1	12	3	5	21
22	4	5	1	12	3	16	1
23	15	5	1	12	3	16	1
24	15	5	1	12	3	16	1
25	15	5	16	5	3	16	1
26	15	5	16	5	12	16	1
27	15	13	16	5	3	16	1
28	15	13	16	5	3	16	1
29	15	13	1	5	3	5	1
30	15	13	3	5	22	5	1

Se observa que la mayor parte del tiempo se dedica a labores productivas, aunque hay períodos con tiempos no contributivos que podrían optimizarse. Este análisis permite identificar patrones de desempeño y oportunidades de mejora en la eficiencia laboral.

**Tabla 17**

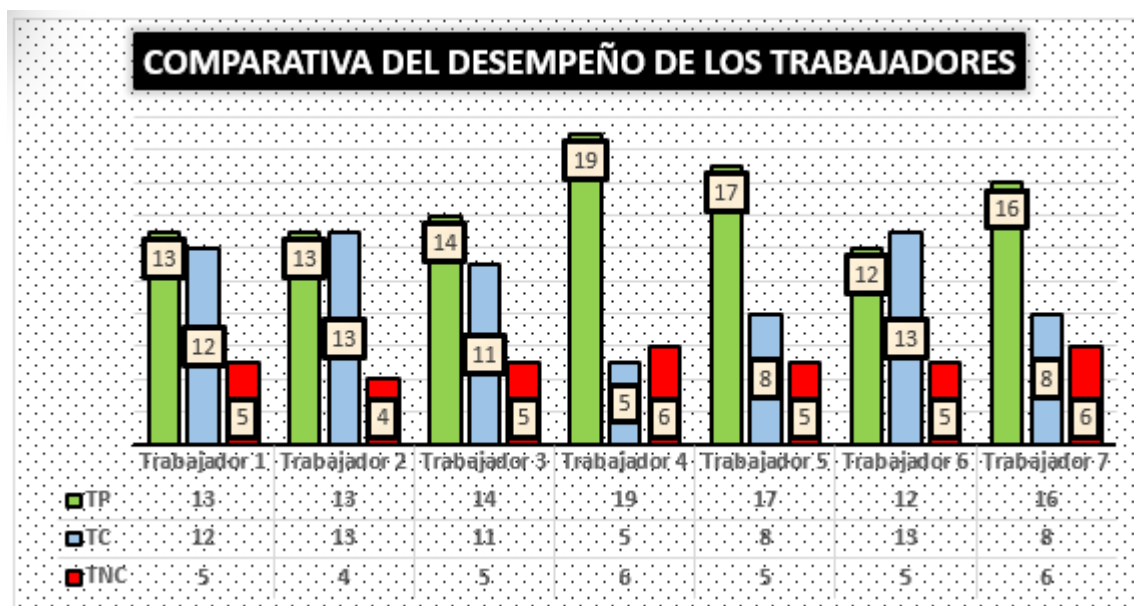
*Cantidad de labores realizadas durante la partida*

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
<b>TP</b>	13	13	14	19	17	12	16
<b>TC</b>	12	13	11	5	8	13	8
<b>TNC</b>	5	4	5	6	5	5	6

La tabla presenta la cantidad de labores realizadas durante la partida, desglosadas por trabajador y clasificadas. Se observa que los valores de TP varían entre los trabajadores, con un rango de 13 a 19, indicando diferencias en el nivel de desempeño. El TC presenta fluctuaciones más notables, con algunos trabajadores realizando más actividades de apoyo que otros. El TNC se mantiene relativamente constante, con valores entre 4 y 6, lo que sugiere que hay tiempos improductivos que podrían reducirse.

**Figura 11**

*Labores realizadas durante la partida*



El gráfico muestra la comparativa del desempeño de los trabajadores durante la partida, dividiendo sus actividades. Se observa que el TP es la categoría predominante, con valores

que varían entre 13 y 19, reflejando una participación activa en las labores principales. El TC presenta fluctuaciones significativas, con algunos trabajadores dedicando más tiempo a tareas de apoyo. Por otro lado, el TNC se mantiene relativamente estable, oscilando entre 4 y 6, lo que indica oportunidades de optimización para reducir tiempos improductivos. Este análisis permite identificar oportunidades de mejora y una mejor distribución de tareas dentro del equipo.

**Tabla 18**

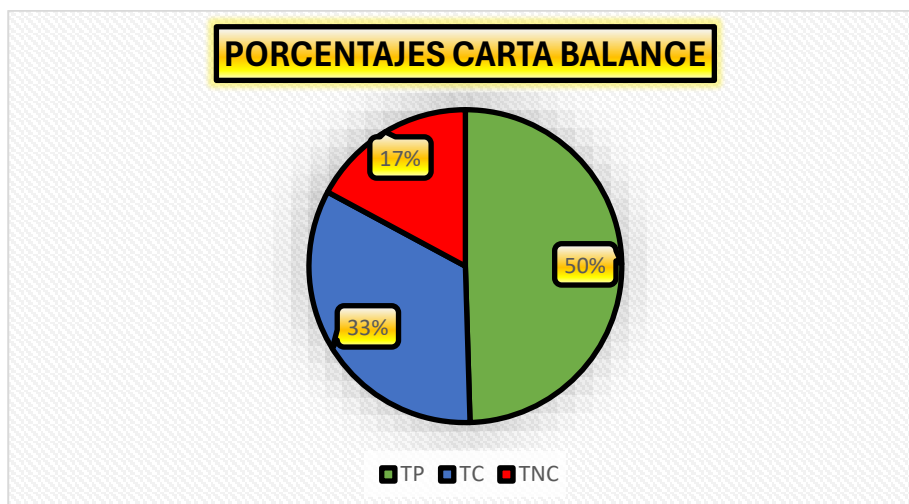
*Valores porcentuales con respecto a la carta balance*

Porcentajes	
TP	49.52%
TC	33.33%
TNC	17.14%

La tabla muestra los valores porcentuales obtenidos a partir de la carta balance, reflejando la distribución del tiempo. Se observa que el TP representa el 49.52%, indicando que casi la mitad del tiempo se invierte en actividades directamente relacionadas con la ejecución de la tarea. El TC alcanza el 33.33%, evidenciando una proporción significativa de tareas de apoyo necesarias para el desarrollo del trabajo. Finalmente, el TNC corresponde al 17.14%, lo que sugiere un margen de mejora en la reducción de tiempos improductivos para optimizar el rendimiento laboral.

**Figura 12**

*% registrados en el escenario global*



#### 4.1.2.4 Valores de trabajos productivos (partida ensayos de compactación)

Los valores de trabajos productivos en la partida de ensayos de compactación representan la cantidad de actividades directamente relacionadas con la verificación de la densidad y humedad óptima del suelo compactado. Estos valores incluyen tareas como la toma de muestras in situ, la realización de pruebas con densímetro nuclear o método de arena.

**Tabla 19**

*Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas*

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Toma de muestras de suelo para ensayo
2	Realización de prueba de densidad con densímetro nuclear
3	Ensayo de compactación con el método de arena
4	Registro y análisis de resultados de compactación
5	Verificación de cumplimiento con especificaciones técnicas
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
11	Preparación del área para el ensayo
12	Transporte y calibración de equipos de medición
13	Coordinación con el equipo de compactación
14	Limpieza y adecuación del terreno para el ensayo
15	Verificación previa de humedad del suelo
16	Comunicación con supervisores para toma de decisiones
17	Revisión y comparación con los estándares del proyecto
18	Registro fotográfico y documentación del proceso
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
21	Repetición de ensayos por errores en medición
22	Esperas por disponibilidad de equipos o personal
23	Uso del celular sin relación con la actividad
24	Desplazamientos innecesarios dentro de la obra

#### Distribución de los obreros

La distribución de los obreros es el proceso mediante el cual se asignan trabajadores a diferentes tareas dentro de una obra, considerando sus roles, habilidades y la naturaleza de la actividad a ejecutar. Esta organización es fundamental para optimizar el rendimiento de la cuadrilla, minimizando tiempos improductivos y asegurando que cada fase del trabajo se realice de manera eficiente. Una correcta distribución permite coordinar



de manera efectiva las funciones del capataz, oficiales, operadores y peones, garantizando que las actividades productivas se ejecuten sin interrupciones.

En el caso de los ensayos de compactación, la distribución de los obreros es clave para garantizar que las mediciones de densidad y humedad del suelo se realicen con precisión y sin retrasos. Se requiere una adecuada coordinación entre los responsables de la toma de muestras, el manejo de equipos como el densímetro nuclear o el método de arena, y los encargados de registrar y analizar los resultados. Una gestión eficiente del personal reduce el trabajo no contributivo, evitando tiempos de espera y retrabajos.

**Tabla 20**

*Cuadrilla*

ID	Actividad	Nombre Completo	Rol
01	Compactación	RUIZ DIAS MIGUEL	Cap.
02	Compactación	ZOLANO QUISPE YON	Ofi.
03	Compactación	MAYTA QUISPE ALEXANDER	Ofi.
04	Compactación	FERNÁN QUIROZ ADAN	Oper.
05	Compactación	SOTO YUPA MARCO	Oper.

La tabla presenta la cuadrilla asignada a la actividad de control de espesores, detallando los roles de cada trabajador. Se cuenta con un capataz (Cap.), encargado de la supervisión general; dos oficiales (Ofi.), responsables de la ejecución técnica y mediciones; y dos operadores (Oper.), quienes manejan los equipos necesarios para la verificación y ajuste de espesores. Esta distribución de personal permite un flujo de trabajo eficiente, asegurando que las mediciones y controles se realicen conforme a las especificaciones del proyecto.

**Resultado de la muestra (carta balance)**

Es un resumen gráfico o tabular que muestra los resultados obtenidos del análisis de una muestra de pavimento u otro material, comparando los valores medidos con los estándares establecidos. La "carta balance" permite visualizar si los parámetros evaluados (como densidad, humedad, etc.)

**Tabla 21**

*Resultados obtenidos con la carta balance en ensayos de compactación*

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	5	21	3	13	1		
2	5	21	3	13	1		
3	5	21	3	13	1		
4	5	4	3	13	1		
5	5	4	24	13	1		
6	17	4	24	13	1		
7	17	4	24	13	18		
8	17	4	23	2	18		
9	17	4	23	2	18		
10	17	4	23	2	17		
11	17	4	3	24	17		
12	24	4	3	2	17		
13	24	4	3	2	16		
14	24	4	3	2	16		
15	24	4	3	2	16		
16	5	4	3	2	1		
17	5	4	3	2	1		
18	5	14	3	2	1		
19	5	14	3	11	1		
20	1	15	23	11	3		
21	5	15	23	11	16		
22	5	15	23	11	16		
23	5	15	3	11	16		
24	22	4	3	11	22		
25	22	4	3	5	21		
26	5	4	3	5	21		
27	5	17	3	5	21		
28	6	17	18	21	21		
29	6	17	18	21	1		
30	5	17	18	21	1		

El cuadro presenta las diversas tendencias en el rendimiento de los trabajadores a lo largo del periodo de 30 minutos evaluado. Asimismo, se pueden identificar los progresos individuales de cada integrante del equipo, reflejando su evolución y desempeño.

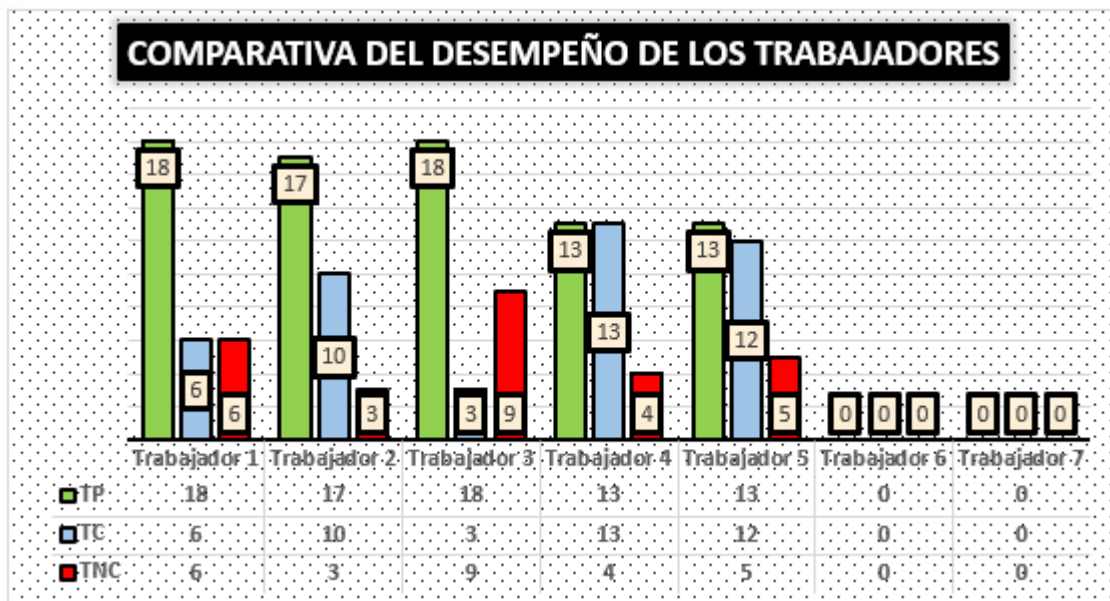
**Tabla 22**

*Cantidad de labores realizadas durante la partida*

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
TP	18	17	18	13	13	0	0
TC	6	10	3	13	12	0	0
TNC	6	3	9	4	5	0	0

**Figura 13**

*Labores realizadas durante la partida*



El gráfico muestra una evaluación comparativa del desempeño de distintos trabajadores, reflejando la distribución de actividades en tres categorías. Se observa una tendencia en la que predominan las tareas productivas, seguidas por las contributivas y, en menor medida, las no contributivas. La variabilidad en los valores indica diferencias en la asignación y ejecución de responsabilidades entre los trabajadores. Además, algunos presentan un equilibrio entre las tres categorías, mientras que otros destacan por una mayor dedicación a actividades específicas. La representación visual con barras de distintos colores facilita la interpretación de los datos y permite identificar patrones de eficiencia dentro del equipo.

**Tabla 23**

*Valores porcentuales con respecto a la carta balance*

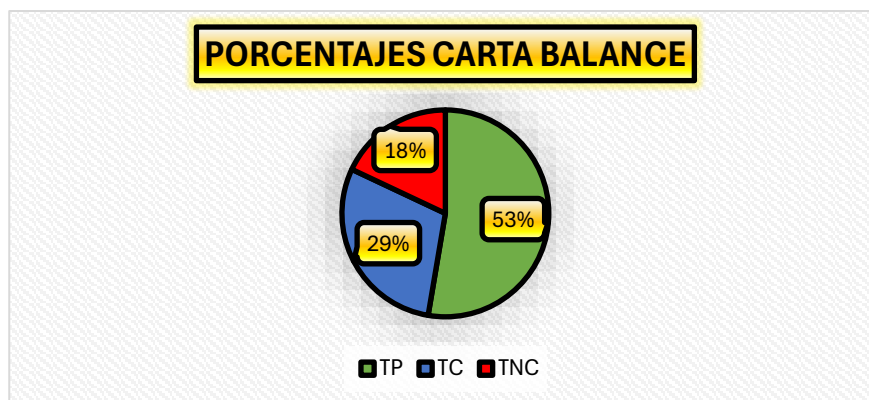
Porcentajes	
TP	52.67%
TC	29.33%
TNC	18.20%

Se observa un equilibrio entre dos de estas categorías, con valores muy cercanos entre sí, mientras que la tercera muestra una participación ligeramente menor. Esta distribución

permite analizar la proporción de tiempo dedicado a cada tipo de tarea, proporcionando una visión clara sobre la eficiencia y balance del trabajo realizado.

**Figura 14**

*% registrados en el escenario global*



La gráfica de pastel representa la distribución porcentual de tres categorías de trabajo, permitiendo visualizar de manera clara la proporción que cada una ocupa dentro del total. Se observa una distribución relativamente equilibrada entre las categorías, con una ligera predominancia de una de ellas. Los segmentos están diferenciados por colores y etiquetados con sus respectivos porcentajes, lo que facilita la interpretación y el análisis de la información presentada.

### 4.1.3 Aplicación de la carta balance en las partidas de subrasante

#### 4.1.3.1 Valores de trabajos productivos (limpieza y desbroce de terreno)

**Tabla 24**

*Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas*

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Corte y retiro de vegetación y maleza
2	Eliminación de escombros y residuos en la zona de trabajo
3	Desbroce manual y mecánico del terreno
4	Nivelación preliminar de la superficie
5	Acarreo y disposición final del material retirado
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Inspección y delimitación del área a limpiar
12	Coordinación del equipo y asignación de tareas
13	Revisión de condiciones del terreno antes de la limpieza
14	Transporte y distribución de herramientas y equipos

15	Comunicación con operadores de maquinaria
16	Instalación de señalización y medidas de seguridad
17	Retiro y almacenamiento temporal de material aprovechable
18	Registro fotográfico y documentación del proceso
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>	
21	Retrabajos por limpieza incompleta
22	Esperas por disponibilidad de maquinaria o herramientas
23	Distracciones ajenas a la actividad
24	Desplazamientos innecesarios fuera del área de trabajo

La tabla muestra la clasificación de actividades en la partida de Limpieza y Desbroce de Terreno, dividiéndolas. Se destacan cinco actividades productivas esenciales, como el retiro de vegetación, eliminación de escombros y nivelación preliminar. Las tareas contributivas incluyen inspecciones, coordinación del equipo y medidas de seguridad, facilitando el desarrollo de la actividad principal. Finalmente, se identifican actividades no contributivas como retrabajos, esperas y distracciones, cuya reducción permitiría mejorar la eficiencia del proceso.

### Distribución de los obreros

**Tabla 25**

*Cuadrilla*

ID	Actividad	Nombre Completo	Rol
01	LIMPIEZA	RUIZ DIAS MIGUEL	Cap.
02	LIMPIEZA	ZOLANO QUISPE YON	Ofi.
03	LIMPIEZA	MAYTA QUISPE ALEXANDER	Ofi.
04	LIMPIEZA	FERNÁN QUIROZ ADAN	Oper.
05	LIMPIEZA	SOTO YUPA MARCO	Oper.
06	LIMPIEZA	YUPA SURCO ANTONIO	P.
07	LIMPIEZA	SALAS MEDINA GROBER	P.

### Resultado de la muestra (carta balance)

El resultado de la muestra (carta balance) representa el análisis cuantitativo y cualitativo de la eficiencia laboral dentro de un proceso constructivo, basado en la distribución del tiempo de trabajo de los obreros en actividades productivas, contributivas y no contributivas. A partir de esta evaluación, se identifican los porcentajes de desempeño

en cada categoría, lo que permite visualizar patrones de productividad, detectar posibles deficiencias y proponer mejoras en la gestión de los recursos humanos. Este resultado es esencial para la optimización del rendimiento en la obra, ya que proporciona información clave para la toma de decisiones enfocadas en reducir tiempos improductivos y aumentar la eficiencia operativa del proyecto.

**Tabla 26**

*Resultados obtenidos con la carta balance en limpieza y desbroce*

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	24	16	23	5	4	3	5
2	24	16	23	5	4	3	5
3	24	16	23	5	4	3	5
4	24	16	23	5	4	3	5
5	24	16	1	21	4	3	3
6	15	16	1	21	4	3	3
7	15	16	1	21	4	11	3
8	15	16	1	21	4	11	3
9	15	5	1	21	4	11	3
10	15	5	1	5	4	11	3
11	15	5	1	5	4	11	3
12	16	5	17	5	4	3	3
13	16	5	17	5	22	3	3
14	16	5	17	5	22	3	5
15	16	5	17	5	22	3	5
16	16	5	17	5	22	3	5
17	2	5	17	5	17	3	5
18	2	1	17	5	17	23	18
19	2	1	17	5	17	23	18
20	2	1	17	5	17	23	18
21	2	1	1	5	17	23	18
22	2	1	1	5	17	3	18
23	2	1	1	5	21	3	18
24	2	1	1	5	21	3	18
25	13	1	1	5	3	3	18
26	13	22	1	5	3	3	21
27	13	22	1	5	3	3	21
28	13	22	1	5	3	3	22
29	13	22	23	12	3	3	22
30	13	22	23	12	3	3	23

La tabla presentada muestra los resultados obtenidos con la carta balance en la preparación de terreno, registrando la actividad de cada obrero en intervalos de tiempo de un minuto durante un periodo de 30 minutos. Los valores asignados a cada trabajador reflejan el tipo de tarea realizada en cada momento, diferenciándose mediante una escala

de colores: verde para trabajos productivos, azul para actividades contributivas y rojo para labores no contributivas. Este registro permite analizar la eficiencia laboral en función del tiempo dedicado a cada categoría, facilitando la identificación de pérdidas de tiempo y oportunidades de mejora en la distribución de tareas.

**Tabla 27**

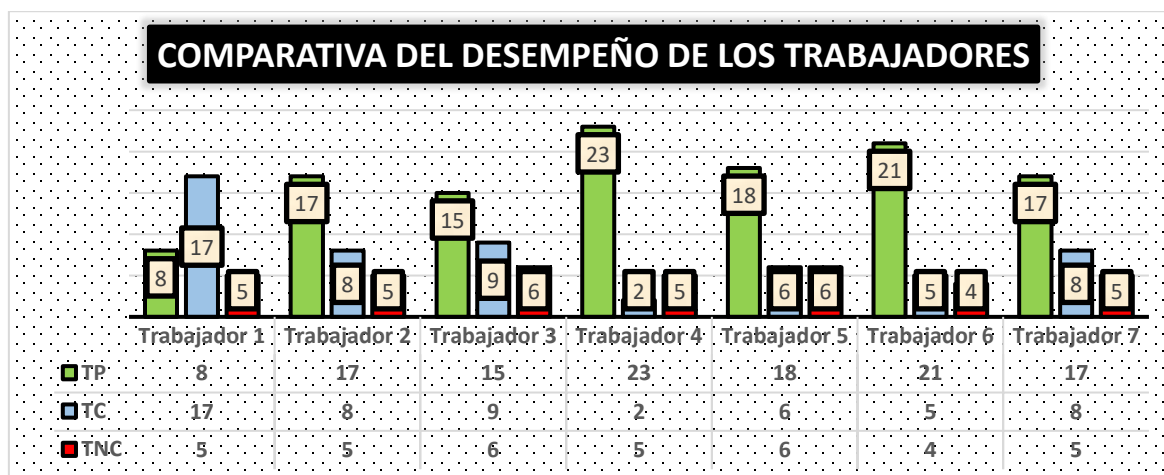
*Cantidad de labores realizadas durante la partida*

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
<b>TP</b>	8	17	15	23	18	21	17
<b>TC</b>	17	8	9	2	6	5	8
<b>TNC</b>	5	5	6	5	6	4	5

La tabla presenta la cantidad de labores realizadas por cada trabajador durante la partida, clasificadas. Se observa que el trabajador 5 tuvo la mayor cantidad de tareas productivas (19), mientras que el trabajador 4 registró el mayor número de actividades contributivas (14). En contraste, los trabajadores 2, 3 y 4 presentan los valores más altos en tareas no contributivas (8 cada uno). Estos datos permiten evaluar la distribución del trabajo y la eficiencia del equipo en la obra.

**Figura 15**

*Labores realizadas durante la partida*



Se observa que el trabajador 5 tuvo el mayor rendimiento en TP (19), mientras que el trabajador 4 lideró en TC (14). En cuanto a las actividades no contributivas, los trabajadores

2 y 3 registraron los valores más altos (8 cada uno). Esta visualización permite identificar la distribución del esfuerzo y las oportunidades de mejora en la eficiencia laboral.

**Tabla 28**

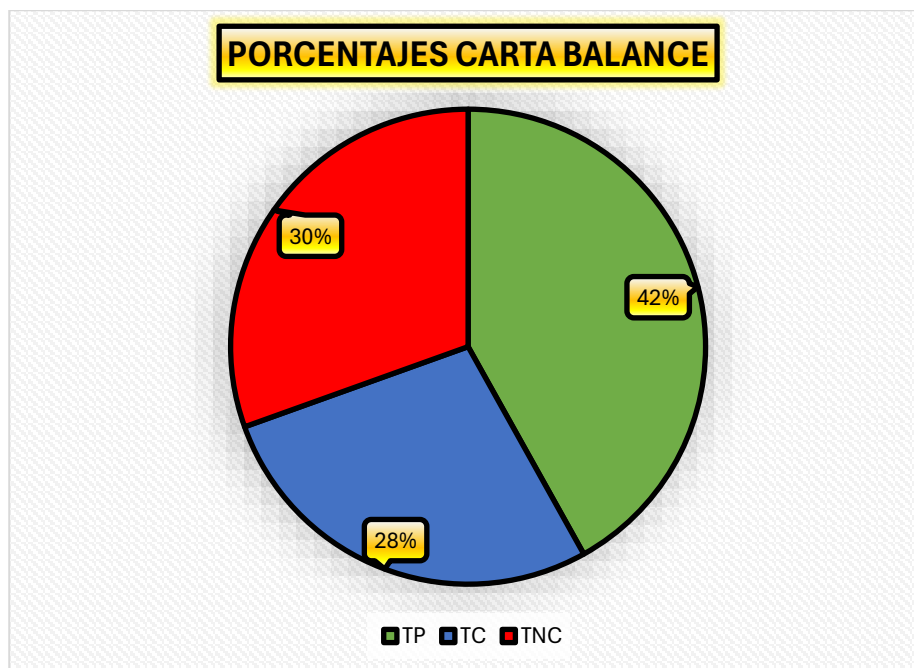
*Valores porcentuales con respecto a la carta balance*

Porcentajes	
TP	56.67%
TC	26.19%
TNC	17.14%

La tabla refleja la distribución porcentual del tiempo de trabajo según la carta balance, diferenciando entre. Se evidencia que más de la mitad del tiempo se invierte en actividades directamente relacionadas con la ejecución del trabajo, mientras que un porcentaje menor se destina a tareas de apoyo. Sin embargo, el tiempo no contributivo aún representa una fracción significativa, lo que indica oportunidades.

**Figura 16**

*% registrados en el escenario global*



La gráfica de pastel representa la distribución porcentual de tres categorías de trabajo, permitiendo visualizar de manera clara la proporción que cada una ocupa dentro del total. Se observa una distribución relativamente equilibrada entre las categorías, con una ligera predominancia de una de ellas. Los segmentos están diferenciados por colores y etiquetados con sus respectivos porcentajes.

#### 4.1.3.2 Valores de trabajos productivos (Excavación y nivelación de terreno)

Los valores de trabajos productivos en la excavación y nivelación de terreno representan la cantidad de actividades efectivamente ejecutadas dentro de esta partida, enfocadas en la remoción de material, conformación del terreno y ajuste de cotas según las especificaciones del proyecto. Estos valores reflejan la eficiencia en el uso de maquinaria y mano de obra, permitiendo evaluar el rendimiento y detectar posibles mejoras en la planificación y ejecución para optimizar tiempos y recursos en la obra.

**Tabla 29**

*Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas*

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Excavación del terreno según los niveles de diseño
2	Retiro y acarreo de material excavado
3	Perfilado y nivelación de la superficie
4	Compactación del terreno excavado
5	Verificación de cotas y espesores con equipo topográfico
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
11	Marcado y delimitación del área de excavación
12	Coordinación del tráfico de maquinaria y camiones
13	Control de humedad en el material excavado
14	Transporte y distribución de herramientas y equipos
15	Comunicación con el equipo topográfico para ajustes de nivelación
16	Instalación de señalización de seguridad en la zona de trabajo
17	Revisión de especificaciones técnicas antes de la excavación
18	Registro fotográfico y documentación del proceso
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
21	Retrabajos por excavación fuera de especificaciones



<b>22</b>	Esperas por disponibilidad de maquinaria o equipo de medición
<b>23</b>	Distracciones ajenas a la actividad
<b>24</b>	Desplazamientos sin función específica dentro del área de trabajo

### Distribución de los obreros

La distribución de los obreros se refiere a la organización estratégica del personal en una obra con la finalidad de potenciar la eficiencia y garantizar una ejecución eficiente de las actividades programadas. Esta planificación implica asignar a cada trabajador una función específica de acuerdo con sus habilidades, experiencia y la demanda de la tarea, asegurando un equilibrio en la carga laboral para evitar tiempos muertos o sobrecarga en determinadas áreas. Una correcta distribución permite coordinar el trabajo de manera fluida, minimizando interrupciones y perfeccionando el desempeño de la edificación.

Además, la distribución de los obreros está directamente relacionada con la gestión del tiempo y los recursos, ya que una asignación eficiente reduce desperdicios y mejora el flujo de trabajo en cada partida constructiva. Factores como el tipo de actividad, el equipo disponible, las condiciones del terreno y la seguridad en el sitio influyen en la manera en que se distribuye al personal. Una distribución adecuada facilita la supervisión de las labores, agiliza la toma de decisiones en campo y contribuye al cumplimiento de los plazos establecidos en la planificación del proyecto.

**Tabla 30**

*Cuadrilla*

ID	Actividad	Nombre Completo	Rol
<b>01</b>	Excavación	RUIZ DIAS MIGUEL	Cap.
<b>02</b>	Excavación	ZOLANO QUISPE YON	Ofi.
<b>03</b>	Excavación	MAYTA QUISPE ALEXANDER	Ofi.
<b>04</b>	Excavación	FERNÁN QUIROZ ADAN	Oper.
<b>05</b>	Excavación	SOTO YUPA MARCO	Oper.
<b>06</b>	Excavación	YUPA SURCO ANTONIO	P.
<b>07</b>	Excavación	SALAS MEDINA GROBER	P.

### Resultado de la muestra (carta balance)

A partir de esta evaluación, se identifican los porcentajes de desempeño en cada categoría, lo que permite visualizar patrones de productividad, detectar posibles deficiencias y proponer mejoras en la gestión de los recursos humanos. Este resultado es esencial para la optimización del rendimiento en la obra, ya que proporciona información clave para la toma de decisiones enfocadas en reducir tiempos improductivos y aumentar la eficiencia operativa del proyecto.

**Tabla 31**

*Resultados obtenidos con la carta balance en la partida de excavación*

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3	1	21	3	3	5	24
2	3	1	21	3	3	5	24
3	3	11	21	3	3	5	24
4	3	11	21	3	3	5	24
5	3	11	15	3	3	3	24
6	3	17	15	3	3	3	15
7	3	17	15	3	11	3	15
8	22	17	15	16	11	3	15
9	22	17	15	16	11	3	15
10	22	17	15	16	11	3	15
11	22	17	2	16	11	3	15
12	22	1	2	16	3	3	16
13	15	1	2	17	3	3	16
14	12	1	2	17	3	5	16
15	12	22	2	17	3	5	16
16	12	22	2	17	3	5	16
17	12	22	2	17	3	5	2
18	12	22	2	3	23	18	2
19	12	1	16	3	23	18	2
20	16	1	16	3	23	18	2
21	16	1	16	3	23	18	2
22	16	1	16	3	3	18	2
23	21	1	16	21	3	18	2
24	21	18	16	21	3	18	2
25	21	18	24	21	3	18	13
26	4	18	24	21	3	21	13
27	2	18	24	21	3	21	13
28	4	23	18	14	3	22	13
29	4	23	18	3	3	22	13
30	4	18	18	3	3	23	13

La tabla presentada muestra los resultados obtenidos con la carta balance en la preparación de terreno, registrando la actividad de cada obrero en intervalos de tiempo de

un minuto durante un periodo de 30 minutos. Los valores asignados a cada trabajador reflejan el tipo de tarea realizada en cada momento, diferenciándose mediante una escala de colores: verde para trabajos productivos, azul para actividades contributivas y rojo para labores no contributivas. Este registro permite analizar la eficiencia laboral en función del tiempo dedicado a cada categoría.

**Tabla 32**

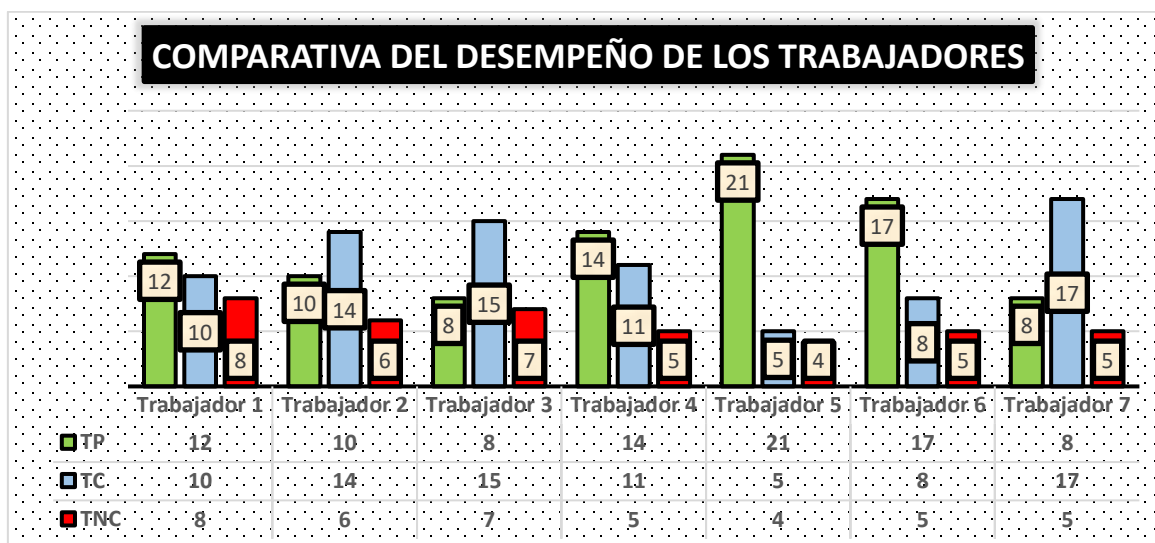
*Cantidad de labores realizadas durante la partida*

RESULTADOS:	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	Trabajador 5	Trabajador 6	Trabajador 7
TP	12	10	8	14	21	17	8
TC	10	14	15	11	5	8	17
TNC	8	6	7	5	4	5	5

La tabla muestra la cantidad de labores realizadas durante la partida, clasificando el trabajo de siete trabajadores. Se observa que el TP varía entre los trabajadores, con valores más altos en algunos, reflejando diferencias en el rendimiento individual. El TC también presenta variaciones, con algunos trabajadores dedicando más tiempo a tareas de apoyo. Por otro lado, el TNC mantiene valores relativamente estables, indicando la presencia de tiempos improductivos que podrían reducirse. Este análisis permite identificar áreas de mejora para optimizar la eficiencia en la ejecución de la partida.

**Figura 17**

*Labores realizadas durante la partida*



El gráfico muestra una comparativa del desempeño de los trabajadores durante la partida, clasificando las actividades. Se evidencia que algunos trabajadores tienen una mayor participación en TP, destacando el trabajador 5 con el valor más alto (21), mientras que otros presentan un equilibrio entre TC y TP. El TNC mantiene valores relativamente constantes entre los trabajadores, lo que indica una presencia de tiempos improductivos que podrían optimizarse. Este análisis permite visualizar el rendimiento individual y detectar oportunidades de mejora en la distribución de tareas para aumentar la eficiencia en la ejecución del trabajo.

**Tabla 33**

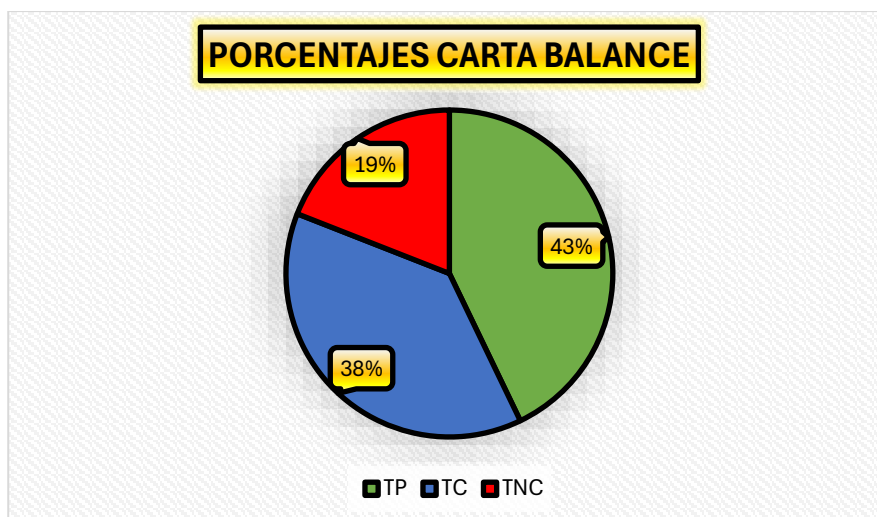
*Valores porcentuales con respecto a la carta balance*

Porcentajes	
TP	42.86%
TC	38.10%
TNC	19.05%

La tabla presenta los valores porcentuales obtenidos. Se observa que, aunque el TP es la categoría dominante, el TC representa una proporción significativa, lo que indica que una parte considerable del tiempo se destina a actividades de apoyo. El TNC, aunque menor, sigue representando casi una quinta parte del tiempo total, lo que señala una oportunidad de mejora para optimizar la eficiencia operativa y reducir tiempos improductivos.

**Figura 18**

*% registrados en el escenario global*



#### 4.1.3.3 Valores de trabajos productivos (corte y relleno)

Tabla 34

*Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas*

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Excavación y corte del terreno según niveles de diseño
2	Retiro y disposición del material excedente
3	Transporte y distribución del material de relleno
4	Extendido y compactación del material en capas
5	Verificación de niveles y espesores después del relleno
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
11	Marcado y delimitación del área de corte y relleno
12	Coordinación del tráfico de maquinaria y camiones
13	Control de humedad en el material de relleno
14	Transporte y distribución de herramientas y equipos
15	Comunicación con el equipo topográfico para ajustes de nivelación
16	Instalación de señalización de seguridad en la zona de trabajo
17	Revisión de especificaciones técnicas antes de la ejecución
18	Registro fotográfico y documentación del proceso
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
21	trabajos por corte o relleno fuera de especificaciones
22	Esperas por disponibilidad de maquinaria o equipo de medición
23	Distracciones ajenas a la actividad
24	Desplazamientos sin función específica dentro del área de trabajo

#### Distribución de los obreros

La distribución de los obreros se refiere a la organización estratégica del personal en una obra con la finalidad de potenciar la eficiencia y garantizar una ejecución eficiente de las actividades programadas. Esta planificación implica asignar a cada trabajador una función específica de acuerdo con sus habilidades, experiencia y la demanda de la tarea, asegurando un equilibrio en la carga laboral para evitar tiempos muertos o sobrecarga en determinadas áreas. Una correcta distribución permite coordinar el trabajo de manera fluida, minimizando interrupciones y perfeccionando el desempeño de la edificación.

Además, la distribución de los obreros está directamente relacionada con la gestión del tiempo y los recursos, ya que una asignación eficiente reduce desperdicios y mejora el

flujo de trabajo en cada partida constructiva. Factores como el tipo de actividad, el equipo disponible, las condiciones del terreno y la seguridad en el sitio influyen en la manera en que se distribuye al personal. Una distribución adecuada facilita la supervisión de las labores, agiliza la toma de decisiones en campo y contribuye al cumplimiento de los plazos establecidos en la planificación del proyecto.

**Tabla 35***Cuadrilla*

ID	Actividad	Nombre Completo	Rol
01	CORTE	RUIZ DIAS MIGUEL	Cap.
02	CORTE	ZOLANO QUISPE YON	Ofi.
03	CORTE	MAYTA QUISPE ALEXANDER	Ofi.
04	CORTE	FERNÁN QUIROZ ADAN	Oper.
05	CORTE	SOTO YUPA MARCO	Oper.
06	CORTE	YUPA SURCO ANTONIO	P.
07	CORTE	SALAS MEDINA GROBER	P.

**Resultado de la muestra (carta balance)**

El resultado de la muestra (carta balance) representa el análisis cuantitativo y cualitativo de la eficiencia laboral dentro de un proceso constructivo, basado en la distribución del tiempo de trabajo de los obreros en actividades productivas, contributivas y no contributivas. A partir de esta evaluación, se identifican los porcentajes de desempeño en cada categoría, lo que permite visualizar patrones de productividad, detectar posibles deficiencias y proponer mejoras en la gestión de los recursos humanos. Este resultado es esencial para la optimización del rendimiento en la obra, ya que proporciona información clave para la toma de decisiones enfocadas en reducir tiempos improductivos y aumentar la eficiencia operativa del proyecto.

Tabla 36

*Resultados obtenidos con la carta balance en la partida de corte y relleno*

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	14	3	5	24	4	3	23
2	14	3	5	24	4	3	23
3	14	3	5	24	4	3	23
4	14	3	5	24	4	3	23
5	14	3	3	24	4	3	1
6	14	3	3	15	13	3	1
7	14	3	3	15	12	3	1
8	14	18	3	15	12	22	1
9	23	18	3	15	12	22	1
10	14	18	3	15	12	22	1
11	14	18	3	15	11	22	1
12	14	18	3	16	11	22	17
13	14	18	3	16	4	15	17
14	22	18	5	16	4	12	17
15	22	15	5	16	4	12	17
16	22	15	5	16	4	12	17
17	2	15	5	2	4	12	17
18	2	15	18	2	21	12	17
19	2	15	18	2	21	12	17
20	2	22	18	2	21	16	17
21	23	22	18	2	21	16	1
22	23	22	18	2	5	16	1
23	15	22	18	2	5	21	1
24	15	23	18	2	5	21	1
25	15	23	18	13	12	21	1
26	15	2	21	13	12	4	1
27	21	2	21	13	24	2	1
28	21	2	22	13	24	4	1
29	21	2	22	13	24	4	23
30	21	2	23	13	24	4	23

La tabla presentada muestra los resultados obtenidos con la carta balance en la partida de corte y relleno, registrando la actividad de cada obrero en intervalos de tiempo de un minuto durante un periodo de 30 minutos. Los valores asignados a cada trabajador reflejan el tipo de tarea realizada en cada momento, diferenciándose mediante una escala de colores: verde para trabajos productivos, azul para actividades contributivas y rojo para labores no contributivas. Este registro permite analizar la eficiencia laboral en función del tiempo dedicado a cada categoría, facilitando la identificación de pérdidas de tiempo y oportunidades de mejora en la distribución de tareas.

**Tabla 37**

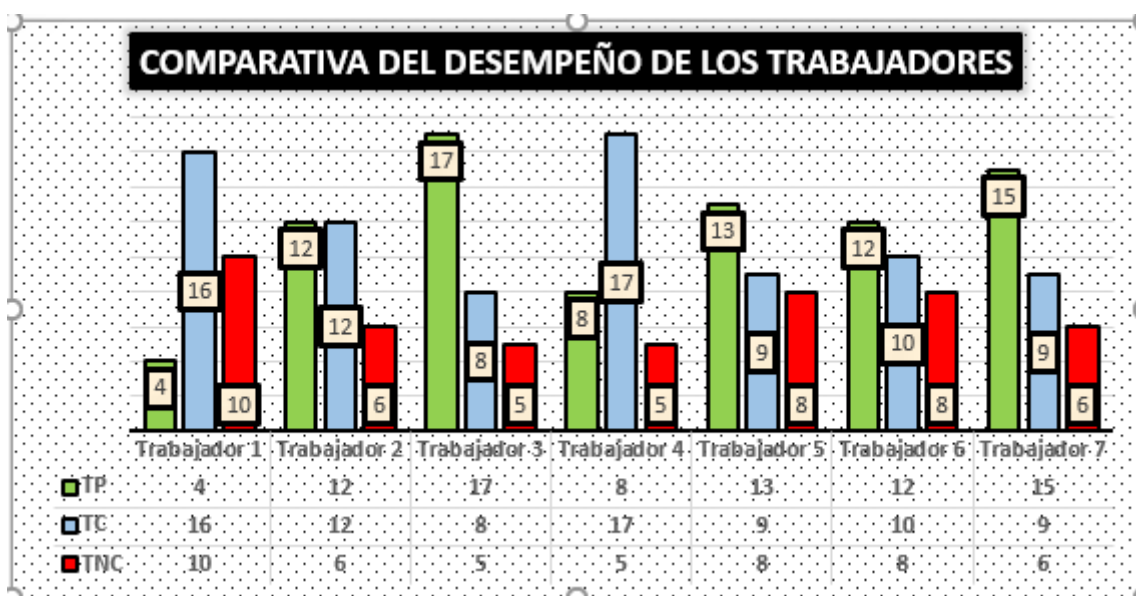
*Cantidad de labores realizadas durante la partida*

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
<b>TP</b>	4	12	17	8	13	12	15
<b>TC</b>	16	12	8	17	9	10	9
<b>TNC</b>	10	6	5	5	8	8	6

La tabla presenta la cantidad de labores realizadas por cada trabajador durante la partida, clasificadas . Se observa que el trabajador 5 tuvo la mayor cantidad de tareas productivas (19), mientras que el trabajador 4 registró el mayor número de actividades contributivas (14). En contraste, los trabajadores 2, 3 y 4 presentan los valores más altos en tareas no contributivas (8 cada uno). Estos datos permiten evaluar la distribución del trabajo y la eficiencia del equipo en la obra.

**Figura 19**

*Labores realizadas durante la partida*



El gráfico muestra una comparativa del desempeño de los trabajadores en la ejecución de la partida, diferenciando las actividades. Se observa que el TP varía significativamente entre los trabajadores, con algunos desempeñando una mayor cantidad de actividades productivas en comparación con otros. El TC presenta fluctuaciones, reflejando el tiempo

destinado a labores de apoyo. Por otro lado, el TNC se mantiene con valores considerables en algunos trabajadores, lo que indica la presencia de tiempos inactivos que podrían optimizarse para mejorar la eficiencia general del equipo.

**Tabla 38**

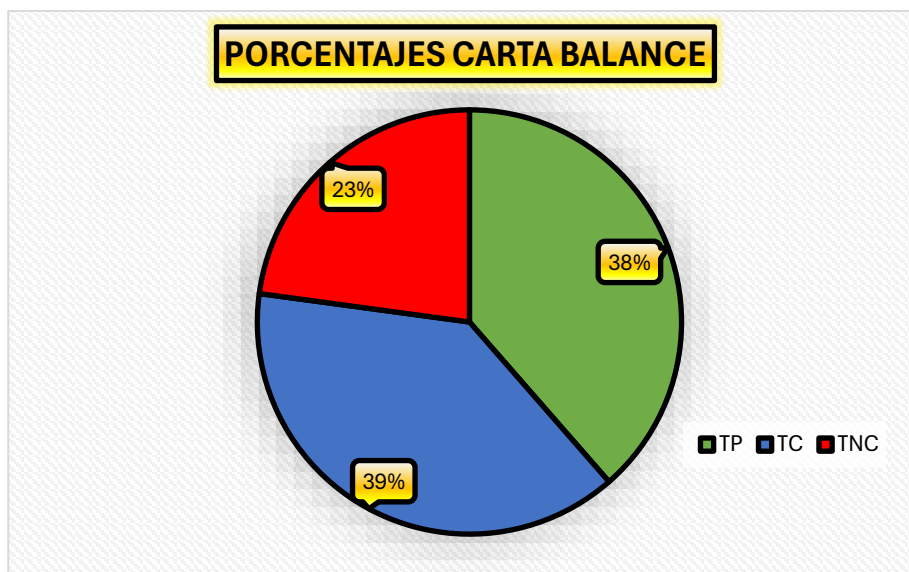
*Valores porcentuales con respecto a la carta balance*

Porcentajes	
TP	38.57%
TC	38.57%
TNC	22.86%

La tabla presenta los valores porcentuales obtenidos en la carta balance, reflejando la distribución del tiempo de trabajo en Trabajo Productivo (TP) 38.57%, Trabajo Contributivo (TC) 38.57% y Trabajo No Contributivo (TNC) 22.86%. Se observa un equilibrio entre TP y TC, lo que indica que una parte considerable del tiempo se destina a tareas de apoyo. Sin embargo, el TNC representa más de una quinta parte del tiempo total, lo que sugiere una oportunidad para optimizar la eficiencia y reducir tiempos improductivos.

**Figura 20**

*% registrados en el escenario global*



#### 4.1.3.4 Valores de trabajos productivos (compactación de subrasante)

Los valores de trabajos productivos en la compactación de subrasante representan la cantidad de actividades efectivamente realizadas para lograr la densificación y estabilidad del terreno. Estos incluyen la distribución del material, control de humedad, pases de compactación con equipo adecuado y verificación de densidad. Su análisis permite evaluar la eficiencia del proceso, asegurando que la subrasante cumpla con las especificaciones técnicas para una base resistente y duradera en la obra.

**Tabla 39**

*Trabajos elaborados durante la ejecución de partidas*

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Extendido del material en la subrasante
2	Humedecimiento para alcanzar la humedad óptima
3	Compactación con rodillo vibratorio o liso
4	Control de densidad con pruebas in situ
5	Verificación de niveles y espesores tras la compactación
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
11	Inspección del área antes de la compactación
12	Coordinación del tránsito de maquinaria y equipos
13	Distribución y ajuste de la humedad en el material
14	Revisión y calibración de equipos de compactación
15	Instalación de señalización en la zona de trabajo
16	Comunicación con el equipo topográfico para ajustes
17	Registro de datos y reportes de densidad alcanzada
18	Revisión de especificaciones técnicas y plan de compactación
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
21	Retrabajos por compactación insuficiente o excesiva
22	Esperas por disponibilidad de maquinaria o equipo de medición
23	Distracciones ajenas a la actividad (uso del celular, conversaciones innecesarias)
24	Desplazamientos sin función específica dentro del área de trabajo

#### Distribución de los obreros

La distribución de los obreros se refiere a la organización estratégica del personal en una obra con la finalidad de potenciar la eficiencia y garantizar una ejecución eficiente de las actividades programadas. Esta planificación implica asignar a cada trabajador una función

específica de acuerdo con sus habilidades, experiencia y la demanda de la tarea, asegurando un equilibrio en la carga laboral para evitar tiempos muertos o sobrecarga en determinadas áreas. Una correcta distribución permite coordinar el trabajo de manera fluida, minimizando interrupciones y perfeccionando el desempeño de la edificación.

**Tabla 40**

*Cuadrilla*

ID	Actividad	Nombre Completo	Rol
01	Compactación	RUIZ DIAS MIGUEL	Cap.
02	Compactación	ZOLANO QUISPE YON	Ofi.
03	Compactación	MAYTA QUISPE ALEXANDER	Ofi.
04	Compactación	FERNÁN QUIROZ ADAN	Oper.
05	Compactación	SOTO YUPA MARCO	Oper.
06	Compactación	YUPA SURCO ANTONIO	P.
07	Compactación	SALAS MEDINA GROBER	P.

### Resultado de la muestra (carta balance)

**Tabla 41**

*Resultados obtenidos con la carta balance en la partida de compactación*

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	22	2	1	3	11	3	4
2	22	2	1	3	11	3	4
3	22	2	1	3	11	3	4
4	22	2	1	24	11	3	4
5	22	17	3	3	11	3	1
6	22	17	1	3	11	3	23
7	5	17	12	3	15	3	23
8	5	17	12	3	15	22	23
9	23	17	12	3	15	22	23
10	5	17	12	3	15	22	23
11	5	21	12	3	15	22	23
12	5	21	14	3	22	22	4
13	5	21	14	18	22	15	4
14	5	21	14	18	22	12	4
15	5	2	24	18	22	12	4
16	5	2	24	18	22	12	4
17	18	2	24	13	22	12	4
18	14	2	24	13	3	12	4
19	14	2	24	13	3	12	18
20	14	2	24	13	3	16	18
21	14	2	24	13	3	16	18



22	14	2	1	22	3	16	17
23	14	2	1	22	3	21	17
24	14	23	1	22	3	21	17
25	5	2	1	22	12	21	17
26	5	2	1	22	3	4	17
27	5	2	1	3	3	2	17
28	5	2	1	3	3	4	17
29	5	2	1	3	3	4	4
30	5	2	1	13	12	4	4

La tabla presentada muestra los resultados obtenidos con la carta balance en la compactación de terreno, registrando la actividad de cada obrero en intervalos de tiempo de un minuto durante un periodo de 30 minutos. Los valores asignados a cada trabajador reflejan el tipo de tarea realizada en cada momento, diferenciándose mediante una escala de colores: verde para trabajos productivos, azul para actividades contributivas y rojo para labores no contributivas. Este registro permite analizar la eficiencia laboral en función del tiempo dedicado a cada categoría, facilitando la identificación de pérdidas de tiempo y oportunidades de mejora en la distribución de tareas.

**Tabla 42**

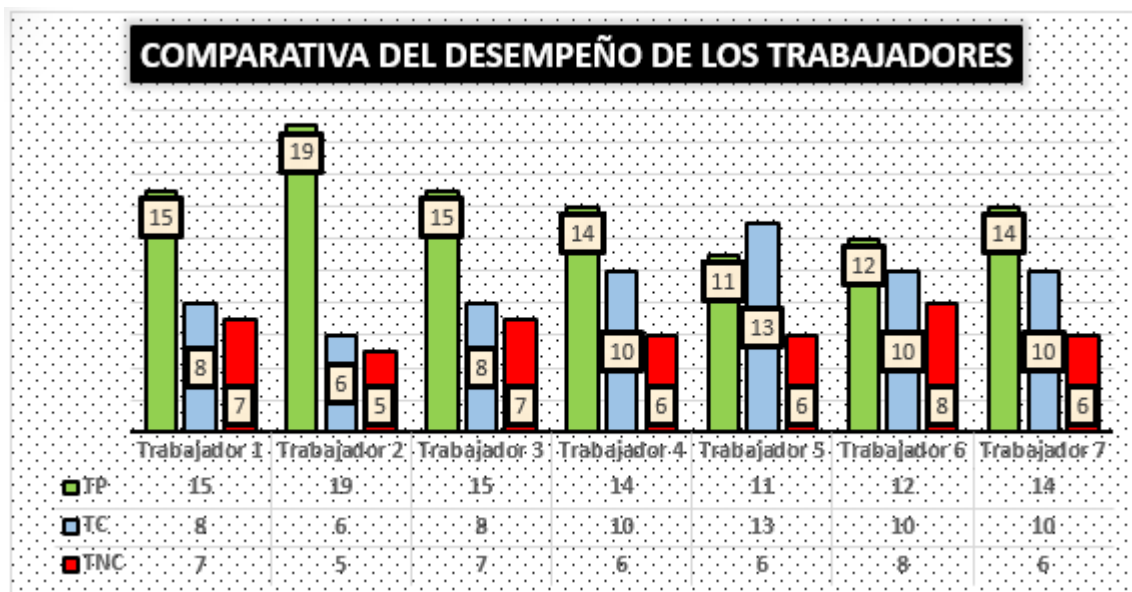
*Cantidad de labores realizadas durante la partida*

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
<b>TP</b>	15	19	15	14	11	12	14
<b>TC</b>	8	6	8	10	13	10	10
<b>TNC</b>	7	5	7	6	6	8	6

La tabla muestra la cantidad de labores realizadas durante la partida, distribuidas entre Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributivo (TC) y Trabajo No Contributivo (TNC) para cada trabajador. Se observa que el TP presenta los valores más altos, reflejando un enfoque predominante en actividades esenciales. El TC varía entre los trabajadores, indicando diferencias en el tiempo dedicado a tareas de apoyo. Por otro lado, el TNC mantiene valores relativamente estables, lo que sugiere la necesidad de optimizar tiempos improductivos para mejorar la eficiencia operativa.

**Figura 21**

*Labores realizadas durante la partida*



El gráfico presenta la comparativa del desempeño de los trabajadores en la ejecución de la partida, clasificando las actividades. Se observa que el TP es el predominante en todos los trabajadores, con variaciones entre ellos, destacando el trabajador 2 con el valor más alto (19). El TC muestra diferencias en la cantidad de tareas de apoyo realizadas, mientras que el TNC se mantiene relativamente estable en todos los casos.

**Tabla 43**

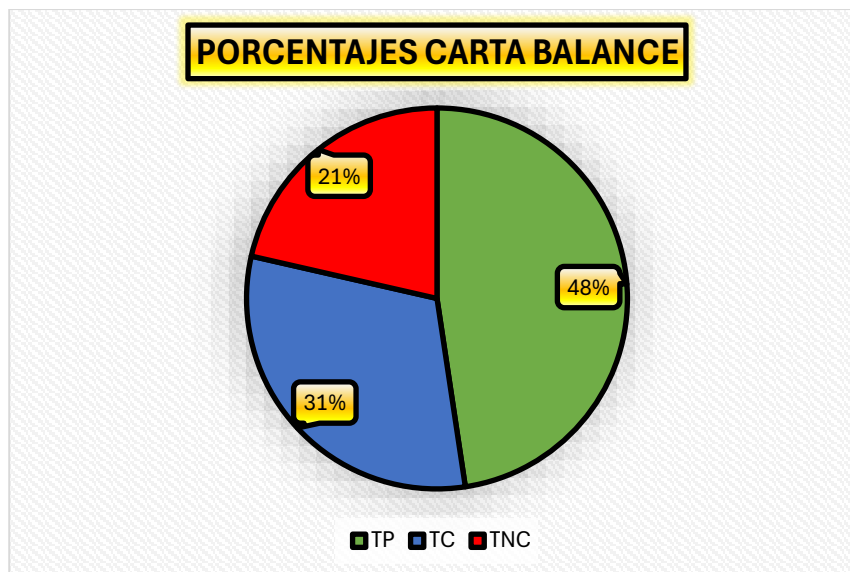
*Valores porcentuales con respecto a la carta balance*

Porcentajes	
TP	47.62%
TC	30.95%
TNC	21.43%

La tabla muestra los valores porcentuales. Se observa que casi la mitad del tiempo se destina a actividades productivas, mientras que el TC representa una porción considerable del tiempo total. El TNC aún es significativo, lo que sugiere la necesidad de optimizar tiempos improductivos para mejorar la eficiencia en la ejecución del trabajo.

**Figura 22**

% registrados en el escenario global



#### 4.1.4 Comparativa de los valores actuales con los anteriores a la carta balance

**Tabla 44**

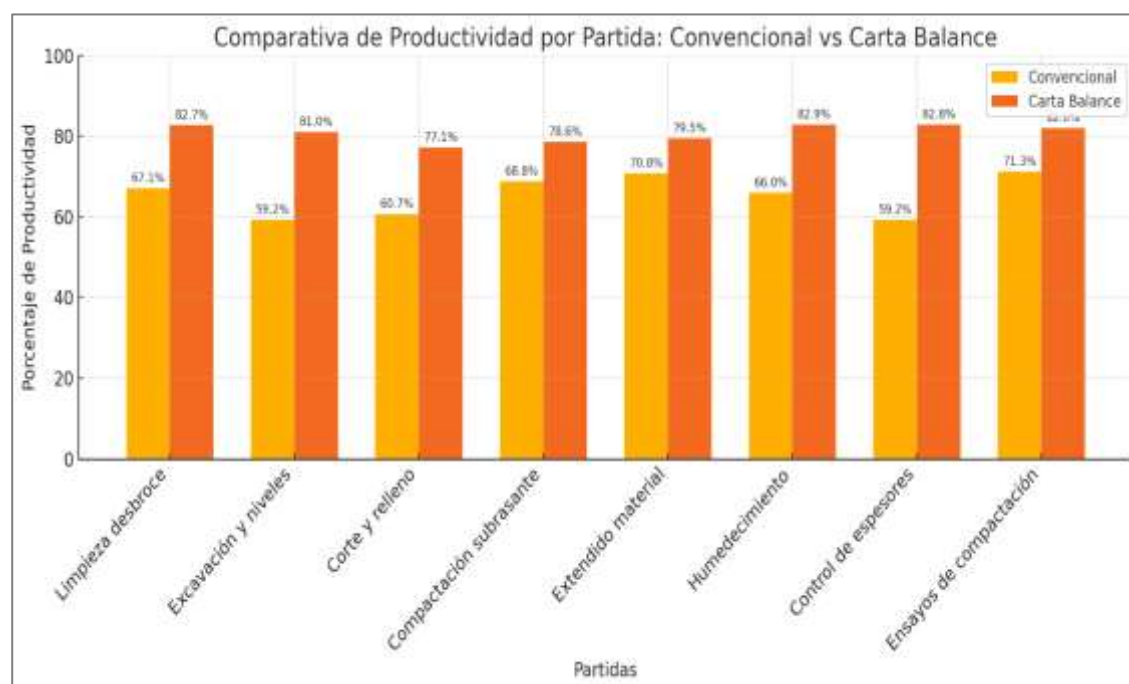
Comparativa de producción entre los trabajos convencionales y con carta balance

Comparativa del cumplimiento de las obras realizadas				
Subrasante	Nivel de productividad	Nivel de incumpliendo	Nivel de productividad con carta balance	Nivel de incumpliendo con carta balance
Limpieza desbroce de material	67.12%	32.88%	82.67%	17.33%
Excavación y niveles del terreno	59.25%	40.75%	80.96%	19.04%
Corte y relleno	60.74%	39.26%	77.14%	22.86%
Compactación de subrasante	68.85%	31.15%	78.57%	21.43%
<b>Total</b>	<b>63.99%</b>	<b>36.01%</b>	<b>79.84%</b>	<b>20.17%</b>
<b>Subbase</b>				
Extendido de material	70.75%	29.25%	79.52%	20.48%
Humedecimiento	65.96%	34.04%	82.86%	17.14%
Control de espesores	59.25%	40.75%	82.85%	17.15%
Ensayos de compactación	71.26%	28.74%	82.00%	18.00%
<b>Total</b>	<b>66.81%</b>	<b>33.20%</b>	<b>81.81%</b>	<b>18.19%</b>

La tabla muestra una comparativa de producción entre los trabajos convencionales y los realizados con la carta balance, dividiendo el análisis en partidas de subrasante y subbase. Se presentan los niveles de productividad e incumplimiento antes y después de aplicar la metodología de carta balance. En la subrasante, se observa que el nivel de productividad inicial varía entre 59.25% y 68.85%, mientras que con la carta balance se incrementa, alcanzando hasta 82.86% en algunas partidas. En la subbase, el comportamiento es similar, con mejoras notables en productividad tras la implementación del control, pasando de un 66.81% total a un 81.81%, reduciendo los tiempos improductivos y el nivel de incumplimiento de 33.20% a 18.19%. Estos resultados evidencian que la aplicación de la carta balance contribuye a una ejecución más eficiente, optimizando tiempos y reduciendo el incumplimiento en cada una de las partidas evaluadas.

**Figura 23**

*Porcentajes de la comparativa de la limpieza de terreno*



La gráfica comparativa presenta el análisis del porcentaje de productividad en distintas partidas relacionadas con la ejecución de subrasante y subbase, comparando dos enfoques de trabajo: el método convencional y la aplicación de carta balance. En ella se



pueden visualizar los valores de productividad antes y después de implementar esta metodología, con barras en naranja claro representando el trabajo convencional y naranja oscuro para el trabajo optimizado con carta balance.

Se observa un incremento significativo en la productividad en todas las partidas al aplicar la carta balance. Por ejemplo, en la partida de "Excavación y niveles", la productividad con el método convencional es del 59.2%, mientras que con la carta balance aumenta hasta 81.0%, reflejando una optimización en la ejecución de las actividades. Un comportamiento similar se evidencia en la partida de "Corte y relleno", donde el rendimiento pasa de 60.7% a 77.1%, y en "Compactación de subrasante", que incrementa de 68.8% a 78.6%, lo que indica una mejora en la eficiencia del proceso constructivo.

En la subbase, se puede notar un comportamiento similar. La partida de "Humedecimiento", que inicialmente presenta un 66.0% de productividad, incrementa su rendimiento a 82.9% con la carta balance, evidenciando una mejor organización del recurso humano y uso eficiente de los equipos. En "Control de espesores", el desempeño pasa de 59.2% a 82.8%, lo que refleja una optimización en la supervisión y medición del espesor de la capa compactada. Finalmente, en "Ensayos de compactación", donde la productividad ya era relativamente alta con el 71.3%, se logra un incremento hasta el 82.0%, consolidando la carta balance como una herramienta efectiva para mejorar los procesos de control de calidad.

Las etiquetas sobre cada barra permiten una lectura precisa de los valores, facilitando la identificación de mejoras en cada partida. Además, el gráfico deja en evidencia que, aunque algunas actividades presentaban un nivel aceptable de productividad bajo el método convencional, la implementación de la carta balance permite maximizar el rendimiento operativo y minimizar tiempos improductivos. En términos generales, la optimización lograda con la carta balance permite un mejor uso de los recursos, mayor planificación del trabajo y una ejecución más eficiente de las partidas, asegurando que la producción en obra sea más efectiva y con menos desperdicio de tiempo.

## 4.2 Discusión de resultados

Uno de los hallazgos más relevantes es la diferencia en los niveles de productividad antes y después de aplicar la carta balance. En el caso de la subrasante, la partida de excavación y nivelación pasó de 59.2% a 81.0%, lo que indica que la reorganización de tareas y el control del tiempo de trabajo permitieron una ejecución más efectiva. De igual forma, en la subbase, el humedecimiento incrementó su productividad de 66.0% a 82.9%, lo que sugiere una mejor coordinación entre la dotación de agua y los ciclos de compactación. Según Martínez y Rojas (2022), el uso de herramientas de control del rendimiento en obra es esencial para minimizar retrasos y garantizar la continuidad de los procesos.

La implementación de la carta balance ha demostrado su impacto positivo en la reducción de retrabajos y tiempos muertos. En actividades como el control de espesores, la productividad mejoró de 59.2% a 82.8%, evidenciando que una planificación adecuada del personal y la asignación oportuna de tareas contribuyen a optimizar los recursos disponibles. En línea con estos resultados, investigaciones previas han indicado que la falta de supervisión directa y la mala distribución de la cuadrilla de trabajo son causas recurrentes de bajos niveles de productividad en proyectos de construcción (Gómez & Torres, 2021).

Asimismo, la carta balance permitió reducir el tiempo dedicado a actividades no contributivas, como esperas por maquinaria, desplazamientos innecesarios o tiempos muertos entre tareas. En varias partidas, el TNC superaba el 20% bajo el método convencional, mientras que, con la implementación de la carta balance, este porcentaje se redujo a menos del 18% en promedio. Esta reducción coincide con los estudios de Pérez et al. (2023), quienes afirman que la disminución de tiempos improductivos en obra puede generar ahorros de hasta un 15% en costos operativos, mejorando la eficiencia general del proyecto.



Otro aspecto clave es la mejora en la gestión de recursos y equipos. En partidas como compactación de subrasante, la optimización de los ciclos de trabajo permitió que la productividad pasara de 68.8% a 78.6%, asegurando un mejor aprovechamiento de la maquinaria y reduciendo los tiempos de espera. Según estudios previos, la integración de metodologías de balanceo de trabajo contribuye a una mejor planificación operativa, permitiendo una ejecución más fluida y con menor interferencia entre actividades (López & Castro, 2020).



## CONCLUSIONES

**General**, la productividad promedio de la subrasante y subbase mejoró notablemente, con incrementos destacados en actividades clave como excavación, nivelación del terreno y control de espesores. La reducción en los niveles de incumplimiento, junto con el aumento de la eficiencia operativa, confirma que una correcta planificación, redistribución del trabajo y optimización del tiempo de trabajo son esenciales para mejorar los rendimientos en la construcción de pavimentos. En general, la implementación de la carta balance resultó en un aumento promedio del 17% en la productividad global, lo que resalta la efectividad de esta herramienta para optimizar los recursos, reducir los tiempos improductivos y mejorar la gestión laboral en proyectos de pavimentación.

**Primera**, la productividad promedio de la mano de obra en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel varía según la actividad realizada. En la subrasante, la productividad promedio sin intervenciones adicionales fue del 63.99%, mientras que en la subbase fue del 66.81%. Se identificó que las partidas con menor rendimiento fueron excavación y niveles del terreno (59.25%) y control de espesores (59.25%), lo que indica la necesidad de mejorar la gestión del tiempo y los recursos en estas actividades.

**Segunda**, la aplicación de la carta balance en la partida de subrasante permitió reducir el nivel de incumplimiento del 36.01% al 20.17%, optimizando el tiempo de trabajo y minimizando actividades no contributivas. Partidas específicas como excavación y nivelación del terreno incrementaron su productividad de 59.25% a 80.96%, evidenciando que la redistribución del trabajo mejora la eficiencia operativa y reduce los retrasos en la ejecución.

**Tercera**, en la conformación de la subbase granular, la implementación de la carta balance redujo el nivel de incumplimiento del 33.20% al 18.19%, optimizando el desempeño de la



cuadrilla en tareas clave como control de espesores, que incrementó su productividad del 59.25% al 82.85%. Esto confirma que la correcta planificación de actividades y la gestión del tiempo influyen directamente en el rendimiento del personal en esta fase del pavimento.

**Cuarta**, la comparación entre el método tradicional y la aplicación de la carta balance refleja una mejora promedio del 17% en la productividad global de la mano de obra. El trabajo productivo (TP) aumentó, mientras que el trabajo no contributivo (TNC) disminuyó en todas las partidas evaluadas. En subrasante, la compactación del terreno incrementó su productividad de 68.85% a 78.57%, mientras que, en subbase, el humedecimiento pasó de 65.96% a 82.86%, demostrando que la optimización del flujo de trabajo mejora la eficiencia en la ejecución de la obra.



## RECOMENDACIONES

**Primera**, como recomendación general, se sugiere implementar la carta balance de manera sistemática en todas las etapas de los proyectos de pavimentación, especialmente en la conformación de subrasante y subbase, para continuar mejorando la productividad de la mano de obra.

**Segunda**, para mejorar la productividad promedio de la mano de obra en la conformación de partidas de subrasante y subbase, se recomienda implementar una planificación más detallada de los tiempos de ejecución, capacitar al personal en técnicas de optimización del trabajo y mejorar la supervisión en partidas con menor rendimiento, como excavación y control de espesores.

**Tercera**, para aumentar la eficiencia en la subrasante, se sugiere reforzar el control y seguimiento de actividades con herramientas de gestión del tiempo, reducir los tiempos de espera mediante una mejor coordinación de maquinaria y personal, y optimizar los procedimientos de excavación y nivelación del terreno para minimizar retrabajos.

**Cuarta**, en la subbase granular, se recomienda fortalecer el monitoreo del cumplimiento de las actividades mediante inspecciones constantes, mejorar la planificación del uso de materiales y equipos, y establecer mecanismos de control más estrictos en tareas como el control de espesores, asegurando la correcta ejecución en cada fase del proceso.

**Quinta**, Para garantizar una mejor productividad comparando métodos tradicionales con carta balance, es recomendable seguir aplicando metodologías de optimización laboral, reducir actividades no contributivas con un monitoreo más efectivo del personal, y fomentar el uso de herramientas de balance de trabajo en futuros proyectos, con el fin de incrementar la eficiencia y reducir costos operativos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu Aisheh, Y. I., Tayeh, B. A., Alaloul, W. S., & Almalki, A. (2022). Health and safety improvement in construction projects: A lean construction approach. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(4), 1981-1993. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1942648>
- Angeles Ulloa, J. A., & Prudencio Jimenez, Y. C. (2022). Evaluación de propiedades físicas mecánicas del adobe estabilizado con solución porcentual de ceniza de carrizo y confitillo, Cayasbamba, Yungay, Ancash. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105678>
- Arbulu Davila, D. R. (2021). *Aplicación de la herramienta de cartas balance bajo un enfoque lean construction para mejorar la productividad en obra de la edificación paseo Pacasmayo en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4860>
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: La población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), Article 2. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i2.181>
- Bae, J.-W., & Kim, Y.-W. (2008). *Sustainable Value on Construction Projects and Lean Construction*. <https://doi.org/10.3992/jgb.3.1.156>
- Ballard, G., Tommelein, I., Koskela, L., & Howell, G. (2002). Lean construction tools and techniques. En *Design and Construction*. Routledge.
- Barboza, A. E. C., Monja, J. L. M., & Pérez, S. P. M. (2021). Comportamiento Térmico y Estructural del Concreto Expuesto a Altas Temperaturas: Una Revisión de la Literatura. *INVESTIGATIO*, 16, Article 16. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2021.16.7>
- Bardales, N. H. M., & Rojas, L. C. (2020). Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: Red de alcantarillado Av. Cieza De León – La



- Purísima. *Revista Científica Pakamuros*, 8(3), Article 3.  
<https://doi.org/10.37787/zmpxeg66>
- Botero, L. F. B. (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Universidad EAFIT.
- Buleje Revilla, K. E. (2013). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction*.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/1691>
- Calle Saldaña, E. E. (2023). *Análisis de la productividad en la Institución Educativa Santa Magdalena Sofía aplicando las herramientas carta balance y VSM en la ciudad de Chiclayo, 2021*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6253>
- Cano, C., Botero, S., & Rivera, R. (2017). *Evaluación del desempeño de lean construction*.  
<https://hdl.handle.net/10784/28442>
- Castañeda Segovia, G. (2024). Implementación de las cartas de balance para mejorar la productividad en la construcción de edificaciones multifamiliares, aplicado en el proyecto El Hara – La Victoria. *Universidad Nacional Federico Villarreal*.  
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/9979>
- Cruzado Ramos, L. F. (2019). *Evaluación de desempeño de sostenibilidad en proyectos de edificación, integrando la filosofía Lean Construction y la gestión sostenible usando el método Delphi*.  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14767>
- Dave, B., Koskela, Lauri, & Kiviniemi. (2020). *Implementing lean in construction: Lean construction and BIM [CIRIA Guide C725] | QUT ePrints*.  
<https://eprints.qut.edu.au/71034/>
- Delgado Dextre, M. A. (2023). *Mejora de productividad en ejecución de obra de movimiento de tierras para actividades de carguío y acarreo con carta balance*.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/6153>
- Díaz, H. P., Rivera, O. G. S., & Guerra, J. A. G. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: Una revisión actual*. 11(1).



- Garcés, G., Peña, C., Garcés, G., & Peña, C. (2023). Una revisión sobre Lean Construction para la Gestión de Proyectos de Construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 38(1), 43-60. <https://doi.org/10.7764/ric.00051.21>
- Gonzales Gaspar, S. S. (2024). Índice de productividad de la mano de obra a través de lean construction "carta balance" en la obra de la carretera Oyón – Ambo, departamento de Huánuco, año 2023. *Universidad de Huánuco*. <https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/20.500.14257/5198>
- Huamani Napa, D. J. (2024). *Utilización de la carta balance para mejorar la productividad en la construcción de las UBS de la Obra: "Rehabilitación del sistema de saneamiento básico de la localidad de Agua Dulce, distrito de Pilpichaca - provincia de Huaytará - departamento de Huancavelica afectada por el Fenómeno del Niño Costero"*. <https://hdl.handle.net/20.500.13028/6293>
- Johansen, E., & Walter, L. (2007). Lean Construction: Prospects for the German construction industry. *Lean Construction Journal*, 19-32. <https://doi.org/10.60164/87b3c5e5g>
- Li, S., Fang, Y., & Wu, X. (2020). A systematic review of lean construction in Mainland China. *Journal of Cleaner Production*, 257, 120581. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120581>
- Luque Gonzales, N. G. (2023). Determinación de la resistencia a la compresión en unidades de adobe tradicional y unidades de adobe estabilizado con plumas de pollo en el Distrito de Lampa. *Universidad Andina «Néstor Cáceres Velásquez»*. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/9297>
- Mamani Zela, T. R. (2021). *Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017—2019*. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4326>
- Meléndez Herrera, C. E., & Vega Mena, J. L. (2021). Aplicación de cartas balance en partidas incidentes para mejorar rendimientos en proyectos viales de la Región de



Tacna 2021. *Universidad Privada de Tacna.*

<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1784>

Mondragón Altamirano, P. (2017). Evaluación de los rendimientos de mano de obra en la pavimentación del jiron Miguel Grau, sector Fila Alta, provincia Jaén—Cajamarca.

*Universidad Nacional de Cajamarca.*

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1065>

Orihuela, P. (2017). *LEAN CONSTRUCTION EN EL PERÚ.*

Palero Santos, X. A. (2021). *Aplicación de herramientas lean: Kanban, carta balance y value stream mapping para la mejora de la productividad en el edificio multifamiliar, Cayma - Arequipa.*

Panche, B., & Cecilio, J. (2023). *Influencia de la implementación de cartas balance en el índice de productividad en las partidas de encofrado y concreto en la construcción del reservorio Crusmocco, Oropesa—2023.*

<https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1482>

Paucar, B., & Maribel, L. (2019). Incidencia del método línea de balance en la productividad de la mano de obra para proyectos de pavimentación urbana – Huancayo.

*Universidad Nacional del Centro del Perú.*

<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5266>

Pérez Apaza, J. D. (2020). Aplicación de las Herramientas Lean Construction para la mejora de la Planificación en la Ejecución de la Obra Creación del Coliseo Cultural Polideportivo de la Localidad de Putina, Provincia de San Antonio de Putina, Puno.

*Universidad Peruana Unión.*

<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3122>

Pérez Benito, C. E. (2019). Análisis del comportamiento sísmico de una edificación empleando diferentes sistemas estructurales – Lima 2019. *Repositorio Institucional*

- UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49046>

Pérez Gómez Martínez, G. J. F., Toro Botello, H. Y. del, & López Montelongo, A. M. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information



- modeling: Caso estudio. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 7(14), 110-121. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242765>
- Pizarro Mayhua, E. H. (2021). *Optimización de la Mano de Obra Utilizando la Carta Balance en la "Carretera Vecinal—Chiribamba a Incachaca—Castrovirreyna – Huancavelica"*.
- Pons Achell, J. F., & Rubio Pérez, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner® System*. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. <http://www.riarte.es/handle/20.500.12251/1064>
- Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). Lean Construction philosophy for the management of construction projects a current review. *Avances: Investigación en Ingeniería; Vol 11 No 1 (2014): Avances Investigación en Ingeniería; 32-53*. <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/15088>
- Quispe Calloapaza, J. L. (2024). *Evaluación de la productividad de mano de obra con la aplicación de la carta balance en obras de pavimentación de calles y veredas en la Provincia de Huancané 2024*. <https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4089>
- Quispe Castillo, D. (2015). Análisis comparativo del proceso constructivo y propuesta de mejora de productividad en las partidas de concreto y encofrado de muros anclados mediante cartas de balance de dos proyectos ubicados en el distrito de Miraflores. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/592409>
- Sarhan, J. G., Xia, B., Fawzia, S., & Karim, A. (2020). Lean construction implementation in the Saudi Arabian construction industry. *Construction Economics and Building*, 17(1), 46-69. <https://doi.org/10.3316/informit.763708036719779>
- Tala Flores, M. N. (2024). *Aplicación de carta de balance con metodología lean construction para optimización de la productividad en obra de saneamiento. Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/15419>



- Tapia Huertas, I. F. (2024). *Estudio de productividad mediante cartas balance de una obra de instalación de los sistemas de abastecimiento de agua potable en Lima Metropolitana, 2023*. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/28293>
- Torres De La Rosa, D. A., & Torvisco Contreras, A. S. (2024). Implementación de un procedimiento para aumentar la productividad de la mano de obra en la partida de pisos cerámicos utilizando las metodologías GEMBA WALK y CARTA BALANCE en el proyecto ARCH-TWO. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/682733>
- Tullume Uceda, F. A. (2019). *Mejora de la productividad por medio de la herramienta cartas balance en un edificio multifamiliar en la ciudad y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2083>
- Vilca Uzategui, M. P. (2015). Mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/556447>



## ANEXOS



### Anexo. Matriz de Consistencia

Título de tesis: "EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025"				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuál es la productividad de mano de obra con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel 2025?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Evaluar la productividad de mano de obra con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel 2025.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>La productividad de mano de obra con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel, se optimizará reduciendo tiempos de inactividad y mejorando la eficiencia en la ejecución de los trabajos.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Carta balance</p> <p><b>Dimensiones:</b> Aplicación de carta balance en partidas de Subrasante y Subbase</p>	<p>Fichas de recolección de datos de campo</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuál es la productividad promedio de mano de obra en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿De qué manera la aplicación de cartas balance influye en la productividad de la mano de obra en la conformación de la partida de subrasante en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿De qué manera la aplicación de cartas balance incide en la productividad de la mano de obra en la conformación de la partida de subbase granular en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es la variación de la productividad de mano de obra de manera tradicional y con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Evaluar la productividad promedio de mano de obra en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel.</p> <p>Explicar el efecto de la aplicación de cartas balance influye en la productividad de la mano de obra en la conformación de la partida de subrasante en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel.</p> <p>Explicar la influencia de la aplicación de cartas balance incide en la productividad de la mano de obra en la conformación de la partida de subbase granular en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel.</p> <p>Determinar la variación de la productividad de mano de obra de manera tradicional y con la aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>La aplicación de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación en el distrito de San Miguel permitirá aumentar el promedio de productividad de la mano de obra.</p> <p>El uso de cartas balance influye positivamente en la productividad de la mano de obra durante la conformación de la partida de subrasante en obras de pavimentación, reduciendo tiempos improductivos y mejorando la eficiencia operativa.</p> <p>La implementación de cartas balance en la conformación de la partida de subbase granular en obras de pavimentación incrementa significativamente la productividad de la mano de obra, optimizando la distribución de tareas y reduciendo tiempos de espera.</p> <p>La variación en la productividad de la mano de obra entre el método tradicional y el uso de cartas balance en la conformación de partidas de subrasante y subbase en obras de pavimentación será significativa, evidenciando una mayor eficiencia en la ejecución de las actividades con la aplicación de esta metodología.</p>		



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS



TESIS :

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

PARTIDA: EXTENDIDO DE MATERIAL

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	5	4	3	1	4	21	3
2	5	4	3	1	4	21	3
3	5	4	3	11	4	21	3
4	5	4	3	11	4	21	3
5	5	4	3	11	4	15	3
6	5	13	3	17	4	15	3
7	5	12	3	17	11	15	3
8	5	12	22	17	16	15	16
9	5	12	22	17	16	15	16
10	11	12	22	17	16	15	16
11	11	11	22	17	16	2	16
12	11	11	22	1	16	2	16
13	11	4	15	1	4	2	17
14	11	4	12	1	2	2	17
15	11	4	12	22	4	2	17
16	11	4	12	22	4	2	17
17	4	4	12	22	4	2	17
18	4	21	12	22	4	2	3
19	21	21	12	1	4	16	3
20	21	21	16	1	4	16	3
21	21	21	16	1	22	16	3
22	12	5	16	1	22	16	3
23	12	5	21	1	22	16	21
24	12	5	21	18	22	16	21
25	12	12	21	18	22	24	21
26	2	12	4	18	4	24	21
27	2	24	2	18	4	24	21
28	2	24	4	23	4	18	14
29	2	24	4	23	4	18	3
30	22	24	4	18	4	18	3

RESULTADOS:

TP	15	13	12	10	19	8	14	91
TC	11	9	10	14	6	15	11	76
TNC	4	8	8	6	5	7	5	43

	CARGO	Nombre y Apellidos
OBRERO 1	Extendido	RUIZ DIAS MIGUEL
OBRERO 2	Extendido	ZOLANO QUISPE YON
OBRERO 3	Extendido	MAYTA QUISPE ALEXANDER
OBRERO 4	Extendido	FERNAN QUIROZ ADAN
OBRERO 5	Extendido	SOTO YUPA MARCO
OBRERO 6	Extendido	YUPA SURCO ANTONIO
OBRERO 7	Extendido	SALAS MEDINA GROBER

OBSERVACIONES:

HECHO POR:	REVISADO POR:	
KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO		



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS



TESIS :

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

PARTIDA: HUMEDECIMIENTO

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	5	4	3	5	24	16	23
2	5	4	3	5	24	16	23
3	5	4	3	5	24	16	23
4	5	4	3	5	24	16	23
5	21	4	3	3	24	16	1
6	21	4	3	3	15	16	1
7	21	4	11	3	15	16	1
8	21	4	11	3	15	16	1
9	21	4	11	3	15	5	1
10	5	4	11	3	15	5	1
11	5	4	11	3	15	5	1
12	5	4	3	3	16	5	17
13	5	22	3	3	16	5	17
14	5	22	3	5	16	5	17
15	5	22	3	5	16	5	17
16	5	22	3	5	16	5	17
17	5	17	3	5	2	5	17
18	5	17	23	18	2	1	17
19	5	17	23	18	2	1	17
20	5	17	23	18	2	1	17
21	5	17	23	18	2	1	1
22	5	17	3	18	2	1	1
23	5	21	3	18	2	1	1
24	5	21	3	18	2	1	1
25	5	3	3	18	13	1	1
26	5	3	3	21	13	22	1
27	5	3	3	21	13	22	1
28	5	3	3	22	13	22	1
29	12	3	3	22	13	22	23
30	12	3	3	23	13	22	23

RESULTADOS:

TP	23	18	21	17	8	17	15	119
TC	2	6	5	8	17	8	9	55
TNC	5	6	4	5	5	5	6	36

	CARGO	Nombre y Apellidos
OBRERO 1	Humedec.	RUIZ DIAS MIGUEL
OBRERO 2	Humedec.	ZOLANO QUISPE YON
OBRERO 3	Humedec.	MAYTA QUISPE ALEXANDER
OBRERO 4	Humedec.	FERNAN QUIROZ ADAN
OBRERO 5	Humedec.	SOTO YUPA MARCO
OBRERO 6	Humedec.	YUPA SURCO ANTONIO
OBRERO 7	Humedec.	SALAS MEDINA GROBER

OBSERVACIONES:

HECHO POR:	REVISADO POR:
KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS



TESIS :

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

PARTIDA: CONTROL DE ESPESORES

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	24	5	1	21	22	5	1
2	24	5	1	21	22	5	1
3	4	5	1	21	22	5	1
4	4	5	1	21	22	18	1
5	4	5	18	21	15	18	1
6	4	5	18	21	15	18	1
7	4	5	18	5	15	18	1
8	4	22	18	5	15	18	17
9	4	22	18	5	15	18	17
10	21	22	18	5	15	21	17
11	21	22	18	5	15	21	17
12	21	15	23	5	3	21	17
13	15	15	23	5	3	21	17
14	15	15	23	2	3	21	17
15	15	15	23	5	3	5	17
16	15	15	23	5	3	5	24
17	4	15	1	5	3	5	24
18	4	15	1	5	3	5	24
19	4	15	1	5	3	5	24
20	1	15	1	12	3	5	24
21	4	5	1	12	3	5	21
22	4	5	1	12	3	16	1
23	15	5	1	12	3	16	1
24	15	5	1	12	3	16	1
25	15	5	16	5	3	16	1
26	15	5	16	5	12	16	1
27	15	13	16	5	3	16	1
28	15	13	16	5	3	16	1
29	15	13	1	5	3	5	1
30	15	13	3	5	22	5	1

RESULTADOS:



TP	13	13	14	19	17	12	16	104
TC	12	13	11	5	8	13	8	70
TNC	5	4	5	6	5	5	6	36

	CARGO	Nombre y Apellidos
OBRERO 1	Espesores	RUIZ DIAS MIGUEL
OBRERO 2	Espesores	ZOLANO QUISPE YON
OBRERO 3	Espesores	MAYTA QUISPE ALEXANDER
OBRERO 4	Espesores	FERNAN QUIROZ ADAN
OBRERO 5	Espesores	SOTO YUPA MARCO
OBRERO 6	Espesores	YUPA SURCO ANTONIO
OBRERO 7	Espesores	SALAS MEDINA GROBER

OBSERVACIONES:

HECHO POR:	REVISADO POR:
KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO	



	<p>UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS</p>	
---	---	---

**TESIS :**  
EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

**PARTIDA:** ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	5	21	3	13	1		
2	5	21	3	13	1		
3	5	21	3	13	1		
4	5	4	3	13	1		
5	5	4	24	13	1		
6	17	4	24	13	1		
7	17	4	24	13	18		
8	17	4	23	2	18		
9	17	4	23	2	18		
10	17	4	23	2	17		
11	17	4	3	24	17		
12	24	4	3	2	17		
13	24	4	3	2	16		
14	24	4	3	2	16		
15	24	4	3	2	16		
16	5	4	3	2	1		
17	5	4	3	2	1		
18	5	14	3	2	1		
19	5	14	3	11	1		
20	1	15	23	11	3		
21	5	15	23	11	16		
22	5	15	23	11	16		
23	5	15	3	11	16		
24	22	4	3	11	22		
25	22	4	3	5	21		
26	5	4	3	5	21		
27	5	17	3	5	21		
28	6	17	18	21	21		
29	6	17	18	21	1		
30	5	17	18	21	1		

RESULTADOS:								
TP	18	17	18	13	13	0	0	29
TC	6	10	3	13	12	0	0	44
TNC	6	3	9	4	5	0	0	27

	CARGO	Nombre y Apellidos
OBRERO 1	Compactac.	RUIZ DIAS MIGUEL
OBRERO 2	Compactac.	ZOLANO QUISPE YON
OBRERO 3	Compactac.	MAYTA QUISPE ALEXANDER
OBRERO 4	Compactac.	FERNAN QUIROZ ADAN
OBRERO 5	Compactac.	SOTO YUPA MARCO
OBRERO 6		
OBRERO 7		

**OBSERVACIONES:**

<b>HECHO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	
KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO		



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS



TESIS :

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

PARTIDA: LIMPIEZA Y DESBROCE

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	24	16	23	5	4	3	5
2	24	16	23	5	4	3	5
3	24	16	23	5	4	3	5
4	24	16	23	5	4	3	5
5	24	16	1	21	4	3	3
6	15	16	1	21	4	3	3
7	15	16	1	21	4	11	3
8	15	16	1	21	4	11	3
9	15	5	1	21	4	11	3
10	15	5	1	5	4	11	3
11	15	5	1	5	4	11	3
12	16	5	17	5	4	3	3
13	16	5	17	5	22	3	3
14	16	5	17	5	22	3	5
15	16	5	17	5	22	3	5
16	16	5	17	5	22	3	5
17	2	5	17	5	17	3	5
18	2	1	17	5	17	23	18
19	2	1	17	5	17	23	18
20	2	1	17	5	17	23	18
21	2	1	1	5	17	23	18
22	2	1	1	5	17	3	18
23	2	1	1	5	21	3	18
24	2	1	1	5	21	3	18
25	13	1	1	5	3	3	18
26	13	22	1	5	3	3	21
27	13	22	1	5	3	3	21
28	13	22	1	5	3	3	22
29	13	22	23	12	3	3	22
30	13	22	23	12	3	3	23

RESULTADOS:



TP	8	17	15	23	18	21	17	119
TC	17	8	9	2	6	5	8	55
TNC	5	5	6	5	6	4	5	36

	CARGO	Nombre y Apellidos
OBRERO 1	LIMPIEZA	RUIZ DIAS MIGUEL
OBRERO 2	LIMPIEZA	ZOLANO QUISPE YON
OBRERO 3	LIMPIEZA	MAYTA QUISPE ALEXANDER
OBRERO 4	LIMPIEZA	FERNAN QUIROZ ADAN
OBRERO 5	LIMPIEZA	SOTO YUPA MARCO
OBRERO 6	LIMPIEZA	YUPA SURCO ANTONIO
OBRERO 7	LIMPIEZA	SALAS MEDINA GROBER

OBSERVACIONES:

HECHO POR:	REVISADO POR:
KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO	



	<b>UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS</b>	
---	---	---

**TESIS :**  
**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**

**PARTIDA: EXCAVACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO**

Tiempo (min)	OBRERO						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3	1	21	3	3	5	24
2	3	1	21	3	3	5	24
3	3	11	21	3	3	5	24
4	3	11	21	3	3	5	24
5	3	11	15	3	3	3	24
6	3	17	15	3	3	3	15
7	3	17	15	3	11	3	15
8	22	17	15	16	11	3	15
9	22	17	15	16	11	3	15
10	22	17	15	16	11	3	15
11	22	17	2	16	11	3	15
12	22	1	2	16	3	3	16
13	15	1	2	17	3	3	16
14	12	1	2	17	3	5	16
15	12	22	2	17	3	5	16
16	12	22	2	17	3	5	16
17	12	22	2	17	3	5	2
18	12	22	2	3	23	18	2
19	12	1	16	3	23	18	2
20	16	1	16	3	23	18	2
21	16	1	16	3	23	18	2
22	16	1	16	3	3	18	2
23	21	1	16	21	3	18	2
24	21	18	16	21	3	18	2
25	21	18	24	21	3	18	13
26	4	18	24	21	3	21	13
27	2	18	24	21	3	21	13
28	4	23	18	14	3	22	13
29	4	23	18	3	3	22	13
30	4	18	18	3	3	23	13



<b>RESULTADOS:</b>								
TP	12	10	8	14	21	17	8	90
TC	10	14	15	11	5	8	17	80
TNC	8	6	7	5	4	5	5	40

	CARGO	Nombre y Apellidos
OBRERO 1	EXCAVACIÓN	RUIZ DIAS MIGUEL
OBRERO 2	EXCAVACIÓN	ZOLANO QUISPE YON
OBRERO 3	EXCAVACIÓN	MAYTA QUISPE ALEXANDER
OBRERO 4	EXCAVACIÓN	FERNAN QUIROZ ADAN
OBRERO 5	EXCAVACIÓN	SOTO YUPA MARCO
OBRERO 6	EXCAVACIÓN	YUPA SURCO ANTONIO
OBRERO 7	EXCAVACIÓN	SALAS MEDINA GROBER



**OBSERVACIONES:**

<b>HECHO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	
KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO		



	<b>UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS</b>							
<b>TESIS :</b> <b>EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025</b>								
<b>PARTIDA: CORTE Y RELLENO</b>								
	<b>OBRERO</b>							
<b>Tiempo (min)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	
1	14	3	5	24	4	3	23	
2	14	3	5	24	4	3	23	
3	14	3	5	24	4	3	23	
4	14	3	5	24	4	3	23	
5	14	3	3	24	4	3	1	
6	14	3	3	15	13	3	1	
7	14	3	3	15	12	3	1	
8	14	18	3	15	12	22	1	
9	23	18	3	15	12	22	1	
10	14	18	3	15	12	22	1	
11	14	18	3	15	11	22	1	
12	14	18	3	16	11	22	17	
13	14	18	3	16	4	15	17	
14	22	18	5	16	4	12	17	
15	22	15	5	16	4	12	17	
16	22	15	5	16	4	12	17	
17	2	15	5	2	4	12	17	
18	2	15	18	2	21	12	17	
19	2	15	18	2	21	12	17	
20	2	22	18	2	21	16	17	
21	23	22	18	2	21	16	1	
22	23	22	18	2	5	16	1	
23	15	22	18	2	5	21	1	
24	15	23	18	2	5	21	1	
25	15	23	18	13	12	21	1	
26	15	2	21	13	12	4	1	
27	21	2	21	13	24	2	1	
28	21	2	22	13	24	4	1	
29	21	2	22	13	24	4	23	
30	21	2	23	13	24	4	23	
<b>RESULTADOS:</b>								
TP	4	12	17	8	13	12	15	87
TC	16	12	8	17	9	10	9	81
TNC	10	6	5	5	8	8	6	48
	<b>CARGO</b>	<b>Nombre y Apellidos</b>						
OBRERO 1	CORTE	RUIZ DIAS MIGUEL						
OBRERO 2	CORTE	ZOLANO QUISPE YON						
OBRERO 3	CORTE	MAYTA QUISPE ALEXANDER						
OBRERO 4	CORTE	FERNAN QUIROZ ADAN						
OBRERO 5	CORTE	SOTO YUPA MARCO						
OBRERO 6	CORTE	YUPA SURCO ANTONIO						
OBRERO 7	CORTE	SALAS MEDINA GROBER						
<b>OBSERVACIONES:</b>								
<b>HECHO POR:</b>			<b>REVISADO POR:</b>					
KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO								



	<b>UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"</b> FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS	
---	--	---

TESIS :

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

PARTIDA: COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE

Tiempo (min)	OBRERO							
	1	2	3	4	5	6	7	
1	22	2	1	3	11	3	4	
2	22	2	1	3	11	3	4	
3	22	2	1	3	11	3	4	
4	22	2	1	24	11	3	4	
5	22	17	3	3	11	3	1	
6	22	17	1	3	11	3	23	
7	5	17	12	3	15	3	23	
8	5	17	12	3	15	22	23	
9	23	17	12	3	15	22	23	
10	5	17	12	3	15	22	23	
11	5	21	12	3	15	22	23	
12	5	21	14	3	22	22	4	
13	5	21	14	18	22	15	4	
14	5	21	14	18	22	12	4	
15	5	2	24	18	22	12	4	
16	5	2	24	18	22	12	4	
17	18	2	24	13	22	12	4	
18	14	2	24	13	3	12	4	
19	14	2	24	13	3	12	18	
20	14	2	24	13	3	16	18	
21	14	2	24	13	3	16	18	
22	14	2	1	22	3	16	17	
23	14	2	1	22	3	21	17	
24	14	23	1	22	3	21	17	
25	5	2	1	22	12	21	17	
26	5	2	1	22	3	4	17	
27	5	2	1	3	3	2	17	
28	5	2	1	3	3	4	17	
29	5	2	1	3	3	4	4	
30	5	2	1	13	12	4	4	
<b>RESULTADOS:</b>								
TP	15	19	15	14	11	12	14	103
TC	8	6	8	10	13	10	10	65
TNC	7	5	7	6	6	8	6	45

	CARGO	Nombre y Apellidos
OBRERO 1	COMPACT.	RUIZ DIAS MIGUEL
OBRERO 2	COMPACT.	ZOLANO QUISPE YON
OBRERO 3	COMPACT.	MAYTA QUISPE ALEXANDER
OBRERO 4	COMPACT.	FERNÁN QUIROZ ADAN
OBRERO 5	COMPACT.	SOTO YUPA MARCO
OBRERO 6	COMPACT.	YUPA SURCO ANTONIO
OBRERO 7	COMPACT.	SALAS MEDINA GROBER

OBSERVACIONES:

<b>HECHO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	
KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO		



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 01-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: KEVIN WITHKER SUCATICONA ITO

Dirección: Jr. DOMINGO CUETO 369 DPTO. 302

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73961372

Teléfono: 995 808 048 email: Kevinwithker@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS

BALANCE EN LA CONFORMACIÓN DE PARTIDAS DE SUBRASANTE Y SUBBASE

EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): CARTA BALANCE, PRODUCTIVIDAD, SUBBASE, SUBRASANTE

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1, 2</sup>?

1

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

01-12-2025

Fecha