



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Tesis

# **Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Gilder Reátegui Samame

<https://orcid.org/0000-0002-3710-7894>

**Asesor:**

Ing. M. Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta

<https://orcid.org/0000-0003-3096-0515>

**Tarapoto, Perú**

**2023**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

**Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03  
y 04 del jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo –  
San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Gilder Reátegui Samame

Sustentado y aprobado el 4 de mayo del 2023, por los siguientes jurados:

**Presidente de Jurado:**  
Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro

**Secretario de Jurado:**  
Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas

**Vocal de Jurado:**  
Ing. M.Sc. Juvenal Vicente Díaz Agip

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

Tarapoto – Perú  
2023





Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo
Acta de Sustentación de Trabajo de Investigación
Para título de Ingeniero Civil N.º 764

Jurado reconocido con Resolución N° 130 -2022-UNSM/FICA-CF-NLU
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela profesional de Ingeniería Civil



A las 12:10 pm horas del día jueves fecha 04 de mayo de 2023 inició al acto público de sustentación del trabajo de investigación "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL Jr. PAJATÉN, DISTRITO BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTÍN", para optar el título de Ingeniero Civil, presentado por el Bach. Gilder Reátegui Samame, con la asesoría del Ing. M. Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA.

Instalada la Mesa Directiva conformada por Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro (presidente del jurado), Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas (secretario), Ing. M.Sc. Vicente Juvenal Díaz Agip (vocal), y acompañados por Ing. M. Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta (asesor).

El presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Circular N° 018-2023-UNSM/FICA.

Seguidamente los autores expusieron el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG - CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue quince (15); tal como se deja constar en la siguiente descripción:

De acuerdo con el Artículo 40° del RG - CTI, la nota obtenida es Aprobado y correspondiente a la calificación de Quince (15). Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo de treinta (30) días calendario.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 764 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y los autores del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 13:20 hora del mismo día de sustentación, jueves 04 de mayo de 2023.



Ing. M. Sc. Carlos Enrique Chung-Rojas
Secretario del Jurado



Ing. M. Sc. Rubén Del Águila Panduro
Presidente del Jurado



Ing. M. Sc. Vicente Juvenal Díaz Agip
Vocal del Jurado



Gilder Reátegui Samame
Autor



Ing. M. Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta
Asesor

## Declaratoria de autenticidad

Gilder Reátegui Samame, identificado con DNI N°70184574, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **“Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín”**.

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como parte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 04 de Mayo del 2023.



---

**Gilder Reátegui Samame**  
DNI N°70184574

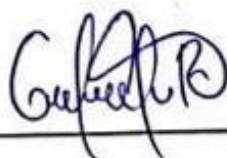


## Declaración Jurada

**Gilder Reátegui Samame**, identificado con DNI N°70184574, domicilio legal Jr. La Unión 147 – La Banda de Shilcayo, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, **Declaro Bajo Juramento** que toda la documentación y todos los datos e informaciones de la presente tesis, que acompaño es verás y auténtica.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 04 de Mayo del 2023



---

**Gilder Reátegui Samame**  
DNI N°70184574

## Ficha de identificación

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Título del proyecto</b><br/>Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín</p> | <p><b>Área de investigación:</b><br/>Transportes<br/><b>Línea de investigación:</b><br/>Estrategia de tecnología de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible.<br/><b>Sublínea de investigación:</b><br/>Tecnología de materiales de construcción<br/><b>Tipo de Investigación:</b><br/>Aplicada</p> |
| <p><b>Autores</b><br/>Gilder Reátegui Samamé</p>  | <p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura<br/>Escuela Profesional de Ingeniería Civil<br/><a href="https://orcid.org/0000-0002-3710-7894">https://orcid.org/0000-0002-3710-7894</a></p>  |
| <p><b>Asesor</b><br/>Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta</p>   | <p><b>Dependencia local de soporte:</b><br/>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura<br/>Escuela Profesional de Ingeniería Civil<br/><a href="https://orcid.org/0000-0003-3096-0515">https://orcid.org/0000-0003-3096-0515</a></p>   |

## **Dedicatoria**

Uno de mis mayores anhelos es dedicar principalmente el presente Proyecto a Dios, por ser el inspirador e inspirarme a continuar con este proceso.

He logrado llegar hasta aquí y ser quien soy ahora gracias a la dedicación, esfuerzo y sacrificio de mis padres, Antonio Reategui Angulo y Blanca Samamé Amasifen. Me siento orgulloso y privilegiado de ser su hijo, ya que son los padres más grandes.

A mis hermanos, así como yo, siempre persiguen sus objetivos y se sienten orgullosos de cada acción que hago.

A todas las personas que me han ayudado y ayudado a llevar a cabo el proyecto con éxito, especialmente aquellos que compartieron sus habilidades y nos abrieron las puertas.

**Gilder Reátegui Samame**



## **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad Nacional De San Martín de Tarapoto, mi escuela primaria, por haberme brindado las habilidades que necesitaba para preparar mi carrera profesional. En particular, agradezco a mi asesor, el ingeniero M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta, por su importante contribución al desarrollo de esta tesis.

Gracias a mis padres por ayudarme a lograr mi gran sueño, por confiar en mí y en los valores, principios y consejos que me dieron para convertirme en un profesional de éxito.

**Gilder Reátegui Samame**

## Índice general

|  |    |
|--|----|
| Ficha de identificación.....                                 | 6  |
| Dedicatoria .....  | 7  |
| Agradecimiento .....   | 8  |
| Índice general.....  | 9  |
| Índice de cuadros.....                                       | 11 |
| Índice de tablas .....                                       | 12 |
| Índice de figuras.....                                       | 14 |
| RESUMEN .....  | 15 |
| ABSTRACT .....   | 16 |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN .....            | 17 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....                              | 20 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación .....                  | 20 |
| 2.2. Fundamentos teóricos.....                               | 21 |
| CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....                      | 26 |
| 3.1. Ámbito y condiciones de la investigación .....          | 26 |
| 3.1.1. Ubicación política .....                              | 27 |
| 3.1.2. Ubicación geográfica.....                             | 28 |
| 3.1.3. Período de ejecución .....                            | 28 |
| 3.1.4. Autorizaciones y permisos .....                       | 29 |
| 3.1.5. Control ambiental y bioseguridad .....                | 29 |
| 3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales ..... | 29 |
| 3.2. Sistema de variables.....                               | 30 |
| 3.2.1. Variables principales .....                           | 30 |
| 3.3. Procedimientos de la investigación .....                | 32 |
| 3.3.1. Objetivo específico 1 .....                           | 35 |
| 3.3.2. Objetivo específico 2.....                            | 36 |
| 3.3.3. Objetivo específico 3.....                            | 36 |
| 3.3.4. Objetivo específico 4.....                            | 36 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3.5. Objetivo específico 5.....                      | 37 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....               | 45 |
| 4.1. Resultados .....                                  | 45 |
| 4.1.1. Objetivo 01: Estudio topográfico.....           | 45 |
| 4.1.2. Objetivo 02: Estudio de suelos .....            | 46 |
| 4.1.3. Objetivo 03: Estudio de Impacto Ambiental ..... | 56 |
| 4.1.4. Objetivo 04: Estudio de Tráfico.....            | 59 |
| 4.1.5. Objetivo 05: Diseño de Pavimento Flexible.....  | 64 |
| 4.2. Discusión.....                                    | 78 |
| CONCLUSIONES .....                                     | 83 |
| RECOMENDACIONES.....                                   | 87 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                       | 88 |
| ANEXOS.....  | 92 |

## Índice de cuadros

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos.....          | 49 |
| Cuadro 2. Ficha de cribado del proyecto.....                                       | 57 |
| Cuadro 3. Descripción de las actividades en cada fase del proyecto .....           | 58 |
| Cuadro 4. Descripción de los impactos ambientales por componente ambiental.....    | 58 |
| Cuadro 5. Clasificación vehicular de IMD.....                                      | 62 |
| Cuadro 6. Cálculo del ESAL de diseño de pavimento flexible.....                    | 63 |
| Cuadro 7. Estudio de tráfico proyectado .....                                      | 65 |
| Cuadro 8. Capacidad de soporte CBR .....   | 65 |
| Cuadro 9. Factores de crecimiento de tránsito .....                                | 68 |
| Cuadro 10. Diseño del pavimento flexible.....                                      | 77 |
| Cuadro 11. Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos.....         | 83 |
| Cuadro 12. Diseño de mezcla $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ Proporción en volumen ..... | 85 |
| Cuadro 13. Diseño de mezcla $f'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$ Proporción en volumen ..... | 85 |
| Cuadro 14. Diseño de mezcla $f'c= 140 \text{ Kg/cm}^2$ Proporción en volumen ..... | 85 |



## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables.....   | 31 |
| Tabla 2. Límite de peso por eje .....   | 39 |
| Tabla 3. Factores de crecimiento de tránsito .....  | 40 |
| Tabla 4. Factor distribución por dirección.....   | 40 |
| Tabla 5. Factor de distribución por carril .....  | 41 |
| Tabla 6. Períodos de diseño .....   | 43 |
| Tabla 7. Espesores mínimos sugeridos .....  | 44 |
| Tabla 8. Número de puntos de investigación .....  | 47 |
| Tabla 9. Ubicación de los puntos de exploración de acuerdo al plano topográfico .....                                 | 48 |
| Tabla 10. Técnicas de exploración de campo para el estudio de mecánica<br>de suelos .....                             | 49 |
| Tabla 11. Ensayos ejecutados en laboratorio .....   | 49 |
| Tabla 12. Tipo de suelo del terreno natural.....  | 51 |
| Tabla 13. Resumen de los ensayos especiales – Capacidad de Soporte (CBR) .....  | 51 |
| Tabla 14. Pavimento flexible (Vía vehicular) .....  | 52 |
| Tabla 15. Composición de la materia granular.....   | 52 |
| Tabla 16. Composición de base granular chancada.....  | 53 |
| Tabla 17. Recomendaciones finales para prevenir y mitigar los impactos<br>ambientales en cada fase del proyecto ..... | 59 |
| Tabla 18. Límite de peso por eje .....  | 67 |
| Tabla 19. Factor de distribución por dirección .....  | 69 |
| Tabla 20. Factor de carriles en una sola dirección .....  | 69 |
| Tabla 21. Período de diseño.....  | 71 |
| Tabla 22. Espesores mínimos sugeridos .....   | 72 |
| Tabla 23. Conformación del paquete estructural del pavimento .....  | 84 |
| Tabla 24. Composición del material granular para la capa de sub base granular .....                                   | 84 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 25. Composición del material granular para la capa de base<br>granular chancada..... | 84 |
| Tabla 26. Estructuras .....  | 86 |

## Índice de figuras

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Pavimento flexible.....   | 24  |
| Figura 2. Ecuación de comportamiento.....   | 25  |
| Figura 3. Mapa político del Perú – Región San Martín .....  | 27  |
| Figura 4. Mapa político de la provincia de San Martín.....  | 27  |
| Figura 5. Mapa distrital de la Banda de Shilcayo.....   | 28  |
| Figura 6. Diseño experimental del estudio .....   | 32  |
| Figura 7. Fórmula método de AASHTO .....  | 41  |
| Figura 8. Procedimiento para determinar el espesor .....  | 44  |
| Figura 9. Estudio de tráfico – a.....   | 61  |
| Figura 10. Estudio de tráfico - b.....  | 62  |
| Figura 11. Fórmula método de AASHTO .....   | 70  |
| Figura 12. Guía para diseño de estructura de pavimentos, AASHTO 1993.....   | 72  |
| Figura 13. Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico. .                                   | 73  |
| Figura 14. Variación en el coeficiente estructural de la capa de concreto .....   | 73  |
| Figura 15. Variación en el coeficiente estructural de la capa base .....  | 74  |
| Figura 16. Variación en el coeficiente estructural de la capa de base estabilizada.....                                     | 75  |
| Figura 17. Variación en el coeficiente estructural de la capa subbase.....  | 76  |
| Figura 18. Ubicación y excavación de la calicata N° 01, en el Jr. Pajatén C-03 del<br>Distrito de la Banda de Shilcayo..... | 112 |
| Figura 19. Excavación de la calicata N° 01, en el Jr. Pajatén C-03 del Distrito de la<br>Banda de Shilcayo. ....            | 112 |
| Figura 20. Excavación de la calicata N° 02, en el Jr. Pajatén C-04 del Distrito de la<br>Banda de Shilcayo. ....            | 113 |

## RESUMEN

“Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo - San Martín” tuvo como objetivo mejorar la infraestructura vial de los jirones Pajatén C-03 y C-04. La investigación contempla la construcción de pistas a nivel de pavimento flexible, bermas laterales, ampliación de maderos (sardineles de concreto armado, sembrado de grass y plantones). Se ha elegido un diseño considerando las características del suelo de la fundación, los servicios que ofrecerá la vía y el hecho de que la mayoría de las calles del distrito tienen pavimentos flexibles. De acuerdo al plano de detalle, el pavimento será flexible de 6.6 metros de ancho, carpeta asfáltica de 2”, sub base de 20 cm, base de 20 cm y un mejoramiento de sub rasante de 20 cm según detalle de planos. Las bermas laterales serán con concreto simple  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> de 1.50 y 1.60 metros de ancho; base de afirmado de 0.10m según detalle en planos. Finalmente, en el estudio de mecánica del suelo, se recomienda utilizar agregados de las canteras estudiadas para la estructura del pavimento; los materiales que se utilizarán deberán tener las cualidades físicas requeridas para cumplir con lo mencionado. El estudio mejorará la calidad de vida de los habitantes, garantizando vías seguras y condiciones adecuadas de tránsito en las calles.

Palabras clave: Pavimento flexible, sub base, concreto, estructura



## ABSTRACT

"Design of the flexible pavement of the 03 and 04 blocks of Jr. Pajatén, Banda de Shilcayo - San Martín district" aimed to improve the road infrastructure of the Pajatén C-03 and C-04 shreds. The investigation contemplates the construction of tracks at the level of flexible pavement, side berms, expansion of planter hammers (reinforced concrete curbs, planted with grass and seedlings) A design has been chosen considering the characteristics of the foundation soil, the services that the road will offer and the fact that that most of the streets of the district have flexible pavements. According to the detailed plan, the pavement will be flexible, 6.6 meters wide, 2" asphalt layer, 20 cm subbase, 20 cm base and an improvement of sub grade of 20 cm according to detail of plans. The side berms will be with simple concrete  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$  of 1.50 and 1.60 meters wide; affirmation base of 0.10m according to detail in plans. Finally, in the study of mechanics of the soil, it is recommended to use aggregates from the quarries studied for the pavement structure; the materials to be used must have the physical qualities required to comply with the aforementioned. The study will improve the quality of life of the inhabitants, guaranteeing safe roads and adequate traffic conditions on the streets.

Keywords: Flexible pavement, subbase, concrete, structure



# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN**

Además de conectar las áreas de producción y consumo, las carreteras son el eje principal de la economía y el desarrollo de una nación, por lo que es fundamental que estén en buenas condiciones para minimizar los altos costos de transporte causados por carreteras inadecuadas. Debido a la mala gestión y planificación de procesos, la falta de inversión privada y la falta de infraestructura vial adecuada, las carreteras de Perú se encuentran actualmente en desarrollo, lo que limita la capacidad de crecimiento de la economía del país (De La Cruz & Paredes, 2021).

Por lo tanto, es necesario realizar estudios constructivos para mejorar la superficie de rodadura del pavimento que conforma las vías para brindar un estado óptimo de tránsito vehicular durante todo el año. Esto es impulsado por la relevancia que significan las vías de tránsito del contorno urbano que requiere la ciudad de La Banda de Shilcayo en el distrito del mismo nombre de la ciudad.

El distrito de la “Banda de Shilcayo”, debido al creciente incremento del tránsito vehicular, tiempo de uso, frecuentes e intensas lluvias, el pavimento de afirmado que constituye las calles ha sufrido un desgaste en su estructura, el mismo que hoy en día presenta una superficie totalmente deteriorada debido a la no presencia de un drenaje transversal (bombeo), la cual incrementa la erosión producida por las precipitaciones que frecuentemente se dan en dicha localidad, además de baches entre otros, en ese sentido se debe plantear una alternativa de solución para proporcionar a las vías las mejores condiciones de transitabilidad y brindar a los usuarios un tránsito confortable por dichas vías. Además, cabe mencionar que un sistema de drenaje en buenas condiciones de funcionamiento permite una buena conservación de la capa de rodadura.

Las calles de las ciudades constituyen uno de los principales atractivos para el visitante creando un ambiente de bienvenida, lo que se refleja en un mayor número de consumo, mayor flujo de turistas, y por consiguiente mayores ingresos económicos para la comunidad, sobre todo en épocas memorables, fiestas costumbristas y otras actividades en las cuales la localidad de “La Banda de Shilcayo” por ser un lugar turístico por las cataratas de Ahuashiyacu incrementa el número de visitantes. Mantener en buen estado de transitabilidad las calles facilita el flujo vehicular hacia los mercados, hospital, centros educativos, zonas comerciales, parques, iglesia entre otros, creando un ambiente

favorable para el desarrollo de las diferentes actividades que se desarrollan en el interior de la localidad.

Las vías de este proyecto en los Bloques 03 y 04 del Jr. Pajatén se caracterizan por tener una infraestructura vial deteriorada y drenaje inadecuado (zanjas y cloacas). Estos caminos se encuentran en el nivel de afirmado, y el inadecuado sistema de drenaje y su no mantenimiento han dificultado el tránsito vehicular durante los períodos de lluvia y han resultado en importantes emisiones de polvo en suspensión durante la calurosa temporada de verano. También demuestra un desorden en la circulación vehicular y la menor atención a los espacios abiertos.

La institución municipal del distrito de la “Banda de Shilcayo”, persona jurídica de derecho público con autonomía política, económica y administrativa, viene ejecutando proyectos en beneficio directo de la población a través del Presupuesto Participativo por Resultados. Su objetivo principal es promover y promover el desarrollo socioeconómico armónico y sostenible. A través de su programa de inversiones, la institución ha tenido en cuenta la ejecución del Proyecto en cuestión, para lo cual necesita el Expediente Técnico o Estudio Definitivo correspondiente para tramitar el financiamiento.

Debido a la situación problemática que vienen presentado los ciudadanos, ha sido necesario la presentación de la presente: “Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín”, buscando generar desarrollo en los ciudadanos, así como, por ejemplo, beneficio económico y social. Sin embargo, en las circunstancias y el estado de sus vías principales de tránsito hace que los pobladores de dicho sector urbano de la ciudad se sienten marginados y aislados de la red vial principal, lo que limita su desarrollo en el corto, mediano y largo plazo.

La plataforma vial que conforma las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén La Banda de Shilcayo se encuentra actualmente deteriorada por las fuertes lluvias que han caído hasta el momento y que han provocado que se generen Según una inspección visual, el tamaño de se pueden ver las deformaciones en la superficie de la carretera. Tiene pozos que recogen agua en invierno, las cuales incrementan la facilidad de que la calzada se malogre. El camino también presenta baches y deformaciones de la superficie de la calzada provocadas por el tiempo de uso que estas tienen, lo que genera escenarios de tránsito desfavorables.

Actualmente, conducir por las calles de la ciudad es arriesgado, especialmente en invierno, cuando se requiere más esfuerzo y habilidad por parte del conductor y hay un flujo peatonal diario ya que los lugareños se dirigen en gran número a sus lugares de trabajo. En ese sentido, los residentes del área metropolitana se ven directamente afectados por las condiciones alrededor de la plataforma vial Jr. Pajatén en el distrito de La Banda de Shilcayo. Les preocupa el estado actual de las cosas ya que podría tener consecuencias que podrían poner en peligro económicamente a la comunidad.

Por todo lo planteado se formuló el problema general ¿De qué manera la propuesta de diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín servirá para elaborar el expediente técnico y la ejecución de éste disminuirá los elevados costos de transporte y permitirá la mejora de sus condiciones socioeconómicas?. Con esto se definió el objetivo general; Elaborar el diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín. Y los objetivos específicos fueron los siguientes; a) Ejecutar el estudio topográfico de los jirones a pavimentar. b) Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar. c) Realizar el estudio de impacto ambiental. d) Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar. e) Realizar el diseño de pavimento flexible de las Cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén.

Finalmente, la hipótesis del estudio fue; El diseño de pavimento flexible de las manzanas 03 y 04 del Jr. Pajatén, “La Banda de Shilcayo”, cuando se implemente, facilitará la realización del expediente técnico para gestionar el financiamiento y mejorará las condiciones socioeconómicas de los habitantes.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **Antecedentes internacionales**

Salamanca et al. (2014), en su tesis “Diseño de la estructura de pavimento flexible mediante los métodos invias, aashto 93 e instituto de asfalto para la vía la ye - Santa Lucia Barranca Lebrija entre abscisas k19+250 a k25+750” concluyen que, Las construcciones de pavimento creadas para la carretera Ye Santa Lucia Barranca Lebrija son capaces de resistir los arrestos provocados por un tráfico previsto de 0,51 millones de ejes similares a 8,2 toneladas cuando las condiciones del suelo son arcillo-limosas y arenosas-limosas.

Ospina (2018), argumenta en su tesis, “Diseño estructural de pavimento rígido de vías urbanas en el municipio de Espinal - departamento del Tolima”, con una determinación específicamente de dos dimensiones y, de acuerdo con los parámetros técnicos de la estructura del pavimento, una capa de NT2500 Se debe utilizar geotextil para separar el material fino del granular en el hormigón hidráulico, en el mejoramiento de la subrasante y en la base.

##### **Antecedentes nacionales**

Gonzales et al. (2020), desarrollaron una investigación “Diseño de pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 para mejorar el tránsito en el centro poblado Ramiro Prialé” concluyen que mediante el uso del método AASHTO 93 se obtienen los diferentes espesores del pavimento flexible, conformado por: una capa asfáltica de 6 cm, una base granular de 36 cm y una subbase granular de 60 cm, para un total de 102 cm.

Sánchez (2019), en su tesis para efectos de la construcción del nuevo pavimento de la vía Ayacucho-Abancay se utilizó el método AASHTO 93. Según Tramo: Ayacucho Km. 0+000 - Km. 50+000, el procedimiento de diseño de pavimentos AASHTO-93 incluye los siguientes conceptos: el número estructural SN, módulo de resiliencia de la subrasante, extensión de los coeficientes de equivalencia por tráfico, factor de confiabilidad y módulo de resiliencia de la subrasante.

## **Antecedentes locales**

Vinces (2017), desarrolló un estudio “Diagnóstico del estado situacional de la carretera Pe-5N(DV)-SM-104(Lamas), mediante el método del índice de condición del pavimento (pci)” Al sumar todas las unidades de la muestra sin hacer distinción entre Tramos, la ponderada Se calculó el PCI de los 8.222 metros de la Carretera de Lamas, y el resultado fue igual a 54,02, lo que indica que el estado actual del pavimento es Regular.

Paredes et al. (2019), presentaron un trabajo de investigación sobre los resultados de una comparación de pavimento flexible y rígido en el contexto del mantenimiento de las vías del distrito conocido como la ciudad de las palmeras, región selva, en el oriente peruano. Muestran que, en cuanto al tiempo de diseño, los pavimentos rígidos son los perduran mucho más tiempo. Comprobado en la ciudad de las palmeras, donde las aceras alrededor de la Plaza de Armas han estado en uso durante unos 50 años y todavía están en buenas condiciones.

## **2.2. Fundamentos teóricos**

### **2.2.1 Pavimentos**

La Asociación Estadounidense de Oficiales de Transporte y Carreteras Estatales (Estándar AASHTO) establece que hay dos puntos de vista que se pueden usar para definir un pavimento: De acuerdo a la ingeniería y a la percepción del ciudadano. Según la ingeniería, toda la superficie del pavimento está soportada como elemento estructural por la subrasante, también conocida como suelo de cimentación. Esta capa debe ser soportada por el paquete estructural, un conjunto de capas de diferentes espesores diseñadas para resistir cargas superiores en un periodo de tiempo. Desde la perspectiva del usuario, el pavimento es una superficie que debe ser segura y cómoda para caminar. Debe brindar un servicio de alta calidad que tenga un impacto beneficioso en la forma de vida de los clientes.

En fin, Es una estructura construida sobre la subrasante de la carretera para resistir y dispersar las fuerzas producidas por los automóviles en movimiento y mejorar la seguridad y comodidad del tránsito. Por lo general, consta de tres partes: una capa de rodadura, una base y una subbase. No obstante, la amplitud y frecuencia de las cargas dinámicas producidas por los automóviles, que están altamente influenciadas por la

disposición de la línea central, la rugosidad de la superficie del pavimento y la velocidad del vehículo, tienen un impacto en las respuestas del pavimento (Wang et al., 2020).

### **2.2.1.1 Clasificación de los pavimentos**

Es posible distinguir entre tres tipos de pavimento, que varían principalmente en el paquete estructural que ofrecen: híbrido, rígido y flexible.

#### **2.2.1.1.1 Pavimento flexible**

Caracterizada por presentar una estructura que ha sido creada por elementos bituminosos como, por ejemplo, ligantes, áridos y, en su caso, aditivos, así como capas granulares por encima. En capas granulares como mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micropavimentos, macadán asfáltico, mezcla asfáltica en frío y mezcla asfáltica en caliente, se considera principalmente como una capa superficial asfáltica.

Está formado por capas apiladas y respectivamente horizontales, con resistencias que se elevan desde la superficie y descansan sobre la capa de subrasante. Estas capas se conocen como superficie, base y subbase. Las características de sus componentes que forman el pavimento, a lo largo de su vida útil se tienen en cuenta al determinar el espesor del pavimento (Sánchez et al., 2020).

Además, es una estructura elástica en capas con una base natural que está diseñada para facilitar el paso de los automóviles por ella. Según el volumen de tráfico durante la fase de diseño, los pavimentos flexibles se dividen en pavimentos de alto y bajo volumen. Las carreteras de alto tráfico se construyen en tres o cuatro capas, comenzando con una capa superior gruesa de hormigón asfáltico, seguida de una capa base y una subbase, luego capas de subrasante compactadas y sin mejorar. Mientras que los pavimentos de asfalto de profundidad total y las carreteras de poco tráfico son los ejemplos exactos de los sistemas de pavimento de dos capas (Singh & Sahoo, 2020).

La distribución de carga de los pavimentos flexibles, que se componen de numerosas capas, se rige por las propiedades del sistema de capas.

### 2.2.1.1.2 Componentes del Pavimento Flexible

- **Sub rasante**

Es la porción de los cimientos de la vía que resiste la estructura del pavimento y alcanza una profundidad que no influye en la carga de diseño asociada con el tráfico esperado. También conocido como la superficie de la calzada concluida en el nivel de corte y relleno sobre la cual se erige la estructura o afirmación del pavimento. La subrasante, la cual se levanta entre el terreno natural aplanado y la estructura del pavimento, sirve como asiento directo de la estructura del pavimento y es un componente del prisma de la carretera.

- **Sub base**

La parte de la base de la vía que cubre la estructura del pavimento y se agranda hasta una hondura en la que la carga de diseño provocada por el tráfico anticipado no se ve afectada por ella se conoce como la base de la carretera.

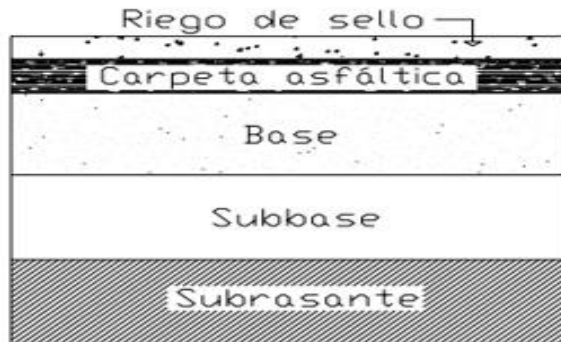
- **Base**

Su objetivo principal es distribuir y transmitir cargas esporádicas del tráfico a la subbase y, a través de ella, a la subrasante. Es la capa de pavimento sobre la que se coloca la capa de rodadura. En otras palabras, es una capa de material tratado cuidadosamente seleccionado colocado entre la capa de rodadura y la parte superior de una subbase o subrasante. Esta capa también se puede construir con una mezcla asfáltica o puede incluir tratamientos específicos de diseño. La construcción de un pavimento incluye los cimientos.

- **Superficie de Rodadura**

Es la capa que se coloca encima de la base y sirve como capa impermeabilizante para proteger la estructura del pavimento de la infiltración de agua de lluvia que podría saturar las capas interiores. Además, si su espesor es considerable (superior a 4 cm), ayuda a reforzar la capacidad portante del pavimento mediante la absorción de cargas, a excepción de los riegos superficiales, para los que se considera nula.

La subrasante, la subbase, la base y la carpeta asfáltica o superficie rodante son las capas que componen el pavimento rígido.



*Figura 1.* Pavimento flexible

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

### 2.2.1.2 Diseño de pavimento flexible (Método AASHTO 93)

La prueba AASHO (1958-1961) y cuatro décadas de investigación y calibración sirvieron como base para el método de diseño de pavimento flexible AASHTO de 1993.

Hallar un "número estructural (SN)" para el pavimento que pueda manejar el nivel de carga requerido es la base principal de la técnica AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos flexibles. El SN o también es conocido como el número estructural se calcula utilizando el módulo resiliente de la subrasante ( $M_r$ ), el número estándar previsto de ejes ( $N$ ), la confiabilidad ( $R\%$ ), la desviación estándar total ( $S_o$ ), la pérdida de capacidad de servicio ( $PSI$ ) y el pavimento.

Se basa en las mediciones de deflexión realizadas con el equipo FWD (Falling Weight Deflectometer, un dispositivo de medición de deflexión basado en impulsos de carga transmitidos al pavimento por un martillo que golpea una placa de prueba colocada en el pavimento a una altura y peso específicos) para estimar el módulo resiliente.

El cálculo se basa en la resolución de una fórmula que vincula los coeficientes con sus correspondientes SN; estos números son calculados mediante un programa computarizado (AASHTO 93), que necesita información de entrada como la cantidad de ejes equivalentes, el rango de servicio, la fiabilidad y el módulo receptor de la capa a estudiar.

La fórmula es la siguiente:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Dónde:

$a_i$ : coeficiente estructural de la capa  $i$

$D_i$ : espesor, en pulgadas, de la capa

$m_i$ : coeficiente de drenaje de la capa  $i$

### Ecuación de Comportamiento

$$\text{Log } W_{18} = (z_r)(S_o) + (9.36)(\log(SN + 1)) - 0.20 + \frac{\log\left[\frac{\Delta ISP}{4.2 - 1.5}\right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + (2.32)(\log M_R) - 8.07$$

Figura 2. Ecuación de comportamiento

Dónde:

$W_{18}$  es el número total de aplicaciones de un solo eje que son 18 kip (80 kN) iguales hasta el momento  $t$  en el que se alcanza  $ISP = pt$ .

Número estructural es  $SN$

$\Delta ISP$  se define como las diferencias de los índices de servicio inicial y terminal, expresados como  $pi-pt$ .

$M_R$  = módulo resiliente de la subrasante (libras/pg<sup>2</sup>).

$S_o$  = desviación estándar total de la distribución normal de los errores relacionados con las predicciones del comportamiento del pavimento y el flujo de tráfico (0.44-0.49).

La posibilidad de que el índice de servicio del pavimento esté por encima de  $pt$  durante el período de diseño se tiene en cuenta mediante el parámetro estadístico  $z_R$ , que está conectado a las distribuciones de datos normales.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ámbito y condiciones de la investigación**

El proyecto tiene por nombre “Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín”

#### **Vías de acceso**

Hay varias formas de llegar desde la Plaza de Armas de Tarapoto, pero la principal es la que pasa por las ruinas de Martínez de Compañón, Cabo A. Leveau y Jorge Chávez antes de llegar al puente Shilcayo, que sirve como entrada al barrio La Banda de Shilcayo. En un motokar, el pasaje cuesta entre S 3,00 y S 5,00.

#### **Clima, Temperatura y Pluviosidad**

La Banda de Shilcayo experimenta un clima más frío que las otras grandes ciudades amazónicas. Con un rango de 18 a 34 °C, la temperatura promedio diaria es de 28 °C. Las temperaturas máximas, que producen sensaciones térmicas cercanas a los 50 °C, se alcanzan entre septiembre y octubre. Las estaciones lluviosas van de febrero a mayo y de octubre a diciembre, existiendo los meses de marzo y abril como los que tienen mayor probabilidad de lluvia y los meses julio, agosto y septiembre con más probabilidad de que estén más secos. Las estaciones secas van de junio a octubre y de diciembre a febrero.

### 3.1.1. Ubicación política



Figura 3. Mapa político del Perú – Región San Martín

Fuente: INEI



Figura 4. Mapa político de la provincia de San Martín

Fuente: MPSM



### 3.1.2. Ubicación geográfica

#### Ubicación Geográfica del Proyecto

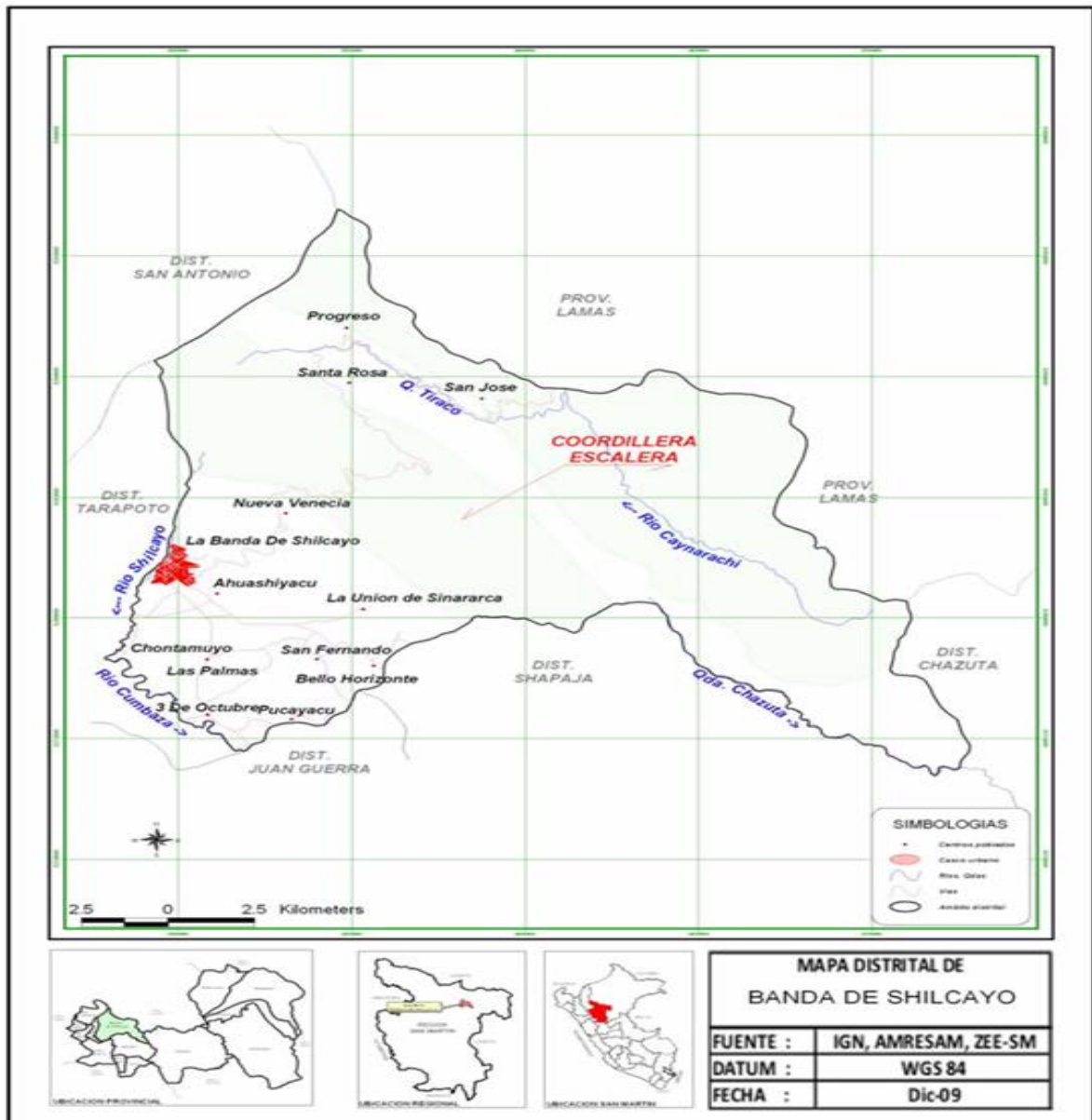


Figura 5. Mapa distrital de la Banda de Shilcayo

Fuente: IGN, AMRESAM, ZEE-SM

### 3.1.3. Período de ejecución

El informe de tesis se completó en un período de cuatro meses, desde julio de 2022 terminando en el mes de octubre del mismo año.

#### **3.1.4. Autorizaciones y permisos**

Se solicitó autorización al Decano para realizar las pruebas respectivas en el laboratorio de suelos de la FICA-UNSM.

#### **3.1.5. Control ambiental y bioseguridad**

La calidad ambiental, o las circunstancias dentro de un establecimiento a las que están expuestos los trabajadores, es a lo que nos referimos al hablar del ambiente y su control dentro del ámbito de la construcción. Dependiendo de la acción que ocurra en el trabajo, se aplican diferentes leyes. Para manejarnos en un entorno desafiante y poder enfrentarnos a las muchas situaciones desfavorables que surgen en el trabajo, debemos practicar el control ambiental en el trabajo.

La gestión ambiental nos obliga a cumplir con las leyes de protección ambiental, lo que nos permitirá evitar sanciones por incumplimiento de estos compromisos ambientales. También nos ayuda a conservar los recursos y racionalizar su uso. Con el fin de prevenir impactos ambientales, consecuencias y peligros que pudieran influir negativamente en los ciudadanos, la privacidad y su autoría en el desarrollo de un trabajo.

#### **3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales**

Al día de hoy, investigar forma parte de un instrumento esencial para avanzar en el conocimiento, por lo que es importante contar con información confiable. En consecuencia, se debe tener precaución al seguir las pautas éticas asociadas a la presentación de un estudio (Laguna et al., 2007). El Consejo Nacional de Investigación de las Academias Nacionales (2002) definió la integridad como un conjunto de estándares éticos que integran la honestidad en la presentación de los resultados, fomentando la comunicación y colaboración entre diversas comunidades científicas; garantizar el bienestar de los animales utilizados en los estudios y cumplir las obligaciones impuestas tanto a los investigadores como a los sujetos de investigación al utilizar animales en la investigación. (pág. 15). Según la investigación, el tema de la objetividad de los estudios no es considerado porque no se cuestiona que los requisitos se cumplan al pie de la letra; sin embargo, ocasionalmente, bajo la presión de publicar un libro, se pasan por alto estándares de calidad aceptables. Para garantizar altos estándares de integridad y ética sólida, es importante tener en cuenta aquellos principios considerados como éticos en una investigación.

## **3.2. Sistema de variables**

### **3.2.1. Variables principales**

#### **Variable Independiente**

Aplicación de los estudios para resolver la situación vial problemática sobre la Infraestructura vial existente.

#### **Variable dependiente.**

Diseño del Pavimento flexible en Las Cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén, Banda de Shilcayo.

Tabla 1

## Operacionalización de variables

| Variable   | Definición Conceptual   | Definición Operacional   | Indicador   | Escala de Medición | Instrumento   |
|--|---|--|---|--------------------|---|
| Aplicación de los estudios para resolver la situación vial problemática sobre la Infraestructura vial existente                            | Estudios de topografía, estudio de suelos, estudio de Impacto Ambiental y estudio de tráfico en las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén de la localidad de La Banda de Shilcayo | <i>“Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín”</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topografía y Nivelación</li> <li>• Calicatas y elaboración de la estratigrafía del terreno y realizar el CBR de la subrasante del terreno donde se va a pavimentar.</li> </ul> | Cuantitativa       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de control topográfico</li> <li>• Formato de estratigrafía de calicatas y CBR</li> <li>• Formato de diagnóstico ambiental</li> <li>• Formato de Control de Tráfico de las vías urbanas a ejecutar.</li> <li>• Guía de observación</li> </ul> |
| Variable dependiente.<br><br>Diseño del Pavimento flexible en Las Cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén de la localidad de La Banda de Shilcayo. | Cantidad de estudios realizados para ejecutar el diseño de pavimento de las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén de la localidad de La Banda de Shilcayo.                        | <i>“Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín”</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topografía y Nivelación</li> <li>• Calicatas y elaboración de la estratigrafía del terreno y realizar el CBR de la subrasante del terreno donde se va a pavimentar</li> </ul>  | Cuantitativa       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de control topográfico</li> <li>• Formato de estratigrafía de calicatas y CBR</li> <li>• Formato de diagnóstico ambiental</li> <li>• Formato de Control de Tráfico de las vías urbanas a ejecutar.</li> <li>• Guía de observación</li> </ul> |

Fuente: Propio del estudio

### 3.3. Procedimientos de la investigación

#### Tipo y nivel de Investigación

Tipo aplicada, en tanto el nivel fue descriptivo.

#### Población y Muestra

La conformaron las vías urbanas de la Región San Martín. En tanto, la muestra estuvo conformado por las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén, "Banda de Shilcayo".

#### Diseño analítico, muestral y experimental

El estudio fue realizado en Gabinete y en el campo, tuvo el siguiente diseño:

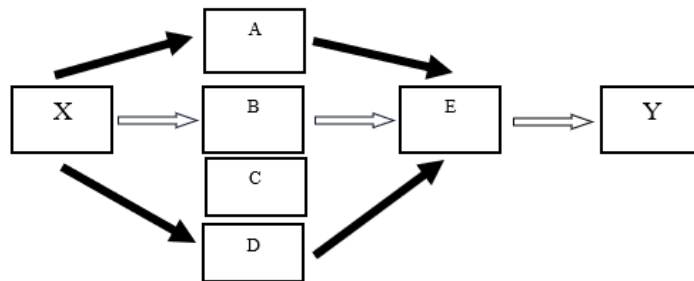


Figura 6. Diseño experimental del estudio

#### Dónde:

- X:** Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.
- A: Estudio Topográfico.
- B: Estudio de Suelos.
- C: Estudio de Impacto Ambiental
- D: Estudio de Tráfico.
- E: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.
- Y:** Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del estudio definitivo.

Se utilizaron bibliografías científicas de la carrera, publicaciones privadas altamente especializadas, un proyecto de tesis referente al estudio de Diseño de Pavimentos Flexibles, así como las publicaciones confiables en el INTERNET, normas y estatutos.

**Fuentes Técnicas:**

- Información e investigación histórica.
- Un levantamiento topográfico.
- Planos para la elaboración de curvas.
- Desarrollo del plan principal.
- El descubrimiento de pozos.
- Ubicaciones de pozos
- Se realizaron pruebas y muestreos de suelo.
- Evaluación ambiental de los adoquines a ejecutar.
- Recuento diario de la cantidad de tráfico.
- Determinación de la mejor técnica para el cálculo de pavimentos flexibles.
- Exámenes de laboratorio.
- Estudio de los datos.
- Medición del espesor del pavimento.

La información recolectada en campo fue sometida a una variedad de experimentos en el “Laboratorio de Mecánica de Suelos” de la FICA de la “Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto”.

- Recopilación de información topográfica.
- Recopilación de datos de muestras de suelo.
- Recopilación de datos recogidos en el laboratorio.
- Recopilación y análisis de resultados.

Con el fin de brindar resultados satisfactorios, el proceso de procesar y analizar los resultados se realizó asumiendo las normas que rigen en el Perú correspondiente al Diseño de Pavimentos Flexibles para el tránsito urbano. Con base en las tablas del

estudio, los resultados de los estudios de suelo se utilizaron para diseñar el espesor del pavimento y la calidad del agregado utilizado en la construcción de la base y sub-base. De esta manera, pasamos a organizar todos los datos de los resultados de muchos estudios, incluyendo topografía, suelo, impacto ambiental, tráfico, pavimento y otras investigaciones. Para poder comprender las ventajas que tiene el desarrollo del proyecto de tesis mencionado.

Para la recolección de los datos se siguieron los siguientes procedimientos:

1. Se recopilaron datos teóricos sobre el tema investigado.
2. Se recolectó información en el campo, incluyendo estudios de tráfico, pozos de prueba de efecto ambiental e investigación topográfica.
3. Se realizaron pruebas de laboratorio en las muestras de suelo.
4. Los datos topográficos se procesaron en el paso cuatro.
5. Se estableció qué efectos tendría la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente.
6. Se crearon tablas para el análisis del tráfico.
7. El diseño de pavimento flexible que se eligió fue la mejor alternativa.
8. Se organizó y clasificó todo el material que se creó.
9. Finalmente se adquirió el último documento.

### **Procesamiento y presentación de datos**

Para crear el documento final, finalmente se ordenaron adecuadamente los datos adquiridos y todos los resultados causados por el procesamiento realizado en la oficina.

Se organizaron los resultados de las investigaciones que se realizaron y de las pruebas de laboratorio y cada dato se apoyó suficientemente en hojas de cálculo. Para adquirir hallazgos adecuados, la presentación de datos también se realizó de acuerdo con el diseño de pavimento flexible utilizando el enfoque AASHTO 93 y los cálculos estadísticos pertinentes.

### **Análisis e interpretación de datos y resultados**

La verificación del diseño de pavimento flexible de las manzanas 03 y 04 del Jr. Pajatén en la localidad de “La Banda de Shilcayo” banda fue posible gracias a la realización del

acto de procesar y analizar de los registros levantados en la visita al lugar de los hechos para cada investigación realizada, así como la interpretación de los diversos resultados.

### **3.3.1. Objetivo específico 1**

#### **Realizar el estudio topográfico.**

El objetivo fue ofrecer información fundamental e importante fundada en informes ensamblados y estimados en datos topográficos recolectados en campo y procesados en oficina. Otro objetivo fue recopilar suficientes puntos de referencia para construir proyectos de verificación de elevación (principalmente subrasante) y tener elevaciones de referencia.

También, se determinó con precisión las alturas y los ejes del espacio requeridas para el diseño preciso de una zona particular del terreno en planimetría y altimetría para:

- Completar el levantamiento topográfico relevante para el sitio deseado.
- Crear una nube de puntos delineando las particularidades geodésicas de la ruta para detallar toda la información del terreno.
- Aplicar los conocimientos topográficos fundamentales a la producción de datos primarios con maquinaria de última generación.
- Crear los amarres según altura y coordenadas, empezando por dos puntos.
- Crear planos topográficos apropiados a la escala.

#### **❖ Altimetría**

Encontrar las discrepancias de altura entre distintos sitios en el terreno es el objetivo de la nivelación. Elevación es la separación entre los planos de nivel utilizadas como referencias y los planos que contiene el punto. Cuando se hace referencia al nivel del mar, se habla de altitud. Las superficies planas tuvieron una forma horizontal y paralela en distancias cortas.

La discrepancia de altura o altitud entre dos sitios se conoce como desnivel.

#### **❖ Georeferenciación GPS del Proyecto:**

Con el propósito de ubicar geográficamente la parte investigada, y para ello se utilizaron como guía las coordenadas UTM. A partir de puntos de referencia geodésicos cercanos, se determinarán las coordenadas iniciales para el sitio de estudio.



### **3.3.2. Objetivo específico 2**

#### **Realizar el estudio de suelos.**

El objetivo principal del estudio de suelos es identificar los tipos de suelo actuales para los que se planea mejorar las calles y conocer sus propiedades geomecánicas. También incluye una revisión de los materiales a utilizar en las capas anticontaminación.

Las secciones del Manual de Carreteras sobre suelos, geología, geotecnia y pavimentos se tuvieron en cuenta al preparar el análisis de suelos. Las directrices técnicas genéricas para el diseño de carreteras (EG-2013), proporcionadas por la dirección del MTC del Perú, y el tramo de piso y pavimento, aprobado por R.D. N.º 05-2003-MTC/14 de fecha 02/ 18/2013, están en línea con las representaciones y especificaciones predeterminadas por las asociaciones técnicas altamente distinguidos, como los son la. organizaciones mundiales como AASHTO, ASTM, el Instituto del Asfalto y actualizado en algunos casos según la N.T.P.

### **3.3.3. Objetivo específico 3**

#### **Realizar el Estudio de Impacto Ambiental**

Con el fin de desarrollar medidas de mitigación dentro de los parámetros del “Plan de Manejo Ambiental” asociado, se identificó y analizó los impactos potenciales a generar como resultado de los trabajos de construcción y operación que puedan impactar los diversos componentes ambientales.

Se estudiaron los principales factores socioeconómicos y culturales, así como el clima, la geología, los recursos del suelo, el agua, la flora y la fauna, en relación con las principales consecuencias ambientales a causa de las operaciones del proyecto en la región de estudio. Dependiendo de cuán frágiles sean los recursos en sí mismos, así como de cómo interactúan entre sí en el ecosistema, estos efectos varían en intensidad y tamaño.

### **3.3.4. Objetivo específico 4**

#### **Ejecutar el estudio de tráfico**

El estudio de tráfico se realizó con un volumen de tráfico de ida y vuelta en mente. Para ello, se establecerá una estación de conteo de tráfico en una de las calles a pavimentar durante una semana, de lunes a domingo, y se computará el volumen de tráfico diario.

Se presentaron los resultados de un estudio de tráfico que se llevó a cabo durante siete días consecutivos (24 horas cada día), con personal trabajando en tres turnos de ocho horas cada uno. Los resultados obtenidos de este estudio ayudaron a asegurar que el diseño del pavimento es adecuado para soportar las cargas de tráfico externo que provocan tensiones internas y deformaciones en las capas que lo componen. Este estudio nos permitió analizar el tráfico existente, lo que ayudó a determinar la intensidad y densidad del tráfico; para clasificarlo según categorías de vehículos, tales como Ligeros, Pesados y Autobuses.

### **3.3.5. Objetivo específico 5**

#### **Diseño de Pavimento Flexible**

##### **(METODO AASTHO – 93)**

Para el crecimiento de la unificación financiera, social y formativo, así como para resaltar el trato entre los ciudadanos de los sectores urbanos, la red vial que los conecte actuará como pilar fundamental y servirá como eje de sustentabilidad.

Para el cálculo de ejes equivalentes, diferentes espesores de pavimento y diferentes materiales reaccionan a la misma carga de diferentes maneras, dando como resultado varios esfuerzos y deformaciones en el pavimento como resultado de las diversas cargas que inciden sobre él. Las fallas deben diferir porque estas cargas causan varios esfuerzos y deformaciones en el pavimento.

Para tener en cuenta esta discrepancia, el volumen de tráfico se convierte en un número equivalente de ejes que soportan un peso específico, lo que provocará un daño comparable al causado por la composición total del tráfico mixto de vehículos. Según AASHTO, esta carga estandarizada es de 80 kN, o 18 Kips, y la conversión se realiza utilizando el LEF (Load Equivalent Factor).

La prueba de carretera AASHTO estableció el método para convertir el tráfico mixto en una serie de ESAL de 80Kn. Se atribuyeron pavimentos similares para esta prueba con varios arreglos de eje y carga para examinar el daño que causaron.

### **Índice de capacidad de servicio**

El nivel de comodidad de un pavimento para el movimiento de un vehículo se manifiesta por su evidente deterioro producto de los años de servicio producido, que depende de la categoría de la vía y es aceptable. Por ejemplo, a un pavimento perfecto se le asigna un valor de servicio inicial de 5 (Perfecto), que se basa en el diseño del pavimento y el calibre de la construcción.

El índice de servicio actual (PSI) o índice de pérdida de servicio (PSI) se refiere a la diferencia entre estos dos números

En función del tipo de pavimento, se aconsejan los valores siguientes:

Índice de servicio inicial:

Para pavimentos rígidos,  $P_o=4.5$  y  $4.2$  para flexibles.

Puntaje de servicio final:

$P_t=2,5$  o superior para vías realmente significativas

$P_t = 2,0$  para carreteras con tráfico ligero

El índice de servicio de un pavimento es un valor utilizado para evaluar el confort o estado de deterioro de la superficie de rodadura de un pavimento; El Índice Internacional de Rugosidad (IRI), que se utiliza actualmente para medir este deterioro, utiliza un equipo sofisticado montado en un vehículo para medir los altibajos y la suma a medida que el vehículo se desplaza sobre la superficie de una carretera, lo que finalmente arroja un ponderado de (m/km).

### **Identificar y calcular ejes de diseño similares**

Para cada clase específica de vehículo, particularmente para camiones grandes, se deben usar factores de camiones para determinar y calcular los ejes equivalentes. Para lograrlo, se deben utilizar los pesos límite de cada vehículo, que se enumeran en la tabla 2.

Tabla 2

*Límite de peso por eje*

| Tipo de vehículo | Tipo de eje del tractor |                 |             | Tipo de eje del semi remolque |                 |             | Total toneladas |              |
|------------------|-------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|--------------|
|                  | Eje simple direccional  | Eje de tracción |             |                               | Eje de arrastre |             |                 |              |
|                  |                         | Eje Simple      | Doble rueda | Triple rueda                  | Eje Simple      | Doble rueda |                 | Triple rueda |
| C2               | 5.00                    | 10.00           |             |                               |                 |             | 1,500           |              |
| C3               | 5.00                    |                 | 16.50       |                               |                 |             | 21.50           |              |
| C4               | 5.00                    |                 |             | 20.00                         |                 |             | 25.00           |              |
| T2-S1            | 5.00                    | 9.00            |             |                               | 9.00            |             | 23.00           |              |
| T2-S2            | 5.00                    | 9.00            |             |                               |                 | 16.00       | 30.00           |              |
| T2-S3            | 5.00                    | 9.00            |             |                               |                 | 20.00       | 34.00           |              |
| T3-S1            | 5.00                    |                 | 16.00       |                               | 9.00            |             | 30.00           |              |
| T3-S2            | 5.00                    |                 | 16.00       |                               |                 | 16.00       | 37.00           |              |
| T3-S3            | 5.00                    |                 | 16.00       |                               |                 | 20.00       | 41.00           |              |
| Otros            | .....                   | .....           | .....       | .....                         | .....           | .....       | variable        |              |

Fuente: Acuerdo centroamericano sobre circulación por carretera, SIECA, 2000

Resolución 02-01 COMITRAN XXIII

La segunda fila de la Tabla 3 contiene la tasa de porcentaje anual de crecimiento de vehículos que se empleó junto con la era de diseño de la estructura del pavimento, que proporciona el factor de crecimiento del tráfico. Recuerde que se pueden usar porcentajes alternativos para cambiar la tasa de crecimiento anual de los automóviles, según el tipo de vehículo que se cree que aumenta o disminuye más que los demás.

Tabla 3

*Factores de crecimiento de tránsito*

| Periodo de análisis (años) | Factor sin Crecimiento | Tasa de crecimiento anual (g) (en %) |       |       |        |        |        |        |
|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                            |                        | 2                                    | 4     | 5     | 6      | 7      | 8      | 10     |
| 1                          | 1.0                    | 1.0                                  | 1.0   | 1.0   | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 1.0    |
| 2                          | 2.0                    | 2.02                                 | 2.04  | 2.05  | 2.06   | 2.07   | 2.08   | 2.10   |
| 3                          | 3.0                    | 3.06                                 | 3.12  | 3.15  | 3.18   | 3.21   | 3.25   | 3.31   |
| 4                          | 4.0                    | 4.12                                 | 4.25  | 4.31  | 4.37   | 4.44   | 4.51   | 4.64   |
| 5                          | 5.0                    | 5.20                                 | 5.42  | 5.53  | 5.64   | 5.75   | 5.87   | 6.11   |
| 6                          | 6.0                    | 6.31                                 | 6.63  | 6.80  | 6.98   | 7.15   | 7.34   | 7.72   |
| 7                          | 7.0                    | 7.43                                 | 7.90  | 8.14  | 8.39   | 8.65   | 8.92   | 9.49   |
| 8                          | 8.0                    | 8.58                                 | 9.21  | 9.55  | 9.90   | 10.26  | 10.64  | 11.44  |
| 9                          | 9.0                    | 9.75                                 | 10.58 | 11.03 | 11.49  | 11.98  | 12.49  | 13.58  |
| 10                         | 10.0                   | 10.95                                | 12.01 | 12.58 | 13.18  | 13.82  | 14.49  | 15.94  |
| 11                         | 11.0                   | 12.17                                | 13.49 | 14.21 | 14.97  | 15.78  | 16.65  | 18.53  |
| 12                         | 12.0                   | 13.41                                | 15.03 | 15.92 | 16.87  | 17.89  | 18.98  | 21.38  |
| 13                         | 13.0                   | 14.68                                | 16.63 | 17.71 | 18.88  | 20.14  | 21.50  | 24.52  |
| 14                         | 14.0                   | 15.97                                | 18.29 | 19.16 | 21.01  | 22.55  | 24.21  | 27.97  |
| 15                         | 15.0                   | 17.29                                | 20.02 | 21.58 | 23.28  | 25.13  | 27.15  | 31.77  |
| 16                         | 16.0                   | 18.64                                | 21.82 | 23.66 | 25.67  | 27.89  | 30.32  | 35.95  |
| 17                         | 17.0                   | 20.01                                | 23.70 | 25.84 | 28.21  | 30.84  | 33.75  | 40.55  |
| 18                         | 18.0                   | 21.41                                | 25.65 | 28.13 | 30.91  | 34.00  | 37.45  | 45.60  |
| 19                         | 19.0                   | 22.84                                | 27.67 | 30.54 | 33.76  | 37.38  | 41.45  | 51.16  |
| 20                         | 20.0                   | 24.30                                | 29.78 | 33.06 | 36.79  | 41.00  | 45.76  | 57.28  |
| 25                         | 25.0                   | 32.03                                | 41.65 | 47.73 | 54.86  | 63.25  | 73.11  | 98.35  |
| 30                         | 30.0                   | 40.57                                | 56.08 | 66.44 | 79.06  | 94.46  | 113.28 | 164.49 |
| 35                         | 35.0                   | 49.99                                | 73.65 | 90.32 | 111.43 | 138.24 | 172.32 | 271.02 |

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993

**Factor de distribución por dirección.**

Es el factor del flujo total de vehículos registrados y, en la mayoría de las circunstancias, este valor es 0,5 porque hay dos direcciones para cada vehículo. Según el conteo de tráfico que se hizo, puede ser que sea más alto en un sentido que en el otro.

La comparativa en cuanto a los pesos de los vehículos que viajan en direcciones opuestas será el aspecto más crucial, lo que puede ocurrir debido a la distancia menor de algún puerto, fábrica, etc. Revise la tabla 4.

Tabla 4

*Factor distribución por dirección*

| Número de carriles en ambas direcciones | LD <sup>10</sup> |
|---|------------------|
| 2                                       | 50               |
| 4                                       | 45               |
| 6 o más                                 | 40               |

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 1993

### Factor de distribución por carril.

El carril que recibe la mayor cantidad de ESAL se conoce como carril de diseño. Dado que el tráfico en cualquier dirección debe pasar por ese carril en una calzada de dos carriles, cualquier carril puede servir como carril de diseño. Debido a que los vehículos pesados utilizan ese carril en carreteras de varios carriles, se utilizará la vía de diseño exterior, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

*Factor de distribución por carril*

| Número de carriles en una sola dirección | LC <sup>11</sup> |
|--|------------------|
| 1  | 1.00             |
| 2  | 0.80 – 1.00      |
| 3  | 0.60 – 0.80      |
| 4  | 0.50 – 0.75      |

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 1993

### Planificación de espesores.

Los pasos para el diseño de pavimentos flexibles se describen en este artículo. La superficie de los pavimentos flexibles puede ser de hormigón o de una mezcla asfáltica. Ambos, fueron diseñados con el espesor de la estructura que se determina primero en función del volumen de tráfico y las características del material.

### Pavimentos flexibles.

Se usó el método de AASHTO, 1,993.

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \text{Log}_{10} (\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[ \frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{\frac{0.40 + 1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10} M_r - 8.07$$

Figura 7. Fórmula método de AASHTO

En donde:

- W18 es la cantidad de 18 cargas equivalentes de un solo eje a 80 kip.
- en función del volumen de tráfico de vehículos.
- Zr es el área bajo el valor de la curva de distribución (AUC) que corresponde a la curva estandarizada de confiabilidad R.
- Entonces, la desviación estándar variable total es =.
- PSI significa pérdida de usabilidad.
- Mr = Módulo de resiliencia de la subrasante.
- El número estructural es SN.

### **Variables en función del tiempo.**

Las siguientes se toman en cuenta:

- El diseño y su periodo.
- El pavimento y su vida útil

La primera refiere al tiempo que demoró la planificación de un pavimento en función de las proyecciones de tráfico y el rango de tiempo apropiado para el inicio de un cambio ambiental desproporcionado.

La segunda refiere al período de tiempo entre el momento de la construcción y el momento en que deja de ser funcional.

Cuando se toman en consideración las reconstrucciones y rehabilitaciones a lo largo del tiempo, el período de diseño puede ser más largo que la vida útil de un pavimento.

Se recomiendan períodos de diseño en la siguiente forma:

Tabla 6

*Períodos de diseño*

| Tipo de carretera     | Período de diseño |
|-----------------------|-------------------|
| Autopista regional    | 20 – 40 años      |
| Troncales suburbanas  | 15 – 30 años      |
| Troncales rurales     | 15 – 30 años      |
| Colectoras suburbanas | 10 – 20 años      |
| Colectores rurales    | 10 – 20 años      |

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales. SIECA.2001

**Variables influenciadas por el tráfico**

El número de ESALs, es la variable que se determinó en el ítem anterior. Los factores de carga equivalente (LEF) se utilizan para convertir una carga dada por eje en eje equivalente o ESAL.

**Continuidad (R)**

Esta calificación refleja el grado de seguridad o veracidad de que el diseño de una estructura de pavimento seguirá siendo sólido hasta la conclusión de su período de diseño.

**Subrasantes de gran alcance**

Se requiere examinar la pérdida de serviciabilidad (PSI) por este motivo, realizando análisis de laboratorio, en caso de existir subrasantes expansivas por saturación.

**Criterios para juzgar la utilidad**

La capacidad de una estructura de pavimento para acomodar el tipo y la cantidad de tráfico para el que fue diseñada se conoce como serviciabilidad. La medida de la utilidad se escala de 0 (malas condiciones) a 5 (condiciones ideales).



Tabla 7  
*Espesores mínimos sugeridos*

| Número de ESAL'S | Capas asfálticas | Base granular |
|------------------|------------------|---------------|
| Menos de 50.000  | 3                | 10 cm         |
| 50.000 – 150.00  | 5                | 10 cm         |
| 150.000 – 500.00 | 6.5              | 10 cm         |
| 500.00 – 2000000 | 7.5              | 15            |
| Más de 7,000.00  | 10               | 15            |

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, 1993

Estos mínimos están influenciados por el usuario y las costumbres locales; debido a su experiencia, los diseñadores pueden verse en la necesidad de aumentar los espesores mínimos; Son valores propuestos, y se tiene en consideración su aplicación teniendo en cuenta que se trata de capas asfálticas sobre bases granulares sin trata.

#### Dependiendo del número estructural, espesores mínimos

El objetivo de esta idea se basa en el requisito de que las capas granulares sin tratar estén completamente resguardadas de excesivas presiones verticales que podrían provocar imperfecciones duraderas. La figura 8 muestra el procedimiento:

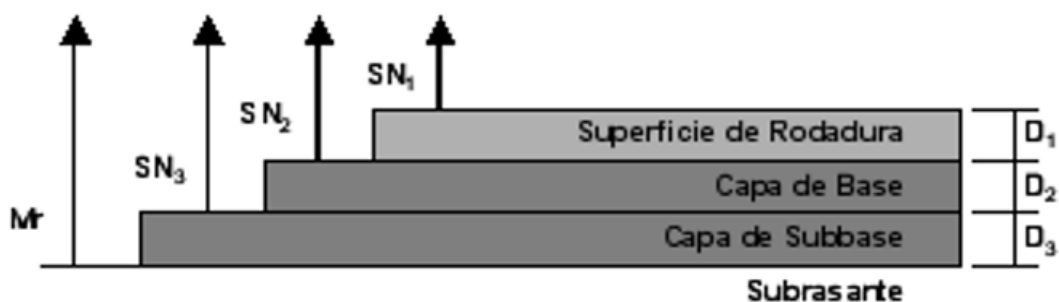


Figura 8. Procedimiento para determinar el espesor

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, 1993

# **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Resultados**

#### **4.1.1. Objetivo 01: Estudio topográfico**

La determinación planimétrica exacta de un levantamiento topográfico es su objetivo. Al igual que en la altimetría, las alturas y las coordenadas del terreno son esenciales para la visualización precisa de un área específica del terreno para:

- Utilizar procedimientos y software especializados para procesar la información en la oficina.
- Incluir los hallazgos del estudio en sus planes.
- Ofrecer datos fundamentales para los estudios de impacto sobre el suelo y el medio ambiente.
- Permitir definir con precisión dónde y qué tamaño tienen los componentes estructurales de los edificios en consideración.
- Crear puntos de referencia BM para el posicionamiento.

#### **Metodología**

Se utilizó la siguiente técnica para lograr los objetivos descritos anteriormente:

- ❖ Compilación y evaluación de datos topográficos existentes.
- ❖ La brigada topográfica se desplazó a la región de estudio, reconociendo el terreno a través del área de trabajo y alrededores complementarios, y estableciendo en campo los límites del levantamiento topográfico.
- ❖ Una Estación Total Topcon y un GPS Garmin 72 CSX fueron dos de los equipos utilizados para el levantamiento topográfico. Los puntos auxiliares apoyados en cada uno de los vértices de los polígonos correspondientes se utilizaron como puntos para el relleno topográfico.
- ❖ Luego fueron bajados los datos hacia la computadora por medio software procediéndose luego al procesamiento de la información en AutoCAD Civil 3D 2018, confeccionándose todos los planos requeridos.

### **Poligonal básico del control horizontal**

Las inspecciones de la vista trasera se utilizaron durante las travesías básicas:

Las poligonales abiertas se realizaron antes de la primera etapa del levantamiento topográfico, y los vértices de la poligonal de enlace y la poligonal básica se establecieron con el objetivo de permitir la claridad entre los vértices, que comúnmente se ubicaban en las esquinas de las carreteras.

Cada punto de estación se radió taquimétricamente a través de puntos como barrancos y depresiones. adquirir planos topográficos fiables.

Todos estos datos se convirtieron a coordenadas UTM en la memoria de la estación total y se utilizó una hoja de cálculo para procesarlos de modo que la información pudiera presentarse de la siguiente manera para su uso en el software de diseño asistido por computadora.

Los Planes del Proyecto entran en gran detalle con respecto al estudio topográfico.

#### **4.1.2. Objetivo 02: Estudio de suelos**

Se definió los parámetros geotécnicos para la construcción de una cimentación óptima para la infraestructura vial urbana de pavimento flexible, así como identificar y comprender las particularidades de la naturaleza como los son las situaciones geológicas y geomorfológicas de la localidad bandina. Todo esto se hizo a través de la visita al lugar de los hechos complementariamente con las diferentes pruebas que fueron desarrollados en el laboratorio de la facultad de la institución universitaria.

Descubra las características geomecánicas de los suelos allí presentes, así como el perfil del suelo.

Si la base de la infraestructura vial urbana está siendo afectada, busque el nivel freático o cualquier fuga de agua.

Este proyecto se ubica a 300 metros sobre el nivel medio del mar en los bloques 03 y 04 del Jr. Pajatén en la localidad de “La Banda de Shilcayo”.

### **Metodología**

La siguiente secuencia de actividades fue cuidadosamente preparada para satisfacer los objetivos dados al nivel de detalle necesario:

- Recopilación y análisis de datos ya existentes.
- Recuerdo de campo. Se realizó una visita al sitio del proyecto, donde se encuentra la estructura del proyecto, en la que se observó la mayor cantidad de factores físicos, terrestres y geotécnicos que pudieron tener un impacto en el trabajo a realizar.
- Analizar e interpretar la información recopilada.
- Se cumplieron los requisitos mínimos especificados por nuestra Norma Técnica de Edificación actual E.050 al realizar la investigación de mecánica de suelos. Cimientos y Suelos. Como lineamientos adicionales, se tomaron en consideración las siguientes Normas Técnicas:

NTE. E.030. Diseño Sismorresistente

NTE. 060 – Concreto Armado

NTE. CE. 010 pavimentos Urbanos

Manual de Carreteras, Sección Suelos geotecnia y geología 2013

### **Técnicas para Pavimentos Urbanos (N.T.E. Ce.010)**

Tabla 8

*Número de puntos de investigación*

| <b>Tipo de vía</b> | <b>Número mínimo de puntos de investigación</b> | <b>Espaciamiento mínimo (m)</b> |
|--------------------|---|---------------------------------|
| Expresas           | 1 cada  | 200                             |
| Arteriales         | 1 cada  | 300                             |
| Colectoras         | 1 cada  | 400                             |
| Locales            | 1 cada  | 500                             |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 8 se determinó que el tipo de vía es local por lo que tanto el espaciamiento mínimo de cada calicata debe ser 500 metros, en este caso debido a la

geografía y formación del terreno, se determinó 02 puntos de exploración como técnica de investigación (ver plano de ubicación de calicatas).

Para los experimentos de laboratorio asociados, se recolectaron muestras de todos los pozos de prueba, tanto modificados como inalterados.

Para los experimentos de laboratorio asociados, se recolectaron muestras de todos los pozos de prueba, tanto modificados como inalterados.

La profundidad mínima para cada punto de exploración ha sido de 1.50 m.

Tabla 9

*Ubicación de los puntos de exploración de acuerdo al plano topográfico*

| <b>Ubicación (Jr.)</b> | <b>Calicata</b> | <b>Profundidad (m)</b> |
|------------------------|-----------------|------------------------|
| <b>Jr. Pajatén</b>     | <b>C – 01</b>   | <b>1.50</b>            |
| <b>Jr. Pajatén</b>     | <b>C – 02</b>   | <b>1.50</b>            |

Fuente: elaboración propia

### **Número y tipo de muestras a extraer**

Según las características de los suelos encontrados en campo de los 02 puntos de exploración se detectó las capas de las cuales se extrajeron las muestras del tipo MAB, según NTP 339.151, para ensayos básicos, luego se extrajeron de 50 a 60 Kg de muestra alterada para los ensayos especiales como ensayo de Proctor y CBR, dicha muestra fue transportada al laboratorio de suelos de la FICA-UNSM para sus respectivos ensayos.

### **Ensayos a realizar in situ y en laboratorio**

Se muestra los ensayos realizados en campo, según Norma E.050, artículo 14: Técnicas de exploración de campo para el Estudio de Mecánica de Suelos, Se Aplicó la siguiente tabla:

Tabla 10

*Técnicas de exploración de campo para el estudio de mecánica de suelos*

| DESCRIPCIÓN   | NOR<br>MA            |
|---|----------------------|
| SUELOS: Método para la clasificación de suelos con propósito de ingeniería (sistema unificado para la clasificación de suelos SUCS) | NTP<br>339.1<br>34   |
| Pozos, calicatas, trincheras y zanjas   | MTC<br>E101<br>-2000 |
| SUELOS: descripción e identificación de suelos procedimiento visual - manual  | NTP<br>339.1<br>50   |
| SUELO: guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño y construcción  | NTP<br>339<br>162    |

Fuente: Normas Técnicas Peruanas: suelos

Las pruebas de laboratorio que se muestran en la siguiente tabla se realizaron estrictamente de acuerdo con las NTP y las ASTM.

Tabla 11

*Ensayos ejecutados en laboratorio*

| Ensayos estándar realizados                      | Norma aplicable             |
|--|-----------------------------|
| Descripción visual -manual                       | ASTM D2488 - NTP 339.150    |
| Peso específico de la masa del suelo             | ASTM D1556 -NTP 339.131     |
| Contenido de humedad                             | ASTM D2216 - NTP 339.127    |
| Análisis granulométrico                          | ASTM D 422 - NTP 339.128    |
| Límite líquido y límite plástico                 | ASTM D 4318 - NTP 339.129   |
| Clasificación de suelos AASHTO                   | ASTM D 3282 94              |
| Clasificación unificada de suelos SUCS           | ASTM D2487 - NTP 339.134    |
| Sales solubles                                   | NTP 339.132                 |
| Cloruros y sulfatos                              | NTP 339. 177                |
| Ensayos especiales realizados                    | Norma aplicable             |
| Relación Densidad - Humedad (Proctor Modificado) | ASTM 0-1557 - N.T.P.339.141 |
| Valor Relativo Soporte (C B R)                   | ASTM 0-1883 - N.T.P.339.144 |

Fuente: Normas American Society Testing for Materials (ASTM) y las Normas Técnicas Peruanas.

Cuadro 1

*Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos*



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CUADRO UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO RCMF 119

TARAPOTO - PERU



REALIZADO BACHILLER GILDER REATEGUI SAMAME

TESIS DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

UBICACIÓN DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA DE SAN MARTIN Y REGION SAN MARTIN

FECHA Noviembre del 2022

### CUADRO RESUMEN - CLASIFICACION FISICA Y MECANICA DE LO SUELOS

| CATEGORIA | Muestra | DESCRIPCION<br>JIRONES O CALLES EN INTERSECCIONES | PROFUND.<br>MUESTRA<br>m. | RESULTADOS    |               |               |                |         |                     |         |             |              |                  |         |         | CLASIF. | CLASIF.<br>ANGHITO |      |  |
|-----------|---------|---|---------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------|---------------------|---------|-------------|--------------|------------------|---------|---------|---------|--------------------|------|--|
|           |         |   |                           | GRANULOMETRIA |               |               |                |         | PROPIEDADES INDICES |         |             | HUMEDAD<br>% | PROCTOR          |         | CBR     |         |                    | SUCS |  |
|           |         |   |                           | MAILLA<br>#4  | MAILLA<br>#10 | MAILLA<br>#40 | MAILLA<br>#200 | LL<br>% | LP<br>%             | IP<br>% | O.C.H.<br>% |              | M.D.S.<br>graino | 1"<br>% | 2"<br>% |         |                    |      |  |
| C-01      | III     | PAJATEN CUADRA 03                                 | 0.60-1.50                 | 99.78         | 99.47         | 92.59         | 55.48          | 26      | 18                  | 8       | 15.26       | 9.80         | 1.891            | 7.10    | 13.14   | CL      | A-4(2)             |      |  |
| C-02      | III     | PAJATEN CUADRA 04                                 | 0.70-1.50                 | 99.91         | 99.38         | 95.76         | 57.11          | 29      | 19                  | 10      | 16.70       | 10.20        | 1.90             | 6.70    | 11.66   | CL      | A-4(4)             |      |  |

Fuente: Estudio de suelos. Elaboración propia

**Nota:** "CL: Arcilla inorgánica de baja plasticidad de color amarillento de consistencia semi dura".

### Perfil del Suelo

El perfil del suelo se estableció utilizando el registro de excavación y revela una dispersión de suelos de granulación fina (arcillas de color rojizo de plasticidad media). A continuación, se muestra una presentación una presentación de los perfiles de suelo del área de estudio.

#### Calicata C-1. Jr. Pajatén - Cdra. 03

Capa II: 1,50 a 0,60 metros. Suelo Mezcla de arcilla fina y arena conocida como arcilla limosa, de consistencia blanda, baja plasticidad, LL=26.11%, finos en 55.49%, color amarillento, firmeza al corte regular a deficiente, compresibilidad media y expansión moderada bajo situaciones de saturación. La arena está presente en un 44,46%. Clasificación por **SUCS: CL**.

#### Calicata C-2. Jr. Pajatén - Cdra. 04

Capa I: De 0.00 a 0.70 m. Suelo granular, conformado por capa de afirmado + relleno y presencia de suelo orgánico como bolsas y palos color amarillento con marrón.

Capa II: De 0,70 a 1,50 metros en la capa II. Suelo La arcilla limosa es una mezcla de arcilla fina y arena que tiene una consistencia blanda, baja plasticidad, LL=28.98%, finos que son 57.11% de color amarillento, una resistencia al corte regular a pobre,

compresibilidad media y se expande ligeramente cuando está saturado. La arena constituye el 42,89% de la mezcla. Clasificación por SUCS: CL.

### Nivel Freático

No existió nivel freático.

Tabla 12

*Tipo de suelo del terreno natural*

| UBICACIÓN          | CALICATA | MUESTRA | PROF. (m)   | CLASIF. SUCS | CLASIF. AASHTO | DESCRIPCIÓN DEL SUELO   |
|--------------------|----------|---------|-------------|--------------|----------------|---|
| Jr. Pajatén C-03   | C – 01   | M 02    | 0.60 – 1.50 | CL           | A-4(2)         | Arcilla inorgánica limosa de baja plasticidad color amarillento |
| Jr. Pajatén C - 04 | C - 02   | M 02    | 0.70 – 1.50 | CL           | A-4(3)         | Arcilla inorgánica limosa de baja plasticidad color amarillento |

Fuente: elaboración propia

El suelo predominante en el Jr. Pajatén Cuadras 03 y 04 y, que servirá de soporte para la cimentación es de tipo **CL**, por lo tanto, este tipo de suelo será útil en ser la base para los diversos componentes estructurales del proyecto.

### Capacidad de Soporte CBR de la Sub Rasante

El trabajo se realizó en el laboratorio para evaluar la capacidad de soporte de la cimentación actual o terreno de soporte, y el CBR descubierto se representa en la siguiente tabla:

Tabla 13

*Resumen de los ensayos especiales – Capacidad de Soporte (CBR)*

| UBICACIÓN          | CAL.  | MUESTRA | PROF.(m)    | CLASIF. SUCS | CLASIF. AASHTO | Proctor Modificado |                 | Ensayo CBR |       |
|--------------------|-------|---------|-------------|--------------|----------------|--------------------|-----------------|------------|-------|
|                    |       |         |             |              |                | Opt. Hum. (%)      | M.D.S. (gr/cm3) | 95%        | 100%  |
| Jr. Pajatén C-03   | C– 01 | M 02    | 0.60 – 1.50 | CL           | A-4(2)         | 9.80               | 1.891           | 7.10       | 13.14 |
| Jr. Pajatén C - 04 | C- 02 | M 02    | 0.70 – 1.50 | CL           | A-4(3)         | 10.20              | 1.900           | 6.70       | 11.68 |

Fuente: elaboración propia

### Capacidad de Soporte de los Suelos



Los resultados de la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante, como se muestra en la tabla 13, nos proporciona dos secciones claramente definidas según el tipo de suelo y su capacidad de soporte (CBR).

Estos resultados, que en promedio indican una subrasante de categorización "MEDIANA" para la región de estudio, son CBR= 7.10 y 6.70%. Como terreno de cimentación, se considera que tiene una calidad regular a buena para desarrollarse como una capa de subrasante. al ras El terreno natural se tomó en consideración al diseñar el pavimento para sostener el tráfico, y será cubierto por el paquete estructural del pavimento, que consiste en lo siguiente:

Tabla 14

*Pavimento flexible (Vía vehicular)*

| <b>Descripción</b>         | <b>Espesor</b> |
|----------------------------|----------------|
| Asfáltica                  | 0.05 – 0.07 m. |
| Base granular chancada     | 0.20 – 0.25 m. |
| Sub Base granular chancada | 0.20 – 0.25 m. |
| T. N. – Sub rasante        | .....m.        |

Fuente: elaboración propia

### **Sub base granular**

La combinación de volúmenes utilizada para crear el material granular para la capa Sub Base Granular tiene la siguiente conformación y fue creada en el laboratorio de suelos:

Tabla 15

*Composición de la materia granular*

| <b>MATERIAL</b>                      | <b>CANTIDAD % (Volumen)</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Hormigón zarandeado del río Huallaga | 50 %                        |
| Piedra Chancada ¾" río Huallaga      | 10 %                        |
| Piedra chancada ½" río Huallaga      | 10 %                        |
| Arena triturada río Huallaga         | 10 %                        |
| Material ligante (suelo amarillento) | 20 %                        |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>100 %</b>                |

Fuente: elaboración propia

De acuerdo al cuadro, el material de Sub Base según clasificación SUCS, es de tipo GM-GC, grava limosa arcillosa de color marrón.

### ➤ Base granular chancada

El material granular utilizado para crear la capa base granular triturada se fabrica en un laboratorio de suelos y tiene la siguiente conformación:

Tabla 16

*Composición de base granular chancada*

| <b>MATERIAL</b>                   | <b>CANTIDAD % (Volumen)</b> |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Piedra Chancada ¾" río Huallaga   | 20 %                        |
| Piedra chancada ½" río Huallaga   | 20 %                        |
| Piedra chancada 3/8" río Huallaga | 15 %                        |
| Arena triturada río Huallaga      | 25 %                        |
| Arena natural                     | 10 %                        |
| Material ligante                  | 10 %                        |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>100 %</b>                |

Fuente: elaboración propia

De acuerdo al cuadro, el material de Base Granular Chancada según clasificación SUCS, es de tipo GM Grava limosa, mezcla de grava, arena y limo de color marrón.

### Canteras

#### Capa de Sub Base y Base Granular

##### Cantera de Hormigón y piedra río Huallaga sector Tarapoto

La cantera que será utilizada como hormigón y piedra chancada se ubica en la localidad de Buenos Aires, estos son acopiados en la ciudad de Tarapoto por las empresas comercializadoras de agregados.

##### Cantera de Arena natural río Cumbaza sector Tarapoto

La cantera que será utilizada como arena para las combinaciones para la sub base y base granular, se ubica en la localidad de Tres de Octubre, estos son acopiados en la ciudad de Tarapoto por las empresas comercializadoras de agregados.

##### Cantera de Material Ligante sector Tarapoto

La cantera que será utilizada como material ligante para las combinaciones para la sub base y base granular chancada, se ubica en los centros de acopio de las empresas

comercializadoras de agregados y, es suelos arcillosos arenoso de color amarillento, suelo común en la ciudad de Tarapoto.

### **Uso de los Diseños de Concreto en Obra**

Los diseños de mezcla de concreto  $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $f'c= 175 \text{ Kg/Cm}^2$  y  $f'c= 140 \text{ Kg/Cm}^2$  serán utilizados en los diferentes elementos estructurales del proyecto.

### **Características Físicas del Cemento**

#### **Materiales**

#### **Cemento Portland Tipo I**

Peso Específico = 3.11 grs/cm<sup>3</sup>

Peso Unitario = 1500 Kg/Cm<sup>3</sup>

#### **Diseño de mezcla $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ Resistencia a los 28 días**

Slump requerido = 3" – 4"

Tamaño máximo agregado = 1"

Volumen unitario de agua = 181

Relación A/C = 0.49

Contenido de cemento =  $370 \text{ Kg/m}^3 = 8.71 \text{ bol/m}^3$

Vol. Agregado grueso = 0.60

Porcentaje de aire = 2.00 %

#### **Cantidad de materiales en volumen (pies<sup>3</sup> por saco)**

Cemento = 1 p<sup>3</sup> / saco

Agua = 22.60 Lts/saco

Agregado fino = 1.90 p<sup>3</sup>/saco

Agregado grueso = 2.80 p<sup>3</sup>/saco

Relación en p<sup>3</sup> o bolsa = **1.00: 1.90: 2.80**

**Diseño de mezcla  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  Resistencia a los 28 días**

|                          |   |   |
|--------------------------|---|---|
| Slump requerido          | = | 3" – 4"   |
| Tamaño máximo agregado   | = | 1"  |
| Volumen unitario de agua | = | 181   |
| Relación A/C             | = | 0.56  |
| Contenido de cemento     | = | 325 Kg/m <sup>3</sup> = 7.65 bol/m <sup>3</sup> |
| Vol. Agregado grueso     | = | 0.60  |
| Porcentaje de aire       | = | 2.00 %  |

**Cantidad de materiales en volumen (pies<sup>3</sup> por saco)**

|                                    |   |                           |
|------------------------------------|---|---------------------------|
| Cemento                            | = | 1 p <sup>3</sup> / saco   |
| Agua                               | = | 25.80 Lts/saco            |
| Agregado fino                      | = | 2.20 p <sup>3</sup> /saco |
| Agregado grueso                    | = | 3.30 p <sup>3</sup> /saco |
| Relación en p <sup>3</sup> o bolsa | = | <b>1.00: 2.20: 3.30</b>   |

**Diseño de mezcla  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  Resistencia a los 28 días**

|                          |   |   |
|--------------------------|---|---|
| Slump requerido          | = | 3" – 4"   |
| Tamaño máximo agregado   | = | 1"  |
| Volumen unitario de agua | = | 181   |
| Relación A/C             | = | 0.65  |
| Contenido de cemento     | = | 280 Kg/m <sup>3</sup> = 6.59 bol/m <sup>3</sup> |
| Vol. Agregado grueso     | = | 0.60  |
| Porcentaje de aire       | = | 1.00 %  |

**Cantidad de materiales en volumen (pies<sup>3</sup> por saco)**

|                                    |   |                           |
|------------------------------------|---|---------------------------|
| Cemento                            | = | 1 p <sup>3</sup> / saco   |
| Agua                               | = | 30.00 Lts/saco            |
| Agregado fino                      | = | 2.60 p <sup>3</sup> /saco |
| Agregado grueso                    | = | 3.80 p <sup>3</sup> /saco |
| Relación en p <sup>3</sup> o bolsa | = | <b>1.00: 2.60: 3.80</b>   |

Más en el **ANEXO N.º 02**

### **4.1.3. Objetivo 03: Estudio de Impacto Ambiental**

Se identificó los efectos o cambios potenciales que podrían ocurrir a partir de las actividades de construcción y operación y que podrían afectar los numerosos componentes ambientales del ecosistema del área.

Los principales factores socioeconómicos y culturales, así como el clima, la geología, los recursos del suelo, el agua, la flora y la fauna, se estudiaron en relación con las principales consecuencias ambientales en el lugar del estudio. Dependiendo de cuán frágiles sean los recursos en sí mismos, así como de cómo interactúan entre sí en el ecosistema, estos efectos varían en intensidad y tamaño.

#### **Metodología para la identificación de Impactos**

Estamos en condiciones de ofrecer una descripción de los aspectos físicos, ecológicos y socioeconómicos del área de investigación gracias al desarrollo del Diagnóstico Ambiental.

Esta sección analiza las nuevas relaciones que se formarán como resultado del trabajo planificado para identificar los posibles procesos ambientales que podrían surgir y tener un impacto en el medio ambiente, que luego afectaría la salud y el bienestar humanos.

#### **Reconocimiento de impacto.**

Las características físicas del terreno y las interacciones antrópicas que se produzcan durante la ejecución de la obra y durante su fase de operación tendrán un impacto significativo en factores clave a nivel de los ciudadanos del distrito de “La Banda de Shilcayo”, tales como el aumento del nivel de ingresos, la dinámica poblacional y la demografía. crecimiento.

Los siguientes perfiles ambientales son el foco del análisis: niveles elevados de emisiones, niveles elevados de ruido, riesgos elevados para la salud de los trabajadores y riesgos elevados para el empleo.

Cuadro 2

Ficha de cribado del proyecto

| FICHA DE CRIBADO DEL PROYECTO   |          |                              |          |   |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
|---|----------|------------------------------|----------|---|----------|--------------|----------------|---------------|---|---------|---|------|---|-------------|---|
| PROYECTO: 01<br>ORGANISMO EJECUTOR: Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo<br>LUGAR: La Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín.<br>PROYECTO: "Diseño del pavimento flexible en el jr. Pajaten cuadra 03 y 04 distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, departamento de San Martín"<br>FECHA: Agosto 2022 |          |                              |          |   |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| <b>MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES (Marque los valores según calificación)</b>   |          |                              |          |   |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| FASES   |          | COMPONENTES AMBIENTALES      |          |   |          |              | TOTAL, GENERAL |               |   |         |   |      |   |             |   |
| PROYECTO  | AIRE     | AGUA                         | SUELO    | FLORA                                       | FAUNA    | SALUD HUMANA |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| 1. Inicio   | 0        | 0                            | 0        | 0   | 0        | 0            |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| 2. Construcción   | 1        | 0                            | 1        | 0   | 0        | 0            |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| 3. Operación  | 0        | 0                            | 1        | 0   | 0        | 0            |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| 4. Cierre o fin de obra   | 0        | 0                            | 0        | 0   | 0        | 0            |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| <b>TOTAL PARCIAL</b>  | <b>1</b> | <b>0</b>                     | <b>2</b> | <b>0</b>                                    | <b>0</b> | <b>0</b>     | <b>3</b>       |               |   |         |   |      |   |             |   |
| <b>CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS</b> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Significativo</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Poco</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sin Impacto</td> <td>0</td> </tr> </table>  |          |                              |          |   |          |              |                | Significativo | 5 | Regular | 3 | Poco | 1 | Sin Impacto | 0 |
| Significativo   | 5        |                              |          |   |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| Regular   | 3        |                              |          |   |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| Poco  | 1        |                              |          |   |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| Sin Impacto   | 0        |                              |          |   |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| <b>CONFRONTACIÓN DE RESULTADOS</b><br>Los impactos del proyecto llegan a un total <input type="text" value="3"/> puntos y en consecuencia se requiere de la presentación de:  |          |                              |          |   |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| <b>EIA SIMPLIFICADO</b>   |          | <b>EIA PROPIAMENTE DICHO</b> |          |   |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| <input checked="" type="checkbox"/>   |          | <input type="checkbox"/>     |          |   |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |
| .....<br>Proponentes del Proyecto   |          |                              |          | .....<br>Entidad Responsable de la Revisión |          |              |                |               |   |         |   |      |   |             |   |

Fuente: Propio del estudio

Cuadro 3

*Descripción de las actividades en cada fase del proyecto*

| FASES DEL PROYECTO                           | DESCRIPCIÓN   |
|--|---|
| 1. Trabajos preliminares del proyecto        | No se genera un impacto temporal al aire porque no existen demoliciones en el área del proyecto.  |
| 2. Construcción o Implementación             | <p><b>Trabajos preliminares:</b> no se genera impacto directo sobre la flora (cobertura herbácea), en áreas pequeñas donde se cimentarán las estructuras debido a la limpieza del terreno.</p> <p><b>Movimiento de tierras:</b> Se genera impacto directo sobre el suelo con la excavación de zanjas en las distintas estructuras, así como la eliminación de material excedente. Impacto temporal sobre el aire por el polvo que se genera debido a las excavaciones q se realizarán.</p> <p><b>Obras de concreto armado:</b> Impacto directo sobre el suelo a vaciar y temporal sobre el terreno donde se prepara la mezcla de concreto y en el aire impacto temporal por residuos volátiles de cemento.</p> <p><b>Carpintería de madera:</b> No altera el medio ambiente.</p> <p><b>Pintura:</b> Impacto temporal al aire por los compuestos volátiles de la Pintura esmalte, látex y base imprimante.</p> |
| 3. Operación o funcionamiento                | Durante esta fase, habrá impacto directo sobre el suelo debido a la presencia de la estructura.   |
| 4. Cierre o fin de la vida útil del proyecto | El proyecto está diseñado para una vida útil de 20 años pasados ese periodo en caso de existir algún daño o deterioro de las estructuras debe ser refaccionado o cambiado para su uso correspondiente.  |

Fuente: Propio del estudio

Cuadro 4

*Descripción de los impactos ambientales por componente ambiental*

| COMPONENTE AMBIENTAL | DESCRIPCIÓN  |
|----------------------|--|
| Aire                 | Contaminación del aire en la etapa de la construcción y en las partidas de movimiento de tierras, concreto armado, veredas, pintura, por la preparación de concreto y mortero.   |
| Agua                 | El proyecto no causa ningún impacto sobre cursos de agua debido a la inexistencia de estas en el área del proyecto.  |
| Suelo                | La erosión o degradación del suelo en la fase de construcción por la excavación para la cimentación de las estructuras, preparación de mezcla en terrenos adyacentes y vaciado de las estructuras.   |
| Flora                | Se genera impacto directo sobre la vegetación en áreas forestales de la localidad en la fase de construcción por la extracción de madera para encofrados de las distintas estructuras del proyecto y en poca escala en los trabajos de trazos para la elaboración del proyecto, así como por la limpieza de terreno donde se cimentarán las estructuras. |
| Fauna                | El proyecto causa alteración del HABITAT de organismos vivos, en forma mínima y/o casi nula, en el área de ejecución del proyecto, debido a que el trabajo es concentrado.   |
| Población            | Causará un impacto socio, económico y cultural positivo sobre la población beneficiaria en la mejora de la mayores recursos turísticos y calidad de vida.  |

Fuente: Propio del estudio

Tabla 17

*Recomendaciones finales para prevenir y mitigar los impactos ambientales en cada fase del proyecto*

| <b>FASE DEL PROYECTO</b>                            | <b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN</b>   |
|---|---|
| <b>1. Acciones preliminares del proyecto</b>        | Refuerzo a la organización comunal. Organización de comité de obra, organización de las cuadrillas para la construcción del parque o plaza.<br>PROTECCIÓN AL ENTORNO FISICO Y BIOLÓGICO.<br>Capacitación y concientización a beneficiarios, autoridades y a la comunidad en general sobre temas ambientales |
| <b>2. Construcción o Implementación</b>             | PROTECCIÓN DE LAS AREAS SENSIBLES<br>Preparar la mezcla en lo posible dentro del área de la construcción.<br>LIMPIEZA GENERAL DEL AREA.<br>Limpieza general de la obra, recolección de residuos del área de construcción antes de la entrega de obra.   |
| <b>3. Operación o funcionamiento</b>                | Mantenimiento, manejo y cuidado de la obra y las medidas de control medio ambiental propuestos.   |
| <b>4. Cierre o fin de la vida útil del proyecto</b> | El proyecto está diseñado para una vida útil de 20 años, pasado ese periodo en caso de existir algún daño o deterioro de las estructuras debe ser refaccionado o cambiado para su uso correspondiente.  |

Fuente: Datos propio del estudio

#### **4.1.4. Tráfico**

#### **Objetivo 04:**

#### **Estudio de**

##### **Introducción**

Fue desarrollado concorde a las particularidades y condiciones necesarias para este tipo de estudio en el distrito La Banda de Shilcayo del área de estudio para el diseño de pavimento flexible.

La información recopilada durante el trabajo de campo, incluidos los conteos volumétricos realizados por el personal técnico, constituye la base del estudio de tráfico.

##### **Objetivos del estudio**

Fue completar los estudios de tráfico relacionados, que incluyen calcular el volumen de vehículos, clasificar los vehículos y examinar las estimaciones de tráfico para las carreteras afectadas.

##### **Planificación del estudio de campo**



Se realizó conteos en dos estaciones, una para el diseño de pavimento flexible ubicada en el Jr. Pajatén C03 - C04, ya que estos lugares son puntos estratégicos para el estudio de tráfico actual. Un recorrido de reconocimiento se hizo de la sección para determinar la ubicación de la estación de conteo. Se elaboró un itinerario de tráfico de acuerdo con las necesidades del estudio y la programación en las estaciones estableció un conteo de tráfico de 24 horas al día durante siete días seguidos. Los datos se recopilaron en función del tiempo de tránsito, el tipo de vehículo y la dirección. Dos técnicos y un supervisor conformaron el equipo encargado de realizar el trabajo de campo.

### **Metodología para el Cálculo del Volumen Promedio Diario**

El resultado de contar los 7 días de una semana en ambas direcciones se ha utilizado para calcular el volumen diario.

realizando la investigación de campo

Durante las 246 horas del día se realizaron conteos de volumen y clasificación de vehículos para cada sentido de circulación.

Resultados observados

Los siguientes hallazgos se obtuvieron cuando los datos de los conteos de oficinas se combinaron y aplicaron de manera consistente, y el que nos proporcionó el mayor volumen se utilizó como conteo de tráfico diario promedio:

### **Conteo de vehículos diario**





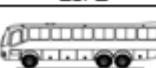

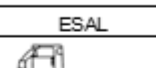
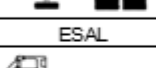
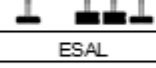

| * Para el siguiente caso se asumirá un SN = 3.14 |   |   |                              |          |                 |         |        |        |  |
|--|---|---|------------------------------|----------|-----------------|---------|--------|--------|--|
| Tipo de Vehículo                                 | Modelo  | Peso  |                              |          | Σ PESO/<br>ESAL | IMDa    | %      |        |  |
|  |   | Eje Delantero   | Conjunto de ejes posteriores |          |                 |         |        |        |  |
|  |   |   | 1                            | 2        | 3               |         |        |        |  |
| Automóvil  |  | 1.740 Tn  | 0.435 Tn                     |          |                 | 2.175Tn | 25     | 28.74% |  |
|  |   | 17 Kn   | 4 Kn                         |          |                 |         |        |        |  |
|  |   | 3822 lb   | 899 lb                       |          |                 |         |        |        |  |
|  |   | 3.82 kips   | 0.90 kips                    |          |                 |         |        |        |  |
|  | ESAL  | 0.0036  | 0.0001                       |          |                 | 0.0037  |        |        |  |
| Camioneta  |  | 2.272 Tn  | 0.568 Tn                     |          |                 | 2.840Tn | 20     | 22.99% |  |
|  |   | 22 Kn   | 6 Kn                         |          |                 |         |        |        |  |
|  |   | 4946 lb   | 1349 lb                      |          |                 |         |        |        |  |
|  |   | 4.96 kips   | 1.35 kips                    |          |                 |         |        |        |  |
|  | ESAL  | 0.0098  | 0.0002                       |          |                 | 0.0100  |        |        |  |
| Camioneta Rural                                  |  | 2.380 Tn  | 0.590 Tn                     |          |                 | 2.950Tn | 15     | 17.24% |  |
|  |   | 23 Kn   | 6 Kn                         |          |                 |         |        |        |  |
|  |   | 5171 lb   | 1349 lb                      |          |                 |         |        |        |  |
|  |   | 5.17 kips   | 1.35 kips                    |          |                 |         |        |        |  |
|  | ESAL  | 0.0112  | 0.0002                       |          |                 | 0.0114  |        |        |  |
| Ómnibus  | B2  |    | 7 Tn                         | 11 Tn    |                 | 18Tn    | 7      | 8.05%  |  |
|  |   |   | 69 Kn                        | 108 Kn   |                 |         |        |        |  |
|  |   |   | 15512 lb                     | 24279 lb |                 |         |        |        |  |
|  |   | ESAL  | 0.5852                       | 3.2286   |                 |         | 3.8138 |        |  |
|  | B3-1  |   | 7 Tn                         | 16 Tn    |                 | 23Tn    | 3      | 3.45%  |  |
|  |   |   | 69 Kn                        | 157 Kn   |                 |         |        |        |  |
| 15512 lb   |   |   | 35295 lb                     |          |                 |         |        |        |  |
|  | ESAL  | 0.5852  | 1.2848                       |          |                 | 1.8700  |        |        |  |
| Camion   | C2  |  | 7 Tn                         | 11 Tn    |                 | 18Tn    | 12     | 13.79% |  |
|  |   |   | 69 Kn                        | 108 Kn   |                 |         |        |        |  |
|  |   |   | 15512 lb                     | 24279 lb |                 |         |        |        |  |
|  |   | ESAL  | 0.5852                       | 3.2286   |                 |         | 3.8138 |        |  |
|  | C3  |  | 7 Tn                         | 18 Tn    |                 | 25Tn    | 5      | 5.75%  |  |
|  |   |   | 69 Kn                        | 177 Kn   |                 |         |        |        |  |
|  |   |   | 15512 lb                     | 39791 lb |                 |         |        |        |  |
|  |   | ESAL  | 0.5852                       | 2.0175   |                 |         | 2.6027 |        |  |
|  | C4  |  | 7 Tn                         | 23 Tn    |                 | 30Tn    | 0      | 0.00%  |  |
| 69 Kn  |   |   | 226 Kn                       |          |                 |         |        |        |  |
| 15512 lb   |   |   | 50807 lb                     |          |                 |         |        |        |  |
|  | ESAL  | 0.5852  | 1.3215                       |          |                 | 1.9067  |        |        |  |
| Semitrayl<br>ers                                 | T2S2  |  | 7 Tn                         | 11 Tn    | 18 Tn           | 36Tn    | 0      | 0.00%  |  |
|  |   |   | 69 Kn                        | 108 Kn   | 177 Kn          |         |        |        |  |
|  |   |   | 15512 lb                     | 24279 lb | 39791 lb        |         |        |        |  |
|  |   | ESAL  | 0.5852                       | 3.2286   | 2.0175          |         | 5.8313 |        |  |
|  | T2S3  |  | 7 Tn                         | 11 Tn    | 25 Tn           | 43Tn    | 0      | 0.00%  |  |
|  |   |   | 69 Kn                        | 108 Kn   | 245 Kn          |         |        |        |  |
| 15512 lb   |   |   | 24279 lb                     | 55078 lb |                 |         |        |        |  |
|  | ESAL  | 0.5852  | 3.2286                       | 1.7894   |                 | 5.6032  |        |        |  |

Figura 9. Estudio de tráfico – a

Fuente: Estudio de tráfico, elaboración propia


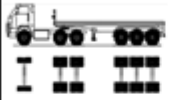

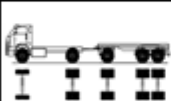
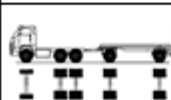
|              |        |   |            |            |            |        |      |       |       |
|--------------|--------|---|------------|------------|------------|--------|------|-------|-------|
| Semitraylers | T3S2   |  | 7 Tn       | 18 Tn      | 18 Tn      | 43Tn   | 0    | 0.00% |       |
|              |        | 69 Kn   | 177 Kn     | 177 Kn     |            |        |      |       |       |
|              |        | 15512 lb  | 39791 lb   | 39791 lb   |            |        |      |       |       |
|              |        | 15.51 kips  | 39.79 kips | 39.79 kips |            |        |      |       |       |
|              | ESAL   | 0.5852  | 2.0175     | 2.0175     | 4.6202     |        |      |       |       |
|              | T3S3   |  | 7 Tn       | 18 Tn      | 25 Tn      | 50Tn   | 0    | 0.00% |       |
|              |        | 69 Kn   | 177 Kn     | 245 Kn     |            |        |      |       |       |
|              |        | 15512 lb  | 39791 lb   | 55078 lb   |            |        |      |       |       |
|              |        | 15.51 kips  | 39.79 kips | 55.08 kips |            |        |      |       |       |
|              | ESAL   | 0.5852  | 2.0175     | 1.7894     | 4.3921     |        |      |       |       |
|              | T3Se3  |  | 7 Tn       | 18 Tn      | 11 Tn      | 18 Tn  | 54Tn | 0     | 0.00% |
|              |        | 69 Kn   | 177 Kn     | 108 Kn     | 177 Kn     |        |      |       |       |
| 15512 lb     |        | 39791 lb  | 24279 lb   | 39791 lb   |            |        |      |       |       |
| 15.51 kips   |        | 39.79 kips  | 24.28 kips | 39.79 kips |            |        |      |       |       |
| ESAL         | 0.5852 | 2.0175  | 3.2286     | 2.0175     | 7.8488     |        |      |       |       |
| Traylers     | C2R3   |  | 7 Tn       | 11 Tn      | 11 Tn      | 18 Tn  | 47Tn | 0     | 0.00% |
|              |        | 69 Kn   | 108 Kn     | 108 Kn     | 177 Kn     |        |      |       |       |
|              |        | 15512 lb  | 24279 lb   | 24279 lb   | 39791 lb   |        |      |       |       |
|              |        | 15.51 kips  | 24.28 kips | 24.28 kips | 39.79 kips |        |      |       |       |
|              | ESAL   | 0.5852  | 3.2286     | 3.2286     | 2.0175     | 9.0599 |      |       |       |
|              | C3R2   |  | 7 Tn       | 18 Tn      | 11 Tn      | 11 Tn  | 47Tn | 0     | 0.00% |
|              |        | 69 Kn   | 177 Kn     | 108 Kn     | 108 Kn     |        |      |       |       |
|              |        | 15512 lb  | 39791 lb   | 24279 lb   | 24279 lb   |        |      |       |       |
|              |        | 15.51 kips  | 39.79 kips | 24.28 kips | 24.28 kips |        |      |       |       |
|              | ESAL   | 0.5852  | 2.0175     | 3.2286     | 3.2286     | 9.0599 |      |       |       |
| TOTAL :      |        |   |            |            | 60.422     | 87     | 100% |       |       |

Figura 10. Estudio de tráfico - b

Fuente: Estudio de tráfico, elaboración propia

## CLASIFICACION VEHICULAR DE IMD

Cuadro 5

Clasificación vehicular de IMD

| Tipos de Vehículos |       | Vehículos por día |
|--------------------|-------|-------------------|
| Automóvil          |       | 25                |
| Camioneta          |       | 20                |
| Camioneta Rural    |       | 15                |
| Ómnibus            | B2    | 7                 |
|                    | B3-1  | 3                 |
| Camión             | C2    | 12                |
|                    | C3    | 5                 |
|                    | C4    | 0                 |
| Semitraylers       | T2S2  | 0                 |
|                    | T2S3  | 0                 |
|                    | T3S2  | 0                 |
|                    | T3Se3 | 0                 |
| Tráileres          | C2R2  | 0                 |
|                    | C2R3  | 0                 |
|                    | C3R2  | 0                 |
| Total              |       | 87                |

Fuente: elaboración propia

## Análisis de resultados del ESAL

En el Jr. Pajatén C03 – C04, se registró un Índice Medio de 87 vehículos por día.

### ESAL del diseño de pavimento flexible jr. Pajatén C03 – C04

Cuadro 6

Cálculo del ESAL de diseño de pavimento flexible

| CALCULO DEL ESAL DE DISEÑO     |                                   |                           |   |                         |                           |            |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---|-------------------------|---------------------------|------------|
| Tipo de Vehículo               | Cantidad de Vehículos Diarios "A" | Factor de Crecimiento "B" | Transito de diseño "C=AxBx365"                            | E SAL's Factor "D"      | E SAL's de Diseño "E=CxD" |            |
| 2.6 %                          |                                   |                           |   |                         |                           |            |
| Automóvil                      | 25                                | 25.94                     | 236,702.50  | 0.0037                  | 875.80                    |            |
| Camioneta                      | 20                                | 25.94                     | 189,362.00  | 0.01                    | 1,893.62                  |            |
| Camioneta Rural                | 15                                | 25.94                     | 142,021.50  | 0.0114                  | 1,619.05                  |            |
| 6.4 %                          |                                   |                           |   |                         |                           |            |
| Ómnibus                        | B2                                | 7                         | 38.47   | 98,290.85               | 3.8138                    | 374,861.64 |
|                                | B3-1                              | 3                         | 38.47   | 42,124.65               | 1.87                      | 78,773.10  |
| Camion                         | C2                                | 12                        | 38.47   | 168,498.60              | 3.8138                    | 642,619.96 |
|                                | C3                                | 5                         | 38.47   | 70,207.75               | 2.6027                    | 182,729.71 |
|                                | C4                                | 0                         | 38.47   | 0.00                    | 1.9067                    | 0.00       |
| Semitraylers                   | T2S2                              | 0                         | 38.47   | 0.00                    | 5.8313                    | 0.00       |
|                                | T2S3                              | 0                         | 38.47   | 0.00                    | 5.6032                    | 0.00       |
|                                | T3S2                              | 0                         | 38.47   | 0.00                    | 4.6202                    | 0.00       |
|                                | T3S3                              | 0                         | 38.47   | 0.00                    | 4.3921                    | 0.00       |
|                                | T3Se3                             | 0                         | 38.47   | 0.00                    | 7.8488                    | 0.00       |
| Traylers                       | 2T3 (C2R3)                        | 0                         | 38.47   | 0.00                    | 9.0599                    | 0.00       |
|                                | 3T2 (C3R2)                        | 0                         | 38.47   | 0.00                    | 9.0599                    | 0.00       |
| <b>TOTAL DE VEHICULOS</b>      | <b>87</b>                         |                           |   | <b>ESAL's de Diseño</b> | <b>1,283,372.88</b>       |            |
| Factor de Dirección:           |                                   | 0.5                       |   |                         |                           |            |
| Factor de Carril:              |                                   | 0.8                       |   |                         |                           |            |
| ESAL's por carril de tránsito: |                                   | 513,349.15                | (este valor reemplazar en la formula para calcular el SN) |                         |                           |            |

Fuente: estudio de tráfico, elaboración propia

Esal de diseño 513,349.15

#### **4.1.5. Objetivo 05: Diseño de Pavimento Flexible.**

Dentro de sus objetivos principales son proporcionar una superficie uniforme, adecuada en cuanto a forma y textura, resistencia al tráfico, a la intemperie y a otros agentes dañinos, así como una adecuada transmisión de las fuerzas producto por las cargas aplicadas por el tráfico fluido de vehículos a el terreno de cimentación.

La forma en que se estructura un pavimento, o cómo se ensamblan sus distintos componentes, así como las propiedades de los materiales utilizados para construirlo, brindan una amplia gama de opciones. Por ejemplo, un pavimento puede estar hecho de una o varias capas, y estas capas pueden construirse a partir de materiales naturales particulares que han sido procesados o estabilizados.

La amplia variedad de secciones estructurales que actualmente son posibles con la tecnología de pavimentos son el resultado de las diversas variables que afectan el desempeño de una carretera, incluido el tráfico, el tipo de suelo, la importancia de la carretera, los problemas de drenaje, los recursos disponibles, etc. Es necesario un análisis económico de todas las opciones para seleccionar el mejor curso de acción en función de los recursos disponibles, la experiencia local y las circunstancias únicas de cada situación.

Aproximadamente en su totalidad las vías que componen la red vial nacional son pavimentos flexibles con capas granulares debido a su uso generalizado, al conocimiento adquirido y a las ramificaciones económicas que conlleva. En gran parte de las técnicas de diseño, la capacidad de carga del suelo de la subrasante y el volumen de tráfico proyectado son dos criterios importantes para este tipo de estructura de pavimento.

#### **Diseño del pavimento**

#### **Trafico Proyectado**

Según un estudio de tráfico, la mayoría de los automóviles del parque son vehículos locales, que se clasifican como Automóvil, Camioneta y, rara vez, Camiones. Como consecuencia el valor del IMD de 87 Veh/día fue:

Cuadro 7

*Estudio de tráfico proyectado*

| Tipos de Vehículos |       | Vehículos por día |
|--------------------|-------|-------------------|
| Automóvil          |       | 25                |
| Camioneta          |       | 20                |
| Camioneta Rural    |       | 15                |
| Ómnibus            | B2    | 7                 |
|                    | B3-1  | 3                 |
| Camión             | C2    | 12                |
|                    | C3    | 5                 |
|                    | C4    | 0                 |
| Semitraylers       | T2S2  | 0                 |
|                    | T2S3  | 0                 |
|                    | T3S2  | 0                 |
|                    | T3Se3 | 0                 |
| Tráileres          | C2R2  | 0                 |
|                    | C2R3  | 0                 |
|                    | C3R2  | 0                 |
| Total              |       | 87                |

Fuente: Estudio de Tráfico, elaboración propia

**PROYECCIÓN PARA 20 AÑOS**

$$Nrep = \frac{365}{2} \times \sum IMD_i \times FD_i \times \left[ \frac{(1 + 0.03)^{10} - 1}{0.03} \right]$$

$$Nrep = 5.13 \times 10^5$$

**Capacidad de Soporte CBR.**

De los Estudios de Suelos se determinó los CBR de los materiales para ser usados en la conformación del Pavimento resumiéndose en el cuadro siguiente.

Cuadro 8

*Capacidad de soporte CBR*

|                 |            |            |
|-----------------|------------|------------|
| <b>BASE</b>     | <b>CBR</b> | 59.00<br>% |
| <b>SUB BASE</b> | <b>CBR</b> | 49.00<br>% |

Fuente: Elaboración propia

## **Diseño de la estructura**

### **Método AASTHO - 93**

La red vial que los conecte servirá como pilar fundamental para el desarrollo de la unión social, financiera y cultural, compartiendo la hermandad entre los ciudadanos de los sectores urbanos, sirviendo como eje de sustentabilidad para este fin.

### **Consideraciones para el cálculo de ejes equivalentes.**

Diferentes espesores de pavimento y diferentes materiales reaccionan a la misma carga de diferentes maneras, dando como resultado varios esfuerzos y deformaciones en el pavimento como resultado de las diversas cargas que inciden sobre él. Las fallas deben diferir porque estas cargas causan varios esfuerzos y deformaciones en el pavimento.

La prueba de carretera AASHTO estableció el método para convertir el tráfico mixto en una serie de ESAL de 80 Kn. Se cargaron pavimentos similares para esta prueba con varias configuraciones de eje y carga para examinar el daño que causaron.

### **Índice de serviciabilidad**

El índice de servicio actual (PSI) o índice de pérdida de servicio (PSI) se refiere a la diferencia entre estos dos números.

En función del tipo de pavimento, se aconsejan los siguientes valores:

- a) El Índice de Servicio Inicial para pavimentos rígidos es  $P_o=4.5$ .
- b) Para pavimentos flexibles,  $P_o=4.2$
- c) Puntuación de servicio al final:
- d)  $P_t=2,5$  o superior para vías realmente significativas
- e)  $P_t = 2,0$  para carreteras con tráfico ligero

El Índice Internacional de Rugosidad (IRI), que se usa actualmente para medir este deterioro, utiliza un bien de excelente calidad sobre un vehículo para medir los altibajos y la suma a medida que el vehículo viaja sobre la superficie de una carretera, lo que finalmente da como resultado un valor acumulado. en metros por segundo. El índice de servicio de un pavimento es un valor de evaluación utilizado para determinar si la superficie de rodadura de un pavimento es cómoda o necesita reparación.

### Determinación y cálculo de ejes

Para cada clase específica de vehículo, particularmente para camiones grandes, se deben usar factores de camiones para determinar y calcular los ejes equivalentes.

Tabla 18

*Límite de peso por eje*

| Tipo de vehículo | Tipo de eje del tractor |                 |             | Tipo de eje del semi remolque |                 |             | Total toneladas |              |
|------------------|-------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|--------------|
|                  | Eje simple direccional  | Eje de tracción |             |                               | Eje de arrastre |             |                 |              |
|                  |                         | Eje Simple      | Doble rueda | Triple rueda                  | Eje Simple      | Doble rueda |                 | Triple rueda |
| C2               | 5.00                    | 10.00           |             |                               |                 |             | 1,500           |              |
| C3               | 5.00                    |                 | 16.50       |                               |                 |             | 21.50           |              |
| C4               | 5.00                    |                 |             | 20.00                         |                 |             | 25.00           |              |
| T2-S1            | 5.00                    | 9.00            |             |                               | 9.00            |             | 23.00           |              |
| T2-S2            | 5.00                    | 9.00            |             |                               |                 | 16.00       | 30.00           |              |
| T2-S3            | 5.00                    | 9.00            |             |                               |                 | 20.00       | 34.00           |              |
| T3-S1            | 5.00                    |                 | 16.00       |                               | 9.00            |             | 30.00           |              |
| T3-S2            | 5.00                    |                 | 16.00       |                               |                 | 16.00       | 37.00           |              |
| T3-S3            | 5.00                    |                 | 16.00       |                               |                 | 20.00       | 41.00           |              |
| Otros            | .....                   | .....           | .....       | .....                         | .....           | .....       | variable        |              |

Fuente: Acuerdo centroamericano sobre circulación por carreteras, SIECA,2000

Resolución 02 – 01 COMITRAN XXIII

La segunda fila del grado cuarto contiene el tanto por ciento de la tasa anual de crecimiento vehicular que se utilizó, así como el tiempo de diseño de la estructura del pavimento, que proporciona el factor de crecimiento del tráfico. Recuerde que se pueden usar porcentajes alternativos para cambiar la tasa de crecimiento anual de los automóviles, según el tipo de vehículo que se cree que aumenta o disminuye más que los demás.



Cuadro 9

*Factores de crecimiento de tránsito*

| Período de análisis (años) | Factor sin Crecimiento | Tasa de crecimiento anual (g) (en %) |       |       |        |        |        |        |
|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                            |                        | 2                                    | 4     | 5     | 6      | 7      | 8      | 10     |
| 1                          | 1.0                    | 1.0                                  | 1.0   | 1.0   | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 1.0    |
| 2                          | 2.0                    | 2.02                                 | 2.04  | 2.05  | 2.06   | 2.07   | 2.08   | 2.10   |
| 3                          | 3.0                    | 3.06                                 | 3.12  | 3.15  | 3.18   | 3.21   | 3.25   | 3.31   |
| 4                          | 4.0                    | 4.12                                 | 4.25  | 4.31  | 4.37   | 4.44   | 4.51   | 4.64   |
| 5                          | 5.0                    | 5.20                                 | 5.42  | 5.53  | 5.64   | 5.75   | 5.87   | 6.11   |
| 6                          | 6.0                    | 6.31                                 | 6.63  | 6.80  | 6.98   | 7.15   | 7.34   | 7.72   |
| 7                          | 7.0                    | 7.43                                 | 7.90  | 8.14  | 8.39   | 8.65   | 8.92   | 9.49   |
| 8                          | 8.0                    | 8.58                                 | 9.21  | 9.55  | 9.90   | 10.26  | 10.64  | 11.44  |
| 9                          | 9.0                    | 9.75                                 | 10.58 | 11.03 | 11.49  | 11.98  | 12.49  | 13.58  |
| 10                         | 10.0                   | 10.95                                | 12.01 | 12.58 | 13.18  | 13.82  | 14.49  | 15.94  |
| 11                         | 11.0                   | 12.17                                | 13.49 | 14.21 | 14.97  | 15.78  | 16.65  | 18.53  |
| 12                         | 12.0                   | 13.41                                | 15.03 | 15.92 | 16.87  | 17.89  | 18.98  | 21.38  |
| 13                         | 13.0                   | 14.68                                | 16.63 | 17.71 | 18.88  | 20.14  | 21.50  | 24.52  |
| 14                         | 14.0                   | 15.97                                | 18.29 | 19.16 | 21.01  | 22.55  | 24.21  | 27.97  |
| 15                         | 15.0                   | 17.29                                | 20.02 | 21.58 | 23.28  | 25.13  | 27.15  | 31.77  |
| 16                         | 16.0                   | 18.64                                | 21.82 | 23.66 | 25.67  | 27.89  | 30.32  | 35.95  |
| 17                         | 17.0                   | 20.01                                | 23.70 | 25.84 | 28.21  | 30.84  | 33.75  | 40.55  |
| 18                         | 18.0                   | 21.41                                | 25.65 | 28.13 | 30.91  | 34.00  | 37.45  | 45.60  |
| 19                         | 19.0                   | 22.84                                | 27.67 | 30.54 | 33.76  | 37.38  | 41.45  | 51.16  |
| 20                         | 20.0                   | 24.30                                | 29.78 | 33.06 | 36.79  | 41.00  | 45.76  | 57.28  |
| 25                         | 25.0                   | 32.03                                | 41.65 | 47.73 | 54.86  | 63.25  | 73.11  | 98.35  |
| 30                         | 30.0                   | 40.57                                | 56.08 | 66.44 | 79.06  | 94.46  | 113.28 | 164.49 |
| 35                         | 35.0                   | 49.99                                | 73.65 | 90.32 | 111.43 | 138.24 | 172.32 | 271.02 |

Fuente: Tabla D-20 AASHTO. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993

**Factor de distribución por dirección.**

Es el factor del flujo total de vehículos registrados y, en la mayoría de las circunstancias, este valor es 0,5 porque hay dos direcciones para cada vehículo. Según el conteo de tráfico que se hizo, puede ser que sea más alto en un sentido que en el otro.

El aspecto más crucial de esto fue la resta de los pesos de los vehículos que viajan en direcciones opuestas, lo que puede ocurrir debido a la cercanía de una fábrica, puerto, etc. Consulte la tabla 19.

Tabla 19

*Factor de distribución por dirección*

| Número de carriles en ambas direcciones | LD <sup>10</sup> |
|---|------------------|
| 2                                       | 50               |
| 4                                       | 45               |
| 6 o más                                 | 40               |

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

**Factor de distribución por carril**

El carril que recibe la mayor cantidad de ESAL se conoce como carril de diseño. Dado que el tráfico en cualquier dirección debe pasar por ese carril en una calzada de dos carriles, cualquier carril puede servir como carril de diseño. Debido a que los camiones pesados circulan por ese carril en las carreteras de varios carriles, el carril de diseño será el exterior; para obtener más información, consulte la tabla 20.

Tabla 20

*Factor de carriles en una sola dirección*

| Número de carriles en una sola dirección | LC <sup>11</sup> |
|--|------------------|
| 1  | 1.00             |
| 2  | 0.80 – 1.00      |
| 3  | 0.60 – 0.80      |
| 4  | 0.50 – 0.75      |

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

**Diseño de espesores**

Los pasos para el diseño de pavimentos flexibles se describen en este artículo. La superficie de los pavimentos flexibles puede ser de hormigón o de una mezcla asfáltica. La idea detrás de ambos diseños de pavimento flexible es calcular primero el espesor de la estructura utilizando datos sobre el volumen de tráfico y las características del material; El rango de rendimiento del pavimento es 7.

**Pavimentos flexibles**

Se usó el método de AASHTO, 1,993.

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \text{Log}_{10} (\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[ \frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{\frac{0.40 + 1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10} M_r - 8.07$$

Figura 11. Fórmula método de AASHTO

En donde:

$W_{18}$  = Número de cargas de ejes simples equivalentes de 18 kips (80kN)  
Calculadas conforme el tránsito vehicular.

$Z_r$  = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad R.

$S_o$  = Desviación estándar de todas las variables.

$\Delta$  PSI = Pérdida de servicialidad.

$M_r$  = Módulo de resiliencia de la subrasante.

SN = Número estructural

### Variables en función del tiempo.

Variables que cambian con el tiempo; El período de diseño y la vida útil del pavimento son los dos factores a tener en cuenta. El primero, es el tiempo total durante el cual se planifica un pavimento en función de las proyecciones de tráfico y el período de tiempo que se considera apropiado para el inicio de un cambio ambiental desproporcionado. Mientras que lo segundo, es el período de tiempo entre el momento de la construcción y el momento en que deja de ser funcional. El tiempo puede ser igual a la vida útil de un pavimento; sin embargo, cuando se tienen en cuenta las reconstrucciones y rehabilitaciones a lo largo del tiempo, el período de diseño abarca tanto la vida útil del pavimento original como la de las rehabilitaciones.

Los siguientes tiempos son recomendables:

Tabla 21

*Período de diseño*

| Tipo de carretera     | Período de diseño |
|-----------------------|-------------------|
| Autopista regional    | 20 – 40 años      |
| Troncales suburbanas  | 15 – 30 años      |
| Troncales rurales     | 15 – 30 años      |
| Colectoras suburbanas | 10 – 20 años      |
| Colectores rurales    | 10 – 20 años      |

Fuente: Manual centroamericano de normas para diseño geométrico de las carreteras regionales, SIECA, 2001

**Variables en función del tránsito**

La variable que se decidió en el ítem anterior es cuántos ESAL, o ejes equivalentes de 18 kips (80 kN), se repiten. Una carga por eje determinada se convierte en una carga por eje equivalente, o ESAL, utilizando factores de carga equivalentes (LEF).

**Confiabilidad (R)**

Este número representa el grado de seguridad o validez que tendrá el diseño de una estructura de pavimento hasta el final de su plazo de diseño en óptimo estado.

**Subrasantes expansivas**

Se requiere examinar la pérdida de serviciabilidad  $\Delta$ (PSI) por este motivo, realizando una investigación de laboratorio de los materiales existentes en el proyecto, en caso de que existan subrasantes en expansión como consecuencia del efecto de saturación.

**Criterios para determinar la servicialidad**

Su capacidad para atender el tipo y volumen de tráfico para el que fue diseñada. El índice de utilidad en un rango de 0 a 5, siendo 0 el de deplorables condiciones, en su opuesto, un valor 5 indica que está en condiciones perfectas.

Tabla 22

Espesores mínimos sugeridos

| Número de ESAL'S | Capas asfálticas | Base granular |
|------------------|------------------|---------------|
| Menos de 50.000  | 3                | 10 cm         |
| 50.000 – 150.00  | 5                | 10 cm         |
| 150.000 – 500.00 | 6.5              | 10 cm         |
| 500.00 – 2000000 | 7.5              | 15            |
| Más de 7,000.00  | 10               | 15            |

Fuente: Guía para diseño de estructura de pavimento, aashto 1993

Estos mínimos están influenciados por el usuario y las costumbres locales; debido a su experiencia, los diseñadores pueden verse en la necesidad de aumentar los espesores mínimos; Son valores propuestos, y se tiene en consideración su aplicación teniendo en cuenta que se trata de capas asfálticas sobre bases granulares sin tratar.

### Espesores mínimos en función del número estructural

Dependiendo del número estructural, espesores mínimos

El objetivo de esta idea se basa en el requisito de que las capas granulares sin tratar estén completamente protegidas de presiones verticales excesivas que podrían provocar deformaciones duraderas. El procedimiento se muestra en la figura 12.

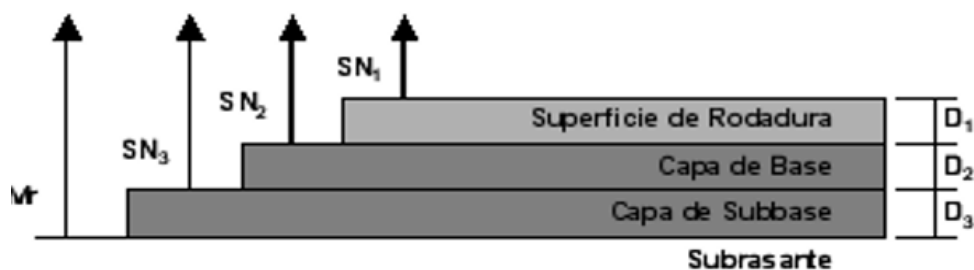


Figura 12. Guía para diseño de estructura de pavimentos, AASHTO 1993

Fuente: Guía para diseño de estructura de pavimentos, AASHTO 1993

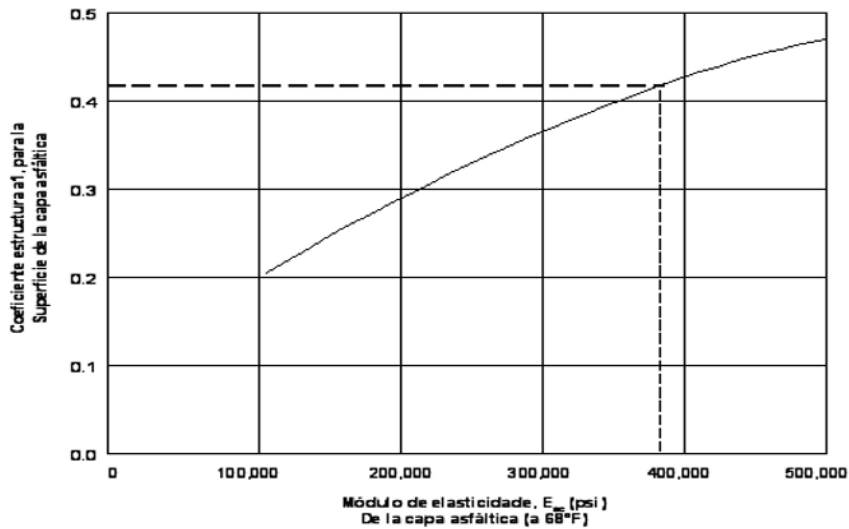


Figura 13. Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico.

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 1993

Cuando el valor no está disponible, la estabilidad de Marshall se puede usar para calcular el coeficiente estructural.

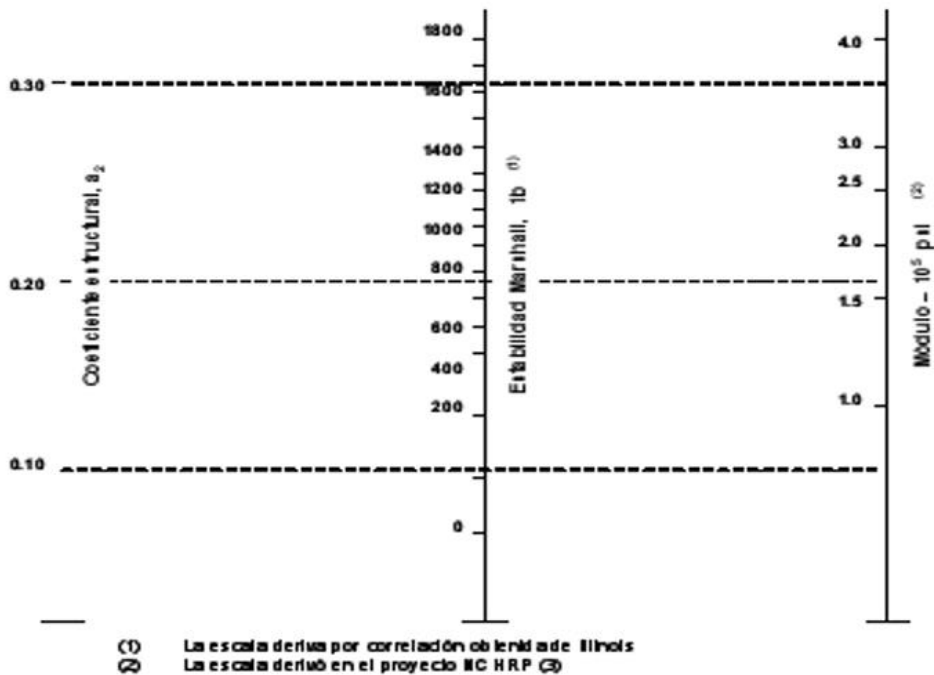


Figura 14. Variación en el coeficiente estructural de la capa de concreto

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 1993

La figura 15 se utiliza para determinar el valor del coeficiente capa a2 de las bases molidas o granulares. Usando el modelo de resiliencia  $M_r=30,000$  o 30 PSI en el eje

vertical del lado derecho, se mueve una línea horizontalmente hasta llegar al eje vertical del lado izquierdo, dando un valor de  $a_2 = 0.14$ .

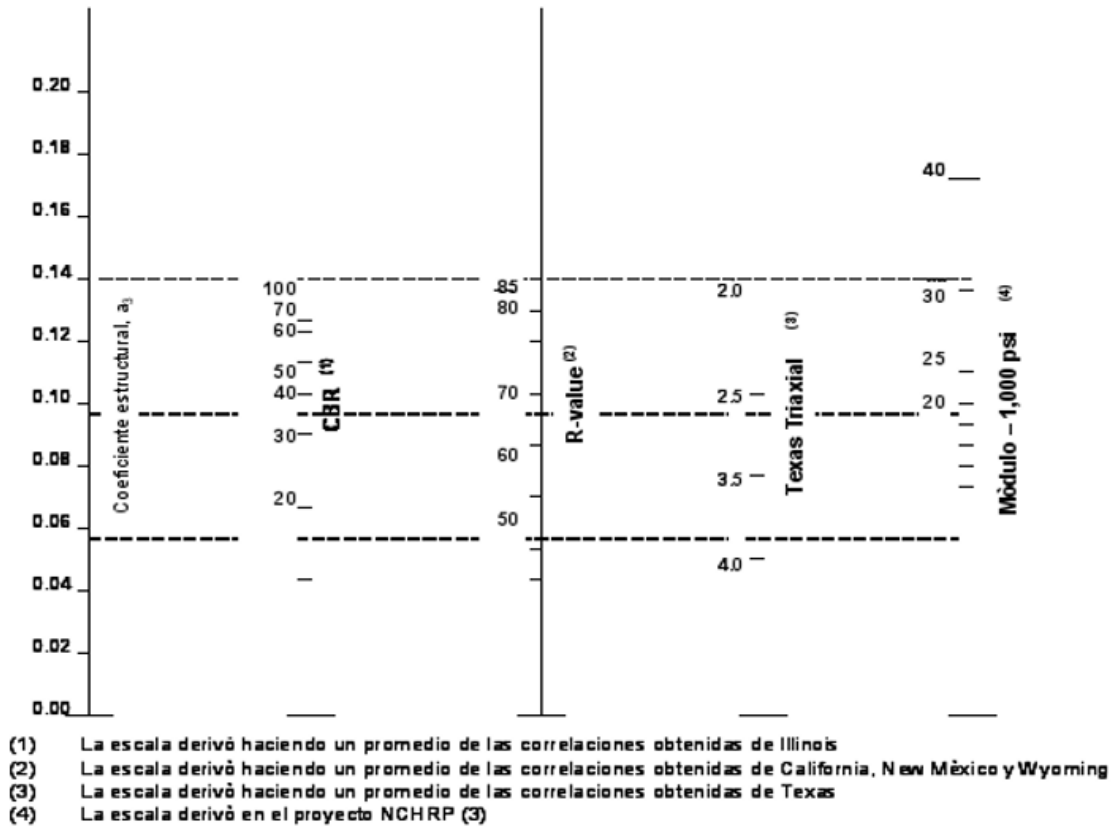
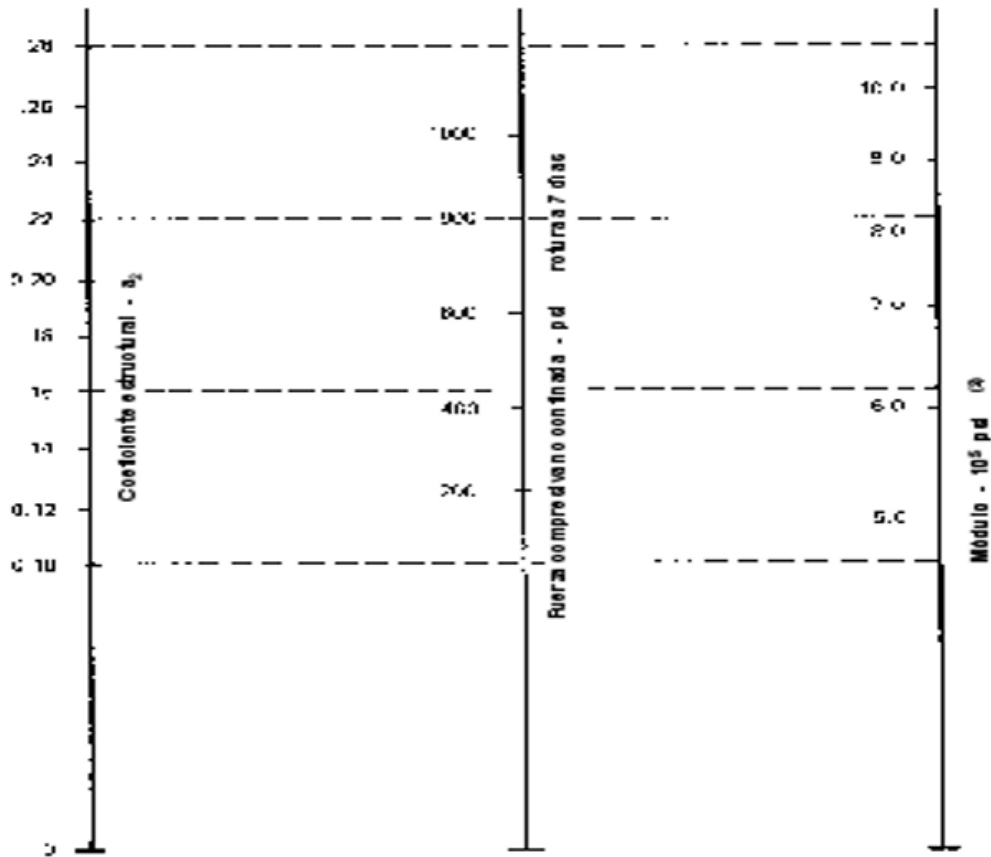


Figura 15. Variación en el coeficiente estructural de la capa base

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 1993

Cuando se utilizan bases estables, el coeficiente estructural se calcula como se muestra en la figura:



(1) Escala derivada de los porcentajes obtenidos de las correlaciones de Illinois, Louisiana y Texas  
 (2) Escala derivada del proyecto MCHRP (3)

Figura 16. Variación en el coeficiente estructural de la capa de base estabilizada.

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 1993

El valor del coeficiente de la capa a2 en la subbase se determina usando la Figura 17. Se empuja una línea horizontalmente hasta que toca el eje vertical más a la izquierda usando el modelo de resiliencia  $M_r = 14,000$  o 14 PSI (15) en el eje vertical más a la derecha, produciendo un valor.



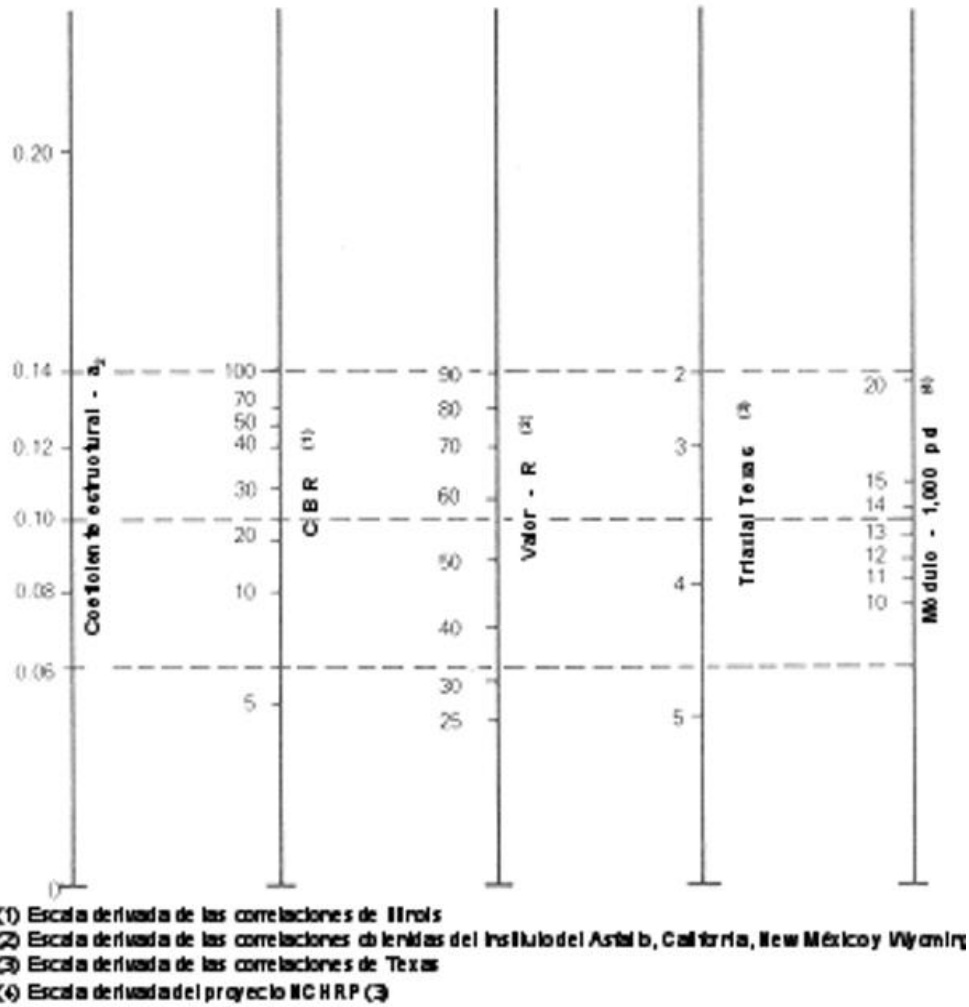


Figura 17. Variación en el coeficiente estructural de la capa subbase

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 1993

Cuadro 10

## Diseño del pavimento flexible

| <b>DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE</b>  |                |                  |                           |
|---|----------------|------------------|---------------------------|
| METODO AASHTO 1993  |                |                  |                           |
| REPARACIÓN DE CALZADA; EN EL (LA) JR. PAJATÉN CUADRA 03 Y 04 DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA DE SAN MARTÍN, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN                                    |                |                  |                           |
| <b>1. REQUISITOS DEL DISEÑO</b>   |                |                  |                           |
| a) Periodo de diseño en años (t):   |                |                  | 20                        |
| b) Numero de Ejes Equivalentes: Trafico W18   |                |                  | 5.13E+05                  |
| c) Índice de servicialidad inicial (pi):  |                |                  | 4.2                       |
| d) Índice de servicialidad final (pf):  |                |                  | 2.5                       |
| e) Índice de confianza (R%):  |                |                  | 95%                       |
| f) Desviación estándar normal (ZR):   |                |                  | -1.645                    |
| g) Error de combinación estándar (So):  |                |                  | 0.45                      |
| <b>2. PROPIEDADES DE MATERIALES</b>   |                |                  |                           |
| a) C.B.R. de la Base Granular (%):  |                |                  | 59 %                      |
| b) Modulo de Resiliencia de la Base Granular ( Mr ):  |                |                  | 34.733<br>ksi             |
| c) C.B.R. de la Sub Base Granular (%):  |                |                  | 49 %                      |
| d) Modulo de Resiliencia de la Sub Base Granular ( Mr ):  |                |                  | 30.840<br>ksi             |
| e) C.B.R. de la Sub Rasante (%):  |                |                  | 6.70 %                    |
| f) Modulo de Resiliencia (MR = 2555*(cbr) <sup>0.64</sup> ):  |                |                  | 8.631 ksi<br>8,631.00 psi |
| <b>3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que Log(W18) Nominal = Log(W18) Calculo)</b>  |                |                  |                           |
| $\log_{10} (W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} (\Delta PSI)}{8.07} + 2.32 \times \log_{10} (M_R) - 0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}$ |                |                  |                           |
| <b>SUB RASANTE</b>  |                |                  |                           |
| SN Requerido  | G <sub>t</sub> | Log(W18) NOMINAL | Log(W18) CALCULO          |
| 3.14  | -0.20091       | 5.71             | 5.71                      |
| <b>BASE</b>   |                |                  |                           |
| SN1 Requerido   | G <sub>t</sub> | Log(W18) NOMINAL | Log(W18) CALCULO          |
| 1.83  | -0.20091       | 5.71             | 5.71                      |
| <b>SUB BASE</b>   |                |                  |                           |
| SN2 Requerido   | G <sub>t</sub> | Log(W18) NOMINAL | Log(W18) CALCULO          |
| 1.92  | -0.20091       | 5.71             | 5.71                      |

| <b>3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO</b>  |                   |                     |                  |               |               |
|---|-------------------|---------------------|------------------|---------------|---------------|
| <b>a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA</b>  |                   | <b>CBR</b>          | <b>Del Abaco</b> |               |               |
| Concreto Asfáltico Convencional (a1):   |                   | Estandar            | 0.440            |               |               |
| Base Granular (a2)  |                   | 59 %                | 0.154            |               |               |
| Sub-Base (a3)   |                   | 49 %                | 0.180            |               |               |
| <b>b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA</b>  |                   |                     |                  |               |               |
| Base granular (m2)  |                   |                     | 1.00             |               |               |
| Subbase (m3)  |                   |                     | 1.00             |               |               |
| <b>4. CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO: (AASHTO: II-35)</b>   |                   |                     |                  |               |               |
| El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión: |                   |                     |                  |               |               |
| $SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$  |                   |                     |                  |               |               |
|   | D1                | D1 APROX.           | SN1*             | cm            |               |
|   | 4.13              | 2.00                | 0.88             | 5.00          |               |
|   | D2                | D2 APROX.           | SN2*             | cm            |               |
|   | 6.74              | 8.00                | 1.229158<br>65   | 20.00         |               |
|   | D3                | D3 APROX.           | SN3*             | cm            |               |
|   | 5.73              | 8.00                | 1.440231<br>69   | 20.00         |               |
| <b>ALTERNATI<br/>VA</b>   | <b>SNre<br/>q</b> | <b>SNres<br/>ul</b> | <b>D1(cm)</b>    | <b>D2(cm)</b> | <b>D3(cm)</b> |
| 1   | 3.14              | 3.49                | 5.00             | 20.00         | 20.00         |

Fuente: Datos propios del estudio

## 4.2. Discusión

### Estudio Topográfico

Para medir áreas de terreno, identificar líneas de contorno relacionadas y comprender cómo se presenta ahora el terreno, se utilizan principalmente estudios topográficos.

Para este proyecto se utilizaron herramientas modernas, como la Estación Total Marca Topcon, modelo CYGNUS 2LS, con memoria interna. Esto permitió la recolección automática de datos de campo, registrándolos en su memoria para evitar errores de transcripción y transmisión directa de los datos a la PC. Luego, los datos se procesaron para obtener las coordenadas (Norte, Este y elevación) de cada detalle relevado.

La recolección diaria de datos de campo se realizó mediante el software "Topcon Link" para transmitir todos los datos recolectados con equipos convencionales y guardados en cuadernos topográficos, así como los datos recolectados con la Estación Total Topcon y guardados en archivos magnéticos, según los términos de su Manejo adecuado.

El cálculo preciso de las alturas del terreno y las coordenadas en planimetría y altimetría requeridas para la representación precisa del terreno en planos topográficos a escalas adecuadas fue el objetivo principal del levantamiento topográfico.

El cálculo preciso de elevaciones y coordenadas del terreno en planimetría y altimetría requeridas para la representación precisa del terreno en planos topográficos a escalas adecuadas fue el objetivo principal del levantamiento topográfico.

Se usó GPS para señalar la ubicación de la parte que se estaba estudiando, y se usaron como referencia las coordenadas UTM del Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS-84).

La topografía del área de San Pedro es desordenada e irregular en el área metropolitana ya lo largo de las riberas del río Cumbaza.

### **Estudio de Suelos**

De acuerdo a los estándares establecidos por las Normas, se ha realizado el Estudio de Mecánica de Suelos; para ello se han realizado demostraciones IN SITU; la descripción del trabajo, análisis demostrativo y conclusiones se encuentran en el Estudio de Mecánica de Suelos que se adjunta.

La clasificación de Suelos según SUCS se realizó en base a los hallazgos de los experimentos de laboratorio. Adicionalmente, en base a los ejemplos obtenidos, se ha determinado la resistencia al método de compresión simple.

El área del proyecto está cubierta principalmente por (CL) Arcilla inorgánica de densidad media.

Se excavaron cinco (05) pozos de hasta 1,50 m de profundidad para elaborar el perfil estratigráfico del suelo.

Los pozos de prueba excavados no arrojaron índice de filtración (capa freática).

Los pozos de prueba excavados no arrojaron índice de filtración (capa freática).

Según el (SUCS), la mayoría de los suelos del área del proyecto pertenecen al tipo (CL) Arcilla inorgánica de plasticidad media.

En la preparación de los diseños de hormigón se siguieron las recomendaciones y directrices de la NORMA TÉCNICA DE LA EDIFICACIÓN E.060 HORMIGÓN ARMADO, y el muestreo y los ensayos de laboratorio se llevaron a cabo de acuerdo con los protocolos de ensayo especificados.

El agua que se utilizará provendrá del río Cumbaza, que atraviesa la localidad de San Pedro, así como de la infraestructura de la red pública.

### **Estudio de Impacto Ambiental**

Estamos en condiciones de ofrecer una descripción de los aspectos físicos, ecológicos y socioeconómicos del área de investigación gracias al desarrollo del Diagnóstico Ambiental.

Los siguientes son los efectos ambientales de los trabajos de construcción de pavimentos

Durante los trabajos de construcción del pavimento los impactos ambientales son los siguientes:

En áreas limitadas donde se construirán estructuras debido a la limpieza del terreno, no hay impacto directo sobre la vegetación (cobertura herbácea).

Movimientos de tierra: La excavación de zanjas dentro de las diversas estructuras y la remoción de material extra tienen un efecto directo sobre el terreno. La calidad del aire se verá afectada temporalmente por el polvo que se producirá durante las excavaciones planificadas.

La carpintería de madera no impacta el medio ambiente.

**Carpintería de madera:** No altera el medio ambiente.

La pintura de esmalte, el látex y los productos químicos volátiles a base de imprimación tienen un impacto a corto plazo en el aire.

El proyecto está destinado a ser utilizado durante 20 años; más allá de ese tiempo, si ocurre algún daño o deterioro estructural, debe ser renovado o cambiado para su uso previsto.

### **Estudio de Tráfico**

Se construyó una estación de conteo de tráfico en una de las calles a ser pavimentada durante una semana, de lunes a domingo, para realizar la investigación de tráfico mientras se contabilizaba el volumen de tráfico de ida y vuelta, y se calculó el volumen de tráfico diario.

Se presenta un estudio de tráfico que se llevó a cabo en el transcurso de siete días consecutivos (24 horas cada día), con personal trabajando en tres turnos de ocho horas cada uno. Los resultados obtenidos sirvieron para asegurar que el diseño del pavimento es apto para soportar las cargas de tráfico externo que provocan tensiones internas y deformaciones en las capas que lo componen. Este estudio nos permitió analizar el tráfico existente, el mismo que sirve para conocer la intensidad y densidad del tráfico. También pudimos clasificarlo según categorías de vehículos, como Livianos, Pesados y Autobuses.

### **Diseño de Pavimento Flexible**

El proyecto, se desarrolló en toda la extensión de los siguientes jirones:

- Jr. Pajatén Cuadra 03.
- Jr. Pajatén Cuadra 04.

Para el diseño del pavimento se empleó el método de la AASHTO, para lo cual se hizo un cálculo manual, usando Monogramas.

Se utilizó la norma EI ESTÁNDAR C.E. sirvió como el estándar principal en este esfuerzo de estudio. 010 PAVIMENTOS URBANOS, cuyo enfoque de diseño para pavimentos de concreto fue creado a partir de las pruebas viales de AASHTO, fueron autorizados por DECRETO SUPREMO N.º 001-2010-VIVIENDA del REGLAMENTO NACIONAL DE

EDIFICACIONES. La GUÍA AASHTO 1986 PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS tiene una descripción detallada de los supuestos y la técnica empleada en este método de diseño.

Los autos considerados para el diseño se apegan al Reglamento Nacional de Vehículos, los cuales fueron autorizados por Decreto Supremo N.º 058-2003-MTC.

Al pavimento rígido se le da un espesor de 20,00 cms mediante la técnica AASHTO, de acuerdo con el diseño.

## CONCLUSIONES

- Diariamente se realizó el control topográfico del campo utilizando: una Estación Total Topcon para el levantamiento Topográfico de la zona de estudio, un GPS Garmin 72 CSX, el programa computarizado AutoCAD Civil 3D 2018, la cual fue útil para procesar los datos recogidos de campo. Además, del programa computarizado AutoCAD 2018, que sirvió para la visualización de los diversos planos a convenientes escalas.
- El estrato que servirá de soporte al paquete estructural del pavimento flexible del proyecto de investigación, se clasifica como:
 

**Jr. Pajatén Cuadras 03 y 04**, el suelo predominante que servirá como base para la cimentación, es de tipo CL (arcilla inorgánica limosa de baja plasticidad color amarillento), por lo tanto, este tipo de suelo funcionará como sostén a los diversos componentes estructurales del proyecto.
- Se concluye que el espesor promedio para eliminar la primera capa de suelo afirmado + relleno + suelo orgánico) es 0.65 m. para el Jr. Pajatén Cuadras 03 y 04.

Cuadro 11

*Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos*

| Ubicación Jr. | Cal  | Muestra | Prof. MI. | Granulometría (%) |       |       | Límites de Attemberg (%) |       |      | C.H (%) | CLASIF, SUCS | CLASIF. AASHTO |
|---------------|------|---------|-----------|-------------------|-------|-------|--------------------------|-------|------|---------|--------------|----------------|
|               |      |         |           | Grava             | Arena | Finos | LL                       | LP    | IP   |         |              |                |
| Pajatén C 03  | C-01 | M - 02  | 0.60-1.50 | 0.05              | 44.46 | 55.49 | 26.11                    | 18.23 | 7.88 | 15.26   | CL           | A - 4 (2)      |
| Pajatén C 04  | C-02 | M - 02  | 0.70-1.50 | 0.00              | 42.89 | 57.11 | 28.98                    | 19.24 | 9,74 | 15.70   | CL           | A - 4 (3)      |

**CL:** Arcilla inorgánica de baja plasticidad de color amarillento, de consistencia semidura.

- No existe nivel freático en el área de estudio.

Los resultados para la región de investigación contienen CBR de 7,10% y 6,70%; estos valores, en promedio, sugieren una subrasante clasificada como "MEDIANA" porque es apta para su uso como suelo de cimentación y se considera de regular a buena calidad.

El terreno natural se tomó en consideración al diseñar el pavimento para sostener el tráfico, y será cubierto por el paquete estructural del pavimento, que consiste en lo siguiente:



Tabla 23

*Conformación del paquete estructural del pavimento*

| <b>Descripción</b>         | <b>Espesor</b> |
|----------------------------|----------------|
| Asfáltica                  | 0.05 – 0.07 m. |
| Base granular chancada     | 0.20 – 0.25 m. |
| Sub Base granular chancada | 0.20 – 0.25 m. |
| T. N. – Sub rasante        | .....m.        |

Fuente: Elaboración propia

### ➤ **Sub base granular**

El material granular utilizado para crear la capa base granular triturada se fabrica en un laboratorio de suelos y tiene la siguiente conformación:

Tabla 24

*Composición del material granular para la capa de sub base granular*

| <b>MATERIAL</b>                      | <b>CANTIDAD % (Volumen)</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Hormigón zarandeado del río Huallaga | 50 %                        |
| Piedra Chancada ¾" río Huallaga      | 10 %                        |
| Piedra chancada ½" río Huallaga      | 10 %                        |
| Arena triturada río Huallaga         | 10 %                        |
| Material ligante (suelo amarillento) | 20 %                        |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>100 %</b>                |

De acuerdo al cuadro, el material de Sub Base según clasificación SUCS, es de tipo GM-GC, grava limosa arcillosa de color marrón.

### ➤ **Base granular chancada**

El material granular para la capa de base granular chancada, está compuesto de una combinación en volumen, hecha en el laboratorio de suelos y consta de la siguiente conformación:

Tabla 25

*Composición del material granular para la capa de base granular chancada*

| <b>MATERIAL</b>                   | <b>CANTIDAD % (Volumen)</b> |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Piedra Chancada ¾" río Huallaga   | 20 %                        |
| Piedra chancada ½" río Huallaga   | 20 %                        |
| Piedra chancada 3/8" río Huallaga | 15 %                        |
| Arena triturada río Huallaga      | 25 %                        |
| Arena natural                     | 10 %                        |
| Material ligante                  | 10 %                        |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>100 %</b>                |

De acuerdo al cuadro, el material de Base Granular Chancada según clasificación SUCS, es de tipo GM Grava limosa, mezcla de grava, arena y limo de color marrón.

- En conclusión, el Diseño de Mezcla para las diferentes resistencias del concreto se muestra en los siguientes cuadros:

Cuadro 12

*Diseño de mezcla  $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$  Proporción en volumen*

| CEMENTO                   | ARENA | PIEDRA | AGUA | CANTIDAD | CEMENTO/m <sup>3</sup>   |
|---------------------------|-------|--------|------|----------|--------------------------|
| AGRE.PROP. p <sup>3</sup> | 1.00  | 1.50   | 2.80 | 22.60    | 8.71 Bol/ m <sup>3</sup> |
| AGRE.PROP. Baldes         | 1.00  | 3.23   | 4.20 | 22.60    | 8.71 Bol/m <sup>3</sup>  |
| AGRE.PROP. m <sup>3</sup> | 1.00  | 0.47   | 0.69 | 196.75   | 8.71 Bol/m <sup>3</sup>  |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13

*Diseño de mezcla  $f'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$  Proporción en volumen*

| CEMENTO                   | ARENA | PIEDRA | AGUA | CANTIDAD | CEMENTO/m <sup>3</sup>   |
|---------------------------|-------|--------|------|----------|--------------------------|
| AGRE.PROP. p <sup>3</sup> | 1.00  | 2.20   | 3.20 | 25.80    | 7.65 Bol/ m <sup>3</sup> |
| AGRE.PROP. Baldes         | 1.00  | 3.74   | 4.80 | 25.80    | 7.65 Bol/m <sup>3</sup>  |
| AGRE.PROP. m <sup>3</sup> | 1.00  | 0.48   | 0.69 | 197.29   | 7.65 Bol/m <sup>3</sup>  |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14

*Diseño de mezcla  $f'c= 140 \text{ Kg/cm}^2$  Proporción en volumen*

| CEMENTO                   | ARENA | PIEDRA | AGUA | CANTIDAD | CEMENTO/m <sup>3</sup>   |
|---------------------------|-------|--------|------|----------|--------------------------|
| AGRE.PROP. p <sup>3</sup> | 1.00  | 2.60   | 3.80 | 30.00    | 6.59 Bol/ m <sup>3</sup> |
| AGRE.PROP. Baldes         | 1.00  | 4.42   | 5.70 | 30.00    | 6.59 Bol/m <sup>3</sup>  |
| AGRE.PROP. m <sup>3</sup> | 1.00  | 0.49   | 0.71 | 197.65   | 6.59 Bol/m <sup>3</sup>  |

Fuente: Elaboración propia

Los espesores calculados son eficientes y se determinó para dos casos de índice de tráfico, determinándose que es relativo ya que difiere en las dos estaciones estudiadas, por lo que se procedió el diseño para dos casos.

La estructura queda definida por las capas que se presentan en el cuadro. Estas capas corresponden para el transcurso de tiempo de diseño de 20 años en este tipo de pavimentos.

Tabla 26

*Estructuras*

| Estructura   | Espesores<br>(Tiempo 10 años) |            |              |
|--------------|-------------------------------|------------|--------------|
|              | CBR                           | plg        | cm           |
| Carpeta      | -                             | 2"         | 5.00         |
| Base         | 59.00 %                       | 8"         | 20.00        |
| Sub-Base     | 49.00 %                       | 8"         | 20.00        |
| <b>Total</b> | -                             | <b>18"</b> | <b>45.00</b> |

Fuente: Elaboración propia

La capa correspondiente a la Superficie de Rodadura, tendrá un grosor de 5 cm., la base 20.00 cm y la sub- base será reforzada con 20.00 cm para efectos de impermeabilidad.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda eliminar la primera capa de suelo (afirmado + relleno +suelo orgánico): 0.65 m. para el Jr. Pajatén Cuadras 03 y 04.

Los rellenos de excavación deben depositarse en capas delgadas y compactarse cuidadosamente para garantizar una compactación uniforme en toda la capa.

Se recomienda que el tanto por ciento mínimos de compactación para la base y la base granular sea del 100 % y 95 %, respectivamente, de la densidad seca máxima de la prueba proctor modificada para la subrasante o terreno natural.

Los materiales son cruciales para la integridad estructural del paquete de pavimento, por lo que es importante tomar las precauciones necesarias para cumplir con los estándares considerados en este estudio.

Para el uso de los materiales en la fabricación del concreto hay que tomar en cuenta lo siguiente:

**Cemento:** Se debe tener cuidado al almacenar y manipular este componente de acuerdo con las prácticas recomendadas.

**Agua:** Toda el agua utilizada será potable, pero en el improbable caso de que no sea así, se debe verificar la acidez del agua y su composición química para asegurarse de que no haya contaminantes que puedan afectar el concreto.

**Agregado Fino:** Es importante mantener bajo control aquellos compuestos peligrosos e impedir la pérdida de finos por lavado por medios mecánicos o en su opuesto natural.

**Árido Grueso:** Dependiendo de las condiciones de la obra, será necesario gestionar un control granulométrico, así como la cantidad de finos y la presencia de algunos materiales peligrosos para el hormigón.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alva Hurtado, J. E.; "Dinámica de Suelos". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Sección de Postgrado. Lima – Perú (2,002).

Arias Bracho, Gerardo Enrique y Hernández Ortiz, Kevin Andres (2016), Corporación Universidad de la Costa Barranquilla, Colombia, en su tesis Evaluación de factores de equivalencia y sus efectos en la reducción de la vida útil en las estructuras de los pavimentos de la vía Barranquilla Ciénaga

Berry – Reid; "Mecánica de Suelos". Mc Graw Hill International. México.

Compendio Estadístico Departamental San Martín. Lima. 250pp.

Crespo Villalaz, C.; "Mecánica de Suelos y Cimentaciones". Editorial Limusa, sexta reimpresión de la cuarta edición. México (1,998).

De La Cruz Vega, S. A., & Paredes Cahuana, G. A. (2021). Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima. *Memoria. Investigaciones en Ingeniería*, 21. <https://doi.org/10.36561/ING.21.9>

Díaz Asencios Edgar, Espinoza Martínez Gustavo Alonso, (2020), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas en su tesis "Propuesta de diseño de pavimentos rígidos para subrasantes arenas limosas susceptibles a erosión en el proyecto Vía de Evitamiento del bajo Piura"

Fuentes Llaguno, Alfonso. Caminos I Editorial.

Guerra Bustamante, Cesar. Carreteras, Ferrocarriles, Canales. Localización y Diseño Geométrico. Editorial América 3era Edición. Lima - Perú. 1,997.

GUIA AASHTO PARA EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS 1986 (GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENTS STRUCTURES DE LA AASHTO 1986)

Guía para diseño de Pavimentos, AASHTO, 1993

Ing. Andrés David Mora Cano e Ing. Camilo Alberto Argüelles Saenz (2015) Universidad Católica de Colombia, en su tesis "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA

URBANIZACION CABALLERO Y GONGORA, MUNICIPIO DE HONDA –  
TOLIMA”

Instituto del Asfalto (MS-) 1,991

Instituto Nacional de Estadística e Informática, Censo 2007.

Juárez – Rico; "Mecánica de Suelos. Tomo 2. Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos". Editorial Limusa, decimonovena reimposición. México (2,000).

Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos

Manual para el Diseño de Carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.  
(R.M. N° 303-2008-MTC/02 del 04/04/2008)

Meléndez Tafur, José Carlos (2017), Universidad Nacional de San Martín, en su tesis  
Diseño del pavimento del tramo dv. Aeropuerto Pucallpa – altura del cementerio  
jardín del Buen Recuerdo, L=10.120 km., provincia Pucallpa, departamento  
Pucallpa, región Ucayali

Ministerio de Transportes Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Dirección General  
de Caminos, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG – 2001.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), “Especificaciones Técnicas de  
Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales”,

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Normas Peruanas para el Diseño de  
Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales, Lima Perú.

Navarro Amasifuén, Gerardo Manuel, (2014), UCV Universidad César Vallejo en su tesis  
DISEÑO DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICO EN EL CAMINO  
VECINAL COMPRENDIDO ENTRE EL CRUCE CARRETERA FERNANDO  
BELAUNDE TERRY KM 0+391.32 HASTA EL KM 6+200 LOCALIDAD DE  
BELLO HORIZONTE, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA  
DE SAN MARTIN 2014

NORMA C.E. 010 PAVIMENTOS URBANOS aprobado con DECRETO SUPREMO N°  
001-2010-VIVIENDA del REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

- Núñez Guevara, Yonel (2018), Universidad Nacional de Cajamarca, en su tesis Propuesta de Rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la Avenida Todos los Santos de la ciudad de Chota
- Párraga Requena, C. A., & Torres Trigoso, J. L. (2020). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas "Propuesta de concretos de alto desempeño con cementos puzolanicos para la construcción de pavimentos CRCP en ambientes agresivos".
- Ponce Torres, Juan Miguel, Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "NTE. E.030 – Diseño Sismorresistente". Norma legal. Lima – Perú (2,006).
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "NTE. E.050 – Suelos y Cimentaciones". Norma legal. Lima – Perú (2,006).
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "NTE. E.060 – Concreto Armado". Norma legal. Lima – Perú (2,006).
- Sánchez Morales, M. C., Pavón Marrero, D. M., & Tejeda Piusseaut, E. (2020). Propuesta de espesores mínimos de superficie y coeficientes de equivalencia de espesores para el diseño de pavimentos flexibles. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 14(1).  
<https://www.redalyc.org/journal/1939/193962633005/193962633005.pdf>
- Singh, A. K., & Sahoo, J. P. (2020). Analysis and design of two layered flexible pavement systems: A new mechanistic approach. *Computers and Geotechnics*, 117, 103238.  
<https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2019.103238>
- Valles Rodas, Raúl, Carretera, Calles y Aeropistas, Editorial Imprenta López - Perú 666, segunda edición, Caracas - Venezuela, 1954.
- Vega Pérrigo, Daniel Alonso (2018), Pontificia UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, en su tesis Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo Puerto de Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000).

Wang, H., Zhao, J., Hu, X., & Zhang, X. (2020). Flexible Pavement Response Analysis under Dynamic Loading at Different Vehicle Speeds and Pavement Surface Roughness Conditions. *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, 146(3), 04020040. <https://doi.org/10.1061/JPEODX.0000198>



# **ANEXOS**

**ANEXO N.º 01**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA METODOLÓGICA**

| Tipo y nivel de investigación   | Técnicas de recolección, procesamiento y presentación de datos  | Diseño de investigación  | Población, Muestra  | Instrumentos de recolección de datos  |
|---|---|--|---|---|
| <p><b>Tipo de investigación básica. - Básica</b><br/> <b>Nivel descriptivo. – Descriptivo</b></p> | <p><b>Técnicas para la recolección de datos.</b><br/> Análisis documental<br/> Observación directa</p> <p><b>Procesamiento de Datos</b><br/> Finalmente, los valores obtenidos y toda la información procesada en gabinete se ordenarán adecuadamente para poder formular el documento final.</p> <p><b>Presentación de Datos</b><br/> Los resultados de los ensayos de laboratorio, de los estudios realizados se presentarán de una forma ordenada, mediante hojas de memoria de cálculo justificando cada información adecuadamente.<br/> La presentación de Datos se hará de acuerdo al Diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO 93, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.</p> | <p><b>Diseño no experimental. -</b><br/> El diseño del presente estudio, es no experimental, porque establece que es la que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Lo que se realiza en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su forma natural, para después analizarlos.</p> | <p><b>Población</b><br/> La población de la presente investigación estuvo conformada por todos las Vías urbanas de la Región San Martín</p> <p><b>Muestra</b><br/> La muestra a estudiar en nuestra investigación estuvo comprendida por las Cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén de la localidad de La Banda de Shilcayo.</p> | <p>Los datos que serán recopilados en campo deberán ser sometidos a distintos tipos de Ensayos los cuales se llevarán a cabo en las instalaciones de los Laboratorios de la FICA de la Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto.</p> <p>Recolección de datos topográficos.<br/> Recolección de muestras de suelos.</p> <p>Recolección de datos obtenidos en laboratorio.</p> <p>Recolección y análisis de resultados.</p> |

**ANEXO N.º 02**  
**ESTUDIO DE SUELOS**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos  
 CIUDAD UNIVERSITARIA  
 Jr. Antares 3° Cuadra Teléfono 042-52-1402  
 MORALES - PERU



**CONSTANCIA DE INGRESO Y EJECUCION DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**EL QUE SUSCRIBE**

**Ing. M.Sc Enrique Napoleón Martínez Quiroz, Jefe del laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos.**

**HACE CONSTAR:**

*Que el Bachiller GILDER REATEGUI SAMAME ha ingresado y ha ejecutado ensayos de laboratorio las cuales son:*

*Contenido de Humedad Natural*

*Límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico)*

*Ensayo granulométrico por tamizado.*

*Ensayo Proctor Modificado, CBR*

**Ensayos para poder concluir con su Tesis Titulado: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO".**

*Se expide el presente a solicitud de los interesados.*

*Tarapoto 06 de diciembre del 2,022*





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119

TARAPOTO - PERU



**REALIZADO** BACHILLER GILDER REATEGUI SAMAME



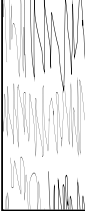

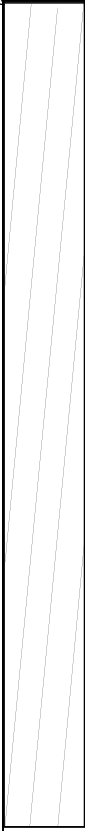
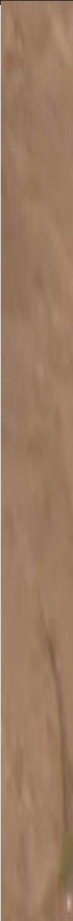
**TESIS** DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

**UBICACIÓN** DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA DE SAN MARTIN Y REGIÓN SAN MARTÍN

**FECHA** Noviembre del 2022

### CUADRO RESUMEN - CLASIFICACION FISICA Y MECANICA DE LO SUELOS

| CALICATA | Muestra | DESCRIPCION       | PROFUND.<br>MUESTRA<br>m. | RESULTADOS    |              |               |               |                     |           |         |              |             |                  |         |         |         |         |
|----------|---------|-------------------|---------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------------|-----------|---------|--------------|-------------|------------------|---------|---------|---------|---------|
|          |         |                   |                           | GRANULOMETRIA |              |               |               | PROPIEDADES INDICES |           |         | HUMEDAD      | PROCTOR     |                  | CBR     |         | CLASIF. | CLASIF. |
|          |         |                   |                           | MALLA<br># 4  | MALLA<br>#10 | MALLA<br># 40 | MALLA<br>#200 | L.L.<br>%           | L.P.<br>% | IP<br>% | NATURAL<br>% | O.C.H.<br>% | M.D.S.<br>gr/cm3 | 1"<br>% | 2"<br>% | SUCS    | AASHTO  |
| C-01     | II      | PAJATEN CUADRA 03 | 0.60-1.50                 | 99.78         | 99.47        | 92.59         | 55.48         | 26                  | 18        | 8       | 15.26        | 9.80        | 1.891            | 7.10    | 13.14   | CL      | A-4(2)  |
| C-02     | II      | PAJATEN CUADRA 04 | 0.70-1.50                 | 99.91         | 99.38        | 95.76         | 57.11         | 29                  | 19        | 10      | 15.70        | 10.20       | 1.90             | 6.70    | 11.68   | CL      | A-4(4)  |

|  <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</b><br>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA<br>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS<br>Teléfono 522544 -fax 521402 - Anexo 119<br>Tarapoto - Perú  |           |  |            |       |  |               |           |  |                       |         |      |
|--|-----------|--|------------|-------|--|---------------|-----------|--|-----------------------|---------|------|
| REGISTRO DE EXCAVACION   |           |  |            |       |  |               |           |  |                       |         |      |
| Ejecuta :  |           | BACHILLER GILDER REATEGUI SAMAME   |            |       |  |               | Elaboro : |  | BACHILLER             |         |      |
| TESIS :  |           | DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN  |            |       |  |               | Coord :   |  | N:9324140<br>E:295038 |         |      |
| Ubicación:   |           | DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  |            |       |  |               | Fecha :   |  | 28/11/2022            |         |      |
| Calicata N°  | C-01 M II | Nivel freático N.P.  | Prof. Exc. | 1.50  | (m)  | Cota As.      | 350.00    | (msnm)   | ESPESOR               | HUMEDAD | FOTO |
| Cota As. (m)   | Estrato   | Descripción del Estrato de suelo   |            |       |  | CLASIFICACION |           |  | (m)                   | (%)     |      |
|  |           |  | AASHTO     | SUCS  | SIMBOLO  |               |           |  |                       |         |      |
| 350.00   | I         | Suelo arcilloso color negro con olor característico, con presencia de raíces que se profundizan hasta los 0.30 m, suelo organico, con presencia de gravas hasta 2" de diámetro   | A-8        | CL-Pt |   | 0.60          | 9.65      |   |                       |         |      |
| 349.40   | II        | El suelo es una arcilla limosa inorgánica de mediana plasticidad, de color amarillo de consistencia dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión baja en condiciones saturadas, LL = 26% e IP = 8%, con presencia de finos de 55.48% de limos y arcillas y un % de arena de 44.30 del total de la muestra. | A-4(2)     | CL    |  | 0.90          | 15.26     |  |                       |         |      |
| 348.50   |           |  |            |       |  |               |           |  |                       |         |      |
| <b>OBSERVACIONES:</b> Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M., (registro sin escala)   |           |  |            |       |  |               |           |  |                       |         |      |



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

Localización de la Tesis: DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Ubicación: PAJATEN CUADRA 03  
 Descripción del Suelo: ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.60 -1.50 m  
 Identificación de la Muestra : C-01 M II Operador : BACH. G.R.S Calicata: C-01 M II Fecha: 28/11/2022

Tipo de Muestra : Alterada  No alterada  Remoldeada  Coordenadas Punto Muestreo: N:9324140 E:295038  
 Extracción de Muestra : Testistas  Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo Norma ASTM D2216-19

Método de Prueba : Método A método B X

| Número de laboratorio   | 1      |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| Contenedor/Número de tapa                                     | 1      | 2      | 3      |
| Masa del contenedor, g ( $M_c$ )                              | 109.50 | 109.65 | 109.32 |
| Contenedor + Masa de muestra húmeda, g ( $M_{cms}$ )          | 509.65 | 509.85 | 509.45 |
| Masa inicial de la muestra seca + Contenedor, g               | 456.65 | 456.82 | 456.46 |
| Contenedor secundario Masa de muestra seca, g                 | 456.68 | 456.86 | 456.50 |
| Recipiente final Masa de muestra seca, g $M_{c ds}$           | 456.68 | 456.86 | 456.50 |
| Masa de agua, g, $M_w = M_{cms} - M_{c ds}$                   | 52.97  | 52.99  | 52.95  |
| Masa de sólidos, g, $M_s = M_{c ds} - M_c$                    | 347.18 | 347.21 | 347.18 |
| Contenido de agua, %, $w = (M_w/M_s) \times 100$              | 15.26  | 15.26  | 15.25  |
| Promedio de contenido de humedad, %                           | 15.26  |        |        |
| Simbolo de grupo de clasificación de suelo unificado (visual) | CL     | CL     | CL     |
| Tamaño de partícula máximo aproximado (visual)                | -      | -      | -      |
| Temperatura del horno si es diferente a $110 \pm 5^\circ C$   | -      | -      | -      |

Observaciones :

Tipo de Muestra : Alterada  No alterada  Remoldeada   
 Extracción de Muestra : Cliente  Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas solidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131)

|  |            |  |
|--|------------|--|
| Picnómetro N°  |            |  |
| VOL. DEL FRASCO A $20^\circ C$ .                       |            |  |
| Método de remoción del aire                            |            |  |
| Peso del picnómetro + agua + suelo                     |            |  |
| Temperatura $^\circ C$                                 |            |  |
| Peso del picnómetro + agua grs.                        |            |  |
| Plato Evaporado N°                                     | <b>N.R</b> |  |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs.             |            |  |
| Peso del suelo seco grs.                               |            |  |
| Volumen de solidos $cm^3$                              |            |  |
| Peso esp.rel. de las part. solidas del suelo $gr/cm^3$ |            |  |
| Densidad del agua a la $T^\circ$ del ensayo $gr/cm^3$  |            |  |
| Factor de Corrección                                   |            |  |
| Gravedad Especifica sin corrección                     |            |  |
| Gravedad Especifica aparente a $20^\circ C$            |            |  |
| PROMEDIO Gs  |            |  |





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**Tesis :** DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

**Localización de la Tesis:** DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

**Descripción del Suelo:** ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.60 -1.50 m

**Identificación de la Muestra :** C-01 M II Operador : BACH. G.R.S Calicata: C-01 M II Fecha: 28/11/2022

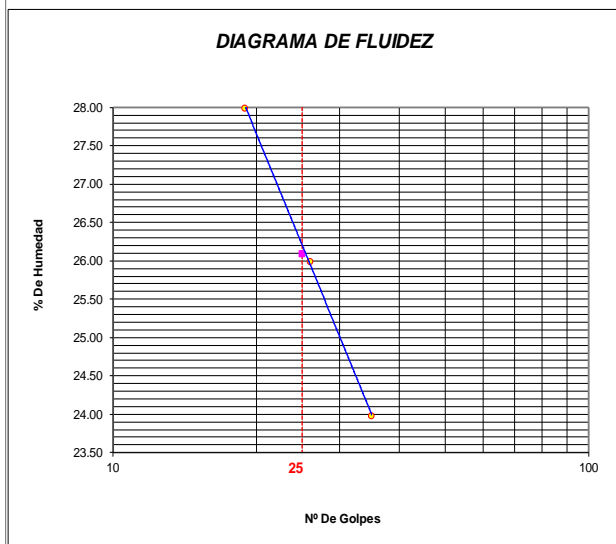
**Tipo de Muestra :** Alterada  No alterada  Remoldeada  **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9324140 E:295038

**Extracción de Muestra :** Testistas  Técnico UNSM

### METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

#### Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

| Recipiente N°                           | 1            | 2            | 3            |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Peso del recipiente grs.                | 20.36        | 20.49        | 20.50        |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 44.60        | 44.68        | 44.70        |
| Peso del suelo seco + recipiente grs.   | 39.30        | 39.69        | 40.02        |
| Peso del agua grs.                      | 5.30         | 4.99         | 4.68         |
| Peso del suelo seco grs.                | 18.94        | 19.20        | 19.52        |
| Contenido de Humedad %                  | <b>27.98</b> | <b>25.99</b> | <b>23.98</b> |
| Numero de Golpes                        | <b>19</b>    | <b>26</b>    | <b>35</b>    |



|                              |    |
|------------------------------|----|
| Límite Líquido (%)           | 26 |
| Límite Plástico (%)          | 18 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 8  |

#### Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)

| Recipiente N°                           | 4     | 5     |
|---|-------|-------|
| Peso del recipiente grs.                | 20.66 | 20.67 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 29.51 | 29.57 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs.   | 28.13 | 28.18 |
| Peso del agua grs.                      | 1.38  | 1.39  |
| Peso del suelo seco grs.                | 7.47  | 7.51  |
| Contenido de humedad                    | 18.47 | 18.51 |
| Promedio del contenido de humedad LP    | 18.49 |       |



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128**

**A.- DATOS GENERALES**

Tesis : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

Localización de la Tesis : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.60 -1.50 m

Hecho Por : BACH. G.R.S Calicata: C-01 M II

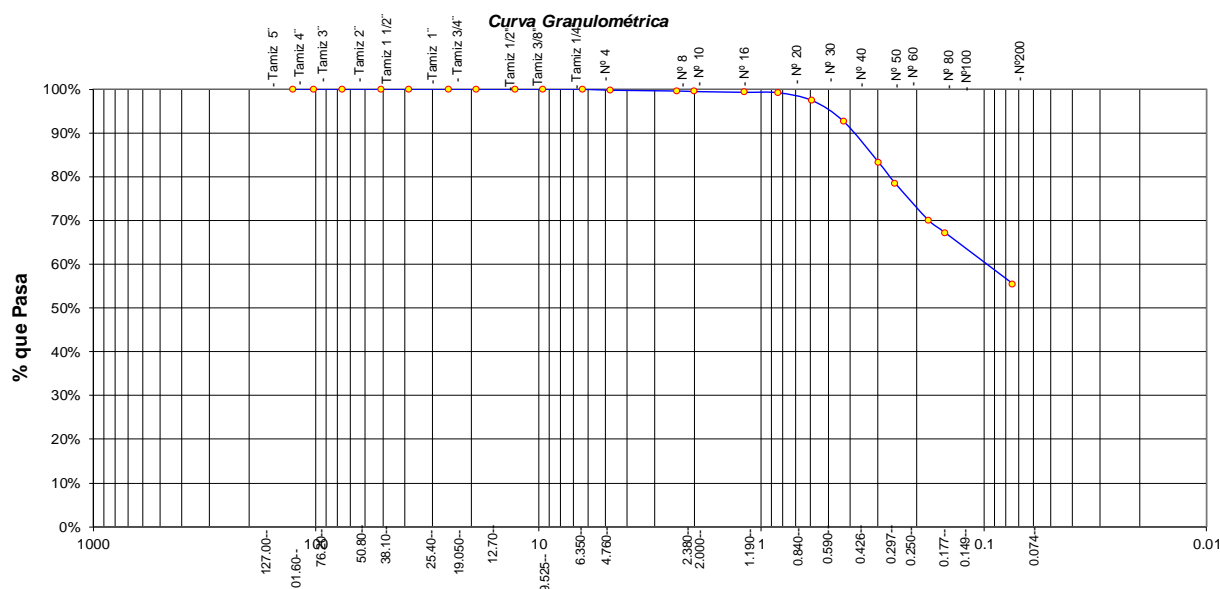
Tipo de Muestra : Alterada  No alterada  Remoldeada

Extracción de Muestra : Tesistas  Técnico UNSM  Coordenadas UTM : N:9324140 E:295038

**B.- DATOS TECNICOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P. 339.128**

| Tamices      |        | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS |        |
|--------------|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------|--|--------|
| Ø            | (mm)   |               |                    |                      |            |  |        |
| Tamiz 5"     | 127.00 |               |                    |                      |            | Numero del recipiente :                | 1      |
| Tamiz 4"     | 101.60 |               |                    |                      |            | Peso del recipiente :                  | 110    |
| Tamiz 3"     | 76.20  |               |                    |                      |            | Peso del recipiente + suelo seco :     | 310    |
| Tamiz 2"     | 50.80  |               |                    |                      |            | Peso del suelo seco antes del lavado : | 200    |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10  |               |                    |                      |            | <b>Resultados Obtenidos:</b>           |        |
| Tamiz 1"     | 25.40  |               |                    |                      |            | Contenido de humedad natural =         | 15.26  |
| Tamiz 3/4"   | 19.050 |               |                    |                      |            | Limite Liquido =                       | 26     |
| Tamiz 1/2"   | 12.700 |               |                    |                      |            | Limite Plástico =                      | 18     |
| Tamiz 3/8"   | 9.525  |               |                    |                      | 100.00%    | Índice Plástico =                      | 8      |
| Tamiz 1/4"   | 6.350  |               |                    | 0.00%                | 100.00%    | Grava =                                | 0.23%  |
| Nº 4         | 4.760  | 0.45          | 0.23%              | 0.23%                | 99.78%     | Arena =                                | 44.30% |
| Nº 8         | 2.380  | 0.36          | 0.18%              | 0.41%                | 99.60%     | Limos y arcillas =                     | 55.48% |
| Nº 10        | 2.000  | 0.25          | 0.13%              | 0.53%                | 99.47%     | <b>Porcentajes que pasan :</b>         |        |
| Nº 16        | 1.190  | 0.35          | 0.18%              | 0.71%                | 99.30%     | % Pasa el Tamiz Nº 4                   | 99.78% |
| Nº 20        | 0.840  | 0.21          | 0.11%              | 0.81%                | 99.19%     | % Pasa el Tamiz Nº 10                  | 99.47% |
| Nº 30        | 0.590  | 3.60          | 1.80%              | 2.61%                | 97.39%     | % Pasa el Tamiz Nº 40                  | 92.59% |
| Nº 40        | 0.426  | 9.60          | 4.80%              | 7.41%                | 92.59%     | % Pasa el Tamiz Nº 200                 | 55.48% |
| Nº 50        | 0.297  | 18.65         | 9.33%              | 16.74%               | 83.27%     | D <sub>60</sub> :                      |        |
| Nº 60        | 0.250  | 9.60          | 4.80%              | 21.54%               | 78.47%     | D <sub>30</sub> :                      |        |
| Nº 80        | 0.177  | 16.98         | 8.49%              | 30.03%               | 69.98%     | D <sub>10</sub> :                      |        |
| Nº 100       | 0.149  | 5.65          | 2.83%              | 32.85%               | 67.15%     | Cc (Coeficiente de curvatura) :        |        |
| Nº 200       | 0.074  | 23.35         | 11.68%             | 44.53%               | 55.48%     | Cu (Coeficiente de Uniformidad) :      |        |
| Fondo        | 0.01   | 110.95        | 55.48%             | 100.00%              | 0.00%      | Clasificación S.U.C.S.                 | CL     |
| TOTAL        |        | 200.00        |                    |                      |            | Clasificación AASHTO                   | A-4(2) |





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 522544 -fax 521402 - Anexo 119

Tarapoto - Perú



## REGISTRO DE EXCAVACION

|                    |           |  |               |       |         |                  |         |                  |     |
|--------------------|-----------|--|---------------|-------|---------|------------------|---------|------------------|-----|
| <b>Ejecuta :</b>   |           | <b>BACHILLER GILDER REATEGUI SAMAME</b>  |               |       |         | <b>Elabora :</b> |         | <b>BACHILLER</b> |     |
| <b>TESIS :</b>     |           | DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN  |               |       |         | <b>Coord :</b>   |         | N:9324062        |     |
|                    |           |  |               |       |         |                  |         | E:295062         |     |
| <b>Ubicación:</b>  |           | DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  |               |       |         | <b>Fecha :</b>   |         | 28/11/2022       |     |
| <b>Calicata N°</b> | C-02 M II | Nivel freático N.P.  | Prof. Exc.    | 1.50  | (m)     | <b>Cota As.</b>  | 350.00  | (msnm)           |     |
| <b>Cota As.</b>    | Estrato   | Descripción del Estrato de suelo   | CLASIFICACION |       |         | ESPESOR          | HUMEDAD | FOTO             |     |
| (m)                |           |  | AASHTO        | SUCS  | SIMBOLO |                  |         |                  | (m) |
| 350.00             | I         | Suelo arcilloso color negro con olor característico, con presencia de raíces que se profundizan hasta los 0.50 m, suelo organico, con presencia de gravas hasta 2" de diámetro   | A-8           | CL-Pt |         | 0.70             | 8.52    |                  |     |
| 349.30             | II        | El suelo es una arcilla limosa inorgánica de mediana plasticidad, de color amarillo de consistencia dura, con resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión baja en condiciones saturadas, LL = 29% e IP = 10%, con presencia de finos de 57.11% de limos y arcillas y un % de arena de 42.80 del total de la muestra | A-4(3)        | CL    |         | 0.80             | 15.70   |                  |     |
| 348.50             |           |  |               |       |         |                  |         |                  |     |

**OBSERVACIONES:** Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**Tesis :** DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

**Localización de la Tesis:** DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

**Ubicación:** PAJATEN CUADRA 04

**Descripción del Suelo:** ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD

**Profundidad de la Muestra:** 0.70 -1.50 m

**Identificación de la Muestra :** C-02 M II

**Operador :** BACH. G.R.S

**Calicata:** C-02 M II

**Fecha:** 28/11/2022

**Tipo de Muestra :** Alterada  No alterada  Remoldeada

**Coordenadas Punto Muestreo:** N:9324062 E:295062

**Extracción de Muestra :** Testistas  Técnico UNSM

**Determinación del contenido de humedad de un suelo Norma ASTM D2216-19**

**Método de Prueba :** **Método A**  **método B**

| Número de laboratorio   | 1      |        |        |
|---|--------|--------|--------|
|   | 4      | 5      | 6      |
| Contenedor/Número de tapa   |        |        |        |
| Masa del contenedor, g ( $M_c$ )                                  | 100.56 | 100.26 | 100.31 |
| Contenedor + Masa de muestra húmeda, g ( $M_{cms}$ )              | 500.85 | 500.26 | 500.72 |
| Masa inicial de la muestra seca + Contenedor, g                   | 446.47 | 445.95 | 446.36 |
| Contenedor secundario Masa de muestra seca, g                     | 446.50 | 445.98 | 446.38 |
| Recipiente final Masa de muestra seca, g $M_{cds}$                | 446.50 | 445.98 | 446.38 |
| Masa de agua, g, $M_w = M_{cms} - M_{cds}$                        | 54.35  | 54.28  | 54.34  |
| Masa de sólidos, g, $M_s = M_{cds} - M_c$                         | 345.94 | 345.72 | 346.07 |
| Contenido de agua, %, $w = (M_w/M_s) \times 100$                  | 15.71  | 15.70  | 15.70  |
| Promedio de contenido de humedad, %                               | 15.70  |        |        |
| Símbolo de grupo de clasificación de suelo unificado (visual)     | CL     | CL     | CL     |
| Tamaño de partícula máximo aproximado (visual)                    | -      | -      | -      |
| Temperatura del horno si es diferente a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ | -      | -      | -      |

**Observaciones :**

**Tipo de Muestra :** Alterada  No alterada  Remoldeada

**Extracción de Muestra :** Cliente  Técnico UNSM

**Determinación del peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131)**

|  |            |  |
|--|------------|--|
| Picnómetro N°  |            |  |
| VOL. DEL FRASCO A 20° C.   |            |  |
| Método de remoción del aire  |            |  |
| Peso del picnómetro + agua + suelo                                   |            |  |
| Temperatura °C   |            |  |
| Peso del picnómetro + agua grs.                                      |            |  |
| Plato Evaporado N°   | <b>N.R</b> |  |
| Peso del Plato evaporado + suelo seco grs.                           |            |  |
| Peso del suelo seco grs.   |            |  |
| Volumen de sólidos $\text{cm}^3$                                     |            |  |
| Peso esp.rel. de las part. sólidas del suelo $\text{gr}/\text{cm}^3$ |            |  |
| Densidad del agua a la T° del ensayo $\text{gr}/\text{cm}^3$         |            |  |
| Factor de Corrección   |            |  |
| Gravedad Especifica sin corrección                                   |            |  |
| Gravedad Especifica aparente a 20°C                                  |            |  |
| PROMEDIO Gs  |            |  |



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**Tesis :** DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

**Localización de la Tesis:** DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

**Descripción del Suelo:** ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.70 -1.50 m

**Identificación de la Muestra :** C-02 M II Operador : BACH. G.R.S Calicata: C-02 M II Fecha: 28/11/2022

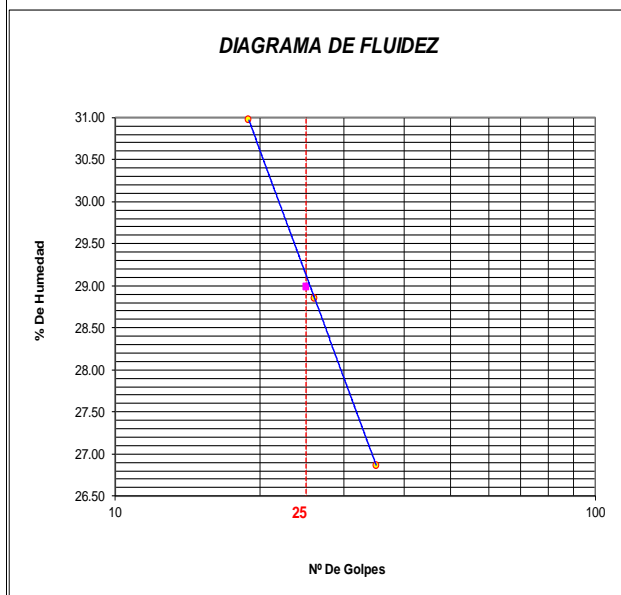
**Tipo de Muestra :** Alterada  No alterada  Remoldeada  **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9324062 E:295062

**Extracción de Muestra :** Testistas  Técnico UNSM

### METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

#### Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

| Recipiente N°                           | 6            | 7            | 8            |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Peso del recipiente grs.                | 20.51        | 20.44        | 20.58        |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 44.53        | 44.02        | 44.19        |
| Peso del suelo seco + recipiente grs.   | 38.85        | 38.74        | 39.19        |
| Peso del agua grs.                      | 5.68         | 5.28         | 5.00         |
| Peso del suelo seco grs.                | 18.34        | 18.30        | 18.61        |
| Contenido de Humedad %                  | <b>30.97</b> | <b>28.85</b> | <b>26.87</b> |
| Numero de Golpes                        | <b>19</b>    | <b>26</b>    | <b>35</b>    |



|                              |    |
|------------------------------|----|
| Límite Líquido (%)           | 29 |
| Límite Plástico (%)          | 19 |
| Índice de Plasticidad Ip (%) | 10 |

#### Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)

| Recipiente N°                           | 9     | 10    |
|---|-------|-------|
| Peso del recipiente grs.                | 20.56 | 20.60 |
| Peso del suelo húmedo + recipiente grs. | 28.60 | 28.90 |
| Peso del suelo seco + recipiente grs.   | 27.30 | 27.56 |
| Peso del agua grs.                      | 1.30  | 1.34  |
| Peso del suelo seco grs.                | 6.74  | 6.96  |
| Contenido de humedad                    | 19.29 | 19.25 |
| Promedio del contenido de humedad LP    | 19.27 |       |



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 339.128**

**A.- DATOS GENERALES**

**Tesis :** DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

**Localización de la Tesis :** DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

**Descripción del Suelo:** ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.70 -1.50 m

**Hecho Por :** BACH. G.R.S Calicata: C-02 M II

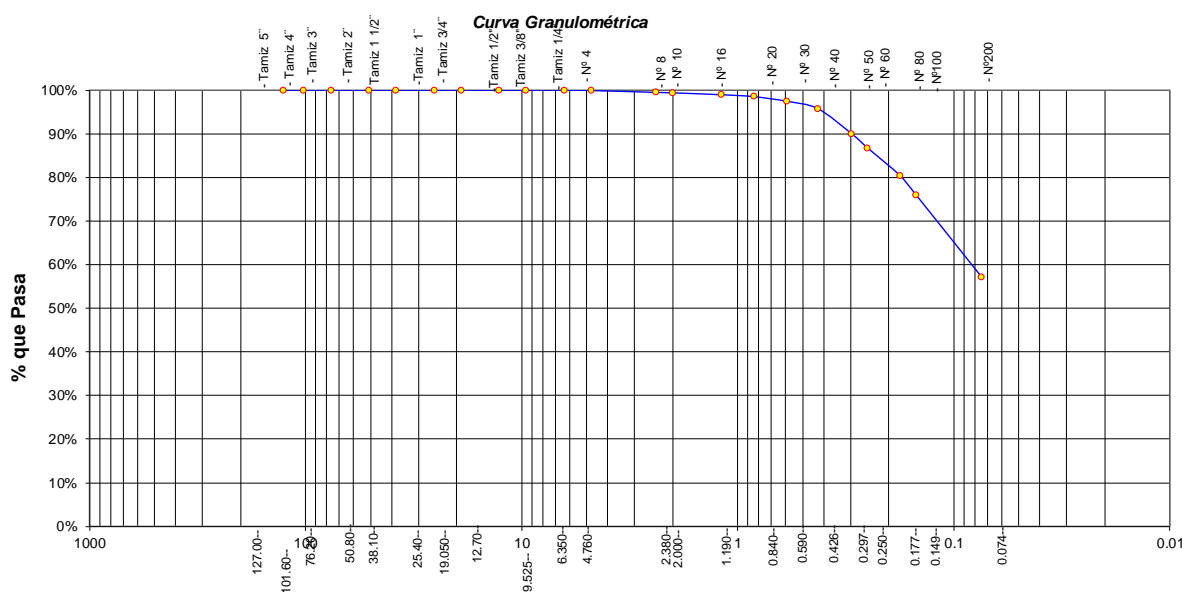
**Tipo de Muestra :** Alterada  No alterada  Remoldeada

**Extracción de Muestra :** Tesistas  Técnico UNSM  Coordenadas UTM : N:9324062 E:295062

**B.- DATOS TECNICOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P. 339.128**

| Tamices      |               | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS |               |
|--------------|---------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|--|---------------|
| Ø            | (mm)          |               |                    |                      |            |  |               |
| Tamiz 5"     | 127.00        |               |                    |                      |            | Numero del recipiente :                | 2             |
| Tamiz 4"     | 101.60        |               |                    |                      |            | Peso del recipiente :                  | 100           |
| Tamiz 3"     | 76.20         |               |                    |                      |            | Peso del recipiente + suelo seco :     | 300           |
| Tamiz 2"     | 50.80         |               |                    |                      |            | Peso del suelo seco antes del lavado : | 200           |
| Tamiz 1 1/2" | 38.10         |               |                    |                      |            | <b>Resultados Obtenidos:</b>           |               |
| Tamiz 1"     | 25.40         |               |                    |                      |            | Contenido de humedad natural =         | 15.70         |
| Tamiz 3/4"   | 19.050        |               |                    |                      |            | Limite Liquido =                       | 29            |
| Tamiz 1/2"   | 12.700        |               |                    |                      |            | Limite Plástico =                      | 19            |
| Tamiz 3/8"   | 9.525         |               |                    |                      |            | Índice Plástico =                      | 10            |
| Tamiz 1/4"   | 6.350         |               |                    |                      | 100.00%    | Grava =                                | 0.09%         |
| Nº 4         | 4.760         | 0.18          | 0.09%              | 0.09%                | 99.91%     | Arena =                                | 42.80%        |
| Nº 8         | 2.380         | 0.86          | 0.43%              | 0.52%                | 99.48%     | Limos y arcillas =                     | 57.11%        |
| Nº 10        | 2.000         | 0.21          | 0.11%              | 0.63%                | 99.38%     | <b>Porcentajes que pasan :</b>         |               |
| Nº 16        | 1.190         | 0.86          | 0.43%              | 1.06%                | 98.95%     | % Pasa el Tamiz Nº 4                   | 99.91%        |
| Nº 20        | 0.840         | 0.89          | 0.45%              | 1.50%                | 98.50%     | % Pasa el Tamiz Nº 10                  | 99.38%        |
| Nº 30        | 0.590         | 2.16          | 1.08%              | 2.58%                | 97.42%     | % Pasa el Tamiz Nº 40                  | 95.76%        |
| Nº 40        | 0.426         | 3.32          | 1.66%              | 4.24%                | 95.76%     | % Pasa el Tamiz Nº 200                 | 57.11%        |
| Nº 50        | 0.297         | 11.50         | 5.75%              | 9.99%                | 90.01%     | D <sub>60</sub> :                      |               |
| Nº 60        | 0.250         | 6.56          | 3.28%              | 13.27%               | 86.73%     | D <sub>30</sub> :                      |               |
| Nº 80        | 0.177         | 12.65         | 6.33%              | 19.60%               | 80.41%     | D <sub>10</sub> :                      |               |
| Nº 100       | 0.149         | 8.95          | 4.48%              | 24.07%               | 75.93%     | Cc (Coeficiente de curvatura) :        |               |
| Nº 200       | 0.074         | 37.64         | 18.82%             | 42.89%               | 57.11%     | Cu (Coeficiente de Uniformidad) :      |               |
| Fondo        | 0.01          | 114.22        | 57.11%             | 100.00%              | 0.00%      | <b>Clasificación S.U.C.S.</b>          | <b>CL</b>     |
| <b>TOTAL</b> | <b>200.00</b> |               |                    |                      |            | <b>Clasificación AASHTO</b>            | <b>A-4(3)</b> |





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU



Tesis : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

Ubicación Tesis: DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Jirón : PAJATEN CUADRA 03  
 Descripción del Suelo: ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.60 - 1.50 m Calicata: C-01 M II  
 Hecho Por : BACHILLER GILDER REATEGUI SAMAME Fecha: 28/11/2022

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
 Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60  
Sobrecarga: 10 Lbs.

**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

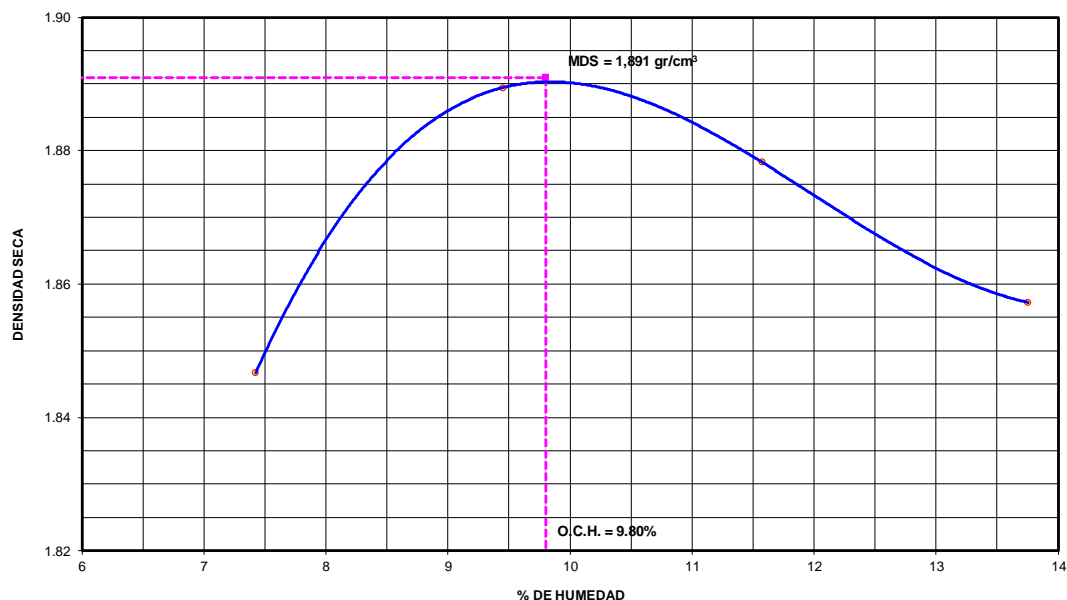
**Determinación del contenido de Humedad**

| MUESTRA Nº                         | 1.00   | 2.00   | 3.00   | 4.00   | 5.00   | 6.00   | 7.00   | 8.00   |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs)               | 55.25  | 55.61  | 55.28  | 55.52  | 55.57  | 55.62  | 55.85  | 55.52  |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA      | 155.68 | 155.55 | 155.57 | 155.52 | 155.65 | 155.80 | 155.92 | 155.75 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 148.78 | 148.60 | 146.95 | 146.85 | 145.30 | 145.37 | 143.90 | 143.55 |
| PESO DEL AGUA (grs)                | 6.90   | 6.95   | 8.62   | 8.67   | 10.35  | 10.43  | 12.02  | 12.20  |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs)       | 93.5   | 93.0   | 91.7   | 91.3   | 89.7   | 89.8   | 88.1   | 88.0   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)         | 7.38   | 7.47   | 9.40   | 9.49   | 11.53  | 11.62  | 13.65  | 13.86  |
| % PROMEDIO                         | 7.43   |        | 9.45   |        | 11.58  |        | 13.76  |        |

**Determinación de la Densidad**

|                            |         |         |         |         |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD %     | 7.43    | 9.45    | 11.58   | 13.76   |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6002.00 | 6195.00 | 6220.00 | 6158.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs)       | 4140.00 | 4254.00 | 4253.00 | 4175.00 |
| PESO DEL SUELO (grs)       | 1862    | 1941    | 1967    | 1983    |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)  | 1.98    | 2.07    | 2.10    | 2.11    |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3)    | 1.85    | 1.89    | 1.88    | 1.86    |
| Densidad Máxima (grs/cm3)  |         |         |         | 1.891   |
| Humedad Óptima%            |         |         |         | 9.80    |

**COMPACTACION**





## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119

MORALES - PERU



Tesis :     DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN    

Localización de la Tesis:     DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN     Jirón:     PAJATEN CUADRA 03    

Descripción del Suelo:     ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD     Profundidad de la Muestra:     0.60 -1.50 m     Calicata:     C-01 M II    

Hecho Por :     BACHILLER GILDER REATEGUI SAMAME     Fecha:     28/11/2022    

Nº Golpes / capa:     25     Nº Capas:     5     Peso del Martillo:     10 Lbs.    

Dimensiones del Molde     Diametro: 15.2     Altura:     11.7     Vol.     2123.068    

    Sobrecarga: 10 Lbs.    

Calib:     1.991882    

**VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883**

### Determinación del contenido de Humedad

| MUESTRA Nº / Nº GOLPES              | 1      |        | 2      |        | 3      |        |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs)                | 55.26  | 55.45  | 55.62  | 55.82  | 55.67  | 55.37  |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.35 | 156.37 | 156.59 | 156.54 | 156.58 | 156.82 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)  | 147.33 | 147.36 | 147.55 | 147.58 | 147.58 | 147.76 |
| PESO DEL AGUA (grs)                 | 9.02   | 9.01   | 9.04   | 8.96   | 9.00   | 9.06   |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs)        | 92.07  | 91.91  | 91.93  | 91.76  | 91.91  | 92.39  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD %              | 9.80   | 9.80   | 9.83   | 9.76   | 9.79   | 9.81   |
| <b>% PROMEDIO</b>                   | 9.80   |        | 9.80   |        | 9.80   |        |

### Determinación de la Densidad

| CONTENIDO DE HUMEDAD %     | 9.80     | 9.80     | 9.80     |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 11500.00 | 11360.00 | 11190.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs)       | 7092.00  | 7092.00  | 7092.00  |
| PESO DEL SUELO (grs)       | 4408.00  | 4268.00  | 4098.00  |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)  | 2.08     | 2.01     | 1.93     |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3)    | 1.891    | 1.831    | 1.758    |

### EXPANSIÓN


| FECHA      | HORA     | TIEMPO | Nº GOLPES 56 |           |      | Nº GOLPES 25 |           |      | Nº GOLPES 13 |           |      | m.m.M |
|------------|----------|--------|--------------|-----------|------|--------------|-----------|------|--------------|-----------|------|-------|
|            |          |        | Lec          | EXPANSIÓN |      | Lec          | EXPANSIÓN |      | Lec          | EXPANSIÓN |      |       |
|            |          |        |              | Dial      | m.m  |              | %         | Dial |              | m.m       | %    |       |
| 25/11/2022 | 06:22:00 | 0      | 128.0        | 0.00      | 0.00 | 155.0        | 0.00      | 0.00 | 201.0        | 0.00      | 0.00 | 117   |
| 26/11/2022 | 06:22:00 | 24     | 130.8        | 2.80      | 2.39 | 158.5        | 3.50      | 2.99 | 203.8        | 2.80      | 2.39 | 117   |
| 27/11/2022 | 06:22:00 | 48     | 131.8        | 3.80      | 3.25 | 159.0        | 4.00      | 3.42 | 204.9        | 3.90      | 3.33 | 117   |
| 28/11/2022 | 06:22:00 | 72     | 131.9        | 3.92      | 3.35 | 159.5        | 4.50      | 3.85 | 205.7        | 4.70      | 4.02 | 117   |
| 29/11/2022 | 06:22:00 | 96     | 132.5        | 4.50      | 3.85 | 160.0        | 5.00      | 4.27 | 206.5        | 5.50      | 4.70 | 117   |

### PENETRACIÓN


| Penetración en pulgadas | Molde Nº 56 |         |            |           | Molde Nº 25 |        |            |           | Molde Nº 13 |        |            |           |
|-------------------------|-------------|---------|------------|-----------|-------------|--------|------------|-----------|-------------|--------|------------|-----------|
|                         | Lec         | Dial    | CORRECCIÓN |           | Lec         | Dial   | CORRECCIÓN |           | Lec         | Dial   | CORRECCIÓN |           |
|                         |             |         | Lbs        | Lbs/Pulg2 |             |        | Lbs        | Lbs/Pulg2 |             |        | Lbs        | Lbs/Pulg2 |
| 0.000                   | 0           | 0.00    | 0.00       |           | 0           | 0.00   | 0.00       |           | 0           | 0.00   | 0.00       |           |
| 0.025                   | 55          | 110.28  | 36.76      |           | 38          | 74.96  | 24.99      |           | 15          | 29.15  | 9.72       |           |
| 0.050                   | 105         | 209.88  | 69.96      |           | 72          | 142.68 | 47.56      |           | 27          | 53.05  | 17.68      |           |
| 0.075                   | 160         | 319.43  | 106.48     |           | 106         | 210.41 | 70.14      |           | 55          | 108.82 | 36.27      |           |
| 0.100                   | 198         | 394.13  | 131.38     | 13.14     | 143         | 284.75 | 94.92      | 9.49      | 72          | 142.49 | 47.50      | 4.75      |
| 0.150                   | 265         | 528.58  | 176.19     |           | 190         | 377.73 | 125.91     |           | 100         | 198.46 | 66.15      |           |
| 0.200                   | 342         | 681.95  | 227.32     | 15.15     | 255         | 507.20 | 169.07     | 11.27     | 128         | 254.23 | 84.74      | 5.65      |
| 0.250                   | 405         | 807.44  | 269.15     |           | 302         | 600.82 | 200.27     |           | 140         | 278.13 | 92.71      |           |
| 0.300                   | 449         | 895.09  | 298.36     |           | 328         | 652.61 | 217.54     |           | 155         | 308.01 | 102.67     |           |
| 0.400                   | 506         | 1008.62 | 336.21     |           | 365         | 726.31 | 242.10     |           | 175         | 347.85 | 115.95     |           |
| 0.500                   | 524         | 1044.48 | 348.16     |           | 370         | 736.27 | 245.42     |           | 173         | 343.86 | 114.62     |           |

**Observación :** Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU

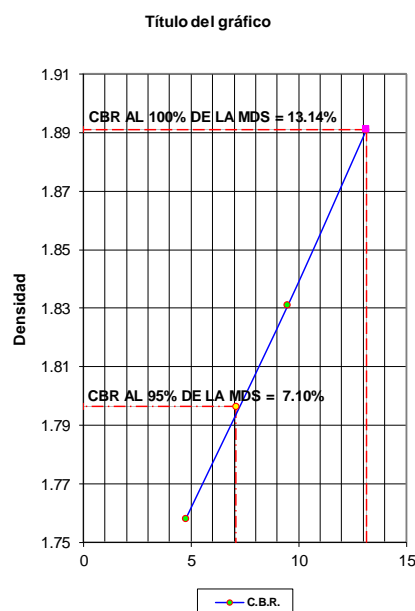
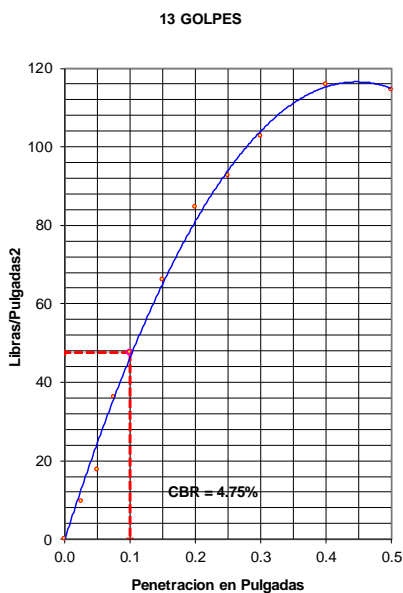
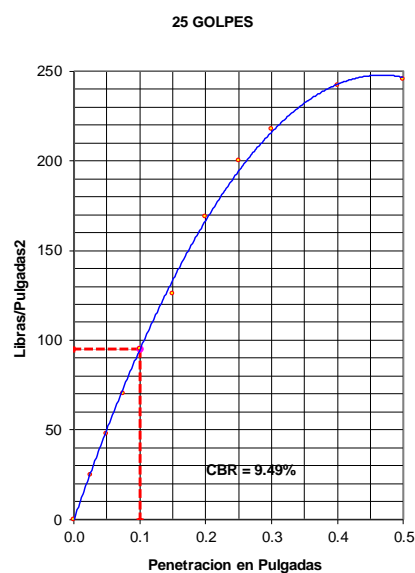
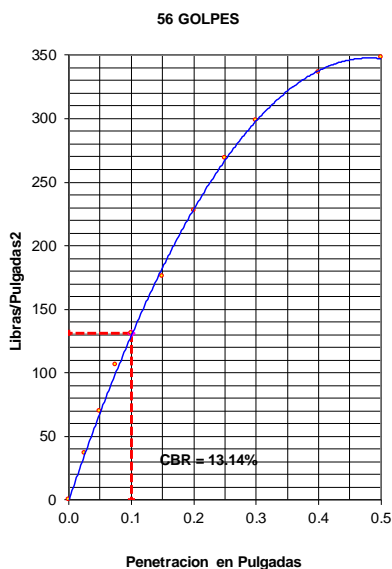


Tesis : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

Localización de Tesis: DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Jirón: PAJATEN CUADRA 03

Descripción del Suelo: ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.60 -1.50 m Calicata: C-01 M II

Hecho Por : BACHILLER GILDER REATEGUI SAMAME Fecha: 28/11/2022



**RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

| Nº GOLPES | W%   | grs/cm <sup>3</sup> | EXPANC. | COMP % | CBR 1" | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|------|---------------------|---------|--------|--------|---------|----------|
| 56        | 9.80 | 1.89                | 3.85    | 100    | 13.14  |         |          |
| 25        | 9.80 | 1.83                | 4.27    | 97     | 9.49   | 7.10    | 13.14    |
| 13        | 9.80 | 1.76                | 4.70    | 93     | 4.75   |         |          |



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119  
 MORALES - PERU



Tesis : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

Ubicación Tesis: DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Jirón: PAJATEN CUADRA 04

Descripción del Suelo: ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICID Profundidad de la Muestra: 0.70 -1.50 m Calicata: C-02 M II

Hecho Por : BACHILLER GILDER REATEGUI SAMAME Fecha: 28/11/2022

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 938.60

Sobrecarga: 10 Lbs.

**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

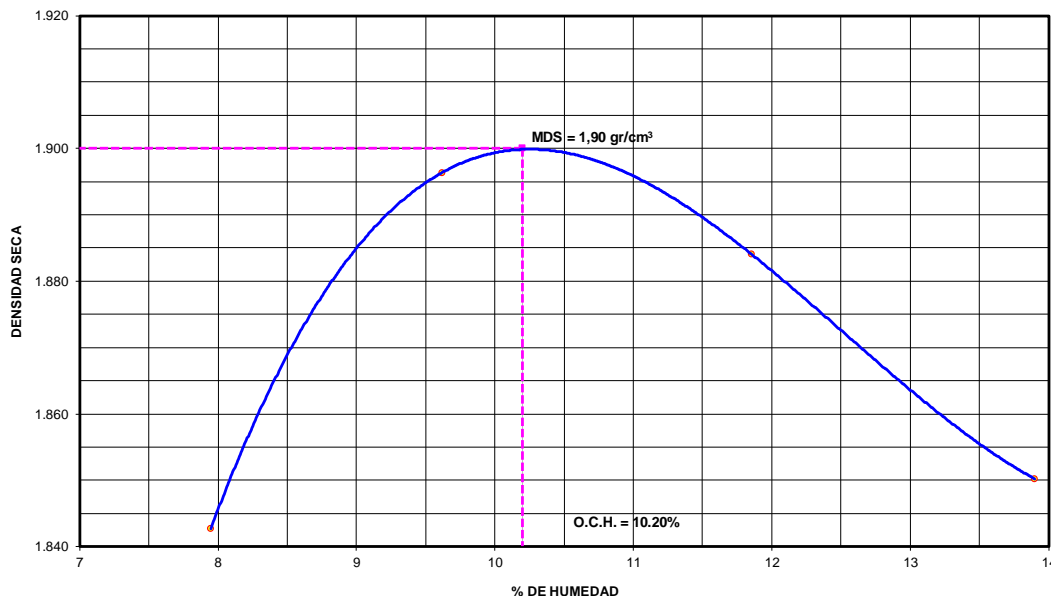
**Determinación del contenido de Humedad**

| MUESTRA Nº                         | 1.00   | 2.00   | 3.00   | 4.00   | 5.00   | 6.00   | 7.00   | 8.00   |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs)               | 55.65  | 55.21  | 55.75  | 55.80  | 55.64  | 55.72  | 55.81  | 55.66  |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA      | 156.28 | 156.15 | 156.35 | 156.21 | 156.29 | 156.82 | 156.18 | 156.28 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs) | 149.00 | 148.59 | 147.60 | 147.33 | 145.80 | 145.93 | 144.00 | 143.93 |
| PESO DEL AGUA (grs)                | 7.28   | 7.56   | 8.75   | 8.88   | 10.49  | 10.89  | 12.18  | 12.35  |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs)       | 93.4   | 93.4   | 91.9   | 91.5   | 90.2   | 90.2   | 88.2   | 88.3   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)         | 7.80   | 8.10   | 9.53   | 9.70   | 11.63  | 12.07  | 13.81  | 13.99  |
| % PROMEDIO                         | 7.95   |        | 9.61   |        | 11.85  |        | 13.90  |        |

**Determinación de la Densidad**

|                            |         |         |         |         |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD %     | 7.95    | 9.61    | 11.85   | 13.90   |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6067.00 | 6151.00 | 6178.00 | 6178.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs)       | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 | 4200.00 |
| PESO DEL SUELO (grs)       | 1867    | 1951    | 1978    | 1978    |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)  | 1.99    | 2.08    | 2.11    | 2.11    |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3)    | 1.843   | 1.896   | 1.884   | 1.850   |
| Densidad Máxima (grs/cm3)  |         |         |         | 1.900   |
| Humedad Óptima%            |         |         |         | 10.20   |

**COMPACTACION**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119  
 MORALES - PERU



Tesis : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Jirón: PAJATEN CUADRA 04  
 Descripción del Suelo: ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.70 -1.50 m Calicata: C-02 M II  
 Hecho Por : BACHILLER GILDER REATEGUI SAMAME Fecha: 28/11/2022

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
 Dimensiones del Molde Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.068  
 Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 1.991882

**VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883**

**Determinación del contenido de Humedad**

| MUESTRA Nº / Nº GOLPES              | 1      |        | 2      |        | 3      |        |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PESO DEL TARRO (grs)                | 55.71  | 55.56  | 55.60  | 55.24  | 55.49  | 55.55  |
| PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs) | 156.35 | 156.48 | 156.52 | 156.55 | 156.51 | 156.59 |
| PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)  | 147.02 | 147.16 | 147.18 | 147.17 | 147.20 | 147.20 |
| PESO DEL AGUA (grs)                 | 9.33   | 9.32   | 9.34   | 9.38   | 9.31   | 9.39   |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs)        | 91.31  | 91.60  | 91.58  | 91.93  | 91.71  | 91.65  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD %              | 10.22  | 10.17  | 10.20  | 10.20  | 10.15  | 10.25  |
| <b>% PROMEDIO</b>                   | 10.20  |        | 10.20  |        | 10.20  |        |

**Determinación de la Densidad**

|                            | 10.20    | 10.20    | 10.20    |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD %     |          |          |          |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 11536.00 | 11405.00 | 11225.00 |
| PESO DEL MOLDE (grs)       | 7092.00  | 7092.00  | 7092.00  |
| PESO DEL SUELO (grs)       | 4444.00  | 4313.00  | 4133.00  |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)  | 2.09     | 2.03     | 1.95     |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3)    | 1.900    | 1.843    | 1.767    |

**EXPANSIÓN**

| FECHA      | HORA     | TIEMPO | Nº GOLPES 56 |           |      | Nº GOLPES 25 |           |      | Nº GOLPES 13 |           |      |       |
|------------|----------|--------|--------------|-----------|------|--------------|-----------|------|--------------|-----------|------|-------|
|            |          |        | Lec Dial     | EXPANSIÓN |      | Lec Dial     | EXPANSIÓN |      | Lec Dial     | EXPANSIÓN |      |       |
|            |          |        |              | m.m       | %    |              | m.m       | %    |              | m.m       | %    | m.m.M |
| 25/11/2022 | 13:02:00 | 0      | 28.0         | 0.00      | 0.00 | 45.0         | 0.00      | 0.00 | 61.0         | 0.00      | 0.00 | 117   |
| 26/11/2022 | 13:02:00 | 24     | 30.2         | 2.20      | 1.88 | 47.5         | 2.50      | 2.14 | 62.8         | 1.80      | 1.54 | 117   |
| 27/11/2022 | 13:02:00 | 48     | 31.5         | 3.50      | 2.99 | 48.5         | 3.50      | 2.99 | 64.5         | 3.50      | 2.99 | 117   |
| 28/11/2022 | 13:02:00 | 72     | 32.1         | 4.10      | 3.50 | 49.8         | 4.80      | 4.10 | 65.9         | 4.90      | 4.19 | 117   |
| 29/11/2022 | 13:02:00 | 96     | 32.4         | 4.40      | 3.76 | 50.1         | 5.10      | 4.36 | 66.5         | 5.50      | 4.70 | 117   |

**PENETRACIÓN**

| Penetración en pulgadas | Molde Nº 56 |            |           |       | Molde Nº 25 |            |           |       | Molde Nº 13 |            |           |      |
|-------------------------|-------------|------------|-----------|-------|-------------|------------|-----------|-------|-------------|------------|-----------|------|
|                         | Lec Dial    | CORRECCIÓN |           |       | Lec Dial    | CORRECCIÓN |           |       | Lec Dial    | CORRECCIÓN |           |      |
|                         |             | Lbs        | Lbs/Pulg2 |       |             | Lbs        | Lbs/Pulg2 |       |             | Lbs        | Lbs/Pulg2 |      |
| 0.000                   | 0           | 0.00       | 0.00      |       | 0           | 0.00       | 0.00      |       | 0           | 0.00       | 0.00      |      |
| 0.025                   | 50          | 100.33     | 33.44     |       | 30          | 59.03      | 19.68     |       | 19          | 37.11      | 12.37     |      |
| 0.050                   | 90          | 180.00     | 60.00     |       | 60          | 118.78     | 39.59     |       | 38          | 74.96      | 24.99     |      |
| 0.075                   | 135         | 269.64     | 89.88     |       | 95          | 188.50     | 62.83     |       | 50          | 98.86      | 32.95     |      |
| 0.100                   | 180         | 359.27     | 119.76    | 11.98 | 120         | 238.29     | 79.43     | 7.94  | 64          | 126.75     | 42.25     | 4.22 |
| 0.150                   | 250         | 498.70     | 166.23    |       | 185         | 367.77     | 122.59    |       | 98          | 194.47     | 64.82     |      |
| 0.200                   | 300         | 598.30     | 199.43    | 13.30 | 230         | 457.40     | 152.47    | 10.16 | 125         | 248.25     | 82.75     | 5.52 |
| 0.250                   | 360         | 717.81     | 239.27    |       | 260         | 517.16     | 172.39    |       | 145         | 288.09     | 96.03     |      |
| 0.300                   | 400         | 797.48     | 265.83    |       | 285         | 566.96     | 188.99    |       | 160         | 317.97     | 105.99    |      |
| 0.400                   | 450         | 897.08     | 299.03    |       | 325         | 646.63     | 215.54    |       | 180         | 357.81     | 119.27    |      |
| 0.500                   | 460         | 917.00     | 305.67    |       | 338         | 672.53     | 224.18    |       | 184         | 365.78     | 121.93    |      |

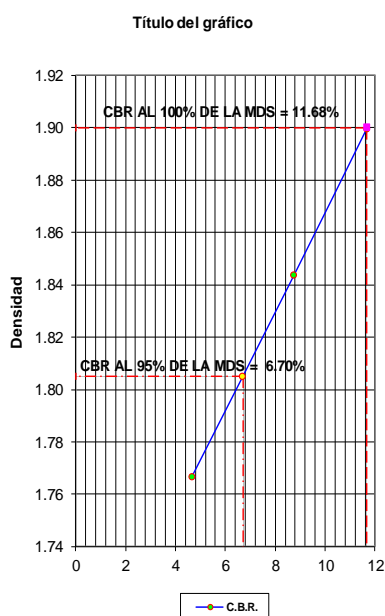
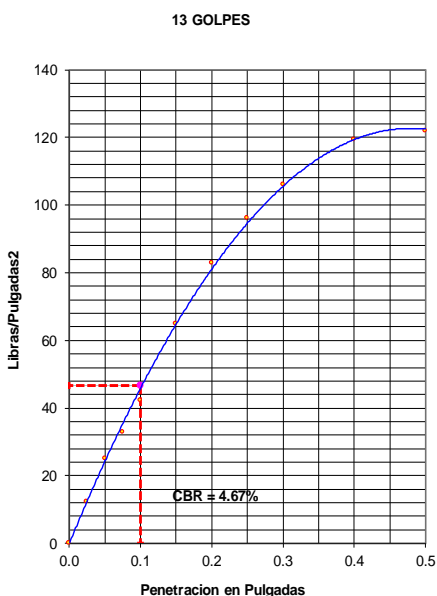
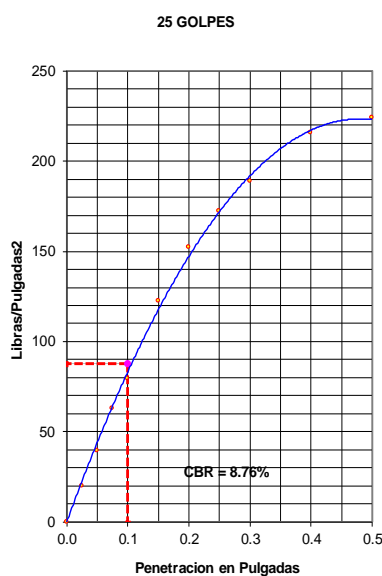
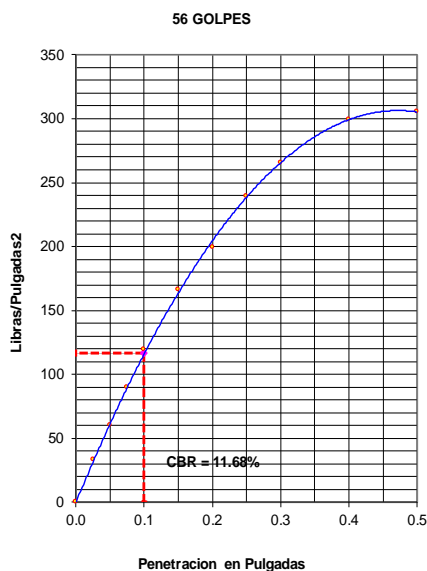
**Observación :** Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119  
 MORALES - PERU

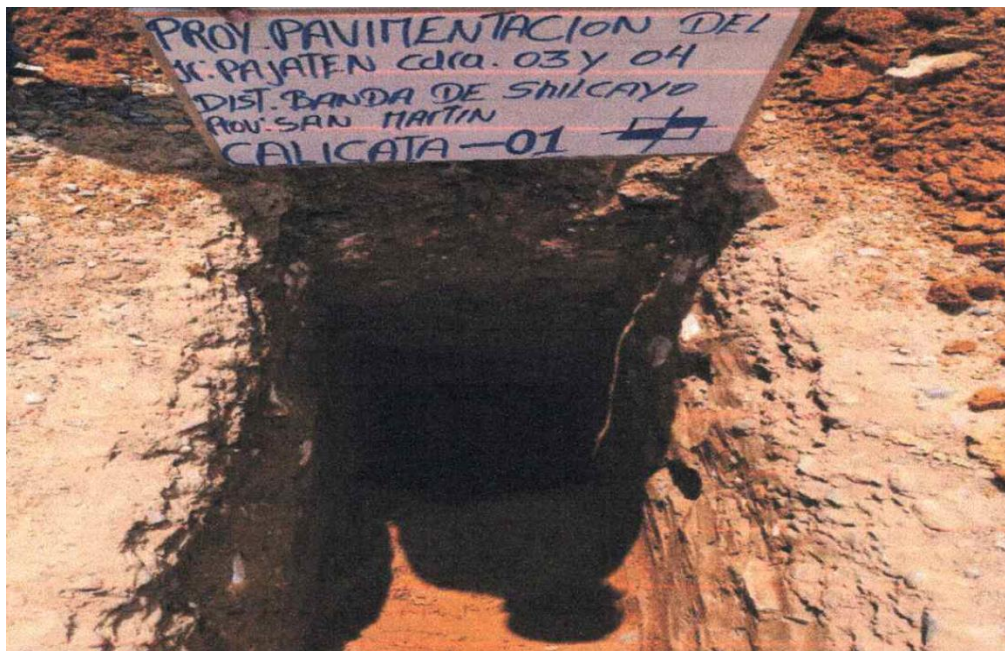


Tesis : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CUADRAS 03 Y 04 DEL JIRON PAJATEN, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN  
 Localización de Tesis : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Jirón : PAJATEN CUADRA 04  
 Descripción del Suelo: ARCILLA LIMOSA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.70 -1.50 m Calicata: C-02 M II  
 Hecho Por : BACHILLER GILDER REATEGUI SAMAME Fecha: 28/11/2022



**RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

| Nº GOLPES | W%    | grs/cm3 | EXPANC. | COMP % | CBR 1" | CBR 95% | CBR 100% |
|-----------|-------|---------|---------|--------|--------|---------|----------|
| 56        | 10.20 | 1.90    | 3.76    | 100    | 11.68  |         |          |
| 25        | 10.20 | 1.84    | 4.36    | 97     | 8.76   | 6.70    |          |
| 13        | 10.20 | 1.77    | 4.70    | 93     | 4.67   |         | 11.68    |



*Figura 18.* Ubicación y excavación de la calicata N° 01, en el Jr. Pajaten C-03 del Distrito de la Banda de Shilcayo.

Fuente: Elaboración propia



*Figura 19.* Excavación de la calicata N° 01, en el Jr. Pajaten C-03 del Distrito de la Banda de Shilcayo.

Fuente: Elaboración propia.





*Figura 20.* Excavación de la calicata N° 02, en el Jr. Pajaten C-04 del Distrito de la Banda de Shilcayo.

Fuente: Elaboración propia.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

Yo, Víctor Eduardo Samamé Zatta, Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, identificado con DNI N° 01146907, Asesor del Proyecto de tesis titulado: "Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del Jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo-San Martín", del autor **Gilder Reátegui Samame**.

Declaro bajo juramento que:

1. El proyecto de tesis presentado por el bachiller es de su propia autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene el proyecto de tesis no ha sido plagiada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad cualquier posible falsedad, omisión u ocultamiento de información aportada en los documentos, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 04 de Mayo de 2023



---

**Ing° M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta**

DNI N° 01146907

# Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín

*por* Gilder - Reátegui Samame

---

**Fecha de entrega:** 15-ago-2023 11:05a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2146248024

**Nombre del archivo:** TESIS\_GILDER\_RE\_TEGUI\_OK.docx (14.33M)

**Total de palabras:** 15958

**Total de caracteres:** 85055



# Diseño del pavimento flexible de las cuadras 03 y 04 del jr. Pajatén, distrito Banda de Shilcayo – San Martín

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | <a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a><br>Fuente de Internet                           | 5% |
| 2 | <a href="https://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | 3% |
| 3 | <a href="https://vdocumento.com">vdocumento.com</a><br>Fuente de Internet                           | 2% |
| 4 | <a href="https://tesis.unsm.edu.pe">tesis.unsm.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                     | 2% |
| 5 | <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           | 2% |
| 6 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo<br>Trabajo del estudiante                                    | 1% |
| 7 | Submitted to Universidad Nacional de San Martín<br>Trabajo del estudiante                           | 1% |
| 8 | <a href="https://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a><br>Fuente de Internet | 1% |