



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



**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE  
EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO  
DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE  
VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**

TESIS PRESENTADA POR:  
**Bach. CESAR MAMANI CHAMBI**

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

JULIACA – PERÚ  
2024



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE**  
**EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO**  
**DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE**  
**VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. CESAR MAMANI CHAMBI**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1689-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliana, 06 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 14827 presentado por el (la) Bachiller: CESAR MAMANI CHAMBI 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. CESAR MAMANI CHAMBI, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**, 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. MILTHON QUISPE HUANCA
- **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- **2do Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: CESAR MAMANI CHAMBI; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Jueves 12 de diciembre del 2024
- **HORA** : 11:00 a.m.
- **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.

  
 UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
 DECANO  
 CIP. 47790

  
 VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 TACATA  
 Dr. Efrain Parillo Sosa  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc: Archivo Interresado (a)



### RESOLUCIÓN DECANAL N° 1196-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de octubre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 13696 por el señor (a): **CESAR MAMANI CHAMBI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1088 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 197 - 2024 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): **CESAR MAMANI CHAMBI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**, 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 Mgtr. 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° 197 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**, 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): **CESAR MAMANI CHAMBI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024** 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), Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

**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. MILTON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP. 47790



.....  
**Dr. Eirwin Pajillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 856-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-10000, presentado el señor (a) CESAR MAMANI CHAMBI solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 822-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 238-2024 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): CESAR MAMANI CHAMBI ha presentado su propuesta de investigación Titulado: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024, 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 Mgtr. Arnaldo Yana Torres 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° 238-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024.

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): CESAR MAMANI CHAMBI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024 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 Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

**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. MILDYON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
Dr. Edwin Pajilla Sora  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

### INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Hispanoamericana Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	CESAR MAMANI CHAMBI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46189530
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0003-8959-4131">https://orcid.org/0009-0003-8959-4131</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8509-7224">https://orcid.org/0000-0001-8509-7224</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	41414676
<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: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/PAEystH2rCu8SncP6">https://maps.app.goo.gl/PAEystH2rCu8SncP6</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 - Diciembre 2024
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#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</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. Efraín Castillo Soto*  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo CESAR MAMANI CHAMBI, identificado con DNI Nro. 46189530, en mi condición de egresado de:

- [X] Escuela Profesional
[ ] Programa de Segunda Especialidad,
[ ] Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la [X] Tesis o [ ] Trabajo de Investigación, [ ] Trabajo Académico denominada:

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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 29 de enero del 2025

[Handwritten signature of advisor]
Firma del Asesor (obligatoria)

[Handwritten signature of student]
Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

*A mis amados padres: Víctor y Paula.*

*A mis cinco hermanos: Gladis, Sonia, Ángel,  
Edith, Romel*

*quienes han sido el pilar fundamental en mi vida. Su amor, sabiduría y constante apoyo han sido los faros que me han guiado a lo largo de mi camino, especialmente en este desafío académico que hoy culmina. No solo me han brindado los valores que me definen como persona, sino que también han sido mis mejores maestros, enseñándome con su ejemplo que la perseverancia y el esfuerzo constante son las claves para alcanzar cualquier meta.*

*Gracias por cada sacrificio, por cada palabra de aliento, por su fe inquebrantable en mí, incluso en los momentos de duda. A lo largo de este proceso, su apoyo ha sido mi mayor fuente de motivación. Este trabajo, que hoy presento con tanto orgullo, es una pequeña muestra de todo lo que me han dado a lo largo de los años.*

*Dedico esta tesis a ustedes, con todo mi amor y gratitud, por ser mis guías y mi fuerza. Este logro es tan suyo como mío. ¡Gracias por estar siempre a mi lado!*



## AGRADECIMIENTO

*A Dios, quien con su infinita bondad y sabiduría ha sido mi guía en cada paso de este camino. Gracias por darme la fuerza para superar los obstáculos, por iluminar mi mente y por darme la paciencia necesaria en los momentos de incertidumbre. Esta tesis es un testimonio de su amor y providencia, pues sin su gracia no habría sido posible alcanzar este logro. Mi fe y confianza en Él han sido el motor de todo este proceso.*

*A mis estimados catedráticos, quienes con su conocimiento, dedicación y generosidad me han permitido crecer académicamente y personalmente. Agradezco profundamente su compromiso con mi formación y por compartir conmigo su experiencia y sabiduría. Cada lección impartida, cada consejo y cada corrección han sido esenciales en mi desarrollo profesional. Este trabajo es, en parte, fruto de su valiosa enseñanza y guía.*

*A mis amados padres: Víctor y Paula*

*Gracias por cada sacrificio, por cada palabra de aliento, por su fe inquebrantable en mí, quienes me apoyaron en todo aspecto durante este proceso. Agradezco infinitamente a mis cinco hermanos, Tíos, Primos quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional durante todo este periodo.*



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	15
1.2 Planteamiento del problema.....	16
1.2.1 Problema general.....	16
1.2.2 Problemas específicos.....	17
1.3 Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.4 Justificación de la investigación.....	17
1.4.1 Justificación técnica.....	17
1.4.2 Justificación económica.....	18
1.4.3 Justificación social.....	19
1.4.4 Justificación ambiental.....	19
1.5 Hipótesis de la investigación.....	20
1.5.1 Hipótesis general.....	20
1.5.2 Hipótesis específicas.....	20
1.6 Variables e indicadores.....	20
1.6.1 Variable independiente.....	20
1.6.2 Variable dependiente.....	20



1.7 Operacionalización de variables ..... 21

**CAPÍTULO II  
MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes de la investigación ..... 22  
2.1.1 Antecedentes internacionales ..... 22  
2.1.2 Antecedentes nacionales ..... 24  
2.1.3 Antecedentes regionales ..... 27  
2.2 Bases teóricas ..... 29  
2.2.1 Lean construcción ..... 29  
2.2.2 Herramientas de Lean ..... 32  
2.2.3 Rendimiento de mano de obra ..... 37  
2.2.4 Deficiencia en la mano de obra ..... 39  
2.2.5 Carta Balance ..... 40  
2.3 Marco conceptual ..... 47

**CAPÍTULO III  
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1 Diseño de la investigación ..... 49  
3.2 Métodos de la investigación ..... 50  
3.3 Nivel y tipo de investigación ..... 50  
3.3.1 Tipo de la investigación ..... 50  
3.3.2 Nivel de la investigación ..... 51  
3.4 Población y muestra de la investigación ..... 51  
3.4.1 Población ..... 51  
3.4.2 Muestra ..... 52  
3.5 Técnicas e instrumentos ..... 53  
3.5.1 Técnicas ..... 53  
3.5.2 Instrumentos ..... 54  
3.6 Validación y confiabilidad del instrumento ..... 54  
3.6.1 Validación de los instrumentos ..... 54  
3.6.2 Confiabilidad de instrumentos ..... 54



3.7	Procedimiento de recolección de datos .....	55
3.8	Procesamiento y análisis de datos .....	56

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Presentación y análisis de resultados .....	58
4.1.1	Estado situacional de la aplicación de Carta Balance .....	58
4.1.2	Carta Balance en la mejora de la productividad de la mano de obra .....	94
4.1.3	Productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías .....	120
4.2	Discusión de resultados .....	123
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>126</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>127</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>128</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>133</b>



ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1** Operacionalización de variables ..... 21

**Tabla 2** Trabajo productivo en perfilado y compactado de la subrasante..... 68

**Tabla 3** Trabajo contributivo en perfilado y compactado de la subrasante..... 68

**Tabla 4** Trabajo no contributivo en perfilado y compactado de la subrasante ..... 69

**Tabla 5** Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subrasante ..... 69

**Tabla 6** Personal en perfilado y compactado de la subrasante..... 70

**Tabla 7** Medición de actividades en perfilado y compactado de la subrasante ..... 70

**Tabla 8** Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero..... 71

**Tabla 9** Trabajo productivo en perfilado y compactado de la subbase..... 72

**Tabla 10** Trabajo contributivo en perfilado y compactado de la subbase ..... 73

**Tabla 11** Trabajo no contributivo en perfilado y compactado de la subbase ..... 73

**Tabla 12** Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subbase ..... 74

**Tabla 13** Personal en perfilado y compactado de la subbase ..... 74

**Tabla 14** Medición de actividades del perfilado y compactado de la subbase ..... 75

**Tabla 15** Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero..... 76

**Tabla 16** Trabajo productivo en concreto para pavimentos..... 77

**Tabla 17** Trabajo contributivo en concreto para pavimentos..... 78

**Tabla 18** Trabajo no contributivo en concreto para pavimentos..... 79

**Tabla 19** Resumen en actividades de concreto en pavimentos ..... 79

**Tabla 20** Personal en concreto para pavimentos..... 80

**Tabla 21** Medición de actividades de concreto para pavimentos ..... 80

**Tabla 22** Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero..... 81

**Tabla 23** Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subrasante ..... 83

**Tabla 24** Personal en perfilado y compactado de la subrasante ..... 83

**Tabla 25** Medición de actividades en perfilado y compactado de la subrasante ..... 84



<b>Tabla 26</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero.....	85
<b>Tabla 27</b>	Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subbase .....	87
<b>Tabla 28</b>	Personal en perfilado y compactado de la subbase .....	87
<b>Tabla 29</b>	Medición de actividades del perfilado y compactado de la subbase .....	88
<b>Tabla 30</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero.....	89
<b>Tabla 31</b>	Resumen en actividades de concreto en pavimentos .....	91
<b>Tabla 32</b>	Personal en concreto para pavimentos.....	91
<b>Tabla 33</b>	Medición de actividades de concreto para pavimentos .....	92
<b>Tabla 34</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero.....	93
<b>Tabla 35</b>	Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subrasante .....	96
<b>Tabla 36</b>	Personal en perfilado y compactado de la subrasante.....	96
<b>Tabla 37</b>	Medición de actividades en perfilado y compactado de la subrasante .....	97
<b>Tabla 38</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero.....	98
<b>Tabla 39</b>	Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subbase .....	100
<b>Tabla 40</b>	Personal en perfilado y compactado de la subbase.....	100
<b>Tabla 41</b>	Medición de actividades del perfilado y compactado de la subbase .....	101
<b>Tabla 42</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero.....	102
<b>Tabla 43</b>	Resumen en actividades de concreto en pavimentos .....	104
<b>Tabla 44</b>	Personal en concreto para pavimentos.....	104
<b>Tabla 45</b>	Medición de actividades de concreto para pavimentos .....	105
<b>Tabla 46</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero.....	106
<b>Tabla 47</b>	Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subrasante .....	108
<b>Tabla 48</b>	Personal en perfilado y compactado de la subrasante.....	108
<b>Tabla 49</b>	Medición de actividades en perfilado y compactado de la subrasante .....	109
<b>Tabla 50</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero.....	110
<b>Tabla 51</b>	Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subbase .....	112
<b>Tabla 52</b>	Personal en perfilado y compactado de la subbase.....	112
<b>Tabla 53</b>	Medición de actividades del perfilado y compactado de la subbase .....	113



<b>Tabla 54</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero.....	114
<b>Tabla 55</b>	Resumen en actividades de concreto en pavimentos .....	116
<b>Tabla 56</b>	Personal en concreto para pavimentos.....	116
<b>Tabla 57</b>	Medición de actividades de concreto para pavimentos .....	117
<b>Tabla 58</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero.....	118
<b>Tabla 59</b>	Resumen de la Carta Balance en la primera obra de estudio .....	119
<b>Tabla 60</b>	Resumen de la Carta Balance en la segunda obra de estudio.....	120
<b>Tabla 61</b>	Productividad de mano de obra en perfilado y compactado de la subrasante	120
<b>Tabla 62</b>	Productividad de mano de obra en perfilado y compactado de la subbase ...	121
<b>Tabla 63</b>	Productividad de mano de obra en concreto para pavimentos.....	121
<b>Tabla 64</b>	Productividad de mano de obra en perfilado y compactado de la subrasante	122
<b>Tabla 65</b>	Productividad de mano de obra en perfilado y compactado de la subbase ...	122
<b>Tabla 66</b>	Productividad de mano de obra en concreto para pavimentos.....	123



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mano de obra.....	37
<b>Figura 2</b> Primera vía de estudio .....	52
<b>Figura 3</b> Segunda vía de estudio.....	53
<b>Figura 4</b> Respuestas de la pregunta N°1.....	58
<b>Figura 5</b> Respuestas de la pregunta N°2.....	59
<b>Figura 6</b> Respuestas de la pregunta N°3.....	59
<b>Figura 7</b> Respuestas de la pregunta N°4.....	60
<b>Figura 8</b> Respuestas de la pregunta N°5.....	60
<b>Figura 9</b> Respuestas de la pregunta N°6.....	61
<b>Figura 10</b> Respuestas de la pregunta N°7.....	61
<b>Figura 11</b> Respuestas de la pregunta N°8.....	62
<b>Figura 12</b> Respuestas de la pregunta N°9.....	62
<b>Figura 13</b> Respuestas de la pregunta N°1.....	63
<b>Figura 14</b> Respuestas de la pregunta N°2.....	63
<b>Figura 15</b> Respuestas de la pregunta N°3.....	64
<b>Figura 16</b> Respuestas de la pregunta N°4.....	64
<b>Figura 17</b> Respuestas de la pregunta N°5.....	65
<b>Figura 18</b> Respuestas de la pregunta N°6.....	65
<b>Figura 19</b> Respuestas de la pregunta N°7.....	66
<b>Figura 20</b> Respuestas de la pregunta N°8.....	66
<b>Figura 21</b> Respuestas de la pregunta N°8.....	67
<b>Figura 22</b> Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	71
<b>Figura 23</b> Porcentajes de productividad .....	72
<b>Figura 24</b> Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	76
<b>Figura 25</b> Porcentajes de productividad .....	77



<b>Figura 26</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	82
<b>Figura 27</b>	Porcentajes de productividad .....	82
<b>Figura 28</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	85
<b>Figura 29</b>	Porcentajes de productividad .....	86
<b>Figura 30</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	89
<b>Figura 31</b>	Porcentajes de productividad .....	90
<b>Figura 32</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	93
<b>Figura 33</b>	Porcentajes de productividad .....	94
<b>Figura 34</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	98
<b>Figura 35</b>	Porcentajes de productividad .....	99
<b>Figura 36</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	102
<b>Figura 37</b>	Porcentajes de productividad .....	103
<b>Figura 38</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	106
<b>Figura 39</b>	Porcentajes de productividad .....	107
<b>Figura 40</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	110
<b>Figura 41</b>	Porcentajes de productividad .....	111
<b>Figura 42</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	114
<b>Figura 43</b>	Porcentajes de productividad .....	115
<b>Figura 44</b>	Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero .....	118
<b>Figura 45</b>	Porcentajes de productividad .....	119



## RESUMEN

En el presente estudio titulado "Influencia de la aplicación de la carta balance en el mejoramiento de la productividad de mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román, 2024", se planteó como objetivo principal determinar la influencia de la carta balance en la mejora de la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías. El diseño metodológico fue no experimental, de tipo aplicado, con un nivel exploratorio-descriptivo, lo que permitió observar y analizar los fenómenos sin manipular las variables de estudio. Los resultados obtenidos en los dos proyectos de pavimentación analizados son claros y reveladores. En la primera obra, el análisis mostró un aumento del 8.70% en la productividad de la subrasante, lo que refleja una mejora significativa en los trabajos iniciales de preparación del terreno. En la etapa de subbase, el incremento fue aún mayor, alcanzando un 16.33%, mientras que, en la colocación del concreto para pavimentos, el aumento fue del 18.04%, lo que evidencia una mayor eficiencia en las fases críticas de la obra. De manera similar, en la segunda obra, los resultados fueron igualmente positivos. La productividad de la subrasante mejoró en un 7.61%, la subbase mostró un incremento del 14.05%, y la colocación de concreto para pavimentos experimentó un aumento del 15.98%. Estos resultados consolidan la carta balance como una herramienta eficaz no solo para mejorar la productividad en general, sino también para optimizar cada una de las fases específicas de los proyectos de pavimentación.

**Palabras Clave:** Carta Balance, mano de obra, productividad y proyectos de pavimentación.



### ABSTRACT

In the present study entitled "Influence of the application of the balance chart in the improvement of labor productivity in road paving projects in the province of San Roman, 2024", the main objective was to determine the influence of the balance chart in the improvement of labor productivity in road paving projects. The methodological design was non-experimental, applied, with an exploratory-descriptive level, which allowed observing and analyzing the phenomena without manipulating the study variables. The results obtained in the two paving projects analyzed are clear and revealing. In the first project, the analysis showed an 8.70% increase in the productivity of the subgrade, which reflects a significant improvement in the initial ground preparation works. In the subbase stage, the increase was even greater, reaching 16.33%, while in the placement of pavement concrete, the increase was 18.04%, evidencing greater efficiency in the critical phases of the work. Similarly, in the second project, the results were equally positive. The productivity of the subgrade improved by 7.61%, the subbase showed an increase of 14.05%, and the placement of concrete for pavements experienced an increase of 15.98%. These results consolidate the balance chart as an effective tool not only to improve productivity in general, but also to optimize each of the specific phases of paving projects.

**Keywords:** Balance chart, labor, productivity and paving projects.



## INTRODUCCIÓN

La pavimentación de carreteras constituye una de las labores más cruciales dentro del sector de la construcción civil, ya que desempeña un papel fundamental en el impulso del desarrollo económico y social de cualquier región. En el caso de la provincia de San Román, la modernización y mejora de la infraestructura vial se ha convertido en una de las principales prioridades, con el objetivo de optimizar las conexiones entre localidades y elevar la calidad de vida de los habitantes. No obstante, uno de los desafíos más significativos que enfrentan los proyectos de pavimentación en esta área es la baja eficiencia de la mano de obra, lo que afecta directamente tanto los tiempos de ejecución como los costos asociados a las obras.

La carta balance, una herramienta de planificación y control ampliamente utilizada en la gestión de proyectos, ha demostrado su efectividad en mejorar la productividad de la mano de obra en diversas áreas de la construcción. Su aplicación permite optimizar los recursos, planificar actividades de manera secuencial y equilibrada, y garantizar una mayor eficiencia en el uso del tiempo y los materiales. En este sentido, la provincia de San Román presenta una oportunidad para evaluar el impacto de la carta balance en proyectos de pavimentación, donde las condiciones locales y los recursos disponibles pueden influir en la efectividad de esta metodología.

Este estudio se enfoca en analizar la influencia de la aplicación de la carta balance en el mejoramiento de la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román durante el año 2024. A través de una evaluación detallada de los procesos constructivos y la implementación de esta herramienta, se busca identificar las mejoras potenciales en términos de eficiencia y resultados, contribuyendo a la optimización de los proyectos viales en la región.



En el primer capítulo, se definieron las variables clave que guiarían nuestro análisis, se abordó el tema central de la investigación y se establecieron los objetivos que orientan el estudio, destacando su relevancia. Además, se formularon las hipótesis iniciales que nos permitirían orientar el desarrollo del proyecto.

En el segundo capítulo, se construyó el marco teórico que sustenta nuestra investigación. Se realizó una exhaustiva revisión de la literatura existente, sintetizando las principales teorías y conceptos presentados por expertos en el área, con el fin de proporcionar una base sólida y bien fundamentada para el desarrollo del estudio.

El tercer capítulo se enfocó en describir detalladamente los métodos y procedimientos utilizados durante la investigación. Esto incluyó la selección de los participantes que formarían parte del estudio, asegurando que fueran los adecuados para abordar las preguntas planteadas.

En el cuarto capítulo, se presentaron los resultados obtenidos de manera clara y accesible, utilizando tablas y gráficos para facilitar su comprensión. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis y discusión de los hallazgos, interpretando sus implicaciones en el contexto de nuestra investigación.

Finalmente, se concluyó el trabajo con una síntesis de los resultados obtenidos, acompañada de recomendaciones que podrían ser de utilidad para investigaciones futuras, así como para la aplicación práctica de los conocimientos generados en este estudio.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

La gestión eficiente de la mano de obra en proyectos de pavimentación ha sido un desafío constante a nivel mundial. En países desarrollados, como Estados Unidos y Japón, el uso de herramientas de gestión avanzadas, como la carta balance, ha mostrado mejoras significativas en la productividad y reducción de los plazos de ejecución. Sin embargo, en muchas regiones, aún se observan deficiencias en la planificación y el control de actividades, lo que resulta en ineficiencias operativas. De acuerdo con estudios realizados por el Project Management Institute (PMI), la falta de herramientas adecuadas para la programación y distribución de actividades genera retrasos que afectan los costos finales y la calidad de los proyectos. Estas dificultades subrayan la necesidad de aplicar enfoques metodológicos que optimicen el uso de recursos, particularmente en países con limitaciones tecnológicas y presupuestales.

A nivel nacional, el sector de la construcción en Perú se enfrenta a desafíos similares. Aunque el país ha experimentado un crecimiento en la infraestructura, aún persisten problemas en la ejecución eficiente de proyectos de pavimentación, sobre todo en regiones menos desarrolladas. Según reportes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), los proyectos de construcción vial a menudo enfrentan retrasos

considerables, debidos principalmente a la falta de planificación efectiva y al manejo inadecuado de los recursos humanos. La mano de obra, un factor crítico en la construcción, tiende a mostrar bajos niveles de productividad, lo que repercute negativamente en la culminación de obras dentro de los plazos establecidos. A pesar de los avances en la adopción de herramientas de gestión, su implementación no ha sido homogénea, lo que evidencia una brecha entre los estándares de gestión modernos y las prácticas tradicionales empleadas en muchos proyectos.

A nivel local, la provincia de San Román, ubicada en el departamento de Puno, enfrenta desafíos particulares en la ejecución de proyectos de pavimentación. La limitada disponibilidad de recursos, sumada a las dificultades climáticas y geográficas, impacta directamente en la productividad de la mano de obra. Proyectos viales recientes en la provincia han experimentado retrasos significativos, lo que ha incrementado los costos operativos y reducido la eficiencia general de las obras. En este contexto, la aplicación de metodologías como la carta balance en la planificación y gestión de la mano de obra podría representar una solución para mejorar la productividad y garantizar el cumplimiento de los plazos. Sin embargo, hasta la fecha, la implementación de estas herramientas ha sido escasa, lo que refuerza la necesidad de investigar su potencial beneficio en las condiciones locales de San Román.

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la influencia de la aplicación de la carta balance en el mejoramiento de la productividad de mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román 2024?



## 1.2.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Cuál es el estado situacional de la aplicación de la Carta Balance en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román?
- b. ¿De qué manera la Carta Balance puede mejorar la productividad y optimizar el uso de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román?
- c. ¿Cuál es el incremento en la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román?

## 1.3 **Objetivos de la investigación**

### 1.3.1 *Objetivo general*

Determinar la influencia de la aplicación de la carta balance en el mejoramiento de la productividad de mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román 2024.

### 1.3.2 *Objetivos específicos*

- a. Determinar el estado situacional de la aplicación de la Carta Balance en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.
- b. Utilizar la Carta Balance para mejorar la productividad y optimizar el uso de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.
- c. Determinar el incremento en la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.

## 1.4 **Justificación de la investigación**

### 1.4.1 *Justificación técnica*

La carta balance es una herramienta de planificación y control que permite organizar de manera eficiente las actividades en proyectos de construcción, asegurando



que los recursos humanos y materiales sean utilizados de forma óptima. Su aplicación en la pavimentación de vías ofrece una solución técnica al problema de la baja productividad de la mano de obra, optimizando los tiempos de ejecución y reduciendo los desperdicios operativos. En el contexto de la provincia de San Román, la adopción de esta metodología permitirá una mejor programación de las actividades, evitando solapamientos y tiempos muertos, lo cual es crucial en proyectos de pavimentación donde la coordinación de tareas es fundamental. Este estudio busca aportar un análisis riguroso sobre cómo la carta balance puede mejorar la eficiencia técnica en los procesos constructivos locales, sentando un precedente para su uso en otras regiones del país con condiciones similares.

### **1.4.2 Justificación económica**

La baja productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación no solo afecta los plazos de entrega, sino que también genera sobrecostos significativos, debido al tiempo adicional y a los recursos empleados de manera ineficiente. La aplicación de la herramienta de carta balance en los proyectos de pavimentación de la provincia de San Román facilitará una gestión más eficiente de los recursos disponibles, lo cual redundará en una disminución significativa de los costos operativos. Este enfoque estratégico no solo contribuirá a optimizar el uso de los recursos materiales y humanos, sino que también permitirá mejorar la rentabilidad y la efectividad de los proyectos, asegurando un aprovechamiento más racional de las inversiones realizadas. Al disminuir los tiempos de ejecución y mejorar la organización de las tareas, se espera una menor demanda de mano de obra y una reducción en el uso de materiales, generando ahorros significativos para los proyectos. Este enfoque tiene el potencial de aumentar la rentabilidad de las inversiones en infraestructura vial, permitiendo que los recursos económicos sean utilizados de manera más eficiente y abriendo la posibilidad de financiar más proyectos en la región.



### **1.4.3 Justificación social**

El desarrollo de infraestructura vial tiene un impacto directo en la calidad de vida de la población, ya que mejora el acceso a servicios, facilita el transporte y promueve el desarrollo económico local. En la provincia de San Román, donde existen deficiencias en las vías de comunicación, los proyectos de pavimentación eficientes son cruciales para conectar comunidades y fortalecer las actividades comerciales. La mejora en la productividad de la mano de obra mediante la aplicación de la carta balance contribuirá a la entrega oportuna de las obras, beneficiando a la población con carreteras de mejor calidad y en menor tiempo. Además, la optimización de recursos permitirá que los proyectos de infraestructura sean más sostenibles en el tiempo, generando empleo y oportunidades de desarrollo para los trabajadores locales, quienes también podrán beneficiarse de la capacitación en el uso de nuevas herramientas de gestión.

### **1.4.4 Justificación ambiental**

La eficiencia en la ejecución de proyectos de pavimentación también tiene un impacto positivo en el medio ambiente. Al optimizar la planificación y el uso de los recursos mediante la carta balance, se reducirán los desperdicios de materiales y la energía consumida en el proceso constructivo. Esto contribuirá a minimizar la huella de carbono asociada a los proyectos de pavimentación en la provincia de San Román. Además, una mejor organización del trabajo permite una menor exposición del entorno natural a las actividades constructivas, lo que resulta en una menor afectación del suelo, la flora y la fauna locales. La aplicación de prácticas eficientes también se alinea con las políticas de construcción sostenible, promoviendo proyectos que no solo son económicamente viables, sino que también respetan el equilibrio ambiental.



## 1.5 Hipótesis de la investigación

### 1.5.1 *Hipótesis general*

La aplicación de la Carta Balance influirá positivamente en el mejoramiento de la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román en 2024.

### 1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. El estado situacional de la aplicación de la Carta Balance en los proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román muestra una falta de optimización en la productividad de la mano de obra antes de la implementación de mejoras.
- b. La implementación de la Carta Balance optimizará la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.
- c. El incremento en la productividad de la mano de obra será significativo después de la aplicación de la Carta Balance en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.

## 1.6 Variables e indicadores

### 1.6.1 *Variable independiente*

Carta Balance

### 1.6.2 *Variable dependiente*

Productividad de la mano de obra



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

*Operacionalización de variables*

Variable independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
<b>Carta Balance</b>	La carta balance es una herramienta de planificación y control de proyectos utilizada en la gestión de la construcción, especialmente para actividades repetitivas y secuenciales. Esta metodología organiza y distribuye las tareas de manera que el trabajo se desarrolle de forma equilibrada, evitando tiempos muertos y solapamientos entre actividades.	Planificación del trabajo	Aprovechamiento del tiempo: TC, TNC y TP	Fichas de control diario
Variable dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
<b>Productividad de la mano de obra</b>	La productividad de la mano de obra se refiere a la eficiencia con la que los trabajadores realizan sus tareas en un proyecto. Se mide comúnmente en términos de la cantidad de trabajo realizado en un período de tiempo determinado, comparado con los recursos empleados (horas-hombre).	Eficiencia en el trabajo	Cantidad de trabajo realizado por hora-hombre. Rendimiento diario del personal.	Relación de horas hombre



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Pérez *et al.* (2019) en su estudio "Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling", el estudio de investigación que se llevó a cabo en México, se ha examinado un caso de análisis que demuestra la mejora de la productividad laboral a través de la aplicación de la metodología Lean Construction y sus herramientas, como el modelado de información de construcción. Para la realización de este estudio se utilizó un entorno experimental. En este entorno, se utilizaron herramientas de Lean Construction, como el diagrama de equilibrio, con la intención de mejorar el nivel de eficiencia laboral y corregir las deficiencias descubiertas. Para lograr este objetivo, se desarrolló una propuesta de estudio que giraba en torno a la utilización de la guía de observación como medio para determinar la cantidad total de recursos que se producen durante el proceso de construcción del edificio. Esto indica que el período productivo inicial de la obra fue del sesenta por ciento, mientras que el tiempo no contributivo constituyó el quince por ciento, según los datos que se obtuvieron. De ello se desprende que es necesaria la utilización de gráficos de equilibrio para mitigar los efectos adversos que experimenta el proceso de construcción de la estructura. Adicionalmente, se determinó que



era factible optimizar la cantidad de tiempo empleado en cada ítem individual, el cual se determinó en 100 minutos para movimientos de tierra, 27 minutos para muros y 91 minutos para cimbra, además de otras mejoras que se introdujeron y luego se mantuvieron. Este estudio aporta pruebas de que la aplicación de la metodología Lean Construction y de las herramientas asociadas a ella puede influir favorablemente en la optimización de la productividad de los trabajadores del sector de la construcción. A la hora de abordar los problemas y mejorar la eficiencia en los proyectos de construcción, estos resultados demuestran lo importante que es aplicar enfoques nuevos y sistemáticos.

Según Pérez et al. (2022) en su investigación titulada "Una revisión del impacto de la adopción de la metodología Lean Construction en los proyectos de construcción", las conclusiones de esta investigación revelan que la metodología Lean Construction constituye un enfoque sistémico muy eficaz para la realización de proyectos de construcción. La capacidad de esta técnica para satisfacer las expectativas del cliente maximizando al mismo tiempo el valor aportado y la reducción efectiva de todo tipo de residuos es una de sus características definitorias. También es importante subrayar la considerable contribución que ha hecho a la optimización del proceso de fabricación a nivel estratégico y a la gestión de las operaciones en la industria de la construcción. Son evidentes los resultados obtenidos: El uso de Lean building ha mostrado repetidamente resultados positivos en términos de optimización y productividad de los procesos implicados en la construcción. En vista de ello, se hace una petición a las empresas locales, instándolas a considerar seriamente la posibilidad de incorporar esta práctica a sus operaciones. En particular, se reconoce su importancia durante la fase conceptual de los proyectos de ingeniería civil. Durante esta fase, es de suma importancia disponer de herramientas de seguimiento y control que ofrezcan información actualizada y precisa sobre el rendimiento de los numerosos componentes de las actividades que intervienen. Además, se destaca la capacidad de Lean Construction para alterar el paradigma existente en la industria de la construcción. Esto permite a la industria de la construcción cumplir los



calendarios y presupuestos predeterminados de una manera que es a la vez más eficiente y eficaz. En última instancia, se concluye que esta metodología no sólo beneficia a las obras de construcción civil como fuente esencial de desarrollo económico para la nación, sino que también tiene el potencial de trabajar en colaboración con otros modelos y metodologías emergentes, amplificando así su impacto y beneficios en la industria. Esta es la conclusión a la que se llega.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Según Palomares & Pillaca (2022) en su investigación titulada "Gestión de proyectos para mejorar la productividad en la construcción de pavimentos rígidos en una habilitación urbana", el objetivo de este estudio fue determinar una estrategia de gestión de proyectos que mejorara la productividad mediante la implementación de la Filosofía Lean Construction en un proyecto de pavimentación rígida que se estaba llevando a cabo en una urbanización ubicada en Paracas, Ica. Para ello, se puso en marcha el Sistema Last Planner, con la intención de disminuir la cantidad de incertidumbre e imprevisibilidad que era intrínseca al proyecto. Con la ayuda de la herramienta Carta Balance, que permitía realizar ajustes en tiempo real dentro de los procesos, se revisaron los tiempos de las actividades que se consideraban más importantes y pertinentes. Como paso adicional, se elaboró un plan de mejora empleando el proceso de los cinco porqués y el método de planificación prospectiva. Según los resultados de la investigación, que se llevó a cabo con la ayuda del programa informático IBM SPSS Statistics 21, casi el ochenta por ciento de los expertos que trabajan en el sector de la construcción utilizan tecnologías Lean. Por ello, la investigación se centró en determinar el impacto que estas tecnologías tienen en la eficacia de la mejora de la productividad. La aplicación del concepto Lean Construction dio lugar a una serie de resultados positivos, como un aumento de la productividad del 17,61%, un incremento del porcentaje acumulado de cumplimiento del plan hasta el 86,47%, una mejora de los tiempos productivos del 6,52% y una reducción de las horas no productivas del 9,58%.



Según Cruzado (2020) en su investigación titulada "Distribución de trabajo según la carta balance y el rendimiento en la construcción de viviendas unifamiliares - Cajamarca", se centra en la evaluación de tres viviendas unifamiliares para determinar la distribución del trabajo y el rendimiento utilizando la herramienta de la tabla de balance. Se realizó un examen minucioso de los componentes de vaciado de techos, muros de mampostería y revestimiento de paredes internas. El enfoque metodológico que se utilizó fue descriptivo, haciendo hincapié en la recopilación de datos cuantitativos de forma transversal que no implicaba la realización de experimentos. Se llevó a cabo una observación directa en las instalaciones y se utilizaron fichas específicas para determinar la calidad de la ejecución de cada acción. Según los resultados recogidos, el rendimiento medio del vertido de hormigón en losas aligeradas fue de 6,67 metros cúbicos por media jornada durante el transcurso del proceso. El porcentaje de trabajo productivo fue del 39,58%, mientras que el porcentaje de trabajo no relevante para la organización fue del 23,39%. La industria de los muros de mampostería produjo una media diaria de 208,33 lad. La mano de obra que no contribuyó al éxito de la organización representó el 28,64% del total, mientras que la mano de obra productiva supuso el 36,25%. En cuanto al alicatado de las paredes interiores, la producción media de enlucido fue de 22,00 m<sup>2</sup>/día, mientras que el rendimiento medio del alicatado fue de 15,17 m<sup>2</sup>/día. El porcentaje de trabajo productivo fue del 37,40%, mientras que el porcentaje de trabajo no productivo fue del 26,03%. Los resultados de esta investigación ofrecen una perspectiva global de la eficacia y la asignación del trabajo en cada una de las actividades analizadas. Además, nos permiten identificar áreas que requieren mejoras, así como posibilidades de optimizar los procedimientos de construcción en el futuro mientras trabajamos en proyectos comparables entre sí.

Según Pizarro (2021) en su investigación titulada "Optimización de la Mano de Obra Utilizando la Carta Balance en la Carretera Vecinal - Chiribamba a Incachaca - Castrovirreyna – Huancavelica", el investigador tuvo como objetivo optimizar la mano de



obra en el proceso de rehabilitación y mejoramiento del camino vecinal utilizando el Cuadro de Balance, que es una herramienta esencial en la metodología Lean Construction. En el Balance Chart, se realizan mediciones a intervalos regulares (cada minuto) y se registran las actividades realizadas por cada trabajador. A continuación, estas actividades se clasifican en tres categorías: trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC). Mediante la utilización de esta técnica durante la fase de ejecución del proyecto, fue posible lograr un equilibrio entre las cuadrillas y sugerir mejoras en la productividad de la mano de obra. La investigación tuvo carácter aplicativo y se realizó con metodología cuantitativa, nivel descriptivo y diseño no experimental. Es factible optimizar la mano de obra proponiendo el aumento de la productividad real, teniendo en cuenta el equilibrio de cada cuadrilla, la velocidad de producción teórica y la producción real in situ, según los resultados de la investigación, que llegó a la conclusión de optimizar la mano de obra. Del mismo modo, se demostró que el Cuadro de Equilibrio puede utilizarse en la ejecución de otros proyectos, logrando así una optimización eficaz de la mano de obra. Hubo mejoras significativas en el trabajo de producción, incluyendo un aumento del 27% en la partida de replanteo, trazado y nivelación, un aumento del 22,4% en la excavación de estructuras con maquinaria, una mejora del 10,49% en la partida de relleno y compactación con material propio y una optimización del 13,61% en la reparación de muros de mampostería de piedra. Todas estas mejoras se consiguieron. En cuanto a la productividad de la mano de obra, la partida de replanteo, trazado y nivelación mostró una ganancia de 10,39 m<sup>2</sup>/h a 15,50 m<sup>2</sup>/h, lo que equivale a una optimización del 8,18%. En la misma línea, la excavación de edificios con máquinas pasó de 1,94 m<sup>3</sup>/h a 3,00 m<sup>3</sup>/h, lo que indica que hubo una mejora de la eficiencia del 7,07%. La productividad de la partida de relleno y compactación con material propio pasó de 0,87 m<sup>3</sup>/h a 1,56 m<sup>3</sup>/h, lo que indica una optimización del 11,08%. Por último, la productividad de la reparación de muros de mampostería de piedra pasó de 0,10 m<sup>3</sup>/h a 0,15 m<sup>3</sup>/h, alcanzando una optimización del 9,97% al final del proceso.



### 2.1.3 *Antecedentes regionales*

Según Pérez (2020) en su investigación titulada "Uso de herramientas Lean Construction para la mejora en la planificación y ejecución de la obra del Coliseo Cultural Polideportivo en Putina, provincia de San Antonio de Putina, Puno", tiene como objetivo demostrar que la utilización de herramientas Lean Construction resulta en una mejora del proceso de planificación durante la ejecución de la obra. Este estudio es una investigación cuantitativa descriptiva, y está diseñado de manera experimental que involucra intervención. Para la realización de este estudio, 61 ítems de la ficha técnica del proyecto fueron considerados como parte de la población, mientras que 24 cosas fueron elegidas para servir como muestra del estudio. La amortiguación del tiempo, la sectorización, el enfoque de los 5 Porqués, el Tren de Actividades, el Sistema del Último Planificador y el Nivel General de Actividad fueron algunas de las técnicas de Lean Construction que sirvieron de base para los dispositivos de recogida de datos que se utilizaron. Se realizó una prueba de hipótesis para examinar la influencia que el Sistema del Último Planificador y el nivel general de actividades tenían en el proyecto. Los resultados de la prueba revelaron que existían diferencias sustanciales entre el periodo de intervención y el periodo sin intervención. Los hallazgos recogidos demostraron que la implantación de las herramientas de Lean Construction supuso una mejora significativa en la planificación que se llevó a cabo a lo largo de la ejecución del proyecto. Después de comparar el período de intervención con el período sin intervención, se constató que el período de intervención dio lugar a un aumento del 17% en el Porcentaje de Plan Completado (PPC), un aumento del 6% en el Trabajo Productivo (PT), un aumento del 3% en el Trabajo Contributivo (CT) y una disminución del 8% en el Trabajo No Contributivo (NCW). Estos resultados constituyen una base esencial para las personas y empresas que trabajan en el sector de la construcción. Demuestran las ventajas y la eficacia de la aplicación de los métodos Lean Construction en proyectos comparables a los que se pueden encontrar en el futuro. Además, sostienen que es posible aplicar estas tecnologías para mejorar la eficiencia y eficacia de la planificación y ejecución de las operaciones de construcción.



Según Chambi (2021) en su investigación titulada "Optimización de la productividad mediante cartas de balance en partidas de encofrado y concreto armado en columnas, instituciones educativas - Puno, 2021", el objetivo principal fue maximizar la productividad en las actividades de encofrados y vaciados de concreto en columnas en instituciones educativas ubicadas en Puno. Para ello se utilizó la herramienta de gráficos de balance. En este estudio se utilizó una metodología aplicada y la investigación fue de tipo cuantitativo y de nivel descriptivo-analítico. El diseño del estudio no fue experimental. Todos los componentes del proyecto denominado «Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.S. Francisco Bolognesi del C.P. de Sullca Moho - Puno» fueron incluidos en el examen de la población investigada. Se utilizó un método de muestreo no probabilístico, y se seleccionaron como muestras los elementos de encofrado y vaciado de concreto en columnas mediante un proceso de selección directa. Al principio se hizo una evaluación de la eficacia de las cuadrillas que se dedicaban a estas tareas. Tras el análisis de estos datos, se determinaron y pusieron en marcha medidas correctoras. A continuación, se llevó a cabo una segunda medición de la productividad para evaluar los efectos de las actividades puestas en marcha. Según los resultados, la utilización de la herramienta de diagramas de equilibrio dio lugar a una mejora sustancial de la productividad de las operaciones de hormigonado y encofrado de pilares. Se observó un aumento del 14,6% del Trabajo Productivo (TP) en el encofrado de pilares, mientras que se produjo un descenso del 12,1% en el Trabajo No Contributivo (TNC). Se midió un aumento del 6% en el TP y un descenso del 10% en el TNC cuando se estaban vertiendo las columnas de hormigón. Esto se observó durante el proceso de vertido. Sobre la base de los resultados, se puede concluir que la utilización de la herramienta de gráficos de equilibrio tuvo éxito en la mejora de la eficiencia y la productividad de las operaciones de conformación y vertido de columnas de hormigón en las instituciones educativas ubicadas en la provincia de Puno.



## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 *Lean construcción*

El término "lean" se adoptó y adaptó de diversas industrias para su aplicación en la construcción. Se fundamenta en los principios de gestión de la producción inspirados en el Sistema de Producción Toyota, con el propósito principal de eliminar el desperdicio en las actividades del proceso. Esto implica reducir los ciclos del proceso, mejorar la calidad y aumentar la eficiencia. En Lean, el desperdicio abarca la sobreproducción, sobreprocesamiento, retrasos, exceso de inventario, movimientos innecesarios, fallas y defectos (Hoyos, 2023).

La metodología de Lean Construction se inspira en los principios de la fabricación esbelta (lean manufacturing) y se fundamenta en la teoría TFV, que subraya la importancia de tres elementos clave en la producción: la transformación, el flujo y la creación de valor. Este enfoque nació como una respuesta a las deficiencias del modelo tradicional de gestión de proyectos, demostrando mejoras significativas en la eficiencia operativa y los resultados de los proyectos en el sector de la construcción (Akanbi et al., 2019).

La implementación de Lean Construction se estructura en tres procesos esenciales que permiten identificar los problemas más relevantes y seleccionar las herramientas adecuadas para abordarlos. Estos procesos incluyen dos reuniones clave, denominadas talleres, y un análisis detallado de la información recabada, que abarca el levantamiento de datos relacionados con el proyecto que se evaluará. Durante los talleres, se llevan a cabo diversas actividades orientadas a la detección y análisis de los problemas, proporcionando una base sólida para las decisiones de mejora.

El enfoque Lean Construction tiene como objetivo primordial la reducción de desperdicios a lo largo de todas las fases de los proyectos de construcción. Esto se logra identificando y eliminando aquellas actividades que no aportan valor o que resultan



irrelevantes. Además, busca fomentar la mejora continua de la comunicación y coordinación entre los equipos de trabajo, así como la optimización de los recursos y el tiempo disponibles, garantizando una gestión más eficaz y eficiente de los proyectos (Bautista, 2023).

Lean Construction, o la teoría de la "Construcción Sin Pérdidas", es una filosofía de gestión de la producción cuyo objetivo fundamental es mejorar la productividad mediante un enfoque que prioriza la satisfacción de las necesidades del cliente (Uzuriaga & Vargas, 2022). Esta metodología se enfoca en identificar y minimizar las pérdidas dentro de los procesos de construcción, con el fin de generar un mayor valor para el cliente final. Para implementar este enfoque orientado a la reducción de desperdicios, el Lean Construction Institute (LCI) establece una serie de técnicas y herramientas específicas, que buscan optimizar cada fase del proyecto. Entre estas estrategias se incluyen:

- **Diseño conjunto del producto y el proceso de producción:** Se busca definir de manera conjunta los objetivos del cliente y diseñar tanto el producto como el proceso de producción de manera que se maximice el valor para el cliente y se minimicen las pérdidas.
- **Mejora del rendimiento total del proyecto:** Los esfuerzos se dirigen a mejorar el rendimiento global del proyecto en lugar de centrarse únicamente en aumentar la velocidad de una actividad específica o reducir costos. Esto se realiza con el fin de garantizar una mejora integral y sostenible en la productividad y la eficiencia del proyecto de construcción.

La metodología Lean Construction involucra a todas las partes involucradas en un proyecto de construcción, como el propietario, arquitectos, ingenieros, contratistas generales, subcontratistas y proveedores. Este enfoque no solo se limita a cumplir con las



demandas del cliente, sino que también implica proporcionar orientación y apoyo para dar forma a las expectativas a lo largo del proyecto (Gabonal, 2021).

Además, (Gualdrón & López, 2021) una de las principales ventajas que ofrece Lean Construction radica en su capacidad para optimizar el uso de materiales, tomando decisiones durante la fase de diseño que no alteren los requisitos o expectativas del cliente. Un ejemplo claro de esto sería la posibilidad de reducir la altura del techo o emplear una cantidad menor de acero en la estructura, opciones que no solo ayudan a mejorar la eficiencia del proyecto, sino que también permiten mantener la calidad y funcionalidad requeridas, sin comprometer el resultado final.

Emplear la metodología Lean Construction en un proyecto de construcción conlleva una serie de beneficios significativos, que incluyen:

- **Eliminación de desperdicios:** Se eliminan aquellas actividades que no aportan valor al proyecto, lo que permite un uso más eficaz de los recursos y contribuye a la disminución de los costos operativos.
- **Aumento de la productividad:** Al optimizar los procesos de trabajo, se incrementa la eficiencia del equipo, lo que permite que el proyecto avance más rápidamente, reduciendo su duración total.
- **Mejora en la calidad:** La implementación de una cultura de mejora continua asegura que la calidad sea prioritaria en todas las fases del proyecto, lo que se traduce en un producto final de mayor calidad y en una mayor satisfacción del cliente.
- **Incremento de la seguridad:** A través de la identificación y eliminación de condiciones peligrosas en el entorno laboral, se disminuye el riesgo de accidentes y lesiones, promoviendo un ambiente de trabajo más seguro.
- **Disminución de costos:** La eliminación de ineficiencias y la optimización de los procesos contribuyen a una reducción significativa de los costos globales del proyecto, aumentando la rentabilidad y la competitividad de la empresa constructora.



- Fortalecimiento de la comunicación y colaboración: Se fomenta un entorno de comunicación abierta y colaboración estrecha entre todos los miembros del equipo, lo que facilita una resolución de problemas más ágil y toma de decisiones más eficiente.

### **2.2.2 Herramientas de Lean**

Las herramientas de Lean Construction comprenden un conjunto de métodos y técnicas cuidadosamente diseñados para optimizar la eficiencia en los proyectos de construcción. Su propósito principal es reducir al máximo los desperdicios, al tiempo que se incrementa el valor añadido en cada etapa del proceso constructivo. Estas herramientas se enfocan en detectar y eliminar aquellas actividades que no generan valor, asegurando que los recursos sean utilizados de manera óptima. Además, fomentan la colaboración efectiva entre los equipos de trabajo, promoviendo una comunicación clara y unificada que facilita la toma de decisiones y la resolución de problemas. Asimismo, contribuyen a la mejora continua de los flujos de trabajo, lo que no solo acelera la ejecución de las tareas, sino que también garantiza un resultado final de mayor calidad. Este enfoque holístico, centrado en la eficiencia y la satisfacción de las necesidades del cliente, convierte a Lean Construction en una metodología integral para la gestión moderna de proyectos.

#### **2.2.2.1 5s**

Según (Schmitt, 2020), la metodología 5S fue desarrollada por la empresa automotriz Toyota como una herramienta clave para mejorar la calidad operativa dentro de la organización. Este enfoque, compuesto por cinco principios fundamentales, todos comenzando con la letra "S", tiene como objetivo principal promover un entorno de trabajo organizado, limpio y eficiente. La implementación de esta metodología no solo busca optimizar la productividad y reducir desperdicios, sino también minimizar el riesgo de accidentes laborales y fomentar una cultura de mejora continua en el lugar de trabajo. A



continuación, se describen detalladamente los cinco elementos que conforman la metodología 5S:

- **Seiri (Ordenar):** Este principio, conocido en inglés como "Sort," se enfoca en establecer un sistema de organización en el lugar de trabajo que garantice que únicamente se disponga de las herramientas, materiales e insumos necesarios para realizar cada actividad específica en el momento adecuado. La implementación de esta práctica mejora significativamente la productividad al eliminar elementos innecesarios que pueden obstaculizar las tareas y al mismo tiempo facilita el acceso rápido y eficiente a los recursos esenciales. Además, este enfoque no solo optimiza el uso del espacio de trabajo, sino que también fomenta un ahorro considerable en inventarios, ya que reduce la acumulación de materiales y suministros innecesarios, lo que se traduce en un entorno más ordenado, funcional y rentable.
- **Seiton (Set in order = Poner en orden):** Este elemento se basa en el principio de "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar". Se trata de asignar un lugar de almacenamiento específico para cada herramienta, asegurando que las más utilizadas sean las más accesibles. Esta práctica minimiza los desplazamientos innecesarios, lo que repercute positivamente en la productividad del proyecto.
- **Seiso (Shine = Brillo):** Esta fase implica mantener un entorno de trabajo limpio y ordenado. Los trabajadores deben limpiar el área de trabajo al finalizar la jornada laboral. Esto contribuye a reducir los accidentes laborales causados por desorden, así como a evitar el deterioro de la maquinaria debido a la suciedad, lo que puede generar costosos mantenimientos adicionales.
- **Seiketsu (Standardize = Estandarizar):** En este punto, se busca estandarizar las tres herramientas mencionadas anteriormente para convertirlas en prácticas habituales del personal. La estandarización de estas herramientas conlleva una reducción en los costos de mantenimiento, gastos generales y un aumento en la eficiencia del proceso.



- Shitsuke (Sustain = Sostener): Esta etapa implica incentivar al personal para que adopte las prácticas establecidas de manera sistemática. Es esencial porque promueve la autodisciplina entre los trabajadores, lo que contribuye a mantener los estándares de calidad y eficiencia a largo plazo.

Los beneficios de implementar la metodología 5S son diversos y se pueden observar de manera rápida y tangible en varias áreas de la empresa:

- Productividad: Al contar con un ambiente de trabajo organizado gracias a la metodología 5S, las herramientas y materiales necesarios se encuentran fácilmente y sin demoras. Esto reduce los tiempos improductivos y aumenta el tiempo dedicado a actividades productivas, lo que se traduce en un incremento de la productividad global de la empresa.
- Seguridad y salud en el trabajo: Mantener un ambiente de trabajo limpio y ordenado ayuda a prevenir accidentes laborales dentro de la empresa. Además, contribuye a elevar la moral de los trabajadores al proporcionarles un entorno de trabajo más seguro y agradable. Asimismo, al reducir los tiempos muertos asociados a accidentes o lesiones, se mejora la integridad física y la salud de los trabajadores.
- Calidad: La implementación de la metodología 5S permite identificar y prevenir posibles fallos o defectos en el proceso de producción, lo que contribuye a mejorar la calidad del producto final. Al asegurar un ambiente de trabajo ordenado y limpio, se minimizan los errores y desperdicios, lo que se traduce en una mejora progresiva de la calidad del producto. Además, al estar alineada con la filosofía Lean de mejora continua, la metodología 5S impulsa la transformación de los procesos y, por ende, la calidad de los productos (Linares & Travi, 2023).



### 2.2.2.2 LPS

El Sistema del Último Planificador (Last Planner System, LPS) es una metodología diseñada específicamente para gestionar la planificación y el control de la producción en proyectos de construcción. Su enfoque principal radica en dividir el flujo de actividades en etapas más manejables y desarrollar un plan semanal detallado que considere aspectos clave como el análisis de restricciones, la asignación de responsabilidades y la definición de fechas específicas para la ejecución de tareas. Esta herramienta no solo facilita la coordinación entre los diferentes equipos de trabajo, sino que también optimiza el flujo de actividades al identificar y resolver posibles obstáculos antes de que se conviertan en problemas críticos. Al reducir la improvisación y prevenir retrasos de última hora, el LPS contribuye a garantizar que las entregas se realicen dentro de los plazos previstos, mejorando así la eficiencia general del proyecto y promoviendo una ejecución más fluida y controlada. Las principales ventajas del LPS, según (Incoga, 2018), son las siguientes:

- **Coordinación:** Este enfoque prioriza una comunicación clara y efectiva, fomentando un ambiente de trabajo en equipo donde las partes involucradas puedan llegar a acuerdos de manera eficiente. Esto asegura que las tareas estén alineadas y que todos trabajen hacia los mismos objetivos.
- **Cumplimiento de plazos:** Se implementa un sistema de monitoreo constante que permite verificar el progreso del proyecto en relación con los tiempos establecidos. Esto garantiza que las actividades se realicen dentro del calendario previsto, evitando retrasos y asegurando el cumplimiento del alcance definido.
- **Compromiso:** La planificación no es solo una tarea individual, sino un esfuerzo colectivo en el que cada colaborador asume responsabilidad activa. Este compromiso compartido fortalece la ejecución del proyecto y refuerza la participación de los equipos.
- **Colaboración y compromiso:** Se establecen plazos concretos para los entregables, fomentando una colaboración fluida entre las personas y equipos involucrados. Este



enfoque no solo promueve la alineación de esfuerzos, sino que también impulsa una mejora continua, ya que las partes trabajan conjuntamente para optimizar los procesos.

- **Transparencia:** Toda la información relevante relacionada con el proyecto se pone a disposición de los miembros del equipo, promoviendo un entorno de confianza y asegurando que cada participante tenga acceso a los datos necesarios para tomar decisiones informadas y contribuir al éxito del proyecto.

### 2.2.2.3 Lean Producción

Lean Manufacturing es una filosofía de gestión que se basa en enfrentar desafíos de manera proactiva y coloca a las personas en el centro del proceso de mejora continua. Su propósito fundamental es optimizar los sistemas de fabricación al identificar y eliminar cualquier tipo de "desperdicio", entendido como actividades, procesos o eventos que consumen más recursos de los necesarios sin aportar valor real al cliente.

Dentro de este enfoque, se reconocen varios tipos de desperdicio que afectan la eficiencia productiva, incluyendo: la sobreproducción, los retrasos en las entregas, el transporte innecesario, el manejo excesivo de materiales, el almacenamiento de inventarios mayores a los requeridos, los movimientos innecesarios y los defectos en los productos finales. Lean Manufacturing no solo identifica estas ineficiencias, sino que actúa de manera sistemática para eliminarlas, asegurando que cada acción en la cadena productiva contribuya al valor percibido por el cliente.

Para alcanzar estos objetivos, Lean aplica de manera constante y estructurada una amplia variedad de métodos que abarcan prácticamente todas las áreas relacionadas con las operaciones productivas. Esto incluye la organización eficiente del lugar de trabajo, la implementación de sistemas robustos de gestión de la calidad, la optimización de procesos internos de producción, el mantenimiento preventivo de los equipos y la gestión efectiva de la cadena de suministro. Los beneficios de implementar Lean Manufacturing son ampliamente reconocidos y respaldados por evidencias, ya que este enfoque no solo

mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce costos, aumenta la calidad del producto final y fortalece la competitividad de la empresa en el mercado (Mays, 2023).

### 2.2.3 Rendimiento de mano de obra

(Quiroa, 2019) plantea que, en un sentido general, el trabajo se refiere a la actividad realizada por una persona que intercambia habilidades o condiciones mecánicas por compensación en forma de sueldos o salarios. Por consiguiente, se puede afirmar que el trabajo abarca a cualquier individuo capaz de utilizar sus conocimientos en la producción de bienes o servicios. Todas las cosas implican un proceso creativo en el cual el trabajo está involucrado de manera directa o indirecta. El concepto de "trabajo" puede ser categorizado para distinguir entre trabajo directo e indirecto.

#### Figura 1

*Mano de obra*



El rendimiento laboral en la industria de la construcción se refiere a la eficacia y productividad de los trabajadores durante un período determinado. Se define como la cantidad de trabajo realizado en relación con el tiempo empleado, siendo esencial que su medición se base en criterios pragmáticos para garantizar una planificación efectiva del trabajo (Tisoc, 2022).

En la actualidad, se acepta el uso de diversos métodos para medir la cantidad de trabajo realizado por un trabajador en un periodo de tiempo determinado. Esto permite comparar el desempeño entre trabajadores o con indicadores establecidos, lo que facilita



un control de calidad adecuado y la identificación de factores que influyen en la productividad. Estos hallazgos pueden ser útiles para desarrollar estrategias que impulsen una mayor producción (Chambi, 2021).

Adicionalmente, con el fin de incrementar el rendimiento laboral, los ingenieros responsables deben emplear técnicas que faciliten una capacitación continua para los trabajadores. Es crucial que estos establezcan objetivos claros y alcanzables, y mantengan un entorno laboral seguro y motivador para garantizar un alto nivel de rendimiento (Meléndez Herrera & Vega Mena, 2021).

El rendimiento de la mano de obra hace referencia a la capacidad de los trabajadores para llevar a cabo sus tareas asignadas con un alto grado de eficiencia y productividad en el contexto de una organización o proyecto. Este concepto abarca no solo la finalización oportuna de las actividades, sino también la calidad del trabajo realizado y el uso eficaz de los recursos disponibles, lo que asegura un desempeño alineado con los objetivos establecidos.

Para evaluar el rendimiento de la mano de obra, se emplean diversos indicadores clave, como el volumen de trabajo completado en un periodo específico, la precisión y calidad de las actividades ejecutadas, el nivel de aprovechamiento de los recursos asignados y la percepción de satisfacción tanto del cliente como del usuario final. Estos parámetros ofrecen una visión integral del desempeño laboral y permiten identificar áreas de mejora.

Optimizar el rendimiento de la mano de obra no solo es crucial para elevar la productividad y la eficiencia operativa, sino también para reducir costos, maximizar la rentabilidad y garantizar altos niveles de satisfacción entre los clientes. En última instancia, un equipo de trabajo con un rendimiento óptimo contribuye a fortalecer la competitividad de la empresa en su sector, impulsando su sostenibilidad y éxito a largo plazo (Leonardo, 2024).



#### **2.2.4 Deficiencia en la mano de obra**

La deficiente mano de obra puede ocasionar pérdidas de rendimiento en actividades críticas de un proyecto de construcción, siendo el vaciado de concreto una de las partidas más afectadas debido a los considerables recursos en mano de obra y materiales que implica. Por lo tanto, es crucial un control adecuado en los proyectos (Orencio, 2022).

Según (Córdova et al., 2018) el mejoramiento de la productividad se refiere al aumento de la producción por hora trabajada o por tiempo empleado. Los recursos humanos son fundamentales para este mejoramiento, ya que representan el capital más valioso de la empresa. Es esencial analizar las causas que generan un bajo rendimiento en la mano de obra. La falta de capacitación y el bajo desempeño pueden provocar retrasos en las actividades, lo que se traduce en demoras en la obra o incumplimientos en los plazos de entrega.

Las actividades no contributivas no agregan valor al trabajo realizado, sino que forman parte de un proceso necesario para pasar a actividades productivas o contributivas. La calidad de la mano de obra desempeña un papel crucial en la productividad, ya que el personal calificado minimizará el tiempo dedicado a actividades no contributivas, como descansos excesivos, visitas al baño, paseos sin propósito en el proyecto, que a menudo son necesarios para el descanso mínimo. La falta de capacitación adecuada puede llevar a que el personal poco calificado experimente fatiga física rápidamente, lo que resulta en más tiempo dedicado a actividades no contributivas. Además, pueden surgir problemas relacionados con la incomodidad o el desconocimiento en el uso del equipo de seguridad proporcionado por la empresa constructora, lo que también contribuye al aumento de actividades no contributivas (Padilla, 2016)

Una propuesta efectiva para abordar esta problemática consiste en optimizar los procesos mediante la implementación de la herramienta denominada Carta Balance. Esta metodología permite clasificar y reorganizar las actividades involucradas en el flujo de

trabajo, con el propósito de identificar y minimizar aquellas que no aportan valor al proyecto o al cliente final. Al aplicar la Carta Balance, se promueve una estructura más eficiente en las operaciones, reduciendo el tiempo y los recursos desperdiciados, al mismo tiempo que se maximiza la productividad y se mejora la calidad de los resultados. Este enfoque no solo contribuye a un uso más racional de los recursos, sino que también impulsa una cultura de mejora continua en la gestión de los procesos.

### **2.2.5 Carta Balance**

La Carta Balance es una herramienta clave dentro de la filosofía Lean Construction, diseñada para clasificar y analizar las actividades realizadas por el personal obrero en un proyecto de construcción. Esta metodología permite dividir las tareas en tres categorías principales: Trabajo Productivo (TP), que incluye aquellas actividades directamente relacionadas con la ejecución de la obra; Trabajo Contributivo (TC), que abarca tareas que apoyan o complementan el trabajo productivo; y Trabajo No Contributivo (TNC), que se refiere a actividades que no generan valor agregado al proyecto.

Una de las principales ventajas de la Carta Balance es su capacidad para medir y controlar estas categorías de trabajo en términos de tiempo de ejecución. Esto se traduce en la obtención de índices específicos para cada tipo de actividad, junto con porcentajes que reflejan su contribución al total del trabajo realizado. Al proporcionar esta información detallada, la herramienta permite a los responsables del proyecto identificar ineficiencias y áreas de mejora en el proceso constructivo.

Además, la Carta Balance puede ser entendida como un método estadístico que facilita el análisis de la eficiencia del método constructivo. Al describir detalladamente cada etapa del proceso, esta herramienta no solo contribuye a optimizar la planificación y ejecución del trabajo, sino que también apoya la toma de decisiones informadas para incrementar la productividad y reducir el desperdicio de recursos (Pauro, 2023).



La Carta Balance, también denominada carta de equilibrio de cuadrilla, es descrita por diversos autores como una herramienta gráfica que permite representar el tiempo, generalmente medido en minutos, en relación con los recursos empleados en una actividad específica dentro de un proceso constructivo. Esta carta proporciona una representación visual clara de la secuencia constructiva utilizada, lo que facilita la identificación de áreas de mejora y la optimización del proceso analizado (Remache, 2019).

La Carta Balance se desarrolla mediante barras gráficas que reflejan la participación de los recursos involucrados, como mano de obra, maquinaria y equipos, a lo largo del tiempo. Estas barras se subdividen según las actividades realizadas, incluyendo tanto el tiempo productivo como los periodos improductivos. Este enfoque no solo permite comprender en profundidad la secuencia de tareas dentro del proceso constructivo, sino que también ayuda a identificar ineficiencias y a proponer ajustes para lograr una mayor eficacia operativa (Pizarro, 2021).

El procedimiento para la aplicación de la carta balance consiste en los siguientes pasos:

- Calcular los tiempos de realización en cada proceso: Determinar cuánto tiempo se requiere para completar cada proceso dentro de la actividad o proyecto.
- Obtener las velocidades por proceso: Calcular la velocidad de ejecución de cada proceso, es decir, la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo.
- Identificar demoras en cada proceso: Analizar y registrar cualquier retraso o demora que pueda ocurrir durante la ejecución de los procesos.
- Identificar acciones que mejoren la producción: Identificar posibles mejoras en los procesos para aumentar la eficiencia y la productividad.
- Implementar las mejoras en cada proceso: Poner en práctica las acciones identificadas para mejorar la producción y reducir las demoras.



- Recalcular los tiempos y la velocidad para cada proceso: Después de implementar las mejoras, volver a calcular los tiempos de realización y las velocidades de ejecución para evaluar el impacto de las mejoras en la eficiencia del proceso.

Este procedimiento permite analizar y mejorar continuamente la eficiencia y la productividad en la ejecución de las actividades o proyectos, utilizando la carta balance como una herramienta para visualizar y controlar el tiempo y los recursos involucrados (Pizarro, 2021).

### 2.2.5.1 Productividad

La productividad en el sector de la construcción abarca dos aspectos fundamentales: la eficiencia y la efectividad. Lograr un equilibrio entre ambos es crucial, ya que no tiene sentido completar una tarea rápidamente si esta presenta problemas de calidad que comprometen el resultado final. Por ejemplo, realizar un tarrajeo de varios metros cuadrados utilizando la mano de obra de manera eficiente pierde valor si el trabajo presenta defectos que obliguen a retirar y rehacer la superficie. Este tipo de situaciones no solo genera desperdicio de recursos y tiempo, sino que también afecta los costos y plazos del proyecto. Investigaciones centradas en el uso del tiempo por parte de los obreros en proyectos de construcción han identificado que la jornada laboral se compone de diferentes tipos de trabajo (Chambi, 2021).

La productividad es un indicador de suma importancia en el proceso constructivo de un proyecto, ya que está estrechamente relacionada con otros factores que tienen un impacto directo en el rendimiento general del proceso. Estos factores incluyen la calidad de la obra realizada, la seguridad en el sitio de trabajo, los costos asociados, el tiempo requerido para completar las tareas, la planificación adecuada de las actividades y el control efectivo sobre el avance del proyecto. La productividad eficiente en la construcción no solo implica realizar más trabajo en menos tiempo, sino también asegurar que dicho

trabajo se realice con altos estándares de calidad, seguridad y eficiencia, lo que contribuye al éxito general del proyecto (Panta Yovera & Pingo Fiestas, 2023).

La productividad se puede expresar como:

$$PRODUCTIVIDAD_{\text{Mano de Obra}} = \frac{\text{Cantidad de Obra}}{\text{Hora obrero}}$$
$$PRODUCTIVIDAD_{\text{Mano de Obra}} = \frac{\text{Cantidad de Obra}}{\text{Hora cuadrilla}}$$

La productividad laboral se entiende como la relación directa entre los resultados alcanzados y los recursos laborales empleados para obtenerlos. Este indicador evalúa la eficiencia con la que se utiliza el trabajo humano dentro del proceso de producción, proporcionando una medida clara de qué tan efectivamente se aprovechan las capacidades y esfuerzos de los trabajadores para generar valor.

Más allá de ser un simple indicador de rendimiento, la productividad laboral ofrece una herramienta analítica esencial para comprender dinámicas clave dentro del ámbito laboral. Por ejemplo, permite evaluar los cambios en el desarrollo del empleo, identificar patrones de movilidad laboral y anticipar las futuras necesidades de mano de obra en función de la evolución de las demandas productivas. Este análisis resulta fundamental para las organizaciones y sectores económicos que buscan optimizar sus operaciones y adaptarse a un entorno de trabajo en constante transformación, asegurando tanto la sostenibilidad como el crecimiento a largo plazo (Silvera, 2023).

La productividad del trabajo se refiere a la cantidad de trabajo realizado por una o varias personas en un período de tiempo determinado. Es importante tener en cuenta que cuando se habla de la productividad de una sola persona, se debe considerar la cantidad promedio de trabajo que esa persona realiza. En el caso de la productividad de una cuadrilla, esta debe estar conformada, definida y evaluada en función de una dotación estandarizada, así como de la preparación adecuada de los oficiales y ayudantes para llevar a cabo la tarea de manera eficiente (Silvera, 2023).

- Trabajo Productivo (TP): Se refiere al trabajo que contribuye directamente a la construcción, realizando labores como asentar ladrillos, verter concreto, construir encofrados, entre otros.

El trabajo productivo se define como aquel que contribuye directamente a la producción de bienes o servicios. Sin embargo, no existe una forma estándar de determinar si el trabajo es considerado como productivo. Estas decisiones están influenciadas tanto por la perspectiva del observador como por el contexto en el que se realiza la actividad laboral. Es importante tener en cuenta que estas evaluaciones deben realizarse de manera efectiva (Silvera, 2023).

- Trabajo Contributorio (TC): Este tipo de trabajo es necesario para facilitar la ejecución del trabajo productivo. Incluye actividades como dar instrucciones, tomar medidas, leer planos, transportar insumos, mantener orden y limpieza en el área de trabajo, entre otras.

Se comprende como el tipo de trabajo necesario para la ejecución de una obra, pero que no genera un valor directo para el contratista. Este tipo de actividades se catalogan como desperdicio secundario y deben minimizarse lo más posible para mejorar la productividad global del proyecto. Ejemplos típicos incluyen tareas como la entrega de instrucciones, la lectura de planos, y el traslado de equipos y materiales, las cuales no aportan valor directo al contratista (Silvera, 2023).

En el ámbito del trabajo de control, se pueden identificar diversas subcategorías que permiten clasificar mejor las actividades que no generan un valor añadido directo:

- Transporte: Involucra el movimiento de trabajadores, herramientas y materiales de un lugar a otro durante el proceso de trabajo. Cuando este traslado es innecesario o excesivo, se considera como un gasto de tiempo que no contribuye al avance efectivo del proyecto.



- **Limpieza:** Incluye una variedad de tareas que pueden ser necesarias para mantener el orden en el sitio de trabajo, tales como la preparación de superficies para limpieza o la eliminación de manchas. Aunque esenciales para mantener la organización, estas actividades no aportan valor directo a la obra terminada.
- **Instrucciones:** Esta subcategoría abarca las actividades de dar y recibir instrucciones, así como el intercambio de información entre los miembros del equipo de trabajo y con los supervisores o personal técnico. Si bien son cruciales para garantizar la correcta ejecución de las tareas, no representan un trabajo que aporte valor a la construcción en sí misma.
- **Mediciones:** Incluye el uso de herramientas y equipos de medición, como niveles, pesas y cabrestantes, así como la lectura de planos. Si bien las mediciones son fundamentales para asegurar la precisión en la obra, el tiempo invertido en este tipo de tareas no siempre se considera un valor directo añadido al proyecto.
- **Otros Contributarios:** Agrupa actividades que, a pesar de ser necesarias, no son tan eficientes o tienen un impacto lento sobre la productividad. Ejemplos de estas actividades pueden ser la preparación de materiales y herramientas para reparaciones o el mantenimiento de equipos como escaleras, entre otras. También se incluye cualquier otra tarea que, aunque relevante para la operación, no encaja claramente en las subcategorías anteriores.
- **Trabajo No Contributorio (TNC):** Se trata del tiempo en el cual el obrero no contribuye de ninguna manera a la ejecución del proyecto y no aporta valor. Este tiempo puede estar ocupado por esperas, ocio innecesario, viajes o desplazamientos no relacionados con el trabajo, realizar retrabajos, entre otras actividades que no contribuyen al avance del proyecto.

A diferencia de las demás actividades mencionadas, estas actividades son innecesarias ya que son realizadas por los trabajadores, pero no entran en ninguna de las categorías anteriores. Estas actividades implican costos adicionales, no agregan valor al



producto final y se consideran una pérdida en términos de eficiencia y productividad. Por lo tanto, es importante mejorar el proceso de producción para eliminar o reducir al mínimo estas actividades innecesarias (Silvera, 2023).

Se pueden clasificar diversas subcategorías dentro del trabajo no contributivo o no productivo, que son aquellas actividades que no aportan valor directo al avance o al resultado final de la obra. Estas subcategorías incluyen:

- ❖ **Desplazamiento:** Se refiere al movimiento de los trabajadores que no está relacionado con el progreso de las tareas, como caminar sin un propósito claro por el sitio de trabajo o trasladarse con las manos vacías. El desplazamiento innecesario, como mover a los operarios de un lugar a otro sin tareas específicas, también entra en esta categoría y es un factor que incrementa el tiempo perdido.
- ❖ **Tiempo de inactividad:** Esta subcategoría abarca los períodos de ineficiencia o de baja productividad durante la realización de las tareas. Un ejemplo es cuando un trabajador tarda mucho tiempo en alcanzar una herramienta o un material necesario. Además, cualquier momento en que el trabajador esté desatento o no concentrado también se considera parte del tiempo de inactividad, lo que disminuye la eficiencia en la ejecución de las actividades.
- ❖ **Espera:** Se refiere al tiempo que un trabajador pasa sin realizar ninguna actividad productiva debido a que está esperando recursos o condiciones para continuar su labor, como esperar instrucciones, herramientas, materiales o espacio para trabajar. Este tipo de inactividad es particularmente crítico, ya que el tiempo perdido en espera podría haberse utilizado de manera más eficiente.
- ❖ **Trabajo rehecho:** Este concepto hace referencia a las actividades que deben realizarse nuevamente debido a errores previos o fallos de calidad. Si una parte del trabajo no cumple con los estándares o los requisitos, tiene que rehacerse, lo que implica un desperdicio significativo de tiempo y recursos.
- ❖ **Descanso:** Aquí se incluye el tiempo en el que los empleados dejan de trabajar debido al agotamiento físico o la necesidad de hacer una pausa para recuperarse. Aunque los



descansos son necesarios para mantener el rendimiento y la salud de los trabajadores, los períodos excesivos de descanso no planificados pueden afectar la productividad general.

- ❖ Otros no contributarios: Esta categoría engloba actividades que, aunque son necesarias, no contribuyen al avance del proyecto, tales como las necesidades fisiológicas (ir al baño, tomar agua, etc.), o cualquier interrupción inesperada como accidentes laborales o situaciones no previstas, como asistir a un proveedor para cargar su camión. Estas actividades, aunque legítimas, resultan en pérdida de tiempo que podría haberse dedicado a tareas productivas (Apagüeño & Vela, 2022).

### 2.3 Marco conceptual

- a. Lean Construction: Es una filosofía de gestión y un enfoque de producción aplicado a la industria de la construcción, que se basa en la eliminación de desperdicios, la maximización del valor para el cliente y la mejora continua de los procesos.
- b. Mano de obra: La mano de obra se refiere al conjunto de trabajadores o empleados que participan en la realización de un proceso productivo o la ejecución de un proyecto. Este término abarca a todas las personas que contribuyen con su esfuerzo físico, habilidades y conocimientos para llevar a cabo tareas específicas dentro de una empresa, industria o actividad laboral.
- c. Productividad: La productividad se mide comúnmente como la cantidad de producción por unidad de tiempo o por unidad de recurso utilizado. Es un indicador clave de eficiencia y rendimiento en cualquier actividad económica o proceso de producción.
- d. Proyecto: Se define como un conjunto de actividades planificadas y coordinadas para llevar a cabo la construcción, remodelación o desarrollo de una estructura física o infraestructura. Estos proyectos pueden variar en escala y complejidad, desde la



construcción de viviendas individuales hasta la edificación de grandes obras civiles como carreteras, puentes, edificios comerciales o industriales, entre otros



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Hace referencia al conjunto de conceptos, estrategias y procesos que se utilizan para llevar a cabo una investigación de forma metódica, estructurada y rigurosa. Dicho de otro modo, el método o marco es lo que dirige las numerosas etapas del proceso de investigación, empezando por la formulación del problema y terminando con la interpretación de los datos producidos. Cuando se trata del proceso de hacer investigación, es de suma importancia ya que ofrece un marco definido que asegura la validez, fiabilidad y objetividad de los resultados, así como la replicabilidad del estudio. Además, la técnica de investigación puede diferir en función de la perspectiva epistemológica y la naturaleza del tema que se investiga, por lo que es fundamental seleccionar la metodología más adecuada para cada caso (Rodríguez, 2020).

#### 3.1 Diseño de la investigación

El diseño no experimental es un enfoque de investigación en el que el investigador observa los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, sin intervenir ni manipular las variables. A diferencia de los diseños experimentales, en este tipo de estudio no se controla ni se altera el comportamiento de las variables independientes para analizar su efecto sobre las variables dependientes. Su objetivo principal es describir, analizar y entender las relaciones entre variables o fenómenos, tal como se presentan en el entorno



real. Este tipo de diseño es común en estudios descriptivos, correlacionales o de relación entre variables (Villanueva, 2022).

Este estudio se enfoca en una exploración profunda sobre la aplicación de la Carta Balance para mejorar la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.

### **3.2 Métodos de la investigación**

Enfoque cuantitativo se caracteriza por su énfasis en la recopilación y el análisis de datos numéricos para comprender y explicar fenómenos, utilizando métodos que incluyen la medición y la experimentación. La investigación cuantitativa, se emplean técnicas como encuestas, experimentos controlados, análisis estadísticos y modelado matemático para recolectar datos de manera sistemática y objetiva. Estos datos se utilizan luego para probar hipótesis, identificar patrones, establecer relaciones causales y generalizar resultados a una población más amplia (Villanueva, 2022).

Este estudio se centra en recopilar datos detallados sobre la aplicación de la Carta Balance para mejorar la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román. Se realizó una medición exhaustiva de la productividad antes y después de la implementación de esta metodología, lo que permitió un análisis preciso del impacto de la Carta Balance en la eficiencia laboral mediante un enfoque cuantitativo.

### **3.3 Nivel y tipo de investigación**

#### **3.3.1 Tipo de la investigación**

La investigación aplicada se dedica a la exploración y análisis detallado de diversos mecanismos, enfoques o estrategias que sean especialmente eficaces para alcanzar un objetivo concreto en un contexto determinado. Esta búsqueda implica un examen



exhaustivo de diferentes variables y factores que puedan influir en la consecución de dicho objetivo, así como la evaluación de su viabilidad, eficacia y relevancia en el ámbito específico en el que se pretende aplicar. En este sentido, esta investigación se distingue por su enfoque preciso y especializado, dirigido a resolver problemas o satisfacer necesidades particulares dentro de un ámbito específico (Rodríguez, 2020).

Este estudio corresponde a una investigación aplicada, cuyo objetivo es implementar la Carta Balance para mejorar la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román, con un impacto directo en la industria de la pavimentación.

### **3.3.2 Nivel de la investigación**

El nivel de investigación exploratorio-descriptivo es una fase inicial en el proceso de investigación científica que se enfoca en comprender y describir fenómenos o situaciones específicas. En este nivel, el investigador busca familiarizarse con el tema de estudio, identificar variables relevantes, y obtener una visión general que permita establecer hipótesis o preguntas de investigación más específicas para etapas posteriores del estudio (Villanueva, 2022).

El nivel de investigación es exploratorio-descriptivo. En primer lugar, se exploró el estado actual de la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román. Posteriormente, se describió detalladamente la implementación de la mejora mediante la aplicación de la Carta Balance.

## **3.4 Población y muestra de la investigación**

### **3.4.1 Población**

La población o universo se refiere al conjunto completo de casos, individuos, objetos o eventos que cumplen con ciertas especificaciones o características definidas por el

investigador. Esta definición establece los límites dentro de los cuales se llevará a cabo el estudio y sobre los cuales se generalizarán los resultados (Iglesias, 2021).

La población está compuesta por los proyectos de pavimentación de vías que se están ejecutando o se ejecutarán en la provincia de San Román durante el año 2024.

### 3.4.2 Muestra

Una muestra es, en términos generales, un subconjunto extraído de la población total que se investiga. En el caso de una muestra probabilística, todos los miembros de la población tienen una probabilidad conocida y distinta de cero de ser seleccionados, lo que asegura que cada individuo tenga la misma posibilidad de ser incluido en la muestra. Este enfoque garantiza que la muestra refleje fielmente las características de la población completa, permitiendo así realizar inferencias precisas sobre la población a partir de los datos obtenidos de la muestra (Castillo et al., 2014).

La muestra de esta tesis está compuesta por dos proyectos de pavimentación.

### Figura 2

*Primera vía de estudio*



La primera vía seleccionada para el estudio fue la Avenida Abancay. En esta obra de pavimentación, se implementó la Carta Balance como herramienta para mejorar la productividad de la mano de obra.

**Figura 3***Segunda vía de estudio*

La segunda vía seleccionada para el estudio fue el Jr 7 de enero. En esta obra de pavimentación, se implementó la Carta Balance como herramienta para mejorar la productividad de la mano de obra

### 3.5 Técnicas e instrumentos

#### 3.5.1 Técnicas

Las técnicas de investigación son herramientas y procedimientos especializados empleados para recolectar, analizar y presentar datos en el marco de un estudio de investigación. Son cruciales para obtener información precisa y confiable, lo cual permite abordar adecuadamente las preguntas de investigación planteadas y cumplir con los objetivos establecidos. La elección de las técnicas de investigación depende de diversos factores, como el tipo de estudio, la naturaleza de los datos a recopilar y los objetivos específicos que se buscan alcanzar en la investigación (Hadi et al., 2023).

En este estudio, se han empleado y desarrollado las siguientes técnicas:

- Análisis documental
- Observación
- Análisis de datos



### 3.5.2 Instrumentos

Los instrumentos en investigación son herramientas, tanto físicas como conceptuales, que los investigadores utilizan para recopilar datos y obtener información relevante para su estudio. Estos medios materiales pueden ser diversos y están diseñados para capturar diferentes tipos de datos, dependiendo de la naturaleza de la investigación y de los objetivos del estudio (Hadi et al., 2023).

Los instrumentos para este estudio son:

- Libros
- Hojas de calculo
- Registro de datos.

## 3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

### 3.6.1 Validación de los instrumentos

La validación de instrumentos en el ámbito de la investigación constituye un proceso meticuloso de evaluación de la calidad, fiabilidad y exactitud de un instrumento de medición, con el fin de asegurar que mida de manera precisa y consistente la variable que se desea estudiar. Este proceso es esencial para garantizar que los datos recolectados sean tanto válidos como confiables, lo cual respalda la credibilidad y solidez de los resultados obtenidos durante el estudio. La validación de los instrumentos, al ser rigurosa, contribuye a la robustez del análisis y a la confianza en las conclusiones derivadas de la investigación.

### 3.6.2 Confiabilidad de instrumentos

En el contexto de la investigación, la confiabilidad de un instrumento se refiere a la capacidad del mismo para ofrecer resultados consistentes y estables a lo largo del tiempo. Es decir, un instrumento confiable debe ser capaz de generar mediciones que sean coherentes y reproducibles, incluso cuando se aplique en distintas ocasiones o a diversos



grupos de personas, siempre bajo condiciones similares. La confiabilidad es una característica esencial de cualquier herramienta de medición, ya que asegura que los datos obtenidos sean precisos y libres de errores aleatorios. Un nivel elevado de confiabilidad indica que las variaciones en los resultados reflejan diferencias reales y no se deben a fluctuaciones o cambios fortuitos en las respuestas de los participantes.

### **3.7 Procedimiento de recolección de datos**

En el desarrollo de este estudio de investigación, se ha implementado la filosofía de Lean Construction, utilizando una herramienta denominada Carta Balance. Esta herramienta permite medir de manera detallada los tiempos asociados a la producción de la mano de obra, equipos y herramientas, y evaluar cómo estos factores impactan los rendimientos obtenidos. En primer lugar, se recopilaron diversos conceptos y conocimientos relevantes sobre la metodología Lean Construction, para luego seleccionar las vías de estudio más pertinentes.

Durante las jornadas laborales, se llevaron a cabo mediciones específicas, centradas en las partidas más significativas del proyecto, utilizando la Carta Balance para categorizar los tiempos en productivos, contributivos y no contributivos. Para garantizar la recolección adecuada de los datos, se diseñó un esquema organizado y sistemático, que incluyó la creación de cuadros estadísticos y gráficos circulares (tipo torta), con el fin de facilitar la interpretación de los porcentajes correspondientes a cada tipo de tiempo.

Los niveles de producción obtenidos fueron evaluados y contrastados con los resultados reales del personal obrero. Los datos recopilados fueron ingresados en hojas de cálculo de Excel, lo que permitió calcular los rendimientos alcanzados y compararlos con las metas proyectadas. Este proceso de evaluación se llevó a cabo mediante una observación continua de cada cuadrilla de trabajo, durante el período de sus actividades, con un enfoque particular en las variables de tiempo y cantidad.



### 3.8 Procesamiento y análisis de datos

El problema será abordado desde una perspectiva imparcial y profesional, utilizando la herramienta de la Carta Balance propia de la metodología Lean Construction. Como parte del equipo de investigación, nos aseguraremos de contar con el permiso formal del residente de obra, cumpliendo estrictamente con todas las normas de seguridad establecidas en el proyecto. Esto incluye el uso de equipo de protección personal adecuado y las medidas necesarias para trabajos de alto riesgo, con el objetivo de evitar incidentes y garantizar el respeto por las políticas de seguridad.

El primer paso consistirá en identificar y registrar a la cuadrilla que será objeto de estudio. Esta cuadrilla estará integrada por un número fijo de trabajadores asignados a una actividad específica, como, por ejemplo, labores relacionadas con concreto simple. Una vez identificada, se procederá a recopilar los datos individuales de cada trabajador que forma parte del equipo. Este registro detallado será esencial para analizar posteriormente factores que puedan influir en los niveles de productividad, clasificándolos como altos, medios o bajos.

La recolección de datos se llevará a cabo mediante el formato de Carta Balance, utilizando herramientas simples como un lápiz o lapicero, y será complementada con una observación directa e imparcial de las actividades realizadas. Durante el proceso, los investigadores no intervendrán en las tareas de la cuadrilla ni informarán a los trabajadores sobre el propósito de la investigación, para evitar alterar su desempeño natural. En este sentido, se recomienda realizar grabaciones o llevar a cabo las observaciones desde un punto discreto que minimice la posibilidad de influir en el comportamiento laboral.

Cada muestra corresponderá a un minuto de observación por trabajador, detallando las actividades realizadas por cada integrante de la cuadrilla. Este enfoque permitirá clasificar los tiempos según los criterios establecidos por Lean Construction, identificándolos como productivos, contributivos o no contributivos, según el juicio técnico del investigador.



Una vez finalizada la etapa de recolección, los datos obtenidos para cada partida serán procesados utilizando hojas de cálculo. Mediante fórmulas estadísticas y herramientas gráficas, se calcularán los tiempos en cada categoría, lo que facilitará la interpretación de los resultados. Este análisis permitirá evaluar si los niveles de producción en campo alcanzados por los trabajadores están alineados con los estándares aceptables.

Finalmente, los datos recolectados serán validados al compararlos con los rendimientos proyectados en el expediente técnico del proyecto. Además, se contrastarán con la opinión de expertos en el área, asegurando así la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos. Este enfoque permitirá no solo identificar áreas de mejora, sino también garantizar que las conclusiones sean fundamentadas y útiles para la optimización de futuros procesos constructivos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Presentación y análisis de resultados

##### 4.1.1 *Estado situacional de la aplicación de Carta Balance*

Se realizó un diagnóstico situacional sobre la aplicación de la carta balance en proyectos de pavimentación en la provincia de San Román.

##### a) Primera obra de estudio

#### Figura 4

*Respuestas de la pregunta N°1*



El gráfico muestra que el 58% de los encuestados tiene conocimiento de los principios fundamentales de Lean Construction, mientras que el 42% no está familiarizado con ellos.

**Figura 5**

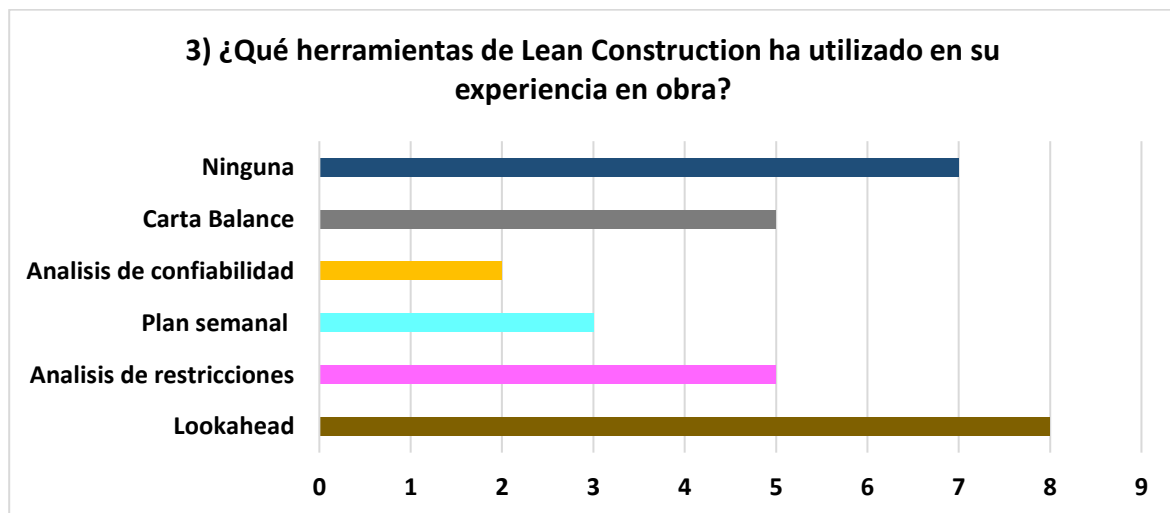
*Respuestas de la pregunta N°2*



El gráfico muestra que el 63% de los encuestados no ha recibido formación específica sobre Lean Construction y sus herramientas, mientras que solo el 37% sí ha tenido algún tipo de capacitación en este ámbito.

**Figura 6**

*Respuestas de la pregunta N°3*



El gráfico muestra las herramientas de Lean Construction que los encuestados han utilizado en su experiencia. La herramienta más utilizada es "Lookahead," con 8 menciones, seguida de "Ninguna" con 7 menciones. "Carta Balance" y "Análisis de restricciones" tienen 5 menciones, mientras que "Plan semanal" cuenta con 3. Por último, "Análisis de confiabilidad" es la menos utilizada, con solo 2 menciones.

### Figura 7

Respuestas de la pregunta N°4



El gráfico presenta las respuestas a la pregunta sobre la oportunidad de aplicar alguna herramienta de Lean Construction en proyectos de pavimentación de vías. Según los resultados, el 58% de los encuestados no ha tenido la oportunidad de aplicar estas herramientas, mientras que el 42% sí lo ha hecho.

### Figura 8

Respuestas de la pregunta N°5



El gráfico muestra las respuestas a la pregunta sobre la implementación de la carta balance en algún proyecto de pavimentación. Los resultados indican que el 75% de los encuestados no ha implementado la carta balance en sus proyectos, mientras que solo el 25% sí lo ha hecho.

### Figura 9

Respuestas de la pregunta N°6



El gráfico presenta las opiniones de los encuestados sobre la eficacia de la carta balance como herramienta para mejorar la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías. Los resultados muestran que el 54% considera que la carta balance no es una herramienta eficaz, mientras que el 46% sí cree en su efectividad.

### Figura 10

Respuestas de la pregunta N°7



El gráfico muestra las respuestas a la pregunta sobre el conocimiento de herramientas específicas para monitorear las actividades de una cuadrilla con el fin de mejorar la productividad. Los resultados indican que el 71% de los encuestados no conoce ninguna herramienta específica para este propósito, mientras que solo el 29% afirma tener conocimiento de alguna.

### Figura 11

Respuestas de la pregunta N°8



El gráfico presenta las respuestas de los encuestados sobre su conocimiento de los términos "tiempo productivo," "tiempo contributorio," y "tiempo no contributorio" en el contexto de un proyecto de pavimentación. Los resultados muestran que el 63% de los encuestados no conoce estos términos, mientras que el 37% sí está familiarizado con ellos.

### Figura 12

Respuestas de la pregunta N°9

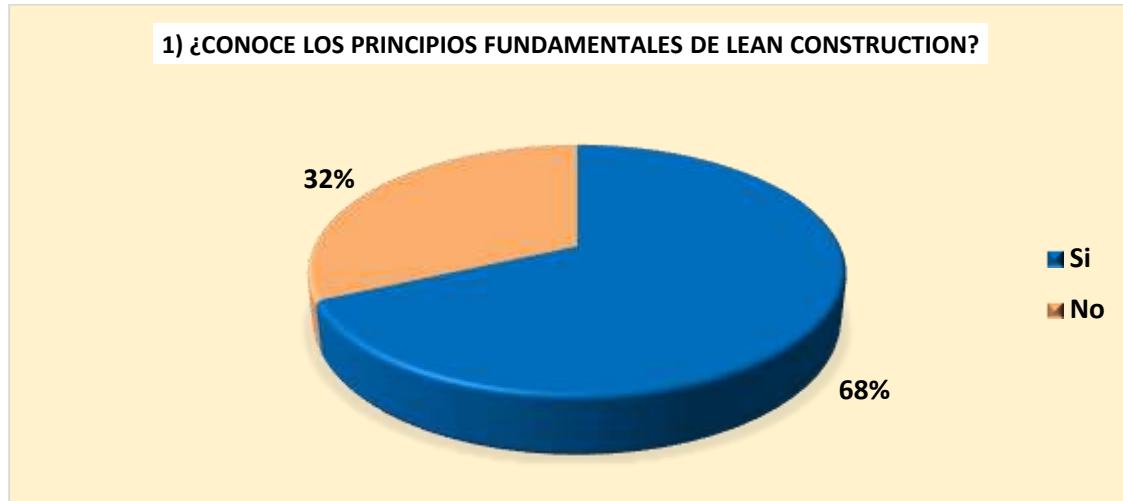


El gráfico muestra las respuestas de los encuestados sobre si consideran que la implementación de la carta balance facilita la mejora continua en la gestión de proyectos de pavimentación. Los resultados indican que el 67% de los encuestados opina que sí facilita la mejora continua, mientras que el 33% cree que no.

### a) Segunda obra de estudio

**Figura 13**

*Respuestas de la pregunta N°1*



El gráfico muestra que el 68% de los encuestados tiene conocimiento de los principios fundamentales de Lean Construction, mientras que el 32% no está familiarizado con ellos.

**Figura 14**

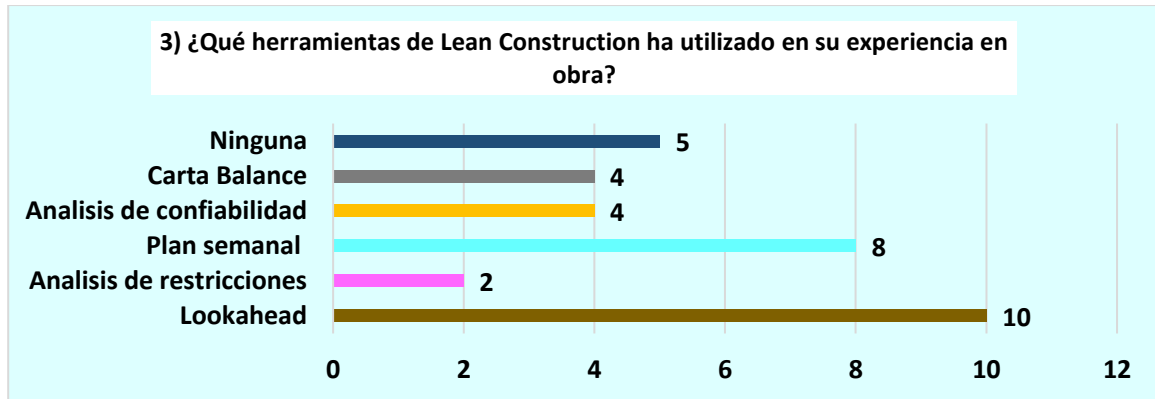
*Respuestas de la pregunta N°2*



El gráfico muestra que el 41% de los encuestados no ha recibido formación específica sobre Lean Construction y sus herramientas, mientras que solo el 59% sí ha tenido algún tipo de capacitación en este ámbito.

### Figura 15

Respuestas de la pregunta N°3



El gráfico muestra las herramientas de Lean Construction que los encuestados han utilizado en su experiencia en obra. "Lookahead" es la herramienta más utilizada, con 10 menciones, seguida del "Plan semanal" con 8 menciones. "Carta Balance" y "Análisis de confiabilidad" han sido utilizadas por 4 encuestados, mientras que "Análisis de restricciones" cuenta con solo 2 menciones. Por otro lado, 5 encuestados indicaron que no han utilizado ninguna de las herramientas mencionadas.

### Figura 16

Respuestas de la pregunta N°4



El gráfico presenta las respuestas a la pregunta sobre la oportunidad de aplicar alguna herramienta de Lean Construction en proyectos de pavimentación de vías. Según los resultados, el 55% de los encuestados no ha tenido la oportunidad de aplicar estas herramientas, mientras que el 45% sí lo ha hecho.

**Figura 17**

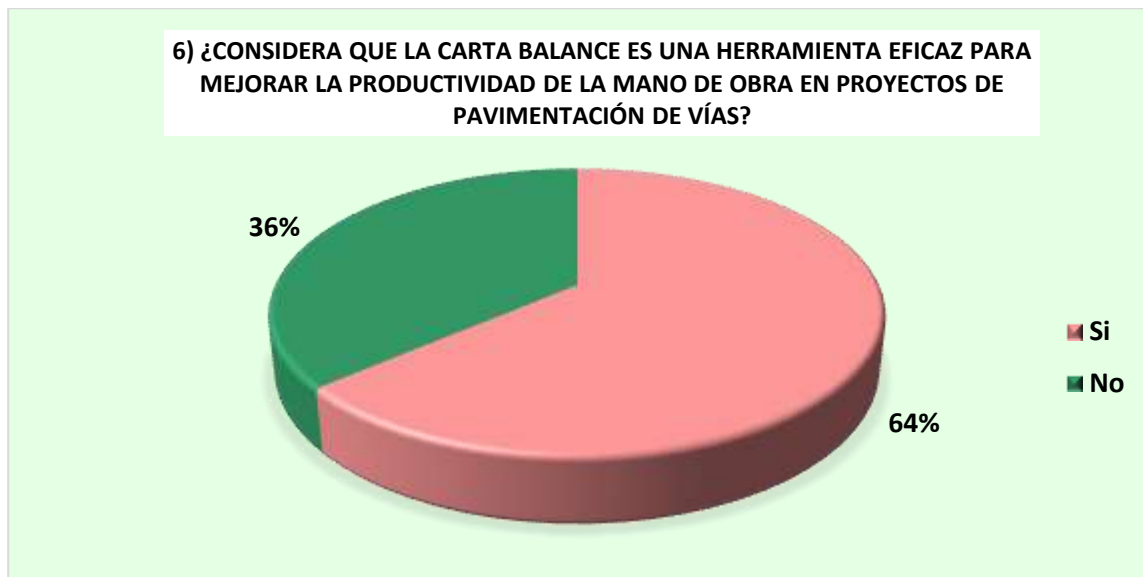
*Respuestas de la pregunta N°5*



El gráfico muestra las respuestas a la pregunta sobre la implementación de la carta balance en proyecto de pavimentación. Los resultados indican que el 18% de los encuestados no ha implementado, mientras que solo el 82% sí lo ha hecho.

**Figura 18**

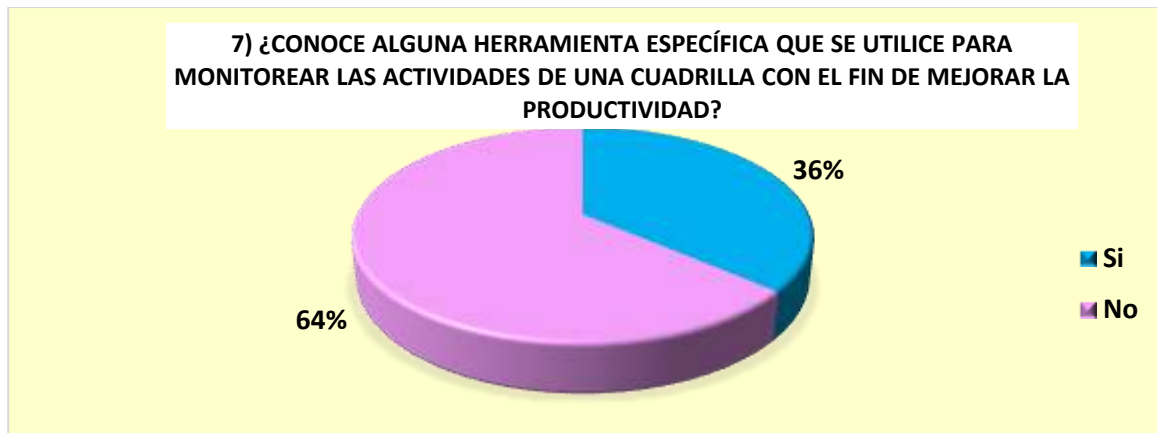
*Respuestas de la pregunta N°6*



El gráfico presenta las opiniones de los encuestados sobre la eficacia de la carta balance como herramienta para mejorar la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías. Los resultados muestran que el 64% considera que la carta balance no es una herramienta eficaz, mientras que el 36% sí cree en su efectividad.

### Figura 19

Respuestas de la pregunta N°7



El gráfico muestra las respuestas a la pregunta sobre el conocimiento de herramientas específicas para monitorear las actividades de una cuadrilla con el fin de mejorar la productividad. Los resultados indican que el 64% de los encuestados no conoce ninguna herramienta específica para este propósito, mientras que solo el 36% afirma tener conocimiento de alguna.

### Figura 20

Respuestas de la pregunta N°8



El gráfico presenta las respuestas de los encuestados sobre su conocimiento de los términos "tiempo productivo," "tiempo contributorio," y "tiempo no contributorio" en el contexto de un proyecto de pavimentación. Los resultados muestran que el 45% de los encuestados no conoce estos términos, mientras que el 55% sí está familiarizado con ellos.

**Figura 21***Respuestas de la pregunta N°8*

El gráfico muestra las respuestas de los encuestados sobre si consideran que la implementación de la carta balance facilita la mejora continua en la gestión de proyectos de pavimentación. Los resultados indican que el 68% de los encuestados opina que sí facilita la mejora continua, mientras que el 32% cree que no.

#### 4.1.1.1 Aplicación de la carta balance antes de la mejorar en la primera obra

Antes de la implementación de la carta balance, se llevó a cabo una definición detallada de los trabajos contributivos, no contributivos y productivos correspondientes a las partidas analizadas en los dos proyectos de obras de pavimentación de vías. Esta etapa de definición incluyó la identificación de cada actividad necesaria para la ejecución de las obras, clasificándolas según su contribución al cumplimiento de los objetivos del proyecto. Los trabajos contributivos fueron aquellos directamente relacionados con el avance de la pavimentación, los no contributivos aquellos que no aportan de manera directa al progreso del proyecto, y los productivos aquellos que optimizan el uso de recursos y tiempos. Esta clasificación permitió una mejor gestión y asignación de recursos para maximizar la eficiencia y efectividad de los proyectos.

### ❖ Perfilado y compactado de la subrasante

A continuación, se presentan las actividades clasificadas como trabajo productivo, contributivo y no contributivo en el proceso de perfilado y compactado de la subrasante.

**Tabla 2**

*Trabajo productivo en perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Trabajo productivo</b>	
<b>Código</b>	<b>Actividad</b>
VNS	Verificación de nivelación de subrasante
CDS	Compactado de Subrasante
RDS	Reparación de daños en la subrasante

La Tabla clasifica las actividades consideradas como trabajo productivo en el proceso de perfilado y compactado de la subrasante, fundamentales para asegurar una base sólida y estable en los proyectos de pavimentación. Se destacan tres actividades: la Verificación de nivelación de subrasante (VNS), el Compactado de Subrasante (CDS) y la Reparación de daños en la subrasante (RDS). Estas actividades son esenciales para garantizar la calidad y durabilidad del pavimento.

**Tabla 3**

*Trabajo contributivo en perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Trabajo contributivo</b>	
<b>Código</b>	<b>Actividad</b>
PRP	Plantillado o remarcación de plantilla
LAT	Limpieza del área de trabajo:
CE	Calibración de equipos
TM	Transporte de material
RDS	Riego
TE	Traslado de equipos
IN	Indicaciones

La Tabla muestra las actividades clasificadas como trabajo contributivo en el perfilado y compactado de la subrasante, que apoyan las labores productivas en pavimentación. Incluyen el Plantillado o remarcación de plantilla (PRP), Limpieza del área de trabajo (LAT), Calibración de equipos (CE), Transporte de material (TM), Riego (RDS), Traslado de equipos (TE), e Indicaciones (IN), todas esenciales para preparar, mantener y coordinar eficientemente las tareas en el sitio de obra.

**Tabla 4**

*Trabajo no contributivo en perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Código</b>	<b>Trabajo no contributivo Actividad</b>
TC	Trabajo corregido
ES	Espera
TO	Tiempo de ocio
SH	SSHH
VNP	Viajes no productivos
BH	Búsqueda de herramientas
HC	Hablar con compañeros
AU	Ausencia
UC	Uso de celular

La Tabla detalla las actividades clasificadas como trabajo no contributivo en el perfilado y compactado de la subrasante, las cuales no agregan valor directo al proceso de pavimentación. Estas actividades incluyen Trabajo corregido (TC), Espera (ES), Tiempo de ocio (TO), uso de SSHH (SH), Viajes no productivos (VNP), Búsqueda de herramientas (BH), Hablar con compañeros (HC), Ausencia (AU), y Uso de celular (UC).

**Tabla 5**

*Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
VNS	Verificación de nivelación de subrasante	T productivo
CDS	Compactado de Subrasante	T productivo
RDS	Reparación de daños en la subrasante	T productivo
PRP	Plantillado o remarcación de plantilla	T Contributivo
LAT	Limpieza del área de trabajo:	T Contributivo
CE	Calibración de equipos	T Contributivo
TM	Transporte de material	T Contributivo
RI	Riego	T Contributivo
TE	Traslado de equipos	T Contributivo
IN	Indicaciones	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Búsqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo



**Tabla 6**

*Personal en perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Alex Y.	CP1
Oficial	Osorio P.	OF1
Peón	Roger C.	PE1

**Tabla 7**

*Medición de actividades en perfilado y compactado de la subrasante*

Medición	Tiempo	Medición de cuadrilla		
		Cuadrilla analizada		
		CP1	OF1	PE1
0	08:30:00	CDS	ES	ES
1	08:31:00	CDS	ES	ES
2	08:32:00	CDS	ES	ES
3	08:33:00	CDS	BH	ES
4	08:34:00	CDS	BH	VNS
5	08:35:00	CDS	BH	VNS
6	08:36:00	ES	BH	VNS
7	08:37:00	ES	BH	VNS
8	08:38:00	ES	BH	ES
9	08:39:00	ES	TM	ES
10	08:40:00	ES	TM	ES
11	08:41:00	ES	TM	ES
12	08:42:00	IN	TM	LAT
13	08:43:00	IN	TM	LAT
14	08:44:00	IN	TM	LAT
15	08:45:00	CDS	RDS	LAT
16	08:46:00	CDS	RDS	LAT
17	08:47:00	CDS	RDS	PRP
18	08:48:00	CDS	RDS	PRP
19	08:49:00	CDS	TE	PRP
20	08:50:00	CDS	TE	PRP
21	08:51:00	CDS	TE	PRP
22	08:52:00	CDS	TE	PRP
23	08:53:00	LAT	TE	PRP
24	08:54:00	LAT	SH	PRP
25	08:55:00	CDS	SH	TO
26	08:56:00	CDS	SH	TO
27	08:57:00	CDS	SH	TO

28	08:58:00	CDS	SH	TM
29	08:59:00	CDS	VNS	TM
30	09:00:00	CDS	VNS	TM

Se presenta el comportamiento del desempeño en el perfilado y compactado de la subrasante durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

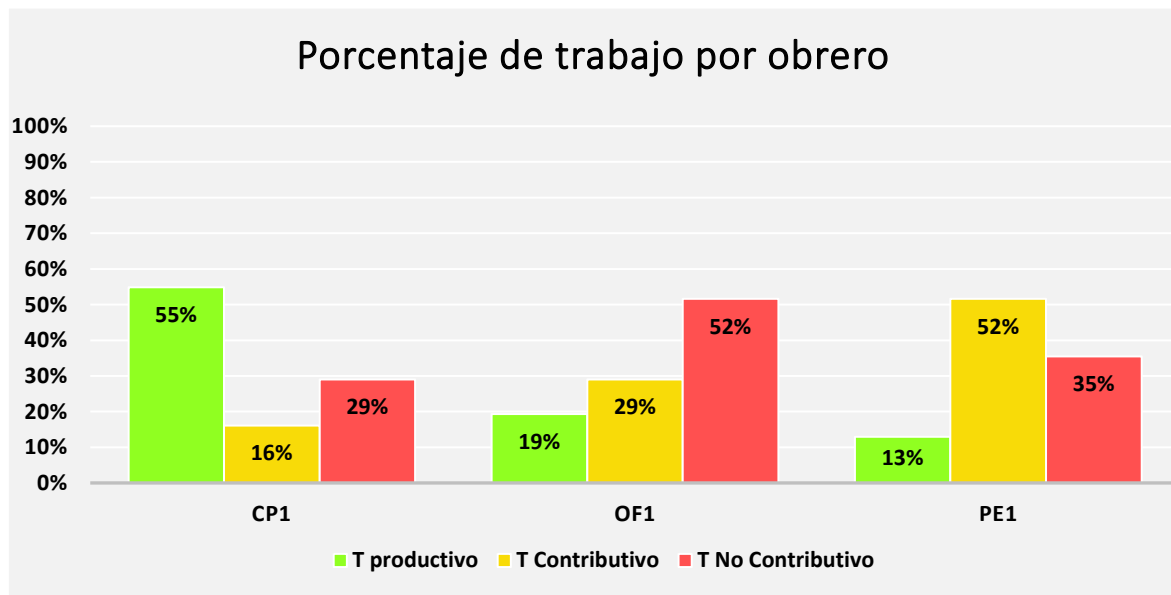
**Tabla 8**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

Tipo de Trabajo	Obreros		
	CP1	OF1	PE1
T productivo	54.84%	19.35%	12.90%
T Contributivo	16.13%	29.03%	51.61%
T No Contributivo	29.03%	51.61%	35.48%

**Figura 22**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de perfilado y compactado de la subrasante, evidenciando que nuestra cuadrilla tiene un alto nivel de trabajo contributivo.

Figura 23

*Porcentajes de productividad*

Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subrasante, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 39%, el trabajo contributivo un 32%, y la productividad en esta actividad es del 29%.

#### ❖ Perfilado y compactado de la subbase

A continuación, se presentan las actividades clasificadas como trabajo productivo, contributivo y no contributivo en el proceso de perfilado y compactado de la subbase.

Tabla 9

*Trabajo productivo en perfilado y compactado de la subbase*

<b>Código</b>	<b>Trabajo productivo</b>
	<b>Actividad</b>
EXM	Extendido de material
PEM	Perfilado de material
CSB	Compactado de Subbase

La Tabla muestra las actividades consideradas como trabajo productivo en el proceso de perfilado y compactado de la subbase, esenciales para asegurar una base sólida en los proyectos de pavimentación. Las actividades incluyen el Extendido de material (EXM); el Perfilado de material (PEM); y el Compactado de Subbase (CSB).

**Tabla 10***Trabajo contributivo en perfilado y compactado de la subbase*

<i>Trabajo contributivo</i>	
<b>Código</b>	<b>Actividad</b>
PAHE	Preparación y ajuste de herramientas y equipos
MPCP	Marcado de puntos de control y plantillado
TM	Transporte de material
VP	Verificación de plantillas
TE	Traslado de equipos
RI	Riego
IN	Indicaciones

La Tabla detalla las actividades clasificadas como trabajo contributivo en el proceso de perfilado y compactado de la subbase, las cuales son necesarias para apoyar y facilitar los trabajos productivos. Las actividades incluyen Preparación y ajuste de herramientas y equipos (PAHE), Marcado de puntos de control y plantillado (MPCP), Transporte de material (TM), Verificación de plantillas (VP), Traslado de equipos (TE), Riego (RI), e Indicaciones (IN).

**Tabla 11***Trabajo no contributivo en perfilado y compactado de la subbase*

<i>Trabajo no contributivo</i>	
<b>Código</b>	<b>Actividad</b>
TC	Trabajo corregido
ES	Espera
TO	Tiempo de ocio
SH	SSHH
VNP	Viajes no productivos
BH	Búsqueda de herramientas
HC	Hablar con compañeros
AU	Ausencia
UC	Uso de celular

La Tabla detalla las actividades clasificadas como trabajo no contributivo en el perfilado y compactado de la subbase, las cuales no agregan valor directo al proceso de pavimentación. Estas actividades incluyen Trabajo corregido (TC), Espera (ES), Tiempo de ocio (TO), uso de SSHH (SH), Viajes no productivos (VNP), Búsqueda de herramientas (BH), Hablar con compañeros (HC), Ausencia (AU), y Uso de celular (UC).

Tabla 12

*Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subbase*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
EXM	Extendido de material	T productivo
PEM	Perfilado de material	T productivo
CSB	Compactado de Subbase	T productivo
PAHE	Preparación y ajuste de herramientas y equipos	T Contributivo
MPCP	Marcado de puntos de control y plantillado	T Contributivo
TM	Transporte de material	T Contributivo
VP	Verificación de plantillas	T Contributivo
TE	Traslado de equipos	T Contributivo
RI	Riego	T Contributivo
IN	Indicaciones	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Busqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

Tabla 13

*Personal en perfilado y compactado de la subbase*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Jhon A.	CA1
Oficial	Elias L.	OF1
Oficial	Alberto N.	OF2
Peón	Juan Q.	PE1
Peón	Erick M.	PE2
Peón	Luis Z.	PE3

**Tabla 14**

*Medición de actividades del perfilado y compactado de la subbase*

Medición	Tiempo	Medición de cuadrilla					
		Cuadrilla analizada					
		CA1	OF1	OF2	PE1	PE2	PE3
0	08:40:00	EXM	CSB	PAHE	TO	RI	PEM
1	08:41:00	EXM	CSB	PAHE	TO	RI	PEM
2	08:42:00	EXM	CSB	PAHE	TM	RI	PEM
3	08:43:00	EXM	CSB	PAHE	TM	RI	PEM
4	08:44:00	ES	CSB	ES	TM	RI	TO
5	08:45:00	ES	CSB	ES	TM	HC	TO
6	08:46:00	ES	ES	MPCP	TM	HC	HC
7	08:47:00	ES	ES	MPCP	VP	HC	HC
8	08:48:00	PEM	CSB	MPCP	VP	HC	HC
9	08:49:00	PEM	CSB	MPCP	VP	MPCP	PAHE
10	08:50:00	PEM	CSB	EXM	VP	MPCP	PAHE
11	08:51:00	PEM	CSB	EXM	VP	MPCP	ES
12	08:52:00	PEM	CSB	EXM	ES	MPCP	ES
13	08:53:00	IN	ES	EXM	ES	MPCP	PAHE
14	08:54:00	IN	ES	EXM	ES	MPCP	PAHE
15	08:55:00	UC	ES	EXM	ES	MPCP	PAHE
16	08:56:00	UC	ES	ES	ES	MPCP	VNP
17	08:57:00	UC	TO	ES	TE	ES	VNP
18	08:58:00	UC	TO	ES	TE	ES	ES
19	08:59:00	EXM	TO	TO	TE	ES	ES
20	09:00:00	EXM	CSB	TO	TE	RI	VNP
21	09:01:00	EXM	CSB	EXM	HC	RI	PAHE
22	09:02:00	EXM	CSB	EXM	HC	RI	PAHE
23	09:03:00	EXM	CSB	EXM	HC	RI	PAHE
24	09:04:00	EXM	CSB	EXM	PEM	SH	PAHE
25	09:05:00	EXM	CSB	ES	PEM	SH	PAHE
26	09:06:00	ES	ES	ES	PEM	SH	ES
27	09:07:00	ES	ES	EXM	VP	SH	ES
28	09:08:00	PEM	CSB	EXM	VP	RI	ES
29	09:09:00	PEM	CSB	EXM	ES	RI	PAHE
30	09:10:00	PEM	CSB	EXM	ES	RI	PAHE

Se presenta el comportamiento del desempeño en el perfilado y compactado de la subbase durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

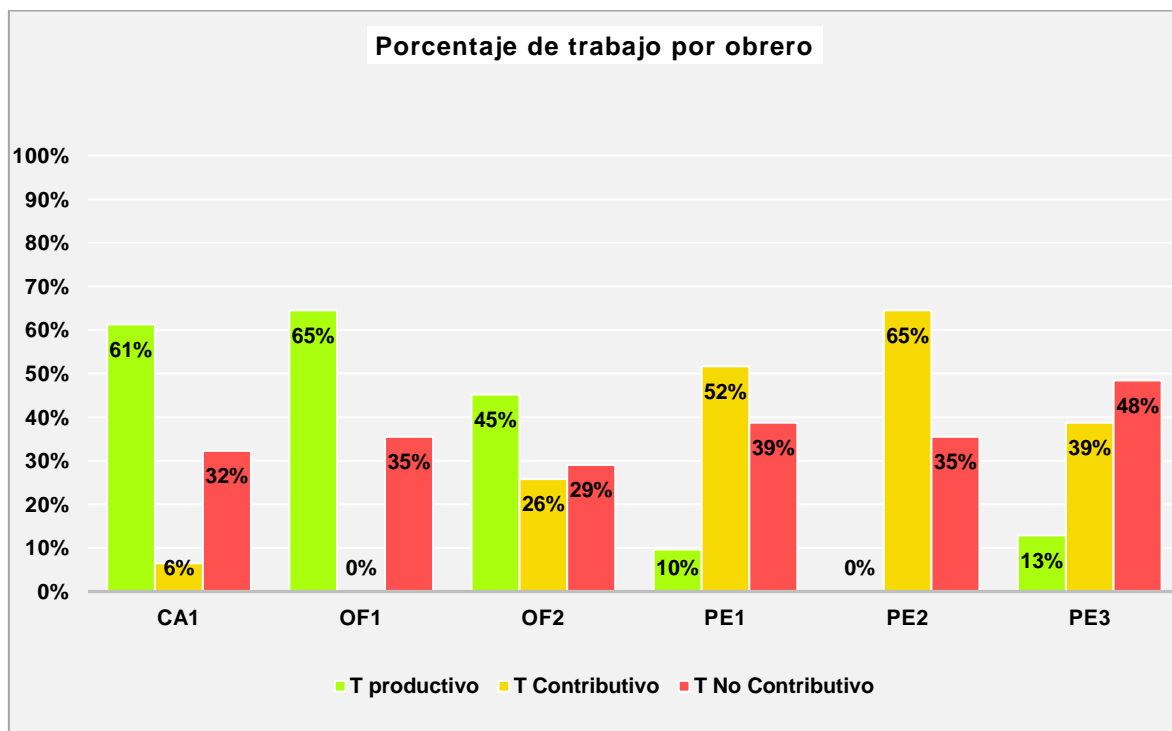
**Tabla 15**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

Tipo de Trabajo	Obreros					
	CA1	OF1	OF2	PE1	PE2	PE3
T productivo	61.29%	64.52%	45.16%	9.68%	0.00%	12.90%
T Contributivo	6.45%	0.00%	25.81%	51.61%	64.52%	38.71%
T No Contributivo	32.26%	35.48%	29.03%	38.71%	35.48%	48.39%

**Figura 24**

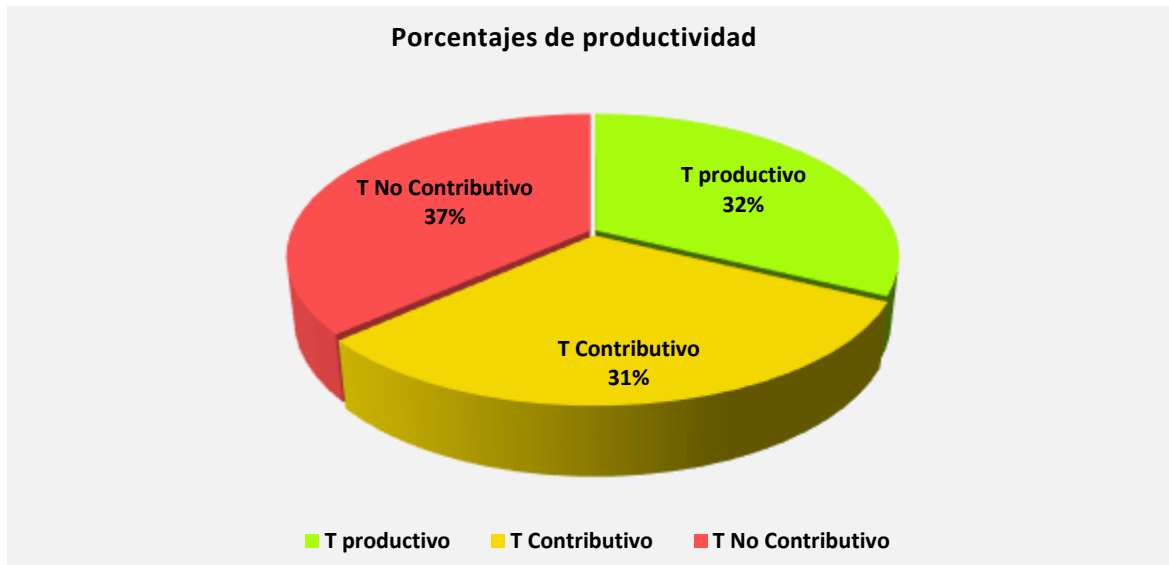
*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de perfilado y compactado de la subbase, evidenciando que nuestra cuadrilla tiene un alto nivel de trabajo contributivo.

**Figura 25**

*Porcentajes de productividad*



Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subbase, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 37%, el trabajo contributivo un 31%, y la productividad en esta actividad es del 32%.

❖ **Concreto para pavimentos**

A continuación, se presentan las actividades clasificadas como trabajo productivo, contributivo y no contributivo en el proceso de concreto para pavimentos.

**Tabla 16**

*Trabajo productivo en concreto para pavimentos*

<i>Trabajo productivo</i>	
<b>Código</b>	<b>Actividad</b>
CD	Colocación de Dowels
DCO	Descarga de concreto
ECL	Esparcimiento de concreto con lampa
VC	Vibrado de concreto
CSJ	Corte y sellado de juntas
PFC	Pulido final del concreto
CC	Curado del concreto

La Tabla presenta las actividades clasificadas como trabajo productivo en la colocación de concreto para pavimentos, esenciales para garantizar la calidad y durabilidad del

pavimento. Las actividades incluyen la Colocación de Dowels (CD), que asegura la transferencia de cargas entre losas; la Descarga de concreto (DCO), que permite la colocación eficiente del material; el Esparcimiento de concreto con lampa (ECL), para su distribución uniforme; el Vibrado de concreto (VC), que elimina el aire atrapado y mejora la compactación; el Corte y sellado de juntas (CSJ), que previene agrietamientos; el Pulido final del concreto (PFC), que proporciona un acabado suave y resistente; y el Curado del concreto (CC), que asegura el desarrollo óptimo de sus propiedades mecánicas.

**Tabla 17**

*Trabajo contributivo en concreto para pavimentos*

<b>Trabajo contributivo</b>	
<b>Código</b>	<b>Actividad</b>
PD	Preparación de dowels
TM	Traslado de maquinarias
IP	Indicaciones al personal

La Tabla 3 presenta las actividades clasificadas como trabajo contributivo en el proceso de colocación de concreto para pavimentos, las cuales apoyan las tareas productivas y garantizan la eficiencia del trabajo. Estas actividades incluyen la Preparación de dowels (PD), que consiste en disponer y ajustar los elementos de carga antes de su colocación; el Traslado de maquinarias (TM), necesario para movilizar los equipos al área de trabajo; y las Indicaciones al personal (IP), que aseguran una correcta coordinación y ejecución de las labores en el sitio.

Tabla 18

*Trabajo no contributivo en concreto para pavimentos*

<i>Trabajo no contributivo</i>	
<i>Código</i>	<i>Actividad</i>
TC	Trabajo corregido
ES	Espera
TO	Tiempo de ocio
SH	SSHH
VNP	Viajes no productivos
BH	Búsqueda de herramientas
HC	Hablar con compañeros
AU	Ausencia
UC	Uso de celular

La Tabla 3 detalla las actividades clasificadas como trabajo no contributivo en el perfilado y compactado de la subbase, las cuales no agregan valor directo al proceso de pavimentación. Estas actividades incluyen Trabajo corregido (TC), Espera (ES), Tiempo de ocio (TO), uso de SSHH (SH), Viajes no productivos (VNP), Búsqueda de herramientas (BH), Hablar con compañeros (HC), Ausencia (AU), y Uso de celular (UC).

Tabla 19

*Resumen en actividades de concreto en pavimentos*

<i>Código</i>	<i>Actividad</i>	<i>Tipo de trabajo</i>
CD	Colocación de Dowels	T productivo
DCO	Descarga de concreto	T productivo
ECL	Esparcimiento de concreto con lampa	T productivo
VC	Vibrado de concreto	T productivo
CSJ	Corte y sellado de juntas	T productivo
PFC	Pulido final del concreto	T productivo
CC	Curado del concreto	T productivo
PD	Preparación de Dowels	T Contributivo
TM	Traslado de maquinarias	T Contributivo
IP	Indicaciones al personal	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Búsqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

**Tabla 20**

*Personal en concreto para pavimentos*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Jenner A.	CA1
Operario	Abner Q.	OP1
Oficial	Felipe C.	OF1
Peón	Jerry C.	PE1
Peón	Olger V.	PE2

**Tabla 21**

*Medición de actividades de concreto para pavimentos*

<b>Medición de cuadrilla</b>						
Medición	Tiempo	Cuadrilla analizada				
		CA1	OP1	OF1	PE1	PE2
0	09:40:00	ES	ECL	PD	ECL	TM
1	09:41:00	ES	ECL	PD	ECL	TM
2	09:42:00	UC	ECL	PD	ECL	TM
3	09:43:00	UC	ECL	PD	ECL	TM
4	09:44:00	CD	ES	PD	ECL	ES
5	09:45:00	CD	ES	PD	ES	ES
6	09:46:00	CD	ES	ES	ES	ES
7	09:47:00	TO	VC	ES	ES	CC
8	09:48:00	TO	VC	ES	ES	CC
9	09:49:00	DCO	VC	TC	ECL	CC
10	09:50:00	DCO	VC	TC	ECL	CC
11	09:51:00	DCO	ES	TC	ECL	CC
12	09:52:00	DCO	ES	PD	ECL	TO
13	09:53:00	DCO	IP	PD	ECL	TO
14	09:54:00	DCO	IP	CSJ	ECL	TO
15	09:55:00	ES	IP	CSJ	PD	CC
16	09:56:00	ES	IP	TO	PD	CC
17	09:57:00	DCO	PD	TO	PD	CC

18	09:58:00	DCO	PD	CD	PD	CC
19	09:59:00	DCO	PD	CD	ES	CC
20	10:00:00	DCO	PD	CD	ES	ES
21	10:01:00	ES	PD	CD	UC	ES
22	10:02:00	ES	PD	CD	UC	ES
23	10:03:00	DCO	PD	ES	ECL	PD
24	10:04:00	DCO	ES	ES	ECL	PD
25	10:05:00	DCO	VC	ES	ECL	PD
26	10:06:00	DCO	VC	ES	PD	ES
27	10:07:00	DCO	ES	CD	PD	ES
28	10:08:00	ES	ES	CD	PD	VNP
29	10:09:00	ES	VC	CD	ES	VNP
30	10:10:00	ES	VC	ES	ES	VNP

Se presenta el comportamiento de las actividades de concreto para pavimentos durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

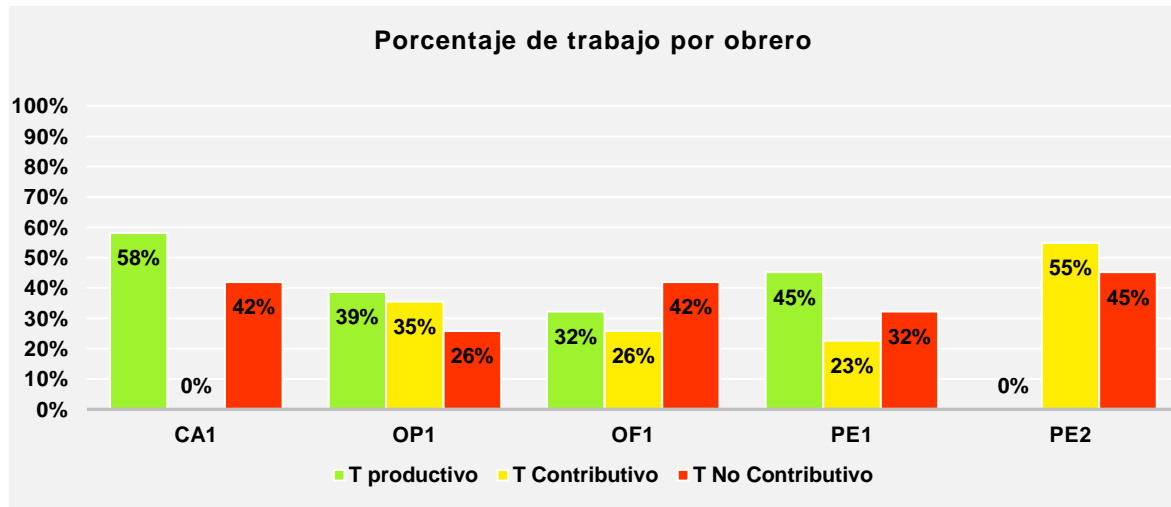
**Tabla 22**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

Tipo de Trabajo	Obreros				
	CA1	OP1	OF	PE1	PE2
T productivo	58%	39%	32%	45%	0%
T Contributivo	0%	35%	26%	23%	55%
T No Contributivo	42%	26%	42%	32%	45%

### Figura 26

Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de concreto para pavimentos, evidenciando que nuestra cuadrilla no está aportando favorablemente en la ejecución de la actividad.

### Figura 27

Porcentajes de productividad



Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subbase, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 37%, el trabajo contributivo un 28%, y la productividad en esta actividad es del 35%.

#### 4.1.1.2 Aplicación de la carta balance antes de la mejorar en la segunda obra

##### ❖ Perfilado y compactado de la subrasante

A continuación, se presentan las actividades clasificadas como trabajo productivo, contributivo y no contributivo en el proceso de perfilado y compactado de la subrasante.

**Tabla 23**

*Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
VNS	Verificación de nivelación de subrasante	T productivo
CDS	Compactado de Subrasante	T productivo
RDS	Reparación de daños en la subrasante	T productivo
PRP	Plantillado o remarcación de plantilla	T Contributivo
LAT	Limpieza del área de trabajo:	T Contributivo
CE	Calibración de equipos	T Contributivo
TM	Transporte de material	T Contributivo
RI	Riego	T Contributivo
TE	Traslado de equipos	T Contributivo
IN	Indicaciones	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Búsqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

**Tabla 24**

*Personal en perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Marco A.	CP1
Oficial	Elvis F.	OF1
Peon	Cesar L.	PE1
Peon	Victor S.	PE2

**Tabla 25**

*Medición de actividades en perfilado y compactado de la subrasante*

Medición	Tiempo	Medición de cuadrilla			
		Cuadrilla analizada			
		CP1	OF1	PE1	PE2
0	08:30:00	VNS	PRP	TM	LAT
1	08:31:00	VNS	PRP	TM	LAT
2	08:32:00	VNS	PRP	TM	LAT
3	08:33:00	VNS	PRP	TM	LAT
4	08:34:00	VNS	PRP	TO	LAT
5	08:35:00	ES	PRP	TO	ES
6	08:36:00	ES	ES	TO	ES
7	08:37:00	ES	ES	TO	TC
8	08:38:00	VNS	HC	RI	TC
9	08:39:00	VNS	HC	RI	TC
10	08:40:00	VNS	CE	RI	TE
11	08:41:00	ES	CE	RI	TE
12	08:42:00	ES	CE	RI	TE
13	08:43:00	RDS	CDS	RI	TE
14	08:44:00	RDS	CDS	ES	TM
15	08:45:00	RDS	CDS	ES	TM
16	08:46:00	RDS	CDS	ES	TM
17	08:47:00	RDS	CDS	RI	VNS
18	08:48:00	RDS	ES	RI	VNS
19	08:49:00	ES	ES	RI	VNS
20	08:50:00	ES	ES	RI	VNS
21	08:51:00	ES	CDS	ES	TO
22	08:52:00	RDS	CDS	ES	TO
23	08:53:00	RDS	CDS	RI	TO
24	08:54:00	RDS	CDS	RI	LAT
25	08:55:00	TO	CDS	RI	LAT
26	08:56:00	TO	ES	RI	LAT
27	08:57:00	TO	ES	RI	VNS
28	08:58:00	RDS	CDS	ES	VNS
29	08:59:00	RDS	CDS	ES	VNS
30	09:00:00	RDS	CDS	RI	VNS

Se presenta el comportamiento del desempeño en el perfilado y compactado de la subrasante durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

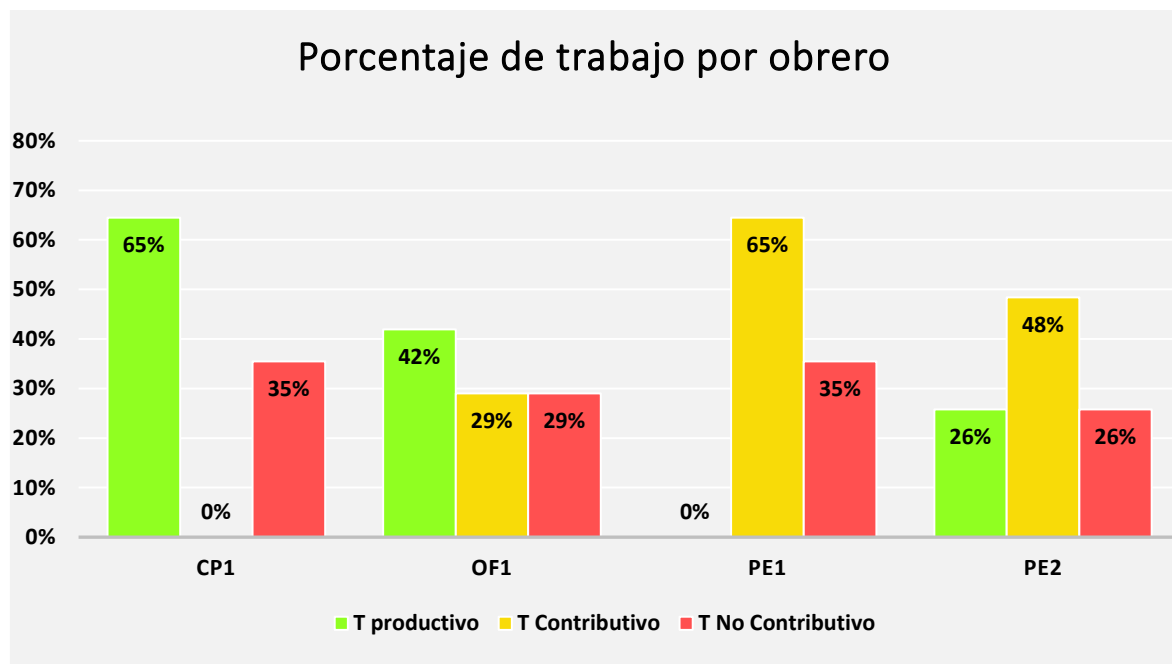
**Tabla 26**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

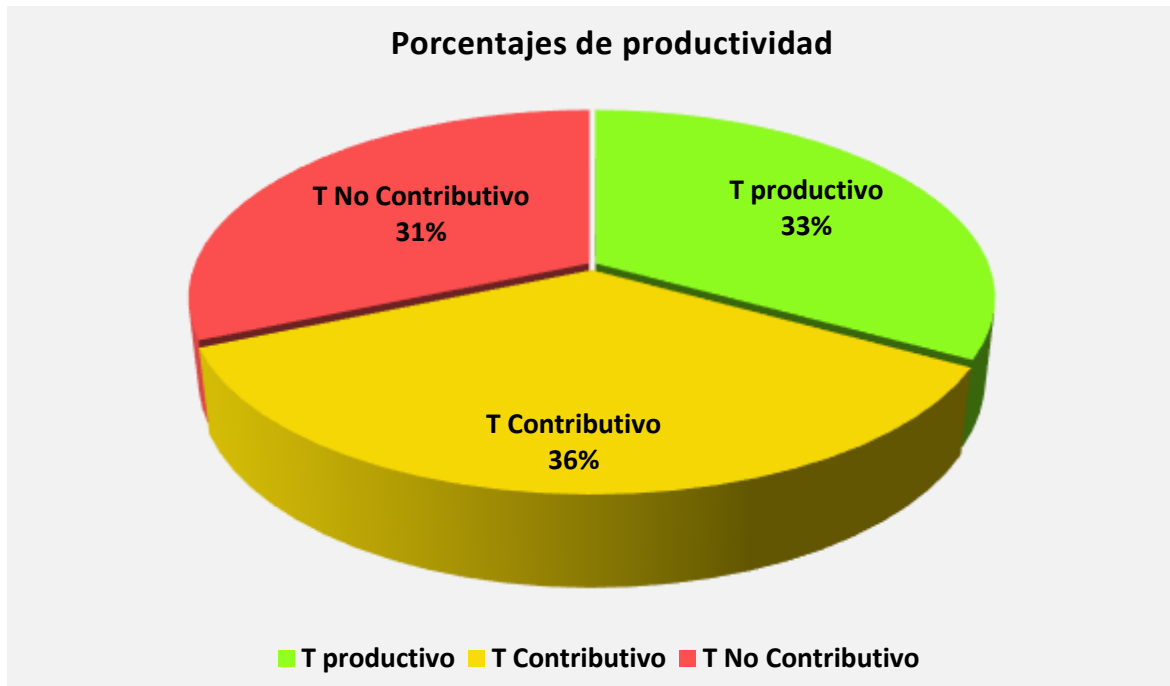
Tipo de Trabajo	Obreros			
	CP1	OF1	PE1	PE2
T productivo	65%	42%	0%	26%
T Contributivo	0%	29%	65%	48%
T No Contributivo	35%	29%	35%	26%

**Figura 28**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de perfilado y compactado de la subrasante, evidenciando que nuestra cuadrilla tiene un alto nivel de trabajo contributivo.

**Figura 29***Porcentajes de productividad*

Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subrasante, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 31%, el trabajo contributivo un 36%, y la productividad en esta actividad es del 33%.

#### ❖ Perfilado y compactado de la subbase

A continuación, se presentan las actividades clasificadas como trabajo productivo, contributivo y no contributivo en el proceso de perfilado y compactado de la subbase. El trabajo productivo se refiere a las acciones directamente relacionadas con la mejora y nivelación de la subbase. El trabajo contributivo incluye tareas que, aunque no son directamente productivas, apoyan el desarrollo del proceso, como el transporte de materiales y el mantenimiento del equipo. Por otro lado, el trabajo no contributivo engloba actividades que no aportan de manera directa o indirecta al avance de la obra, como los tiempos de espera y los desplazamientos innecesarios del personal.

Tabla 27

*Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subbase*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
EXM	Extendido de material	T productivo
PEM	Perfilado de material	T productivo
CSB	Compactado de Subbase	T productivo
PAHE	Preparación y ajuste de herramientas y equipos	T Contributivo
MPCP	Marcado de puntos de control y plantillado	T Contributivo
TM	Transporte de material	T Contributivo
VP	Verificación de plantillas	T Contributivo
TE	Traslado de equipos	T Contributivo
RI	Riego	T Contributivo
IN	Indicaciones	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Busqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

Tabla 28

*Personal en perfilado y compactado de la subbase*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Kevin G.	CA1
Oficial	Dennis M.	OF1
Oficial	Rodrigo P.	OF2
Peón	Oliver A	PE1
Peón	Harry Z.	PE2
Peón	Gonsalo M.	PE3

**Tabla 29**

*Medición de actividades del perfilado y compactado de la subbase*

Medición	Tiempo	Medición de cuadrilla					
		Cuadrilla analizada					
		CA1	OF1	OF2	PE1	PE2	PE3
0	08:50:00	EXM	PEM	CSB	PAHE	EXM	TO
1	08:51:00	EXM	PEM	CSB	PAHE	EXM	TO
2	08:52:00	EXM	PEM	CSB	TE	EXM	RI
3	08:53:00	EXM	PEM	CSB	TE	EXM	RI
4	08:54:00	EXM	PEM	ES	PAHE	TO	RI
5	08:55:00	ES	ES	ES	TC	EXM	RI
6	08:56:00	ES	ES	CSB	TC	TM	RI
7	08:57:00	UC	ES	CSB	TC	TM	RI
8	08:58:00	UC	MPCP	ES	TC	TM	ES
9	08:59:00	VP	MPCP	ES	TC	TM	ES
10	09:00:00	VP	MPCP	CSB	PAHE	TM	ES
11	09:01:00	VP	MPCP	CSB	PAHE	ES	RI
12	09:02:00	VP	MPCP	CSB	PAHE	ES	RI
13	09:03:00	ES	TO	CSB	PAHE	TM	RI
14	09:04:00	ES	SH	ES	MPCP	TM	RI
15	09:05:00	EXM	SH	ES	MPCP	TM	RI
16	09:06:00	EXM	SH	ES	MPCP	TE	ES
17	09:07:00	EXM	SH	CSB	MPCP	TE	ES
18	09:08:00	EXM	PEM	CSB	MPCP	TE	ES
19	09:09:00	EXM	PEM	CSB	ES	ES	RI
20	09:10:00	EXM	PEM	CSB	ES	ES	RI
21	09:11:00	ES	PEM	CSB	ES	VNP	RI
22	09:12:00	ES	ES	CSB	VP	VNP	RI
23	09:13:00	ES	ES	CSB	VP	VP	RI
24	09:14:00	EXM	PEM	CSB	VP	VP	RI
25	09:15:00	EXM	PEM	CSB	VP	VP	RI
26	09:16:00	EXM	PEM	ES	VP	ES	ES
27	09:17:00	EXM	PEM	ES	ES	ES	ES
28	09:18:00	IN	PEM	TO	ES	VP	ES
29	09:19:00	IN	HC	TO	ES	VP	TO
30	09:20:00	IN	HC	CSB	ES	VP	TO

Se presenta el comportamiento del desempeño en el perfilado y compactado de la subbase durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

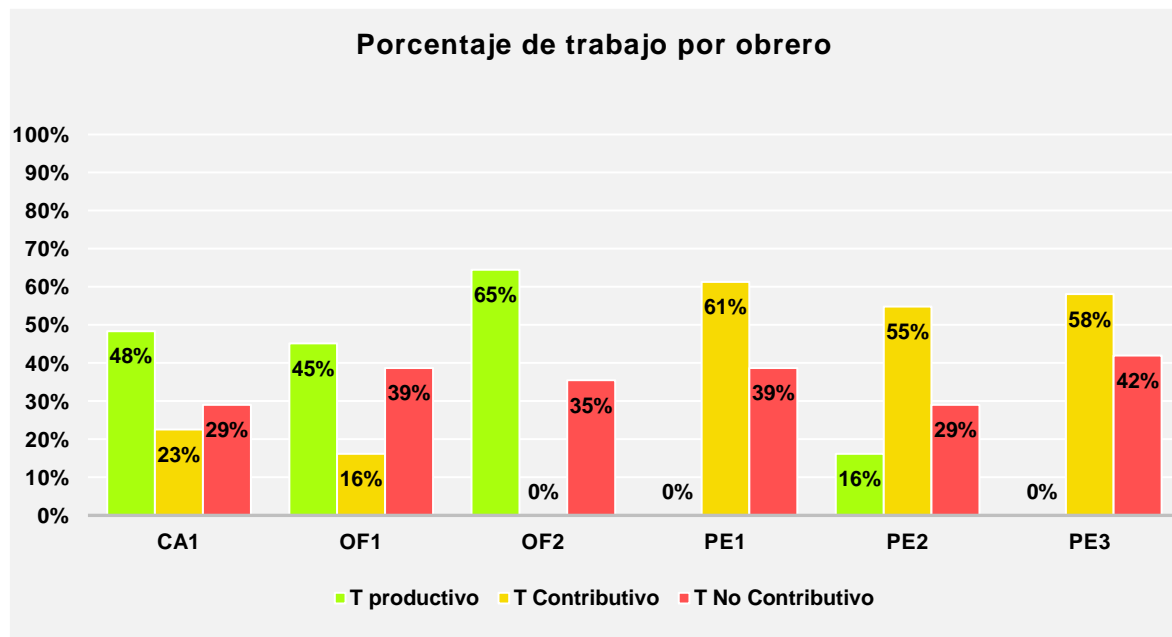
**Tabla 30**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

Tipo de Trabajo	Obreros					
	CA1	OF1	OF2	PE1	PE2	PE3
T productivo	48%	45%	65%	0%	16%	0%
T Contributivo	23%	16%	0%	61%	55%	58%
T No Contributivo	29%	39%	35%	39%	29%	42%

**Figura 30**

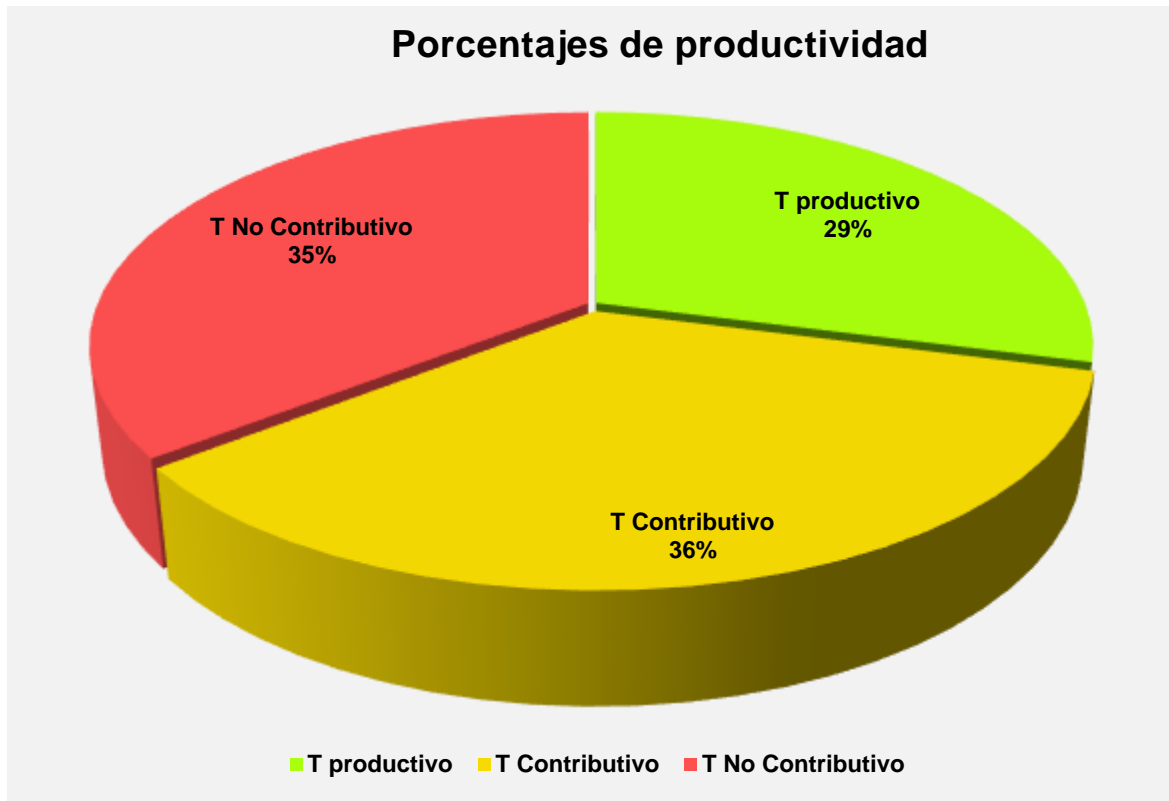
*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de perfilado y compactado de la subbase, evidenciando que nuestra cuadrilla tiene un alto nivel de trabajo contributivo.

**Figura 31**

*Porcentajes de productividad*



Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subbase, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 35%, el trabajo contributivo un 36%, y la productividad en esta actividad es del 29%.

❖ **Concreto para pavimentos**

A continuación, se presentan las actividades clasificadas como trabajo productivo, contributivo y no contributivo en el proceso de perfilado y compactado de la subbase. El trabajo productivo comprende las acciones directamente vinculadas con la ejecución del perfilado y compactado. El trabajo contributivo incluye tareas que, aunque no son directamente productivas, facilitan el desarrollo de la obra, como la logística de materiales, el mantenimiento preventivo del equipo y la coordinación del equipo de trabajo. Por otro lado, el trabajo no contributivo abarca actividades que no aportan valor al proceso, tales como los tiempos de inactividad.

Tabla 31

*Resumen en actividades de concreto en pavimentos*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
CD	Colocación de Dowels	T productivo
DCO	Descarga de concreto	T productivo
ECL	Esparcimiento de concreto con lampa	T productivo
VC	Vibrado de concreto	T productivo
CSJ	Corte y sellado de juntas	T productivo
PFC	Pulido final del concreto	T productivo
CC	Curado del concreto	T Contributivo
PD	Preparación de Dowels	T Contributivo
TM	Traslado de maquinarias	T Contributivo
IP	Indicaciones al personal	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Búsqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

Tabla 32

*Personal en concreto para pavimentos*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Alfredo Q.	CA1
Operario	Renzo M.	OP1
Oficial	Richar A.	OF1
Peón	Aldo C.	PE1
Peón	Wilson I.	PE2
Peón	Ortencio B.	PE3

**Tabla 33**

*Medición de actividades de concreto para pavimentos*

Medición de cuadrilla							
Medición	Tiempo	Cuadrilla analizada					
		CA1	OP1	OF1	PE1	PE2	PE3
0	09:40:00	DCO	CD	ES	PD	CC	TM
1	09:41:00	DCO	CD	ES	PD	CC	TM
2	09:42:00	DCO	CD	ES	PD	CC	TM
3	09:43:00	DCO	TC	ES	PD	CC	TM
4	09:44:00	DCO	CD	ECL	TM	CC	TC
5	09:45:00	ES	CD	ECL	TM	TO	TC
6	09:46:00	ES	ES	ECL	TM	TO	TC
7	09:47:00	ES	CD	ECL	VNP	TO	TC
8	09:48:00	ES	CD	ECL	VNP	CC	VC
9	09:49:00	DCO	CD	ES	VNP	CC	VC
10	09:50:00	DCO	CD	ES	VNP	CC	VC
11	09:51:00	DCO	CD	ES	PD	CC	VC
12	09:52:00	DCO	BH	ES	PD	CC	VC
13	09:53:00	ES	BH	ECL	PD	SH	VC
14	09:54:00	ES	CD	ECL	PD	SH	VC
15	09:55:00	ES	CD	ECL	HC	SH	HC
16	09:56:00	DCO	CD	VC	HC	SH	HC
17	09:57:00	DCO	ES	VC	HC	SH	HC
18	09:58:00	DCO	ES	VC	TM	SH	TM
19	09:59:00	DCO	ES	VC	TM	SH	TM
20	10:00:00	ES	ES	ES	TM	CC	TM
21	10:01:00	ES	ES	ES	TM	CC	TO
22	10:02:00	ES	CSJ	ES	TM	CC	TO
23	10:03:00	DCO	CSJ	PD	VC	CC	TO
24	10:04:00	DCO	CSJ	PD	VC	CC	PD
25	10:05:00	DCO	CSJ	PD	VC	CC	PD
26	10:06:00	DCO	CSJ	PD	TO	CC	PD
27	10:07:00	TO	CSJ	ES	TO	TO	PD
28	10:08:00	TO	CSJ	ES	TO	TO	TO
29	10:09:00	TO	ES	UC	VC	TO	TO
30	10:10:00	ES	ES	UC	VC	CC	TO

Se presenta el comportamiento de las actividades de concreto para pavimentos durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

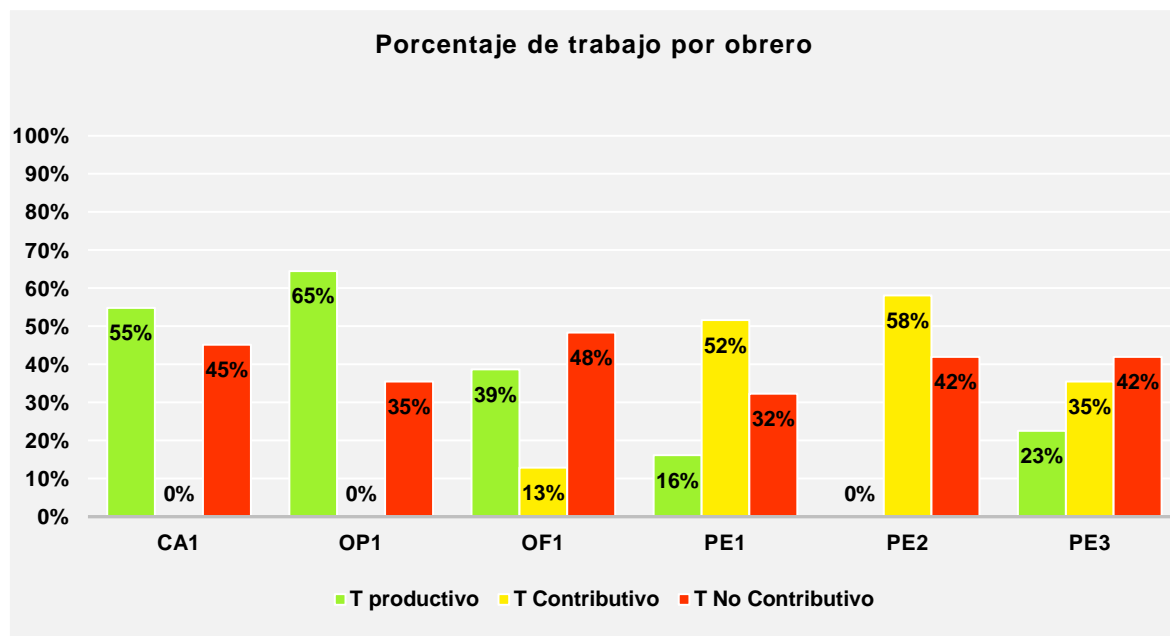
**Tabla 34**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

Tipo de Trabajo	Obreros					
	CA1	OP1	OF1	PE1	PE2	PE3
T productivo	55%	65%	39%	16%	0%	23%
T Contributivo	0%	0%	13%	52%	58%	35%
T No Contributivo	45%	35%	48%	32%	42%	42%

**Figura 32**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de concreto para pavimentos, evidenciando que nuestra cuadrilla no está aportando favorablemente en la ejecución de la actividad.

**Figura 33***Porcentajes de productividad*

Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subbase, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 41%, el trabajo contributivo un 26%, y la productividad en esta actividad es del 33%.

#### **4.1.2 Carta Balance en la mejora de la productividad de la mano de obra**

Para llevar a cabo el análisis de la productividad de la mano de obra utilizando la herramienta de Carta Balance, se detectaron porcentajes elevados de actividades clasificadas como no contributivas, entre las que destacan tiempos de espera y ociosidad. Con el objetivo de reducir estos tiempos improductivos, se procedió a identificar y analizar las posibles causas subyacentes.

Se observó que los obreros enfrentan tiempos muertos mientras esperan que la maquinaria termine ciertos procesos. Un ejemplo evidente ocurre cuando una retroexcavadora realiza trabajos de excavación. Durante este tiempo, los operarios y peones no pueden avanzar con sus tareas, como las actividades de control topográfico o la conformación de la cama de apoyo, hasta que la maquinaria finalice su labor.



Para mitigar esta situación, se propone analizar y optimizar la magnitud del tramo en ejecución. Esto implica evaluar cuidadosamente el tamaño del lote de transferencia entre procesos, de modo que se pueda reducir al mínimo el tiempo de inactividad de los operarios mientras esperan la culminación de las labores de la maquinaria.

Otro factor identificado está relacionado con la falta de claridad o preparación de los obreros respecto a las tareas que deben realizar. En algunos casos, se observó que las cuadrillas no reciben la información adecuada sobre las actividades que deben ejecutar, ni sobre el momento y lugar correctos para llevarlas a cabo. Esta falta de coordinación provoca retrasos, que no solo afectan el progreso de la obra, sino también comprometen la calidad y seguridad del trabajo.

Para abordar este problema, se sugiere implementar programas de capacitación específicos para el personal de obra. Estas capacitaciones deben enfocarse en las actividades concretas que cada grupo debe realizar, así como en el cumplimiento de las normas de calidad y seguridad establecidas. Con un personal mejor informado y preparado, no solo se reducirá la ociosidad, sino que también se incrementará la eficiencia operativa y la seguridad en el lugar de trabajo.

De esta manera, se fue identificando cómo mejorar cada una de las actividades, abordando las situaciones problemáticas y logrando así mejoras significativas en la productividad.

#### **4.1.2.1 Aplicación de la Carta Balance en la primera obra**

##### **❖ Perfilado y compactado de la subrasante**

Se llevó a cabo una verificación exhaustiva de cada actividad realizada, lo que permitió la reasignación de las tareas correspondientes a las cuadrillas. Posteriormente, se realizó una nueva verificación para comprobar la correcta medición de las actividades.

Tabla 35

*Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
VNS	Verificación de nivelación de subrasante	T productivo
CDS	Compactado de Subrasante	T productivo
RDS	Reparación de daños en la subrasante	T productivo
PRP	Plantillado o remarcación de plantilla	T Contributivo
LAT	Limpieza del área de trabajo:	T Contributivo
CE	Calibración de equipos	T Contributivo
TM	Transporte de material	T Contributivo
RI	Riego	T Contributivo
TE	Traslado de equipos	T Contributivo
IN	Indicaciones	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Búsqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

Tabla 36

*Personal en perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Alex Y.	CP1
Oficial	Osorio P.	OF1
Peón	Roger C.	PE1

**Tabla 37**

*Medición de actividades en perfilado y compactado de la subrasante*

Medición	Tiempo	Medición de cuadrilla		
		Cuadrilla analizada		
		CP1	OF1	PE1
0	08:30:00	IN	VNS	PRP
1	08:31:00	IN	VNS	PRP
2	08:32:00	CDS	VNS	PRP
3	08:33:00	CDS	RDS	PRP
4	08:34:00	CDS	RDS	PRP
5	08:35:00	CDS	RDS	PRP
6	08:36:00	CDS	RDS	PRP
7	08:37:00	CDS	RDS	RI
8	08:38:00	CDS	RDS	RI
9	08:39:00	CDS	TO	RI
10	08:40:00	CDS	TO	RI
11	08:41:00	ES	RDS	RI
12	08:42:00	CDS	RDS	RI
13	08:43:00	CDS	RDS	RI
14	08:44:00	CDS	RDS	VNS
15	08:45:00	CDS	RDS	VNS
16	08:46:00	CDS	RDS	ES
17	08:47:00	CDS	RDS	ES
18	08:48:00	CDS	TC	TM
19	08:49:00	CDS	TC	TM
20	08:50:00	CDS	PRP	TM
21	08:51:00	CDS	PRP	TM
22	08:52:00	CDS	PRP	LAT
23	08:53:00	ES	PRP	LAT
24	08:54:00	CDS	PRP	LAT
25	08:55:00	CDS	PRP	LAT
26	08:56:00	CDS	PRP	TO
27	08:57:00	CDS	PRP	TO
28	08:58:00	CDS	PRP	RI
29	08:59:00	CDS	TO	RI
30	09:00:00	TO	TO	RI

Se presenta el comportamiento del desempeño en el perfilado y compactado de la subrasante durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

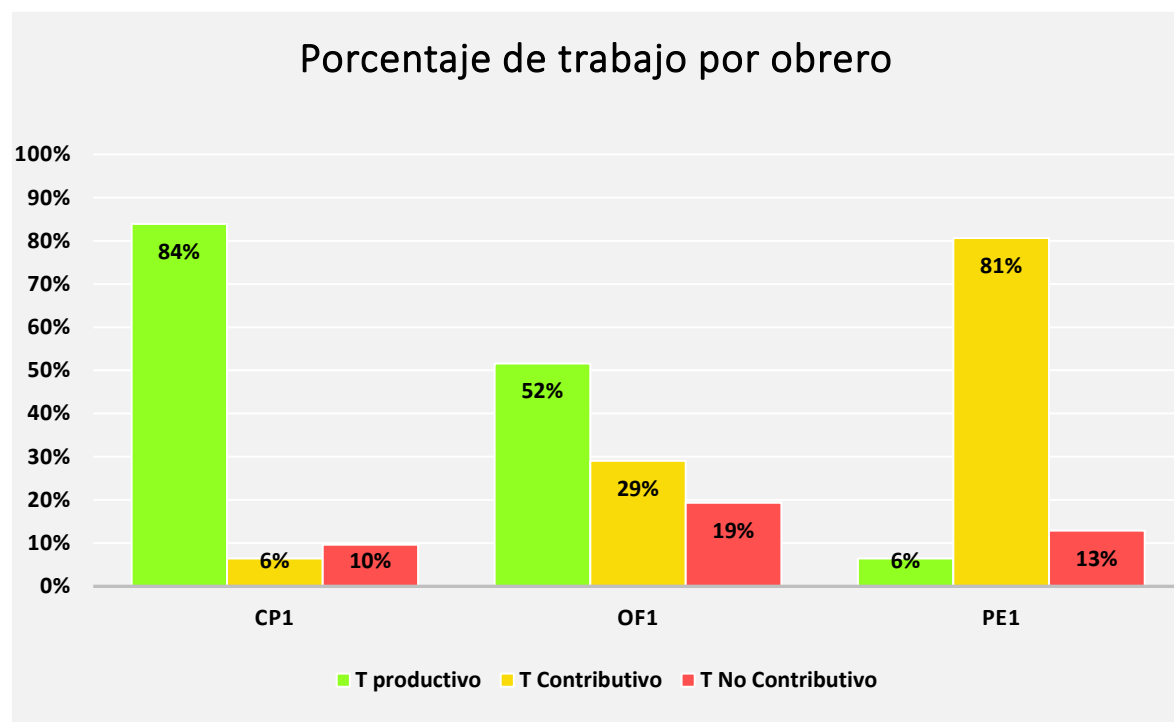
**Tabla 38**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

Tipo de Trabajo	Obreros		
	CP1	OF1	PE1
T productivo	84%	52%	6%
T Contributivo	6%	29%	81%
T No Contributivo	10%	19%	13%

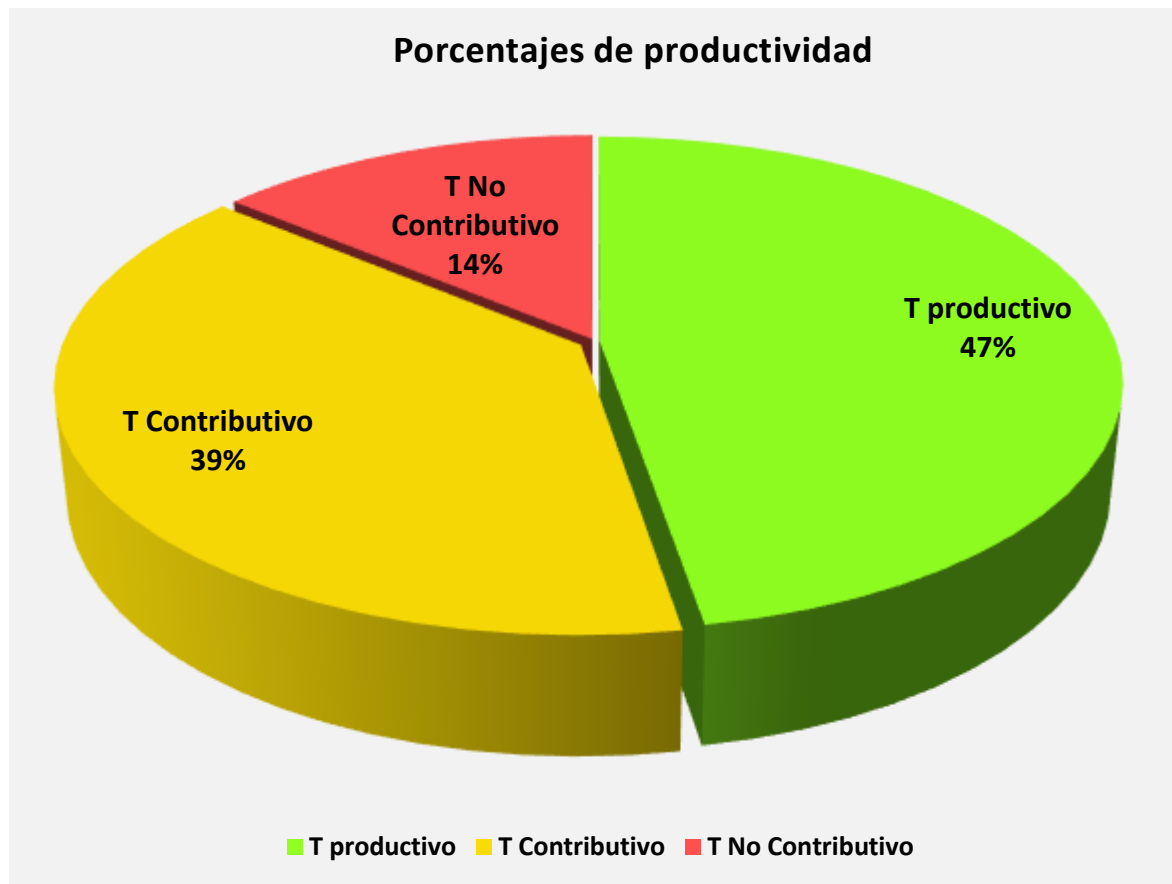
**Figura 34**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de perfilado y compactado de la subrasante, evidenciando que nuestra cuadrilla está teniendo mejoras en cuanto a producción.

Figura 35

*Porcentajes de productividad*

Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subrasante, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 14%, el trabajo contributivo un 39%, y la productividad en esta actividad es del 47%.

❖ **Perfilado y compactado de la subbase**

Para optimizar el trabajo contributivo y productivo en la actividad de perfilado y compactado, se realizó una inspección exhaustiva del flujo de trabajo. Posteriormente, se reorganizaron las actividades asignadas a cada trabajador, con el objetivo de mejorar la eficiencia y efectividad en el proceso.



**Tabla 39**

*Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subbase*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
EXM	Extendido de material	T productivo
PEM	Perfilado de material	T productivo
CSB	Compactado de Subbase	T productivo
PAHE	Preparación y ajuste de herramientas y equipos	T Contributivo
MPCP	Marcado de puntos de control y plantillado	T Contributivo
TM	Transporte de material	T Contributivo
VP	Verificación de plantillas	T Contributivo
TE	Traslado de equipos	T Contributivo
RI	Riego	T Contributivo
IN	Indicaciones	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Busqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

**Tabla 40**

*Personal en perfilado y compactado de la subbase*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Jhon A.	CA1
Oficial	Elias L.	OF1
Oficial	Alberto N.	OF2
Peón	Juan Q.	PE1
Peón	Erick M.	PE2
Peón	Luis Z.	PE3

**Tabla 41**

*Medición de actividades del perfilado y compactado de la subbase*

Medición	Tiempo	Medición de cuadrilla					
		Cuadrilla analizada					
		CA1	OF1	OF2	PE1	PE2	PE3
0	08:40:00	EXM	PEM	TO	TM	EXM	RI
1	08:41:00	EXM	PEM	MPCP	TM	EXM	RI
2	08:42:00	EXM	PEM	MPCP	TM	EXM	RI
3	08:43:00	EXM	PEM	MPCP	TM	EXM	RI
4	08:44:00	EXM	PEM	MPCP	TM	EXM	RI
5	08:45:00	EXM	PEM	MPCP	ES	EXM	PAHE
6	08:46:00	EXM	IN	MPCP	ES	EXM	PAHE
7	08:47:00	ES	IN	HC	VP	HC	PAHE
8	08:48:00	CSB	PEM	HC	VP	HC	PAHE
9	08:49:00	CSB	PEM	EXM	VP	MPCP	PAHE
10	08:50:00	CSB	PEM	EXM	VP	MPCP	TO
11	08:51:00	CSB	PEM	EXM	VP	MPCP	ES
12	08:52:00	TO	PEM	EXM	VP	MPCP	RI
13	08:53:00	TO	PEM	EXM	VP	MPCP	RI
14	08:54:00	CSB	TO	EXM	ES	MPCP	RI
15	08:55:00	CSB	TO	EXM	ES	MPCP	RI
16	08:56:00	CSB	TO	TO	ES	MPCP	RI
17	08:57:00	CSB	EXM	TO	EXM	ES	RI
18	08:58:00	CSB	EXM	PEM	EXM	ES	TO
19	08:59:00	ES	EXM	PEM	EXM	MPCP	TO
20	09:00:00	ES	EXM	PEM	EXM	MPCP	RI
21	09:01:00	CSB	EXM	PEM	EXM	MPCP	RI
22	09:02:00	CSB	EXM	PEM	EXM	MPCP	RI
23	09:03:00	CSB	EXM	PEM	EXM	MPCP	VNP
24	09:04:00	CSB	EXM	PEM	VP	MPCP	VNP
25	09:05:00	CSB	TO	ES	VP	MPCP	RI
26	09:06:00	CSB	TO	ES	VP	TO	RI
27	09:07:00	TO	EXM	PEM	VP	TO	RI
28	09:08:00	CSB	EXM	PEM	UC	TO	TO
29	09:09:00	CSB	EXM	PEM	UC	MPCP	RI
30	09:10:00	CSB	EXM	PEM	VP	MPCP	RI

Se presenta el comportamiento del desempeño en el perfilado y compactado de la subbase durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

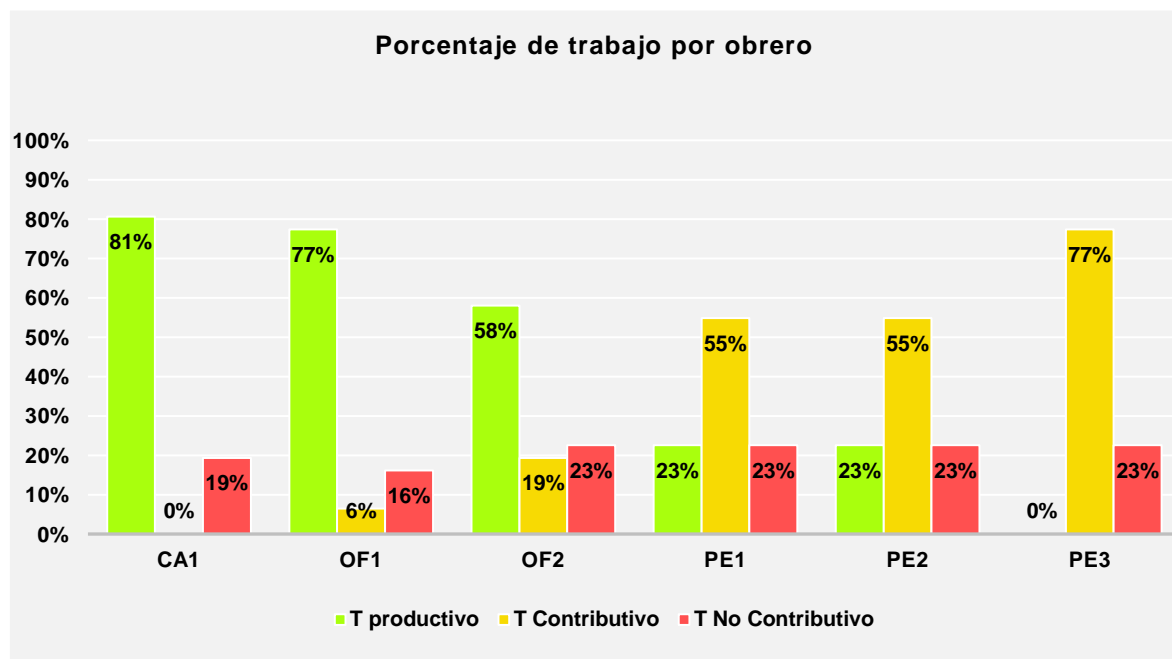
**Tabla 42**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

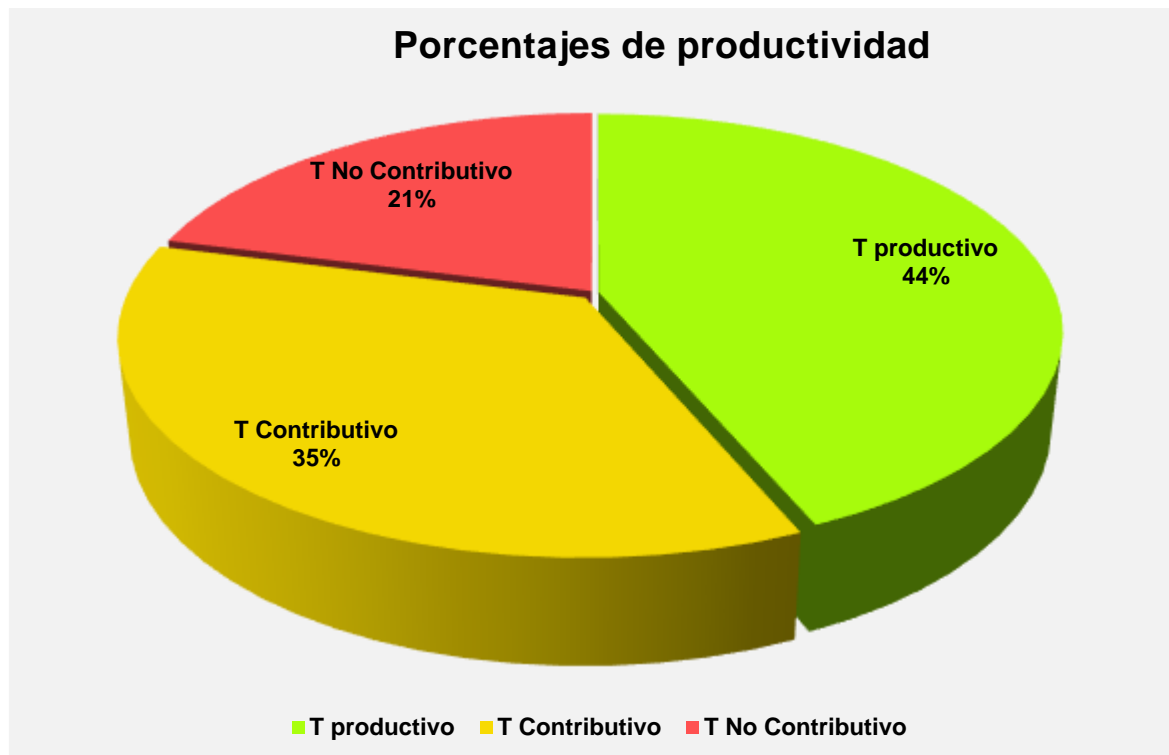
Tipo de Trabajo	Obreros					
	CA1	OF1	OF2	PE1	PE2	PE3
T productivo	81%	77%	58%	23%	23%	0%
T Contributivo	0%	6%	19%	55%	55%	77%
T No Contributivo	19%	16%	23%	23%	23%	23%

**Figura 36**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de perfilado y compactado de la subbase, evidenciando que nuestra cuadrilla está teniendo un buen rendimiento.

**Figura 37***Porcentajes de productividad*

Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subbase, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 21%, el trabajo contributivo un 35%, y la productividad en esta actividad es del 44%.

❖ **Concreto para pavimentos**

Al realizar el análisis de las partidas, se observó que, en el caso del concreto para pavimentos, antes de aplicar los principios de la Carta Balance, los tiempos de espera generaban retrasos, afectando la productividad necesaria. Al identificar este problema, se visualizó el flujo de la actividad, reasignando las tareas para reducir los tiempos de espera y mejorar la eficiencia.



**Tabla 43**

*Resumen en actividades de concreto en pavimentos*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
CD	Colocación de Dowels	T productivo
DCO	Descarga de concreto	T productivo
ECL	Esparcimiento de concreto con lampa	T productivo
VC	Vibrado de concreto	T productivo
CSJ	Corte y sellado de juntas	T productivo
PFC	Pulido final del concreto	T productivo
CC	Curado del concreto	T productivo
PD	Preparación de Dowels	T Contributivo
TM	Traslado de maquinarias	T Contributivo
IP	Indicaciones al personal	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Búsqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

**Tabla 44**

*Personal en concreto para pavimentos*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Jenner A.	CA1
Operario	Abner Q.	OP1
Oficial	Felipe C.	OF1
Peón	Jerry C.	PE1
Peón	Olger V.	PE2

**Tabla 45**

*Medición de actividades de concreto para pavimentos*

Medición	Tiempo	Medición de cuadrilla				
		CA1	OP1	OF1	PE1	PE2
0	09:50:00	DCO	CD	ECL	VC	TM
1	09:51:00	DCO	CD	ECL	VC	TM
2	09:52:00	DCO	CD	ECL	VC	TM
3	09:53:00	DCO	CD	ECL	VC	TM
4	09:54:00	DCO	CD	ECL	ES	TM
5	09:55:00	DCO	CD	ECL	ES	TO
6	09:56:00	DCO	CD	ECL	VC	TM
7	09:57:00	ES	TO	ES	VC	TM
8	09:58:00	IP	CD	ES	VC	TM
9	09:59:00	DCO	CD	ECL	VC	TM
10	10:00:00	DCO	CD	ECL	TO	TM
11	10:01:00	DCO	CD	ECL	TO	TO
12	10:02:00	DCO	CD	ECL	VC	CC
13	10:03:00	DCO	TO	ECL	VC	CC
14	10:04:00	DCO	TO	ECL	VC	CC
15	10:05:00	ES	TO	ES	VC	CC
16	10:06:00	ES	CD	ES	VC	CC
17	10:07:00	DCO	CD	ECL	TO	CC
18	10:08:00	DCO	CD	ECL	TO	TO
19	10:09:00	DCO	CD	ECL	PD	TO
20	10:10:00	DCO	CD	ECL	PD	CC
21	10:11:00	DCO	TO	ECL	PD	CC
22	10:12:00	DCO	TO	ECL	PD	CC
23	10:13:00	ES	TO	ECL	PD	CC
24	10:14:00	ES	CD	ECL	PD	CC
25	10:15:00	DCO	CD	ES	PD	TO
26	10:16:00	DCO	CD	ES	PD	CC
27	10:17:00	DCO	TO	ES	PD	CC
28	10:18:00	DCO	CD	ECL	TO	CC
29	10:19:00	DCO	CD	ECL	TO	CC
30	10:20:00	ES	VC	ES	ES	VNP

Se presenta el comportamiento de las actividades de concreto para pavimentos durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

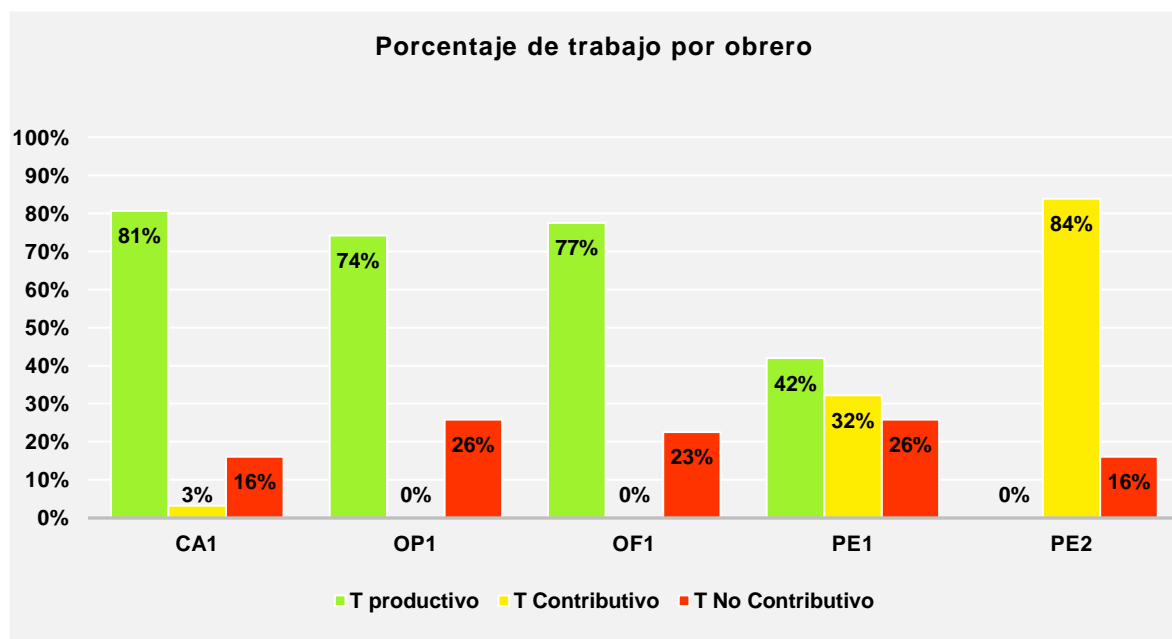
**Tabla 46**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

Tipo de Trabajo	Obreros				
	CA1	OP1	OF1	PE1	PE2
T productivo	81%	74%	77%	42%	0%
T Contributivo	3%	0%	0%	32%	84%
T No Contributivo	16%	26%	23%	26%	16%

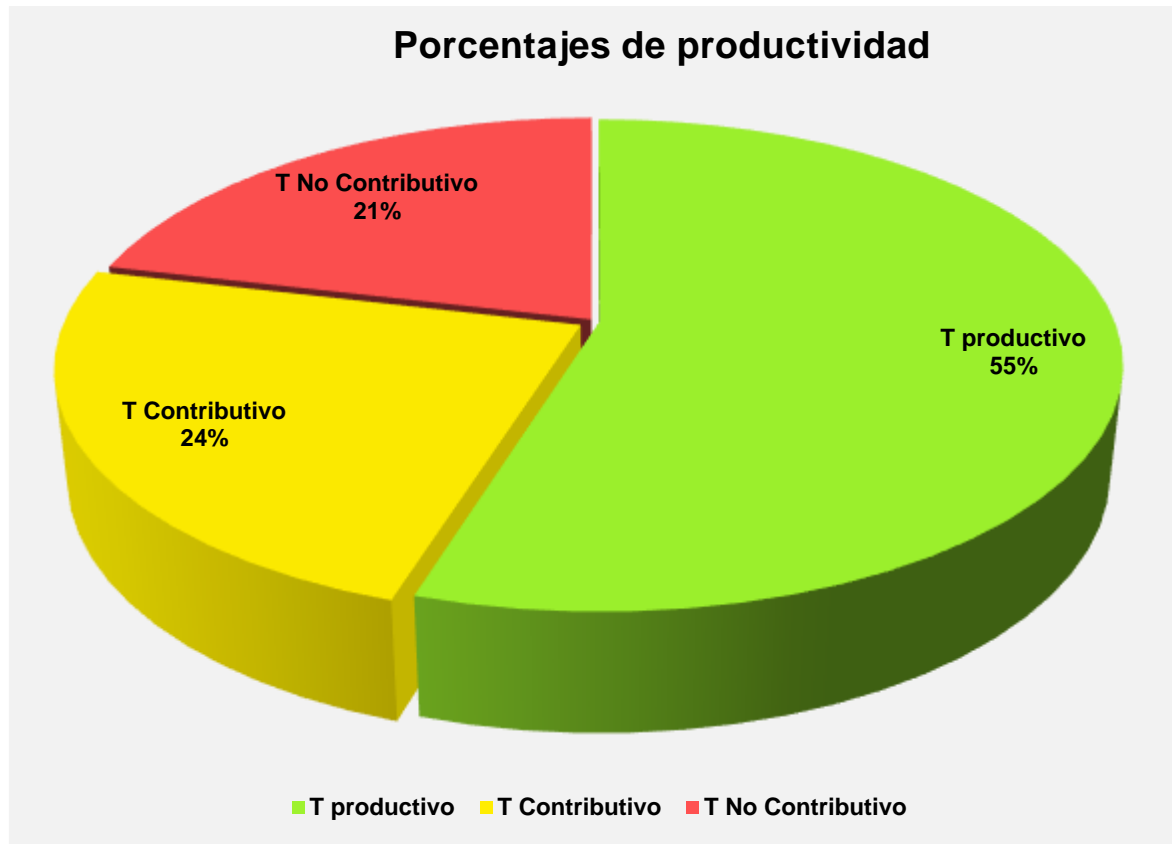
**Figura 38**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de concreto para pavimentos, evidenciando que nuestra cuadrilla está teniendo trabajos productivos con menos tiempos de esperas.

Figura 39

*Porcentajes de productividad*

Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subbase, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 21%, el trabajo contributivo un 24%, y la productividad en esta actividad es del 55%.

#### 4.1.2.2 Aplicación de la Carta Balance en la segunda obra

##### ❖ Perfilado y compactado de la subrasante

Se llevó a cabo una verificación exhaustiva de cada actividad realizada, lo que permitió la reasignación de las tareas correspondientes a las cuadrillas. Posteriormente, se realizó una nueva verificación para comprobar la correcta medición de las actividades.

Tabla 47

*Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
VNS	Verificación de nivelación de subrasante	T productivo
CDS	Compactado de Subrasante	T productivo
RDS	Reparación de daños en la subrasante	T productivo
PRP	Plantillado o remarcación de plantilla	T Contributivo
LAT	Limpieza del área de trabajo:	T Contributivo
CE	Calibración de equipos	T Contributivo
TM	Transporte de material	T Contributivo
RI	Riego	T Contributivo
TE	Traslado de equipos	T Contributivo
IN	Indicaciones	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Búsqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

Tabla 48

*Personal en perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Marco A.	CP1
Oficial	Elvis F.	OF1
Peon	Cesar L.	PE1
Peon	Victor S.	PE2

**Tabla 49**

*Medición de actividades en perfilado y compactado de la subrasante*

Medición	Tiempo	Medición de cuadrilla			
		Cuadrilla analizada			
		CP1	OF1	PE1	PE2
0	08:30:00	RDS	PRP	LAT	RI
1	08:31:00	RDS	PRP	LAT	RI
2	08:32:00	RDS	PRP	LAT	RI
3	08:33:00	RDS	PRP	LAT	RI
4	08:34:00	RDS	PRP	LAT	RI
5	08:35:00	TO	PRP	LAT	RI
6	08:36:00	TO	ES	TO	TO
7	08:37:00	RDS	ES	TO	TO
8	08:38:00	RDS	VNS	TE	RI
9	08:39:00	RDS	VNS	TE	RI
10	08:40:00	RDS	VNS	TE	RI
11	08:41:00	RDS	VNS	TE	RI
12	08:42:00	RDS	VNS	TE	RI
13	08:43:00	ES	VNS	TM	RI
14	08:44:00	RDS	VNS	TM	RI
15	08:45:00	RDS	ES	TM	RI
16	08:46:00	RDS	ES	TM	RI
17	08:47:00	RDS	VNS	ES	TO
18	08:48:00	RDS	VNS	ES	TO
19	08:49:00	RDS	VNS	PRP	VNS
20	08:50:00	RDS	VNS	PRP	VNS
21	08:51:00	ES	VNS	PRP	VNS
22	08:52:00	RDS	VNS	PRP	VNS
23	08:53:00	RDS	VNS	PRP	VNS
24	08:54:00	RDS	ES	PRP	VNS
25	08:55:00	ES	ES	PRP	VNS
26	08:56:00	ES	VNS	PRP	VNS
27	08:57:00	RDS	VNS	TO	TO
28	08:58:00	RDS	VNS	PRP	TO
29	08:59:00	RDS	VNS	PRP	VNS
30	09:00:00	RDS	TO	PRP	VNS

Se presenta el comportamiento del desempeño en el perfilado y compactado de la subrasante durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

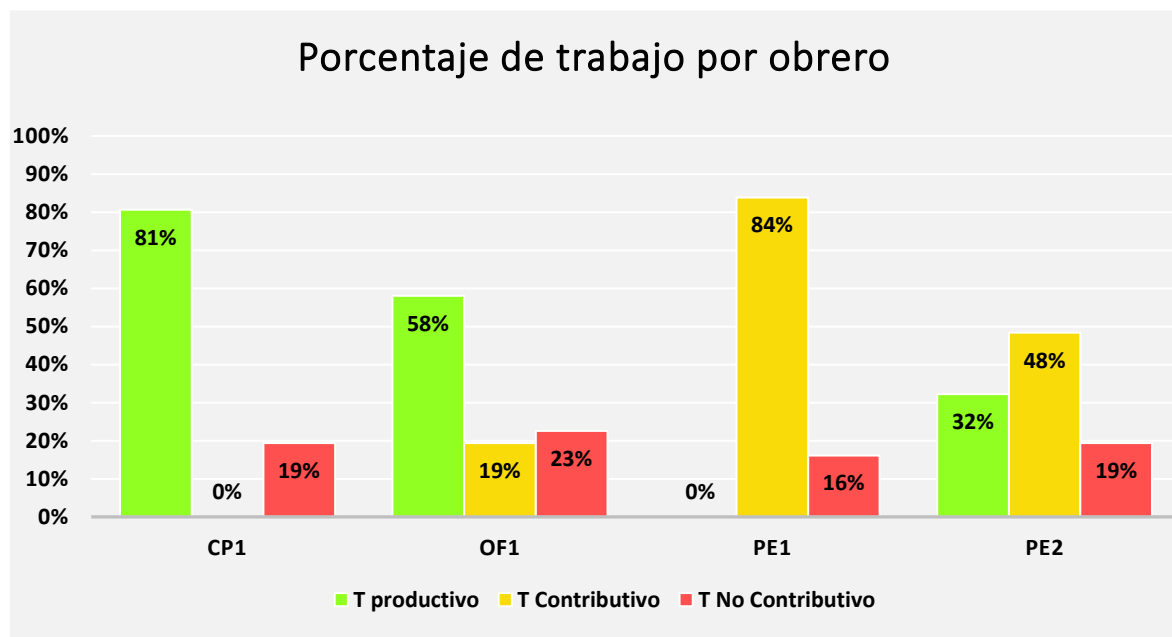
**Tabla 50**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

Tipo de Trabajo	Obreros			
	CP1	OF1	PE1	PE2
T productivo	81%	58%	0%	32%
T Contributivo	0%	19%	84%	48%
T No Contributivo	19%	23%	16%	19%

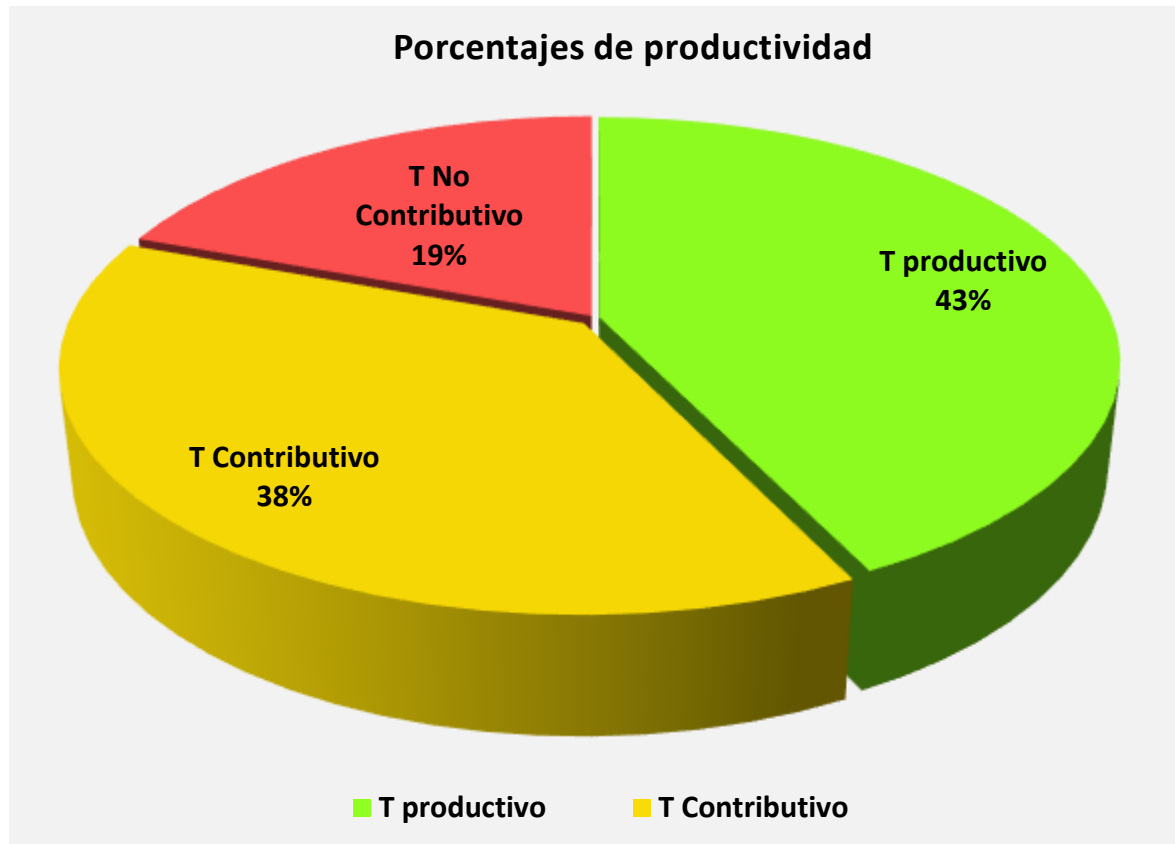
**Figura 40**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de perfilado y compactado de la subrasante, evidenciando que nuestra cuadrilla tiene un alto nivel de trabajo contributivo.

Figura 41

*Porcentajes de productividad*

Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subrasante, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 19%, el trabajo contributivo un 38%, y la productividad en esta actividad es del 43%.

❖ **Perfilado y compactado de la subbase**

En las actividades de perfilado y compactado de la base, se observó la presencia de trabajos no contributivos, lo que incrementaba los tiempos de espera. Para resolver esto, se implementaron mejoras en el flujo de las actividades, asignando de manera más eficiente las tareas de cada trabajador, con el objetivo de optimizar el rendimiento general.

Tabla 51

*Resumen en actividades de perfilado y compactado de la subbase*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
EXM	Extendido de material	T productivo
PEM	Perfilado de material	T productivo
CSB	Compactado de Subbase	T productivo
PAHE	Preparación y ajuste de herramientas y equipos	T Contributivo
MPCP	Marcado de puntos de control y plantillado	T Contributivo
TM	Transporte de material	T Contributivo
VP	Verificación de plantillas	T Contributivo
TE	Traslado de equipos	T Contributivo
RI	Riego	T Contributivo
IN	Indicaciones	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Busqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

Tabla 52

*Personal en perfilado y compactado de la subbase*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Kevin G.	CA1
Oficial	Dennis M.	OF1
Oficial	Rodrigo P.	OF2
Peón	Oliver A.	PE1
Peón	Harry Z.	PE2
Peón	Gonsalo M.	PE3

**Tabla 53**

*Medición de actividades del perfilado y compactado de la subbase*

Medición	Tiempo	Medición de cuadrilla					
		Cuadrilla analizada					
		CA1	OF1	OF2	PE1	PE2	PE3
0	08:50:00	CSB	PAHE	EXM	PAHE	TM	RI
1	08:51:00	CSB	PAHE	EXM	PAHE	TM	RI
2	08:52:00	CSB	PAHE	EXM	PAHE	TM	RI
3	08:53:00	CSB	EXM	EXM	PAHE	TM	RI
4	08:54:00	CSB	EXM	EXM	PAHE	TM	RI
5	08:55:00	CSB	EXM	EXM	PAHE	TM	RI
6	08:56:00	CSB	EXM	EXM	PAHE	TM	RI
7	08:57:00	ES	EXM	EXM	TO	TM	TO
8	08:58:00	ES	TO	ES	TO	TO	TO
9	08:59:00	CSB	TO	ES	VP	TO	TO
10	09:00:00	CSB	EXM	PEM	VP	EXM	RI
11	09:01:00	CSB	EXM	PEM	VP	EXM	RI
12	09:02:00	CSB	EXM	PEM	VP	EXM	RI
13	09:03:00	CSB	EXM	PEM	VP	EXM	RI
14	09:04:00	CSB	EXM	PEM	VP	EXM	RI
15	09:05:00	ES	EXM	PEM	VP	EXM	RI
16	09:06:00	CSB	EXM	TO	TO	ES	RI
17	09:07:00	CSB	EXM	TO	TO	ES	RI
18	09:08:00	CSB	EXM	PEM	PAHE	EXM	TO
19	09:09:00	CSB	TO	PEM	PAHE	EXM	TO
20	09:10:00	CSB	TO	MPCP	PAHE	EXM	MPCP
21	09:11:00	CSB	EXM	MPCP	PAHE	EXM	MPCP
22	09:12:00	ES	EXM	MPCP	PAHE	EXM	MPCP
23	09:13:00	ES	EXM	MPCP	PAHE	TE	MPCP
24	09:14:00	CSB	EXM	MPCP	PAHE	TE	MPCP
25	09:15:00	CSB	EXM	MPCP	ES	TO	MPCP
26	09:16:00	CSB	EXM	TO	ES	VP	EXM
27	09:17:00	CSB	EXM	TO	PAHE	VP	EXM
28	09:18:00	CSB	TO	MPCP	PAHE	VP	EXM
29	09:19:00	CSB	TO	MPCP	PAHE	VP	EXM
30	09:20:00	ES	HC	MPCP	PAHE	VP	EXM

Se presenta el comportamiento del desempeño en el perfilado y compactado de la subbase durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

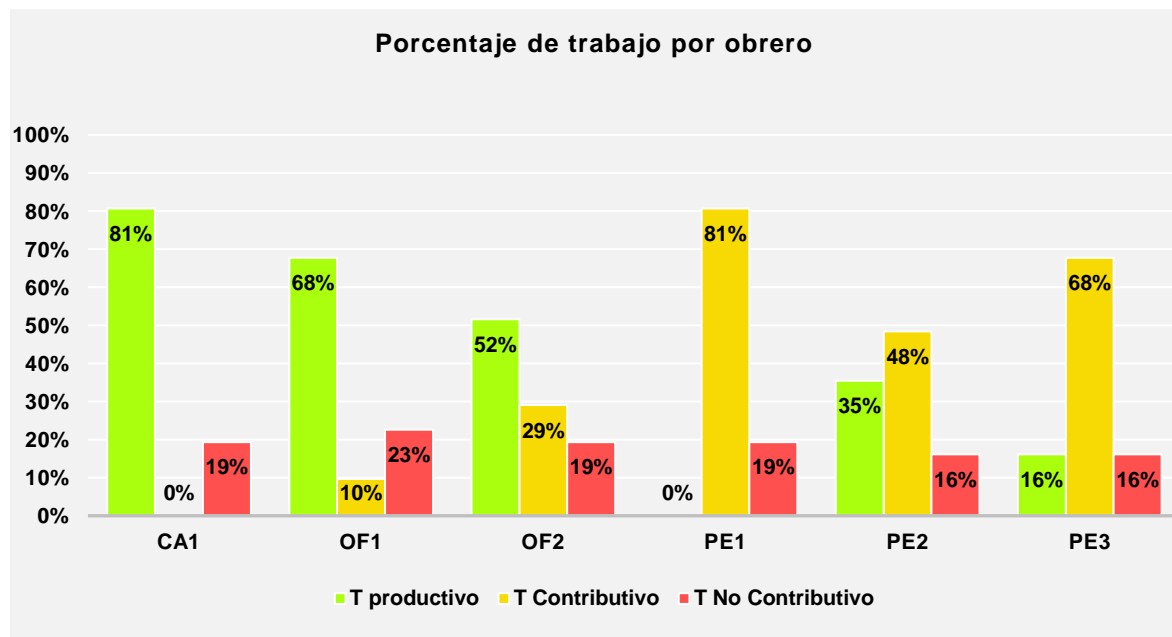
**Tabla 54**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

Tipo de Trabajo	Obreros					
	CA1	OF1	OF2	PE1	PE2	PE3
T productivo	81%	68%	52%	0%	35%	16%
T Contributivo	0%	10%	29%	81%	48%	68%
T No Contributivo	19%	23%	19%	19%	16%	16%

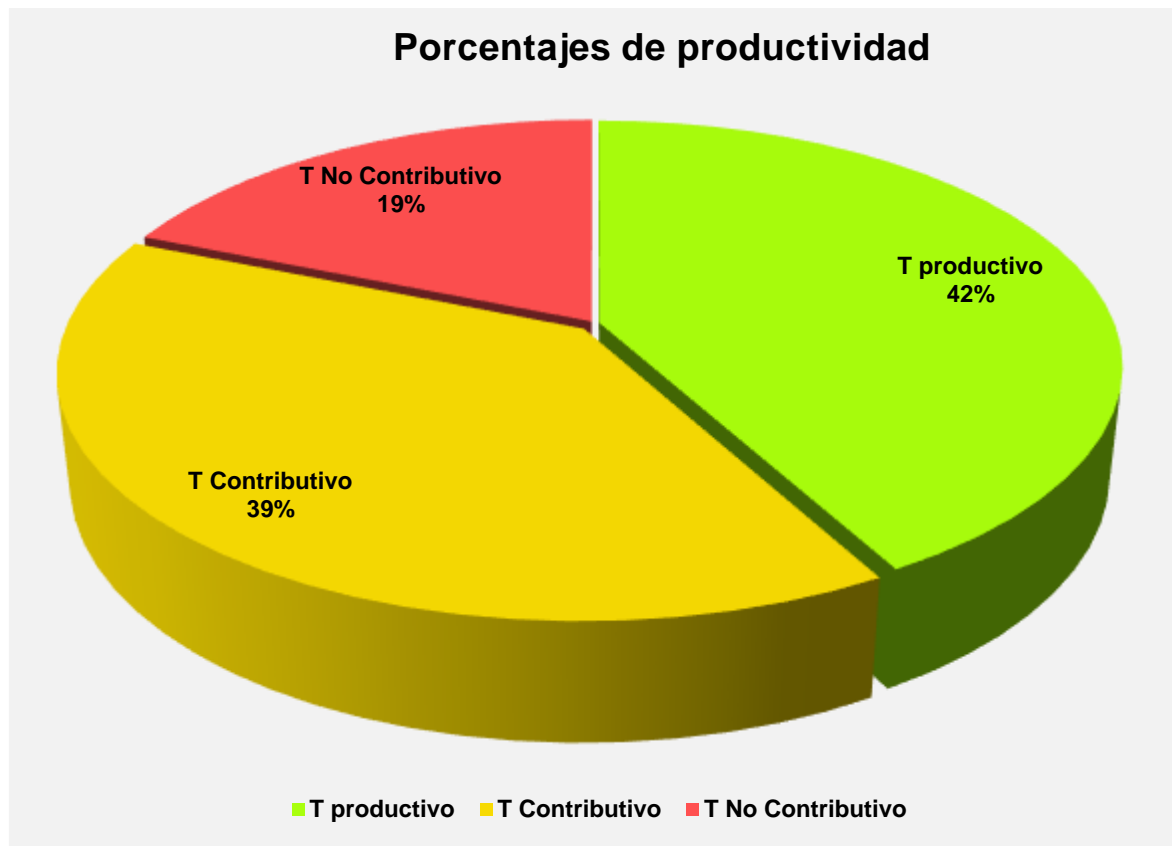
**Figura 42**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de perfilado y compactado de la subbase, evidenciando un aumento en la productividad y una disminución de los tiempos no contributivos.

Figura 43

*Porcentajes de productividad*

Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subbase, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 19%, el trabajo contributivo un 39%, y la productividad en esta actividad es del 42%.

❖ **Concreto para pavimentos**

Al realizar el análisis de las partidas, se observó que, en el caso del concreto para pavimentos, antes de aplicar los principios de la Carta Balance, los tiempos de espera generaban retrasos, afectando la productividad necesaria. Al identificar este problema, se visualizó el flujo de la actividad, reasignando las tareas para reducir los tiempos de espera y mejorar la eficiencia.



**Tabla 55**

*Resumen en actividades de concreto en pavimentos*

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
CD	Colocación de Dowels	T productivo
DCO	Descarga de concreto	T productivo
ECL	Esparcimiento de concreto con lampa	T productivo
VC	Vibrado de concreto	T productivo
CSJ	Corte y sellado de juntas	T productivo
PFC	Pulido final del concreto	T productivo
CC	Curado del concreto	T Contributivo
PD	Preparación de Dowels	T Contributivo
TM	Traslado de maquinarias	T Contributivo
IP	Indicaciones al personal	T Contributivo
TC	Trabajo corregido	T No Contributivo
ES	Espera	T No Contributivo
TO	Tiempo de ocio	T No Contributivo
SH	SSHH	T No Contributivo
VNP	Viajes no productivos	T No Contributivo
BH	Búsqueda de herramientas	T No Contributivo
HC	Hablar con compañeros	T No Contributivo
AU	Ausencia	T No Contributivo
UC	Uso de celular	T No Contributivo

**Tabla 56**

*Personal en concreto para pavimentos*

<b>Trabajador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
Capataz	Alfredo Q.	CA1
Operario	Renzo M.	OP1
Oficial	Richar A.	OF1
Peón	Aldo C.	PE1
Peón	Wilson I.	PE2
Peón	Ortencio B.	PE3

**Tabla 57**

*Medición de actividades de concreto para pavimentos*

Medición	Tiempo	Medición de cuadrilla					
		CA1	OP1	OF1	PE1	PE2	PE3
0	09:40:00	CD	DCO	ECL	VC	CD	TM
1	09:41:00	CD	DCO	ECL	VC	CD	TM
2	09:42:00	CD	DCO	ECL	VC	CD	TM
3	09:43:00	CD	DCO	ECL	VC	CD	TM
4	09:44:00	CD	DCO	ECL	VC	CD	TM
5	09:45:00	CD	DCO	ECL	VC	TO	TM
6	09:46:00	CD	DCO	ECL	VC	TO	TM
7	09:47:00	ES	DCO	ECL	ES	TO	TO
8	09:48:00	ES	ES	ECL	ES	ECL	TO
9	09:49:00	CD	ES	ES	VC	ECL	CC
10	09:50:00	CD	DCO	ES	VC	ECL	CC
11	09:51:00	CD	DCO	VC	VC	ECL	CC
12	09:52:00	CD	DCO	VC	VC	ECL	CC
13	09:53:00	CD	DCO	VC	VC	ECL	CC
14	09:54:00	ES	DCO	VC	VC	ECL	CC
15	09:55:00	ES	DCO	VC	VC	ECL	TO
16	09:56:00	CD	DCO	VC	HC	HC	TO
17	09:57:00	CD	DCO	VC	HC	HC	CC
18	09:58:00	CD	TO	VC	PD	CC	CC
19	09:59:00	CD	TO	VC	PD	CC	CC
20	10:00:00	CD	DCO	ES	PD	CC	CC
21	10:01:00	CD	DCO	ES	PD	CC	CC
22	10:02:00	CD	DCO	ECL	PD	CC	CC
23	10:03:00	ES	DCO	ECL	PD	CC	CC
24	10:04:00	ES	DCO	ECL	PD	CC	TO
25	10:05:00	CD	DCO	ECL	PD	CC	CC
26	10:06:00	CD	DCO	ECL	PD	CC	CC
27	10:07:00	CD	DCO	ECL	ES	TO	CC
28	10:08:00	CD	ES	ECL	PD	TO	CC
29	10:09:00	CD	DCO	ES	PD	CC	CC
30	10:10:00	CD	DCO	ES	PD	CC	TO

Se presenta el comportamiento de las actividades de concreto para pavimentos durante un período de 30 minutos, analizado minuto a minuto.

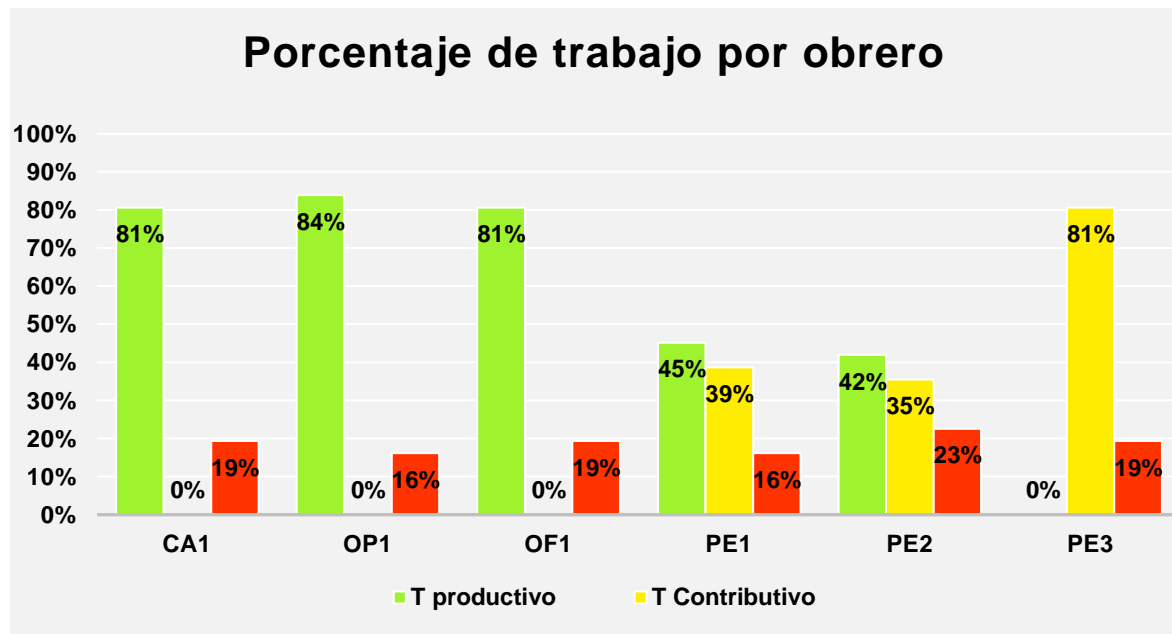
**Tabla 58**

*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*

Tipo de Trabajo	Obreros					
	CA1	OP1	OF1	PE1	PE2	PE3
T productivo	81%	84%	81%	45%	42%	0%
T Contributivo	0%	0%	0%	39%	35%	81%
T No Contributivo	19%	16%	19%	16%	23%	19%

**Figura 44**

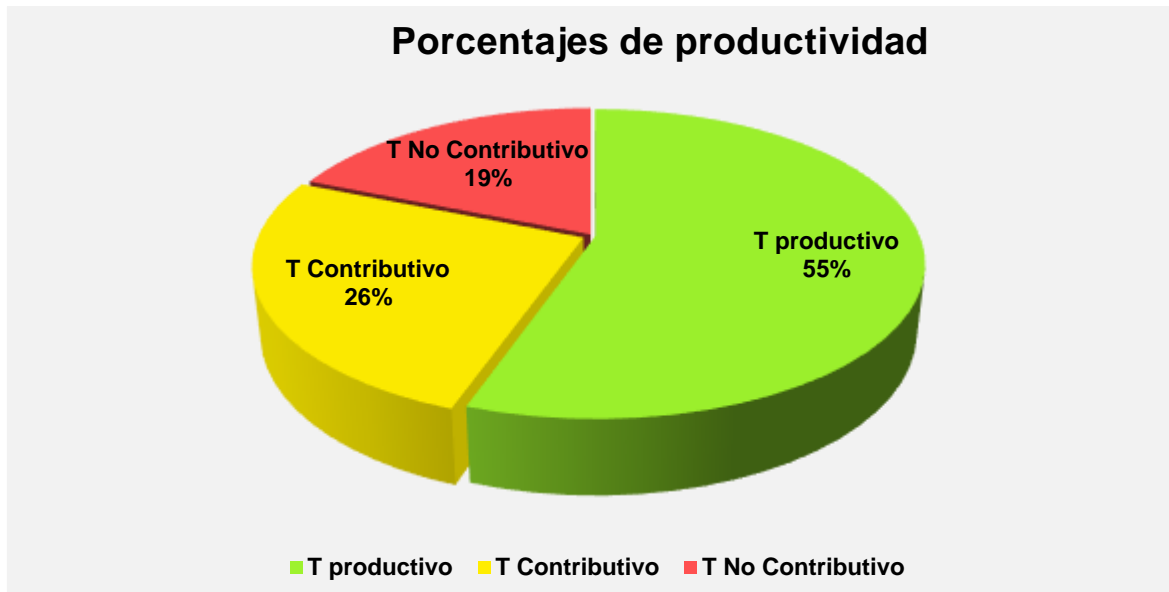
*Porcentajes de acuerdo a las actividades por obrero*



Se presenta el porcentaje de trabajo realizado por cada obrero en la actividad de concreto para pavimentos, evidenciando que nuestra cuadrilla tiene un buen desempeño, con un trabajo productivo eficiente.

**Figura 45**

*Porcentajes de productividad*



Se presentan los porcentajes de productividad en el perfilado y compactado de la subbase, donde se observa que el trabajo no contributivo representa un 19%, el trabajo contributivo un 26%, y la productividad en esta actividad es del 55%.

**Tabla 59**

*Resumen de la Carta Balance en la primera obra de estudio*

Descripción	Carta Balance en la primera Obra					
	Antes			Después		
	TNC	TC	TP	TNC	TC	TP
Perfilado y compactado de la subrasante	39.00%	32.00%	29.00%	14.00%	39.00%	47.00%
Perfilado y compactado de la subbase	37.00%	31.00%	32.00%	21.00%	35.00%	44.00%
Concreto en pavimentos	37.00%	28.00%	35.00%	21.00%	24.00%	55.00%

En la primera obra de estudio, se muestra que el trabajo no contributivo se reduce, mientras que el trabajo productivo aumenta.

Tabla 60

*Resumen de la Carta Balance en la segunda obra de estudio*

Descripción	Carta Balance en la primera Obra					
	Antes			Después		
	TNC	TC	TP	TNC	TC	TP
Perfilado y compactado de la subrasante	31.00%	36.00%	33.00%	19.00%	38.00%	43.00%
Perfilado y compactado de la subbase	35.00%	36.00%	29.00%	19.00%	39.00%	42.00%
Concreto en pavimentos	41.00%	26.00%	33.00%	19.00%	26.00%	55.00%

En la segunda obra de estudio, se muestra que el trabajo no contributivo se reduce, mientras que el trabajo productivo aumenta.

#### 4.1.3 Productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías

Se presenta la comparación de las actividades antes y después de la mejora con la aplicación de la Carta Balance. Asimismo, se evidencia el aumento en la productividad tras su implementación, mostrando cómo la optimización de los procesos ha contribuido a una mayor eficiencia en el desarrollo de las actividades.

##### ❖ Productividad en la primera obra

Tabla 61

*Productividad de mano de obra en perfilado y compactado de la subrasante*

Productividad de Mano de Obra T=8h		
Factor	Producción real	Producción mejorada
Mano de obra	5.1	5.1
Producción del avance diario (PA) m <sup>2</sup>	1500	1632
Productividad $P=(PA/1*MO)$	36.8	40.0

Se presenta un análisis comparativo entre la productividad real y la productividad mejorada tras la aplicación de la Carta Balance. Los resultados muestran un incremento significativo en la eficiencia, con un aumento de la productividad de 36.8 hh/m<sup>2</sup> a 40.0 hh/m<sup>2</sup> en la

actividad de perfilado y compactado de la subrasante. Este incremento refleja una optimización en la asignación de recursos y una reducción en los tiempos improductivos, lo que ha permitido mejorar el rendimiento general de las actividades de la obra.

**Tabla 62**

*Productividad de mano de obra en perfilado y compactado de la subbase*

<b>Productividad de Mano de Obra T=8h</b>		
	Producción real	Producción mejorada
Mano de obra	4.8	4.8
Producción del avance diario (PA) m <sup>2</sup>	1350	1569
Productividad $P=(PA/1*MO)$	35.16	40.9

Se muestra un análisis de la productividad real y mejorada con la aplicación de la Carta Balance en la actividad de perfilado y compactado de la subbase. Gracias a esta optimización, la productividad aumentó de 35.16 hh/m<sup>2</sup> a 40.9 hh/m<sup>2</sup>. Este incremento refleja una mejora en la eficiencia del proceso, reduciendo los tiempos no contributivos y logrando un uso más efectivo de los recursos, lo que se traduce en un avance significativo en el rendimiento general de la obra.

**Tabla 63**

*Productividad de mano de obra en concreto para pavimentos*

<b>Productividad de Mano de Obra T=8h</b>		
	Producción real	Producción mejorada
Mano de obra	4.5	4.5
Producción del avance diario (PA) m <sup>2</sup>	700	825
Productividad $P=(PA/1*MO)$	19.4	22.9

Se muestra un análisis de la productividad real y mejorada con la aplicación de la Carta Balance en la actividad de concreto para pavimentos. Gracias a esta optimización, la productividad aumentó de 19.4 hh/m<sup>2</sup> a 22.9 hh/m<sup>2</sup>. Este incremento refleja una mejora en la eficiencia del proceso, reduciendo los tiempos no contributivos y logrando un uso más efectivo de los recursos, lo que se traduce en un avance significativo en el rendimiento general de la obra.



❖ **Productividad en la segunda obra**

**Tabla 64**

*Productividad de mano de obra en perfilado y compactado de la subrasante*

<b>Productividad de Mano de Obra T=8h</b>		
	Producción real	Producción mejorada
Mano de obra	5.1	5.1
Producción del avance diario (PA) m2	1500	1616
Productividad $P=(PA/1*MO)$	36.8	39.6

Se presenta un análisis comparativo entre la productividad real y la productividad mejorada tras la aplicación de la Carta Balance. Los resultados muestran un incremento significativo en la eficiencia, con un aumento de la productividad de 36.8 hh/m<sup>2</sup> a 39.6 hh/m<sup>2</sup> en la actividad de perfilado y compactado de la subrasante. Este incremento refleja una optimización en la asignación de recursos y una reducción en los tiempos improductivos, lo que ha permitido mejorar el rendimiento general de las actividades de la obra.

**Tabla 65**

*Productividad de mano de obra en perfilado y compactado de la subbase*

<b>Productividad de Mano de Obra T=8h</b>		
	Producción real	Producción mejorada
Mano de obra	4.8	4.8
Producción del avance diario (PA) m2	1350	1541
Productividad $P=(PA/1*MO)$	35.16	40.1

Se muestra un análisis de la productividad real y mejorada con la aplicación de la Carta Balance en la actividad de perfilado y compactado de la subbase. Gracias a esta optimización, la productividad aumentó de 35.16 hh/m<sup>2</sup> a 40.1 hh/m<sup>2</sup>. Este incremento refleja una mejora en la eficiencia del proceso, reduciendo los tiempos no contributivos y logrando un uso más efectivo de los recursos, lo que se traduce en un avance significativo en el rendimiento general de la obra.

**Tabla 66***Productividad de mano de obra en concreto para pavimentos*

<b>Productividad de Mano de Obra T=8h</b>		
	Producción real	Producción mejorada
Mano de obra	4.5	4.5
Producción del avance diario (PA) m <sup>2</sup>	700	809
Productividad $P=(PA/1*MO)$	19.4	22.5

Se muestra un análisis de la productividad real y mejorada con la aplicación de la Carta Balance en la actividad de concreto para pavimentos. Gracias a esta optimización, la productividad aumentó de 19.4 hh/m<sup>2</sup> a 22.5 hh/m<sup>2</sup>. Este incremento refleja una mejora en la eficiencia del proceso, reduciendo los tiempos no contributivos y logrando un uso más efectivo de los recursos, lo que se traduce en un avance significativo en el rendimiento general de la obra.

## 4.2 Discusión de resultados

Se logró un aumento del 27% en la partida de replanteo, trazado y nivelación, del 22,4% en la partida de excavación de estructuras con maquinaria, del 10,49% en la partida de relleno y compactación con material propio y del 13,61% en la partida de reparación de muros de mampostería de piedra, según los resultados del estudio realizado por Pizarro (2021). Se utilizó el Cuadro de Balance para facilitar la optimización de la mano de obra en una carretera local. Además, se incrementó la productividad de la mano de obra en las siguientes áreas: replanteo, trazado y nivelación pasó de 10,39 m<sup>3</sup>/h a 15,50 m<sup>3</sup>/h (8,18% de optimización); excavación de estructuras con maquinaria pasó de 1,94 m<sup>3</sup>/h a 3,00 m<sup>3</sup>/h (7,07% de optimización). 00 m<sup>3</sup>/hh (7,07% de optimización); el relleno y compactación con material propio aumentó de 0,87 m<sup>3</sup>/hh a 1,56 m<sup>3</sup>/hh (11,08% de optimización); y la reparación de muros de mampostería de piedra disminuyó de 0,10 m<sup>3</sup>/hh a 0,15 m<sup>3</sup>/hh (9,97% de optimización). Como resultado de toda la optimización de la mano de obra se obtuvo un ahorro de S/. 101,919.51, equivalente al 2.65% del costo directo del proyecto.



En la investigación realizada por Palomares y Pillaca (2022), se utilizó el Balance Chart para maximizar la eficiencia de la fuerza de trabajo, llegando los investigadores a las siguientes conclusiones: Como resultado de la implementación de Lean Construction en la gestión de proyectos de pavimentación rígida en un proyecto de rehabilitación urbana en Paracas, Ica, se logró incrementar los ratios de productividad por metro cuadrado de losa de 0,2017 hh/m<sup>2</sup> a 0,1715 hh/m<sup>2</sup>, lo que representó un incremento del 17,61% en la productividad. Esto se consiguió mediante el perfilado y la compactación de la subrasante y la subbase. Se utilizó el enfoque de los «5 porqués» para determinar las razones subyacentes del incumplimiento antes de la introducción del sistema Last Planner, lo que dio lugar a una mejora en la planificación del proyecto. Además, se llevó a cabo un análisis de restricciones para reducir el grado de imprevisibilidad e incertidumbre que se producía a lo largo de la ejecución de las obras. Esto se reflejó en el porcentaje de plan completado (PPC), que pasó del 71,43% antes de la implantación a un PPC semanal del 100% y un PPC acumulado del 86,47%. La utilización del Gráfico de Equilibrio para medir la distribución del tiempo fue esencial para descubrir áreas en las que se puede mejorar cada actividad. Cuando se aplicaron las medidas correctoras, el tiempo dedicado a tareas productivas aumentó un 6,52% en el proceso de perfilado y compactación de la subrasante, un 3,05% en el proceso de perfilado y compactación de la subbase y un 3,53% en el proceso de losas de pavimento de hormigón. La reducción de los períodos no contributivos, causados en su mayor parte por problemas de espera, traslados y disponibilidad de recursos, fue el medio por el que se consiguió este aumento de los tiempos productivos. Las operaciones de perfilado y compactación de la subrasante, perfilado y compactación de la subbase y losa de pavimento de hormigón sufrieron una reducción de los tiempos no contributivos del 7,46%, 9,58% y 5,11%, respectivamente.

En nuestro estudio se analizaron dos obras de pavimentación. En la primera obra, antes de la implementación de la mejora con la Carta Balance, se registró un trabajo productivo (TP) del 29%, un trabajo contributivo (TC) del 32% y un trabajo no contributivo



(TNC) del 39% en la actividad de perfilado y compactado de subrasante. Después de la implementación, el TP aumentó al 47%, el TC al 39% y el TNC se redujo al 14%. En la actividad de subbase de la misma obra, el TP antes de la mejora fue del 32%, mientras que después de la mejora se incrementó al 44%. En concreto para pavimentos, el TP fue del 35% antes de la mejora y subió al 55% tras su implementación.

En la segunda obra, el TP en el perfilado y compactado de la subrasante fue del 33% antes de la mejora y aumentó al 43% después de la intervención. En el perfilado y compactado de la subbase, el TP fue del 29% antes de la mejora y alcanzó el 42% luego de su aplicación. En cuanto al concreto en pavimentos, el TP aumentó del 33% al 55% después de la mejora.



## CONCLUSIONES

**Primera,** el análisis de la carta balance evidencia que la metodología empleada para medir la productividad en proyectos de pavimentación es poco común. En la primera obra, los resultados de productividad fueron: 39% de TNC, 32% de TC y 29% de TP en la subrasante; en la subbase, 37% de TNC, 31% de TC y 32% de TP; y en la colocación de concreto, 37% de TNC, 28% de TC y 35% de TP. En la segunda obra, se observaron tendencias similares, con un TNC del 31%, TC del 36% y TP del 33% en la subrasante; en la subbase, TNC del 35%, TC del 36% y TP del 29%; y en concreto, un TNC del 41%, TC del 26% y TP del 33%.

**Segunda,** la implementación de los principios de la carta balance ha demostrado mejoras significativas en la productividad y la optimización de la mano de obra. En la primera obra, el tiempo productivo en el perfilado de la subrasante fue del 47%, mientras que en la subbase alcanzó el 44% y en la colocación de concreto en pavimentos llegó al 55%. En la segunda obra, los resultados fueron igualmente positivos: el trabajo productivo en la subrasante fue del 42%, en la subbase del 43%, y en concreto para pavimentos se mantuvo en un 55%.

**Tercera,** la productividad experimentó un notable incremento al aplicar la carta balance. En la primera obra, se observó un aumento del 8.70% en la subrasante, del 16.33% en la subbase y del 18.04% en la colocación de concreto para pavimentos. En la segunda obra, el incremento en la subrasante fue del 7.61%, en la subbase alcanzó el 14.05%, y en el concreto para pavimentos llegó al 15.98%.



## RECOMENDACIONES

**Primera,** implementar un programa de formación para los ingenieros y supervisores de obra en el uso efectivo de esta herramienta. Esto permitirá una mayor comprensión y adopción de la metodología, optimizando los resultados de productividad en futuros proyectos de pavimentación.

**Segunda,** que su aplicación no se limite solo a las actividades actuales. Es recomendable extender su uso a otras fases y procesos dentro de la obra, como la colocación de acabados y señalización, con el fin de maximizar la eficiencia en todos los aspectos del proyecto.

**Tercera,** establecer un sistema de seguimiento en tiempo real que permita ajustar los procesos productivos de manera ágil y oportuna. Esto asegurará que las desviaciones en la productividad puedan ser corregidas antes de que impacten significativamente en los tiempos y costos del proyecto.



## BIBLIOGRAFÍA

- Akanbi, O. A., Oyedolapo, O., & Steven, G. J. (2019). Chapter 12—Lean Principles in Construction. En V. W. Y. Tam & K. N. Le (Eds.), *Sustainable Construction Technologies* (pp. 317-348). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811749-1.00010-9>
- Apagüño Pizango, B., & Vela Flores, J. D. (2022). *Estudio para determinar la factibilidad de implementación de la filosofía lean construction para mejorar la productividad en proyectos de edificación, Tarapoto; 2021.* <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1785>
- Bautista Saavedra, M. A. (2023). *Gerencia organizacional enfocada a procesos de ingeniería civil: Desempeño de organizaciones a través de las herramientas de lean construction, diagrama de gantt y planificación estratégica.* <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/45322>
- Castillo, C. C. del, Orozco, S. O., & García, M. G. (2014). *Metodología de la Investigación.* Grupo Editorial Patria.
- Chambi Pari, J. C. (2021). Optimización de la productividad mediante cartas de balance en partidas de encofrado y concreto armado en columnas, instituciones educativas—Puno, 2021. *Repositorio Institucional - UCV.* <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59881>
- Córdova, F., Alberto, C., Córdova, F., & Alberto, C. (2018). Medición de la eficiencia en la industria de la construcción y su relación con el capital de trabajo. *Revista ingeniería de construcción*, 33(1), 69-82. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000100069>
- Cruzado, R. (2020). *Distribución de trabajo según la carta balance y el rendimiento en la construcción de viviendas unifamiliares—Cajamarca.* <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24768>



- Gabonal Chacon, F. (2021). Aplicación de la Filosofía del Lean Construction en la Etapa de Planificación de Ejecución del Proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019. *Repositorio Institucional* - UPLA. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2812>
- Gualdrón-Quiroga, A. P., & López-Pérez, S. Y. (2021). *Proceso con la metodología Lean Construction para proyectos de vivienda social en fase de estructura*. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/bc7c0133-7198-4ecb-b3ab-ec68dde41ac6>
- Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis* [Text.Chapter]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>
- Hoyos Vasquez, U. (2023). *Implementación de la metodología Lean Construction para mejorar la gestión de la construcción de viviendas de interés social, Rioja, 2022*. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/2000>
- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.
- Incoga. (2018). *Last Planner System: Planificación colaborativa*. Incoga. <https://www.incoga.com/es/noticia/last-planner-system-planificacion-colaborativa>
- Leonardo Neira, A. del R. (2024). Rendimiento de la mano de obra en un proyecto de saneamiento en el distrito de Chirinos- San Ignacio – Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6396>
- Linares Leiva, L. R., & Travi Ayve, L. A. (2023). Propuesta de guía en base a la integración de lean construction y la herramienta de transformación digital EPC tracker para incrementar la productividad de mano de obra en edificaciones multifamiliares en Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/669353>



- Mays Ramírez, E. F. (2023). Bregar el sistema Last Planner System en los procedimientos de planificación de las obras del Gobierno Regional de Huánuco – 2021. *Universidad de Huánuco*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/20.500.14257/4450>
- 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>
- Orencio Santos, J. A. (2022). Aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y Lookahead para mejorar la productividad en losas aligeradas en el Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II, San Miguel, Lima, 2019. *Repositorio Institucional - UPN*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3126503>
- Padilla-Bonilla, A. A. (2016). *Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR*. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6732>
- Palomares Chavez, K. A., & Pillaca Leon, J. T. (2022). Gestión de proyectos para mejorar la productividad en la construcción de pavimentos rígidos en una habilitación urbana. *Universidad Ricardo Palma*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5791>
- Panta Yovera, F. I., & Pingo Fiestas, E. A. (2023). Evaluación de la productividad de la mano de obra aplicando la carta balance en una institución educativa del distrito de Bernal, 2023. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/127594>
- Pauro Mamani, Y. M. (2023). Mejora de la planificación y control de edificaciones basados en Lean Construction y PMBOK para la optimización de recursos, Moquegua, 2023. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/134931>
- 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 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.
- Pérez, S. P. M., Ormeño, N. M. G., & Juárez, J. R. T. (2022). Una revisión del impacto de la adopción de la metodología Lean Construction en los proyectos de construcción. *Cuaderno activa*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.53995/20278101.1050>
- Pizarro Mayhua, E. H. (2021). Optimización de la Mano de Obra Utilizando la Carta Balance en la “Carretera Vecinal—Chiribamba a Incachaca—Castrovirreyna – Huancavelica”. *Repositorio Institucional - UPLA.*  
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3083>
- Quiroa, M. (2019, noviembre 6). *Mano de obra.* Economipedia.  
<https://economipedia.com/definiciones/mano-de-obra.html>
- Remache Ortega, B. L. (2019). Análisis comparativo del diseño estructural de un proyecto de vivienda multifamiliar en concreto armado, aplicando el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 (2014) y Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 (2016). *Universidad Peruana Unión.*  
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2121>
- Rodriguez, Y. (2020). *Metodología de la investigación.* Klik.
- Schmitt, M. (2020). *Lean management - implementation of the 5s methodology: A case-study applied to the Luxembourgish construction company CDCL* [masterThesis].  
<https://run.unl.pt/handle/10362/108481>
- Silvera Abellaneda, H. (2023). *Análisis e implementación de last planner system, carta de balance en la productividad de mano de la obra en las partidas de concreto armado*



*en la construcción de la edificación multifamiliar Abellaneda en la ciudad del Cusco, 2022.* <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/6013>

Tisoc Gudiel, K. J. (2022). *Evaluación de la influencia de las herramientas: Last Planner y carta balance para determinar la variación de los rendimientos de la mano de obra entre lo planificado y ejecutado en la obra: creación del servicio de agua potable y alcantarillado en la Apv. Villa Andamachay distrito de San Jerónimo provincia de Cusco – 2020-2021.* <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4635>

Uzuriaga, G., & Vargas, R. (2022). *Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el distrito de Carabaylo en el 2022.* <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24768>

Villanueva, F. (2022). *Metodología de la investigación.* Klik.



**ANEXOS**



Anexo 1. Matriz de Consistencia

TÍTULO DE TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
¿Cuál es la influencia de la aplicación de la carta balance en el mejoramiento de la productividad de mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román 2024?	Determinar la influencia de la aplicación de la carta balance en el mejoramiento de la productividad de mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román 2024.	La aplicación de la Carta Balance influirá positivamente en el mejoramiento de la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román en 2024.	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Carta Balance.</p> <p><b>Dimensión:</b></p> <p>Planificación del trabajo.</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Productividad de la mano de obra.</p> <p><b>Dimensión:</b></p> <p>Eficiencia en el trabajo.</p>	<p>Fichas de control diario.</p> <p>Relación de horas hombre.</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿Cuál es el estado situacional de la aplicación de la Carta Balance en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román?	Determinar el estado situacional de la aplicación de la Carta Balance en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.	El estado situacional de la aplicación de la Carta Balance en los proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román muestra una falta de optimización en la productividad de la mano de obra antes de la implementación de mejoras.		
¿De qué manera la Carta Balance puede mejorar la productividad y optimizar el uso de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román?	Utilizar la Carta Balance para mejorar la productividad y optimizar el uso de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.	La implementación de la Carta Balance optimizará la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.		
¿Cuál es el incremento en la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román?	Determinar el incremento en la productividad de la mano de obra en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.	El incremento en la productividad de la mano de obra será significativo después de la aplicación de la Carta Balance en proyectos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.		













### ANALISIS DE ACTIVIDADES



PROYECTO

: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

SOLICITANTE

: BACHILLER CESAR MAMANI CHAMBI

MUESTRA

: ANALISIS ANTES DE LA APLICACIÓN - SUBBASE

LUGAR

: AVENIDA ABANCA Y

FECHA

: 9 DE SETIEMBRE DEL 2024

Medición de cuadrilla								
Medición	Tiempo	Cuadrilla analizada						
		CA1	OF1	OF2	PE1	PE2	PE3	0
0	08:40:00	EXM	CSB	PAHE	TO	RI	PEM	
1	08:41:00	EXM	CSB	PAHE	TO	RI	PEM	
2	08:42:00	EXM	CSB	PAHE	TM	RI	PEM	
3	08:43:00	EXM	CSB	PAHE	TM	RI	PEM	
4	08:44:00	ES	CSB	ES	TM	RI	TO	
5	08:45:00	ES	CSB	ES	TM	HC	TO	
6	08:46:00	ES	ES	MPCP	TM	HC	HC	
7	08:47:00	ES	ES	MPCP	VP	HC	HC	
8	08:48:00	PEM	CSB	MPCP	VP	HC	HC	
9	08:49:00	PEM	CSB	MPCP	VP	MPCP	PAHE	
10	08:50:00	PEM	CSB	EXM	VP	MPCP	PAHE	
11	08:51:00	PEM	CSB	EXM	VP	MPCP	ES	
12	08:52:00	PEM	CSB	EXM	ES	MPCP	ES	
13	08:53:00	IN	ES	EXM	ES	MPCP	PAHE	
14	08:54:00	IN	ES	EXM	ES	MPCP	PAHE	
15	08:55:00	UC	ES	EXM	ES	MPCP	PAHE	
16	08:56:00	UC	ES	ES	ES	MPCP	VNP	
17	08:57:00	UC	TO	ES	TE	ES	VNP	
18	08:58:00	UC	TO	ES	TE	ES	ES	
19	08:59:00	EXM	TO	TO	TE	ES	ES	
20	09:00:00	EXM	CSB	TO	TE	RI	VNP	
21	09:01:00	EXM	CSB	EXM	HC	RI	PAHE	
22	09:02:00	EXM	CSB	EXM	HC	RI	PAHE	
23	09:03:00	EXM	CSB	EXM	HC	RI	PAHE	
24	09:04:00	EXM	CSB	EXM	PEM	SH	PAHE	
25	09:05:00	EXM	CSB	ES	PEM	SH	PAHE	
26	09:06:00	ES	ES	ES	PEM	SH	ES	
27	09:07:00	ES	ES	EXM	VP	SH	ES	
28	09:08:00	PEM	CSB	EXM	VP	RI	ES	
29	09:09:00	PEM	CSB	EXM	ES	RI	PAHE	
30	09:10:00	PEM	CSB	EXM	ES	RI	PAHE	

Código	Actividades
EXM	Extendido de material
PEM	Perfilado de material
CSB	Compactado de Subbase
PAHE	Preparación y ajuste de herramientas y equipo
MPCP	Marcado de puntos de control y plantillas
TM	Transporte de material
VP	Verificación de plantillas
TE	Traslado de equipos
RI	Riego
IN	Indicaciones
TC	Trabajo corregido
ES	Espera
TO	Tiempo de ocio
SH	SSH
VNP	Viajes no productivos
BH	Busqueda de herramientas
HC	Hablar con compañeros
AU	Ausencia
UC	Uso de celular
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0















ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 29-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: CESAR MAMANI CHAMBI  
Dirección: COMUNIDAD CHAQUI IQUILO  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46189530  
Teléfono: 920 555 520 email: cesarmamanichambi6@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: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA  
PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN  
DE VÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): CARTA BALANCE, MANO DE OBRA, PRODUCTIVIDAD Y PROYECTO DE  
PAVIMENTACIÓN

¿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

29-01-2025

Fecha