



**Universidad Científica del Perú - UCP**  
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE  
PARA EL TRAMO EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES –  
SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN  
MARTÍN”**

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

**ASESOR:**

**M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA**

**AUTORES:**

**TELLO RUIZ, Onan Anibal**

**SANGAY VARGAS, Víctor Samuel**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2022**

# DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres el señor Celso Sangay Aquino y a mi madre la señora Evila Vargas de Sangay que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un buen profesional. No podría sentirme más ameno con la confianza puesta sobre mi persona, especialmente cuando he contado con su mejor apoyo desde que tengo memoria.

**Víctor Samuel Sangay Vargas**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, Cirilo y Donata que día a día me brindaron su apoyo incondicional en la etapa de superación profesional, y a todos los comprometidos en la formación para el desarrollo de mi carrera profesional de ingeniería civil.

**Onan Anibal Tello Ruíz**

# AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar por ser quien me brindo las fuerzas, sabiduría y paz necesaria para lograr un sueño más en mi vida.

A mis padres, por su apoyo en todo momento de mi vida, por ser un ejemplo de responsabilidad, dedicación amor y comprensión para toda mi familia.

A mis profesores de la universidad, quienes durante la vida universitaria no solo fueron una fuente de conocimientos sino también de experiencias, y a nuestra Universidad que nos permitió culminar con éxito nuestra carrera profesional.

Agradecimiento especial al M.Sc. Ing. Caleb Ríos Vargas, por sus críticas y orientaciones en todo el proceso de tesis, su responsabilidad, ética profesional y sobre todo por su amabilidad y comprensión hacia mí persona.

**Víctor Samuel Sangay Vargas**

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo.

Especial agradecimiento a cada uno de nuestros docentes que con todas las ganas de aliento y esmero fueron nuestros guías para trazar nuestras metas y objetivos profesionales.

**Onan Anibal Tello Ruíz**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 302-2022-UCP-FCEI del 24 de marzo del 2022, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- |   |            |
|---|------------|
| • Ing. Caleb Rios Vargas, Dr.             | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M. Sc. | Miembro    |
| • Ing. Alberto Alva Arévalo, Dr.          | Miembro    |

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 18:00 horas del día 08 de octubre del 2022, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL TRAMO EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTÍN".

Presentado por los sustentantes:

### **VICTOR SAMUEL SANGAY VARGAS Y ONAN ANIBAL TELLO RUIZ**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS.**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA CON LA NOTA DE (15) QUINCE.**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

## APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 08 de octubre del 2022 a las 06.00 p.m.



---

Ing. CALEB RÍOS VARGAS, M.Sc.  
PRESIDENTE DEL JURADO



---

Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO, M.Sc.  
MIEMBRO DEL JURADO



---

Ing. ALBERTO ALVA AREVALO, Dr.  
MIEMBRO DEL JURADO



---

Ing. VICTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA, M.Sc.  
ASESOR

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL TRAMO EMP.  
PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN  
MARTÍN”**

De los alumnos: **TELLO RUIZ ONAN ANIBAL Y SANGAY VARGAS VÍCTOR SAMUEL**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **21% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 07 de Junio del 2022.












---

Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética – UCP

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	UCP_INGENIERIACIVIL_2022_TESIS_ONANTELO_VICTORSANGAY_V1.pdf (D139440600)
<b>Submitted</b>	2022-06-06T16:22:00.0000000
<b>Submitted by</b>	Comisión Antiplagio
<b>Submitter email</b>	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
<b>Similarity</b>	21%
<b>Analysis address</b>	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://municipota.gob.pe/wp-content/uploads/2021/07/Rendicion-de-Cuentas-2020.pdf">https://municipota.gob.pe/wp-content/uploads/2021/07/Rendicion-de-Cuentas-2020.pdf</a> Fetched: 2021-12-28T16:09:00.1870000		<b>28</b>
<b>Universidad Científica del Perú / UCP INGENIERÍACIVIL 2021 TESIS EVAMENDOZA RODILTENAZOA V1.pdf</b>			
<b>SA</b>	Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_EVAMENDOZA_RODILTENAZOA_V1.pdf (D123753932) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		<b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/528141/Tesis%20Arias%20-%20Sarmiento.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/528141/Tesis%20Arias%20-%20Sarmiento.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a> Fetched: 2021-12-28T16:08:32.2970000		<b>2</b>
<b>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_KATERYNTELLO_V1.pdf</b>			
<b>SA</b>	Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_KATERYNTELLO_V1.pdf (D117890765) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		<b>48</b>
<b>SA</b>	<b>Victor Hugo Vargas Pog.docx</b> Document Victor Hugo Vargas Pog.docx (D21150579)		<b>1</b>
<b>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_HENRYBRICEÑO_CHRISTIANARANIBAR_V1.pdf</b>			
<b>SA</b>	Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_HENRYBRICEÑO_CHRISTIANARANIBAR_V1.pdf (D124074774) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		<b>2</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://corporacionguerra.com/servicios-pavimentos">https://corporacionguerra.com/servicios-pavimentos</a> Fetched: 2022-06-06T16:22:13.7630000		<b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://pdfcoffee.com/definicion-y-caracteristicas-de-los-pavimentos-flexibles-2-pdf-free.html">https://pdfcoffee.com/definicion-y-caracteristicas-de-los-pavimentos-flexibles-2-pdf-free.html</a> Fetched: 2022-06-06T16:22:10.5530000		<b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7741/1/REP_INCI_MARIALUISA.CASTRO_ANTHONY.MEDRANO_DISE%3%91O.ESTRUCTURAL.PAVIMENTO.FLEXIBLE.METODOLOG%3%91">https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7741/1/REP_INCI_MARIALUISA.CASTRO_ANTHONY.MEDRANO_DISE%3%91O.ESTRUCTURAL.PAVIMENTO.FLEXIBLE.METODOLOG%3%91</a>		<b>4</b>

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>APROBACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1 Introducción.....	13
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	16
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	23
2.2 BASES TEÓRICAS.....	24
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	56
<b>CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>58</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	58
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	60
3.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	60
3.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	60
3.3 OBJETIVOS.....	60
3.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	60
3.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	60
3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
3.5 HIPÓTESIS.....	61
3.6 VARIABLES.....	61
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA.....</b>	<b>62</b>
4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	62
4.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	62
4.1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	62
4.2 UNIDAD DE ESTUDIO.....	62
4.3 POBLACIÓN.....	62
4.4 MUESTRA.....	62
4.5 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	62



4.5.1 TÉCNICAS:.....	62
4.5.2 INSTRUMENTO: .....	63
4.5.3 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	63
4.6 PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	63
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS .....</b>	<b>64</b>
5.1 ESTUDIO DE TRÁFICO .....	64
5.2 ESTUDIO DE SUELOS .....	74
<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>103</b>
6.1. DISCUSIÓN .....	103
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>105</b>
7.1 CONCLUSIONES.....	105
7.2 RECOMENDACIONES.....	106
<b>CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>107</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Corte transversal Pavimento Flexible .....	25
Ilustración 2: Estructura típica de un pavimento flexible .....	28
Ilustración 3: Factor de cargas de ejes equivalentes .....	36
Ilustración 4: Índice de Medio Diario Anual .....	38
Ilustración 5: Índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía.....	46
Ilustración 6: Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1) .....	49
Ilustración 7: Ubicación de la Estación.....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles de confiabilidad por tipo de vía .....	47
Tabla 2: Determinación de la desviación estándar normal ZR a partir de la confiabilidad .....	47
Tabla 3: Valores recomendados para la desviación estándar (So) .....	48
Tabla 4: Capacidad de drenaje .....	49
Tabla 5: Coeficientes de drenaje (mi) recomendados .....	50
Tabla 6: Periodo de diseño .....	73

# RESUMEN

El presente proyecto de investigación titulado “**PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL TRAMO EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTÍN**”, se desarrolló con el fin de contribuir con la población que se ve afecta directamente por las malas condiciones de la vía, para una mejor de transitabilidad vehicular y peatonal.

Las evaluaciones de suelos realizadas en el camino vecinal tramo EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTIN que se encuentra a nivel de capa granular (afirmado), permiten apreciar que en la actualidad esta vía presenta insuficiencias superficiales que en algunos subtramos son críticos y la serviciabilidad es variable originada por los excesivos baches y deterioros vistos en la vía. Allí radica la importancia del tema elegido para la presente tesis puesto que el mejoramiento de la vía en mención permitirá mejorar la transitabilidad vehicular en el área de influencia.

El propósito de esta investigación es proponer un diseño de un pavimento flexible; para lograr el objetivo deseado se tuvo que realizar el levantamiento topográfico, estudio mecánico de suelos, estudio de tráfico, para mejorar la calidad de vida de las personas, las vías de comunicación son esenciales para el desarrollo del sector, disminución de la contaminación al bajar los niveles de polvo en suspensión, eliminación de problemas de accesibilidad, reducción de accidentes, mejoramiento de la imagen del sector, mejoramiento del tráfico vehicular, mejorar las condiciones de habitabilidad, mejorar la movilidad vial y peatonal, propiciar condiciones óptimas para el disfrute del espacio público; para la investigación se tuvo que tener en cuenta las normas E. 050 suelos y cimentaciones y el manual de ensayo de material (según el MTC); la técnica para esta investigación fue la observación y el instrumento la guía de observación, el método utilizado fue la estadística descriptiva. se pudo establecer que la condición de la vía requiere de un mejoramiento de transitabilidad vehicular y peatonal.

El proyecto presenta el diseño según la metodología AASHTO 93, el cual busca determinar el espesor de la carpeta asfáltica para el diseño del pavimento flexible, además del número estructural y serviciabilidad del pavimento, también se hace uso del Manual de Carreteras y la norma CE. 010 pavimentos urbanos para algunas referencias requeridas por la tesis.

De los instrumentos de aplicación, fueron valorados de eficaces a altamente eficaces. Además, permitirá sus efectos prácticos y poniendo a disponibilidad un estudio técnico que posibilite dotar de una infraestructura vial adecuada para los pobladores circundantes y a la población en su conjunto.

La implementación de una propuesta a nivel de estudio definitivo permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la vía Tramo EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTIN.

**Palabras claves:** pavimento flexible, transitabilidad vehicular, Diseño de pavimentos. Método AASHTO 93.

# ABSTRACT

This research project entitled “PROPOSAL FOR THE DESIGN OF A FLEXIBLE PAVEMENT FOR THE EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTÍN”, was developed in order to contribute to the population that is directly affected by the poor conditions of the road, for better vehicular and pedestrian traffic.

Soil evaluations carried out on the local road section EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTIN, which is at the level of the granular layer (affirmed), allows us to appreciate that this road currently has surface insufficiencies that are critical in some subsections and the serviceability is variable. caused by excessive potholes and deterioration seen on the road. Therein lies the importance of the topic chosen for this thesis since the improvement of the road in question will improve vehicular passability in the area of influence.

The purpose of this research is to propose a design for a flexible pavement; To achieve the desired objective, it was necessary to carry out a topographical survey, a mechanical study of soils, a traffic study, to improve the quality of life of people, communication routes are essential for the development of the sector, reduction of pollution when lowering the levels of dust in suspension, elimination of accessibility problems, reduction of accidents, improvement of the image of the sector, improvement of vehicular traffic, improvement of habitability conditions, improvement of road and pedestrian mobility, propitiation of optimal conditions for the enjoyment of the space public; For the investigation, it was necessary to take into account the E. 050 soil and foundation standards and the material test manual (according to the MTC); the technique for this research was observation and the instrument was the observation guide, the method used was descriptive statistics. It was established that the condition of the road requires an improvement in vehicular and pedestrian traffic.

The project presents the design according to the AASHTO 93 methodology, which seeks to determine the thickness of the asphalt layer for the design of the flexible pavement, in addition to the structural number and serviceability of the

pavement, the Highway Manual and the CE standard are also used. 010 urban pavements for some references required by the thesis.

Of the application instruments, they were rated from effective to highly effective. In addition, it will allow its practical effects and making available a technical study that makes it possible to provide adequate road infrastructure for the surrounding residents and the population as a whole.

The implementation of a proposal at the definitive study level will allow improving the vehicular and pedestrian passability of the Tramo EMP road. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTIN.

**Keywords:** flexible pavement, vehicular passability, pavement design. AASHTO 93 method.

# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1 Introducción

La presente tesis tiene como objetivo el diseño de pavimento flexible del tramo EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTIN. Este proyecto se ha desarrollado para solucionar la problemática de esta vía, las cuales radican en el deterioro del afirmado existente por la misma tipología del terreno, el cual no permite el flujo normal de vehículos, al mismo tiempo no brinda seguridad a los conductores y transeúntes. Este proyecto será desarrollado empleando la metodología de diseño, así como los manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de presente país

Para el diseño de pavimento flexible propuesto en esta tesis, se emplearán registros de conteos del tráfico de la vía en cuestión, proporcionados por los mismos tesisas, los cuales fueron realizados durante una semana. Asimismo, para el cálculo de los espesores de las capas que conformarán la estructura del pavimento flexible se utilizará la metodología AASTHO 93. Cabe resaltar que esta metodología se realizará con las condiciones del tráfico a mayor detalle que exige este método, los datos faltantes se asumirán por defecto del mismo programa.

La transitabilidad vial se relaciona entre el flujo vehicular y peatonal, es decir la adecuada vialidad con los estudios, diseño y materiales respectivos aplicados con el fin de que los daños posteriores puedan ocasionarse a un largo plazo. De esta manera el pavimento podrá resistir las condiciones propias de la naturaleza y del tráfico, de acuerdo a la realización del estudio en la zona requerida y solicitada.

El estado de la infraestructura vial de nuestro país incide en gran medida en su nivel de desarrollo, puesto que al tener vías en buen estado se mejora la transitabilidad, costos de operación, comunicaciones y transporte en general, es por ello, que en primer lugar, debemos apuntarle a realizar diseños de estructura



de pavimentos que cumplan con las condiciones requeridas para determinada vía, con un costo razonable, y garantizando un aceptable índice de serviciabilidad durante la vida de servicio estimada.

Con esta propuesta de diseño se requiere cambiar el esquema y plantear soluciones duraderas y eficaces que disminuyan los costos de operación vehicular y agilicen la evacuación de la producción. Dentro de estas soluciones la más clara es la construcción de estructuras de pavimento flexible que garantice seguridad y confort a quienes la utilicen.

En el recorrido nos permitió apreciar que en la actualidad esta carretera presenta insuficiencias superficiales que en algunos tramos considerados como críticos y la serviciabilidad es variable originada por los excesivos baches y deterioros vistos en la vía. Allí radica la importancia del tema elegido para la presente tesis, puesto que el mejoramiento de la carretera en mención permitirá mejorar la transitabilidad vehicular en el área de influencia.

La metodología tiene como finalidad determinar los espesores mínimos de la estructura de pavimento flexible (base, sub base y carpeta asfáltica). El método utilizado será el AASHTO-93 (American Association of State Highway and Transportation Officials) en el cual influyen variables como el tráfico calculando así los ejes equivalentes para un periodo de diseño de 20 años, variables del terreno obtenidas por medio de ensayos como el CBR (módulo de resiliencia), confiabilidad, drenaje, entre otros factores necesarios para hallar los espesores de las capas de la estructura de pavimento flexible.

Con el fin de conocer las implicaciones técnicas asociadas a la pavimentación de vías de tercer orden este trabajo se basó en proponer un diseño de pavimento flexible del tramo EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTIN, con el fin de establecer parámetros de selección se diseñó la estructura de pavimento usando el método AASHTO 93 identificando la estructura de pavimento óptimo.

En la provincia de San Martín, en las principales vías de conexiones hacia otros pueblos, existen muchas vías que aún no han sido pavimentadas, siendo el

gobierno local, provincial y central las responsables de generar los proyectos a través de las gerencias de obras.

Asimismo, en la actualidad existen vías que aún no cuentan con carreteras, siendo este una necesidad en el cierre de brechas.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En el entorno teórico - práctico se diseñan y construyen pavimentos rígidos y flexibles, donde la principal diferencia entre estos son los materiales empleados en su elaboración, de tal manera que estos les brindan propiedades físicas que hacen que el pavimento trabaje de diferente manera. Más allá de las características especiales de cada tipo, los dos cumplen con la función básica necesaria en un pavimento, por ello la elección de cual usar depende de factores geográficos, demográficos y socioeconómicos.

Para el presente proyecto se ha establecido el uso del Pavimento Flexible como único a emplear, principalmente para darle continuidad a la zona donde se encuentra la vía, ya que toda la zona posee una carpeta de afirmado. Otro de los motivos por el cual se decidió usar este tipo de pavimento es porque los costos iniciales para la construcción de este son menores.

Una desventaja que tienen los pueblos aledaños a las ciudades cercanas, son el escaso medio de comunicación vial terrestre en los diferentes lugares de nuestro país. La población de estos sectores se las ingenia para habilitar kilómetros de carreteras con el fin de tener un camino o vía de transporte que garantice la mejora de sus economías.

Por lo general, los proyectos de carreteras de conectividad a los pueblos, donde permitan plantear desarrollo para su mejoramiento, ya que en la zona de selva los suelos son conocidos por ser arcillosos con alta plasticidad y capacidad de soporte bajo, la cual es uno de los grandes problemas para la construcción de caminos vecinales, por lo que, los Gobierno locales se ven obligado a ejecutar estudios para realizar estos trabajos con materiales provenientes de las únicas canteras calificadas que existen dentro de la provincia o del distrito, cuyas ubicaciones de estas canteras se encuentran muchas veces alejados de los lugares donde se desea construir.

La presente investigación se centra en una propuesta de diseño de pavimento flexible de la vía Tramo EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTIN, esto en la medida que dicha vía presenta en épocas de invierno una baja transitabilidad debido al mal estado de la vía donde presentan ahuellamientos y deterioro de la misma, ocasionando pérdidas económicas a los pueblos aledaños beneficiarios de esta vía por tener dificultades para llevar sus cosechas al mercado de manera oportuna, así mismo se perjudican los transportistas que se arriesgan a transitar esta ruta debido a los desperfectos mecánicos que sufren por las condiciones del trayecto.

En este proyecto de investigación nos apoyamos en otras investigaciones relevantes.

### 2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- **Miranda, Ricardo (2010).** En su tesis “**Deterioros En Pavimentos Flexibles y Rígidos**”, para optar el título de ingeniería civil en la Universidad Austral de Chile, en cuya investigación, llega a las siguientes conclusiones:

Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más serviciabilidad y confortabilidad a los conductores.

La conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema.

Para que los fondos destinados a mantención sean ocupados en forma eficiente, es necesario inspeccionar los pavimentos frecuente y minuciosamente

Tan pronto ha sido determinada la necesidad de hacer reparaciones, éstos deben hacerse inmediatamente, ya que los pavimentos continúan deteriorándose día a día, produciendo así una conducción peligrosa.

Es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia.

Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.

Con respecto a los trabajos realizados en los sectores 1 y 2 de Valdivia alguna de las técnicas empleadas en la reparación de pavimentos no fue la adecuada ya que no emplearon los criterios adecuados al tipo de falla con su solución respectiva, y los trabajos efectuados tienen que tener mayor inspección por parte del mandante.

Corresponde definir legalmente un único organismo público responsable de la reparación, conservación y reposición de pavimentos, que tenga asignados recursos para ello en forma directa, para lo cual se requiere con urgencia actualizar la antigua legislación sobre pavimentación urbana.

- **Miranda, Ricardo (2010).** En su tesis “**Deterioros En Pavimentos Flexibles y Rígidos**”, para optar el título de ingeniería civil en la Universidad Austral de Chile, en cuya investigación, llega a las siguientes conclusiones:

Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más serviciabilidad y confortabilidad a los conductores.

La conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema.

Para que los fondos destinados a mantención sean ocupados en forma eficiente, es necesario inspeccionar los pavimentos frecuente y minuciosamente

Tan pronto ha sido determinada la necesidad de hacer reparaciones, éstos deben hacerse inmediatamente, ya que los pavimentos continúan deteriorándose día a día, produciendo así una conducción peligrosa.

Es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia.

Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.

Con respecto a los trabajos realizados en los sectores 1 y 2 de Valdivia alguna de las técnicas empleadas en la reparación de pavimentos no fue la adecuada ya que no emplearon los criterios adecuados al tipo de falla con su solución respectiva, y los trabajos efectuados tienen que tener mayor inspección por parte del mandante.

Corresponde definir legalmente un único organismo público responsable de la reparación, conservación y reposición de pavimentos, que tenga asignados recursos para ello en forma directa, para lo cual se requiere con urgencia actualizar la antigua legislación sobre pavimentación urbana.

### 2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

- **Miranda, Ricardo (2010).** En su tesis “**Deterioros En Pavimentos Flexibles y Rígidos**”, para optar el título de ingeniería civil en la Universidad Austral de Chile, en cuya investigación, llega a las siguientes conclusiones:

Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más serviciabilidad y confortabilidad a los conductores.

La conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema.

Para que los fondos destinados a mantención sean ocupados en forma eficiente, es necesario inspeccionar los pavimentos frecuente y minuciosamente

Tan pronto ha sido determinada la necesidad de hacer reparaciones, éstos deben hacerse inmediatamente, ya que los pavimentos continúan deteriorándose día a día, produciendo así una conducción peligrosa.

Es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia.

Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.

Con respecto a los trabajos realizados en los sectores 1 y 2 de Valdivia alguna de las técnicas empleadas en la reparación de pavimentos no fue la adecuada ya que no emplearon los criterios adecuados al tipo de falla con su solución respectiva, y los trabajos efectuados tienen que tener mayor inspección por parte del mandante.

Corresponde definir legalmente un único organismo público responsable de la reparación, conservación y reposición de pavimentos, que tenga asignados recursos para ello en forma directa, para lo cual se requiere con urgencia actualizar la antigua legislación sobre pavimentación urbana.

- Tenemos tesis del autor **Katia Humpiri Pineda, 2015**, En su trabajo de investigación titulado: **“ANÁLISIS SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN DE PUNO”**, de la Universidad Privada de Trujillo, Trujillo – Perú, quienes llegaron entre otras a las siguientes conclusiones:

Es realizar una investigación sobre la superficie de rodadura de nivel de severidad baja, media y alta. Se ejecutó el análisis de las causas de deterioro de la sub - rasante. Se realizó una adecuada evaluación de la vía indispensable para encontrar el tipo adecuado de mantenimiento a emplear, para conservación vial de manera adecuada. Se determinó con la investigación, las fallas superficies en pavimentos flexibles ya que hay una gran variedad de fallas, las cuales ayudarán a los ingenieros viales.

Este estudio aporta una información adicional ya que está relacionado al análisis de las fallas y deterioros de los pavimentos. Ya que un pavimento es un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que

se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados, y que está diseñado para resistir los esfuerzos que las cargas sometidas del tránsito le imponen durar el tiempo para lo cual fue diseñada. también debe resistir las deformaciones máximas de los materiales que conforman el pavimento.

- Tenemos tesis del autor **Kimiko Katherine Harumi Rengifo Arakaki 2014**, En su trabajo de investigación titulado: **“DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA NUEVA CARRETERA PANAMERICANA NORTE EN EL TRAMO DE HUACHO A PATÍV ILCA (KM 188 A 189)”**, Efectuar un diseño de pavimento flexible con la ayuda del método de (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA), mientras el pavimento rígido será con método de (AASHTO) y la de la Portland Cement Association (PCA). Se ejecutó una investigación monetaria comparativa para ver cuál de los dos pavimentos es el más adecuado para esta estructura. Se realizaron los análisis comparativos de los métodos y se hizo una comparación monetaria del costo de inicio del proyecto. Se determinó que los métodos analizados son aplicables. Pero en base al costo el pavimento flexible es el más rentable para la estructura.

Este estudio brinda conocimiento en cuanto a los tipos de pavimentos se puede utilizar y con qué métodos se puede realizar un análisis económico, y que una vez obtenidos los diseños finales de ambos pavimentos se puede hacer una comparación monetaria en cuanto al costo de inicio del proyecto.

- Tenemos tesis del autor **JOSÉ ANTONIO SALAMANCA ORDÓÑEZ, OSCAR JAVIER GODOY, BAUTISTA, 2013**, En su trabajo de investigación titulado: **“DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA NUEVA CARRETERA PANAMERICANA NORTE EN EL TRAMO DE HUACHO A PATÍV ILCA KM 188 A 189”**, Realizar un análisis del diseño de pavimentación flexible y que brinda soluciones al municipio de TIMANÁ. Se efectuó la búsqueda de información crucial del lugar terreno, área, planimetría. Se octavo la información en el POT., a esto se le añadió el diseño de pavimentos a través del método AASHTO Y para las



deflexiones con el programa DEPAV. Se determinó que la zona cuenta con materiales propios siendo beneficiario para mejorar el proyecto y monetariamente.

Esta investigación es importante porque nos permite aprovechar los recursos de la zona para la construcción para no tener que gastar tanto en el costo inicial de un pavimento ya que la durabilidad de la estructura está ligada a factores económicos y sociales. De esta manera cumplir con el diseño de vías con pavimento flexible en beneficio de pobladores con bajos recursos.

- Tenemos tesis del autor **ERWIN WALTER FONTALBA GALLARDO 2015**, En su trabajo de investigación titulado: **“DISEÑO DE UN PAVIMENTO ALTERNATIVO PARA LA AVENIDA CIRCUNVALACION SECTOR GUACAMAYO 1º ETAPA”**, Realizar un diseño alternativo para en la avenida circunvalación 1º etapa. Se ejecutó una investigación del lugar donde se ubica el proyecto de esta forma conocer las cualidades físicas y el flujo vehicular. Se realizó una semejanza de los análisis obtenidos de los métodos (AASHTO, DISPAV-5) con respecto a las capas del pavimento. También se hizo una comparación económica de los métodos de diseño. Se determinó que no existe disimilitudes entre las extensiones de capas del pavimento para los dos métodos de diseño, solo en la capa regular se encontraron diferentes conclusiones. En el AASHTO 93 un grosor menor que el método DISPAV-5. Para las capas de asfalto se encontraron el mismo grosor para los dos métodos.
- Tenemos tesis del autor **FAR INANGO BILBAO DAN1 ELA RAQUEL, 2014**, En su trabajo de investigación titulado: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE”**, Realizar el análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y pavimento flexible. Se realizó el análisis y el diseño para ambos tipos de pavimentos y así poder hacer una comparación estructural. Se obtuvo las muestras necesarias en número y cantidades suficientes para su posterior análisis en ensayos en laboratorio y, finalmente, con los datos obtenidos en ambas fases se pasará a la fase

de gabinete, se obtuvo como resultado que la capa de rodadura en un pavimento rígido aumenta su resistencia en el tiempo y resiste derrame de gasolina y diesel, mientras que el pavimento flexible se deteriora con el paso del tiempo y se desintegra con el derrame de los combustibles.

El aporte que brinda es cuanto, a su durabilidad, es que capa de rodadura en un pavimento rígido aumenta su resistencia en el tiempo y resistente a derrame de combustibles, mientras que el pavimento flexible se deteriora con el paso del tiempo y se desintegra con el derrame de los combustibles.

### 2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

- Tenemos tesis del autor **Luis Alberto Pinchi Vergara 2017**. En su trabajo de investigación titulado: “**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE TRAMO BANDA DE SHILCAYO – LAS PALMAS**”, de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto – Perú, quienes llegaron entre otras a las siguientes conclusiones:

Se determinaron los principales parámetros que se requieren para efectuar el diseño del pavimento asfáltico de un pavimento, que para el caso se trata del espesor de un pavimento flexible en caliente.

Se determinó el espesor adecuado del pavimento a usar en el proyecto, el mismo que quedo determinado como sigue: la estructura del pavimento será de 5 pulgadas de material de sub base material del Río Huallaga y una capa de 4 pulgadas material de base chancada Rio Huallaga y 3 pulgadas de capa de rodadura carpeta asfáltica (Grava chancada, gravilla y arena zarandeada del Río Cumbaza), para un tránsito mediano - pesado.

La información obtenida en el proyecto en estudio servirá como fuente de información para ser tomada en cuenta para efectos de diseño de pavimentos asfálticos, tanto a nivel académico como para la ejecución de proyectos en la región, rescatando básicamente la metodología de diseño, pudiendo ser contrastada con cada realidad.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

En el entorno teórico - práctico se diseñan y construyen pavimentos rígidos y flexibles, donde la principal diferencia entre estos son los materiales empleados en su elaboración, de tal manera que estos les brindan propiedades físicas que hacen que el pavimento trabaje de diferente manera. Más allá de las características especiales de cada tipo, los dos cumplen con la función básica necesaria en un pavimento, por ello la elección de cual usar depende de factores geográficos, demográficos y socioeconómicos.

Para el presente proyecto se ha establecido el uso del Pavimento Flexible como único a emplear, principalmente para darle continuidad a la zona donde se encuentra la vía del Tramo EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA – SAN MARTIN, ya que toda la vía posee material afirmado.

### **2.2.1 DEFINICIÓN DE PAVIMENTO**

Un pavimento es una estructura cuya finalidad es permitir el tránsito de vehículos y puede estar conformada por una o varias capas superpuestas. Las principales funciones que debe cumplir un pavimento son “proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito” (RICO, 1999). Además, debe ser resistente al desgaste debido a la abrasión producida por las llantas y tener buenas condiciones de drenaje. En cuanto a la seguridad vial debe presentar una textura apropiada de acuerdo a la velocidad de circulación de los vehículos para mejorar la fricción, debe tener un color adecuado de tal manera que se eviten los reflejos y deslumbramientos. Con el fin de brindar comodidad a los usuarios. debe procurar tener regularidad superficial. tanto transversal como longitudinal. También se debería tener en cuenta en el diseño medidas para disminuir el ruido de la rodadura. Como toda obra de

infraestructura los factores de costo y de vida útil son muy importantes por lo que el pavimento debe ser durable y económico.

Existen varios tipos de pavimento; sin embargo, sólo se profundizará en alcance del presente trabajo: pavimento flexible.

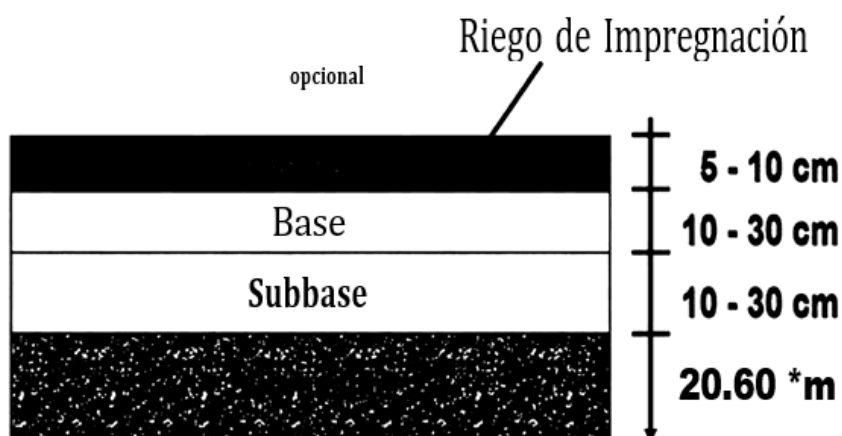
## 2.2.2 TIPOS DE PAVIMENTO

### 2.2.2.1 PAVIMENTO FLEXIBLE

En general, están constituidos por una capa delgada de mezcla asfáltica construida sobre una capa de base y una capa de sub - base las que usualmente son de material granular.

Estas capas descansan en una capa de suelo compactado, llamada subrasante. Corte transversal.

*Ilustración 1: Corte transversal Pavimento Flexible*



Fuente: Huang – 2004

Este tipo se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular, las cuales generalmente van disminuyendo su calidad conforme se acercan más a la subrasante. Esto se debe a que los esfuerzos que se producen por el tránsito van disminuyendo con la profundidad y por razones económicas.

Las características fundamentales son los siguientes:

- **Resistencia estructural:** el pavimento debe ser capaz de soportar las cargas debidas al tránsito de tal manera que el deterioro sea paulatino y que se cumpla el ciclo de vida definido en el proyecto

La causa de falla en este tipo de pavimentos con mayor aceptación es los esfuerzos cortantes. Sin embargo, también se producen esfuerzos adicionales por la aceleración y frenado de los vehículos, así como esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura al deformarse esta verticalmente debido a la carga que soporta. Asimismo, el pavimento se encuentra sometido a cargas actuantes repetitivas. Éstas afectan a largo plazo la resistencia de las capas de relativa rigidez, que en los pavimentos flexibles serían sobre todo las carpetas y bases estabilizadas, donde podrían ocurrir fenómenos de fatiga.

Además, la repetición de cargas puede causar la rotura de los granos del material granular modificando la resistencia de estas capas.

- **Deformabilidad:** el nivel de deformación del pavimento se debe controlar debido a que es una de las principales causas de falla en la estructura y si la deformación es permanentemente, el pavimento deja de cumplir las funciones para las cuales fue construido. Se presentan dos clases de deformaciones en una vía: elásticas (recuperación instantánea) y plásticas (permanentes).
- **Durabilidad:** una carretera que tenga un ciclo de vida prolongado en condiciones aceptables no sólo evita la necesidad de construcción nueva, sino también la molestia de los usuarios de la vía al interrumpir el tránsito.
- **Costo:** se debe hallar un equilibrio entre el costo de construcción inicial y el mantenimiento al que tendrá que ser sometida la vía. Asimismo, influye la calidad y la disponibilidad de los materiales para la estructura.
- **Requerimientos de la conservación:** las condiciones de drenaje y sub-drenaje juegan un rol decisivo en el ciclo de vida del pavimento.
- **Comodidad:** una carretera tiene que resultar cómoda para los usuarios.

Los pavimentos flexibles consisten en agregados minerales seleccionados, unidos por una ligante bituminosa. El asfalto incluye una gran variedad de aplicación en pavimentos que van de tratamientos superficiales delgados a gruesas capas de concreto asfáltico.

Rico & Del Castillo, 1984), citado en (Castro, D. 2003) mencionan que sobre la capa subrasante se construye el pavimento flexible, que está compuesto por sub - base, base y carpeta asfáltica. El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 15 y 20 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub base. En general los pavimentos flexibles consisten en una superficie bituminosa soportada por una capa de material granular y una capa de agregado.

El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (sub base, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.

Según la Norma CE. 010 pavimentos Urbanos (2010), menciona que “el pavimento flexible puede ser de asfalto con mezcla en caliente o mezcla en frío, esto depende del estudio previo del proyecto a realizarse, además menciona que este puede tener dos o más capas, es decir puede componerse de solo una base y carpeta asfáltica o de una subbase, base y carpeta asfáltica”.





















































































































































































