



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 de pavimento del proyecto:
“Mejoramiento del sistema de transitabilidad
vehicular de las principales vías urbanas de la
localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San
Antonio – provincia y región San Martín”**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autora:

Sandra Margot Flores Lozano
<https://orcid.org/0000-0001-7185-1302>

Asesor:

Ing.M.Sc. Víctor Hugo Sanchez Mercado
<https://orcid.org/0000-0001-5513-7678>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

**Diseño de pavimento del proyecto:
“Mejoramiento del sistema de transitabilidad
vehicular de las principales vías urbanas de la
localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San
Antonio – provincia y región San Martín”**

Presentado por

Sandra Margot Flores Lozano

Sustentada y aprobada el 17 de agosto del 2023, ante el honorable jurado:

Presidente de Jurado

Ing. M. Sc. Máximo Alcibiades Vilca
Cotrina

Secretario de Jurado

Ing. M.Sc. Rubén del Águila
Panduro

Vocal de Jurado

Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé
Zatta

Asesor

Ing.M.Sc. Víctor Hugo Sanchez
Mercado

Tarapoto, Perú

2023

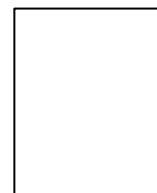
Declaratoria de autenticidad

Sandra Margot Flores Lozano, identificada con DNI N° 72193263, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autora de la tesis titulada: **Diseño de pavimento del proyecto: “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín”** Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi 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, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 17 de agosto de 2023.



Bach. Sandra Margot Flores Lozano
DNI N° 72193263

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Diseño de pavimento del proyecto: “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín”</p>	<p>Área de investigación: Transportes</p> <p>Línea de investigación: Estrategia de tecnología de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible.</p> <p>Sublínea de investigación: Tecnología de materiales de construcción</p> <p>Grupo de investigación: Resolución N° 135-2022-UNSM/FICA-CF-NLU</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Básica <input type="checkbox"/> Aplicada <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo <input type="checkbox"/> Experimental</p>
---	---

<p>Autora:</p> <p>Sandra Margot Flores Lozano</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> <p>https://orcid.org/0000-0001-7185-1302</p>
--	---

<p>Asesor:</p> <p>Ing.M.Sc. Víctor Hugo Sanchez Mercado</p>	<p>Dependencia local de soporte:</p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> <p>Unidad o Laboratorio Ingeniería Civil</p> <p>https://orcid.org/0000-0001-5513-7678</p>
--	--

Dedicatoria

A mis padres por su constante estímulo, paciencia y respaldo a lo largo de mi proceso de desarrollo profesional. Igualmente, a mi hermano, por las experiencias y aprendizajes compartidos. A mi hermana que espiritualmente me protege y guía, y a mis sobrinos Luana y Sebastián por el amor genuino con el que me impulsan.

Sandra Margot Flores Lozano

Agradecimiento

Expreso mi gratitud a Dios por permitirme continuar mi aprendizaje diario, así como a los profesores que han contribuido a mi crecimiento académico, y a aquellos profesionales y amigos que conocí en el trayecto de mi formación.

Sandra Margot Flores Lozano

Índice general

Ficha de identificación.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	13
Índice de planos.....	15
RESUMEN.....	16
ABSTRACT.....	17
CAPÍTULO I.....	18
INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. Marco General del Problema.....	18
1.2. Formulación del problema de investigación.....	20
1.3. Hipótesis de la investigación.....	20
1.3.1. Hipótesis alternativas.....	20
1.3.2. Hipótesis Nulas.....	21
1.4. Objetivos.....	21
1.4.1. Objetivo General.....	21
1.4.2. Objetivos Específicos.....	21
CAPITULO II.....	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	22
2.2. Fundamentos Teóricos.....	24
2.2.1 Pavimentos.....	24
2.2.2 Clasificación de los pavimentos.....	24
2.2.3 Pavimento flexible.....	25
2.2.4 Pavimento rígido.....	25
2.2.5 Subrasante.....	25
2.2.6 Subbase.....	25
2.2.7 Losa.....	26
2.2.8 Base.....	26
2.2.9 Pavimento híbrido.....	26

	10
2.2.10 Pérdida de serviciabilidad Δ PSI.....	26
2.2.11 Numero previsto de aplicaciones de carga W18 (ESAL).....	27
2.2.12 Desviación estándar normal ZR.....	27
2.2.13 Desviación estándar total S0	27
2.2.14 Módulo de reacción de la subrasante k	27
2.2.15 Registro de Campo y Tipos de Carteras.....	28
2.3. Definición de términos básicos.	28
CAPITULO III	31
MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. Ámbito y condiciones de la Investigación	32
3.1.1. Ubicación política	32
3.1.2. Ubicación geográfica.	34
3.1.3. Período de ejecución	35
3.1.4. Autorizaciones y permisos	35
3.1.5. Control Ambiental y protocolos de bioseguridad	35
3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales	37
3.2. Sistema de Variables	38
3.2.1. Variables principales.....	38
3.2.2. Variables secundarias	41
3.3. Procedimientos de la investigación	42
3.1.1. Objetivo específico N° 01	42
3.1.2. Objetivo específico N° 02	45
3.1.3. Objetivo específico N° 03	49
3.1.4. Objetivo específico N° 04	50
CAPITULO IV.....	59
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
4.1. Ejecutar el estudio topográfico de los jirones a pavimentar.....	59
4.1.1. Resultado del estudio topográfico.....	59
4.2. Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar	59
4.2.1. Resultado del estudio de Mecánica de suelos	59
4.3. Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar.....	62
4.3.1. Resultado del estudio de tráfico.....	62
4.4. Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza.63	
4.4.1. Resumen del resultado del diseño de pavimento.....	63

	11
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	67
ANEXOS.....	72

Índice de tablas

Tabla 1. Vías que permiten el acceso al tramo-San Pedro de Cumbaza.....	34
Tabla 2. Concreción de variables.	40
Tabla 3. Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 1.....	41
Tabla 4. Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 2.....	41
Tabla 5. Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 3.....	41
Tabla 6. Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 4.....	41
Tabla 7. Método de ensayos.....	46
Tabla 8. Tipos de subrasantes	48
Tabla 9. Relación entre las categorías de suelo según AASHTO-SUCS.....	48
Tabla 10. Índice anual de crecimiento	51
Tabla 11. Factor carril	52
Tabla 12. Factor de distribución direccional.....	52
Tabla 13. Cotas y coordenadas de los BMs de inicio	59
Tabla 14. Resumen de los resultados del Estudio de Suelos.....	60
Tabla 15. Resultado del CBR promedio	61
Tabla 16. Implementación de la ecuación fundamental empleada en el diseño para pavimento rígido AASHTO 93	63
Tabla 17. Cálculo del grosor de pavimento	63
Tabla 18. Matriz de consistencia del proyecto de investigación.....	73

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación-departamento en el que se sitúa el proyecto.....	32
Figura 2. Ubicación región San Martín.....	33
Figura 3. Ubicación distrito de San Antonio.....	33
Figura 4. Ubicación proyecto: San Pedro de Cumbaza.....	33
Figura 5. Población de San Antonio registrada en el censo.....	35
Figura 6. Fórmula factor crecimiento.....	51
Figura 7. Cálculo de ejes equivalentes (EE).....	52
Figura 8. Clase de tráfico.....	53
Figura 9. Diferencia en la capacidad de servicio.....	54
Figura 10. Nivel de fiabilidad y desviación estándar.....	55
Figura 11. Módulo de resistencia de la subrasante.....	56
Figura 12. Módulo de rotura del concreto (Mr).....	56
Figura 13. Coeficiente de transmisión de carga.....	58
Figura 14. Fórmula fundamental empleada en el diseño para pavimento rígido AASHTO 93.....	58
Figura 15. Resumen de volumen de tráfico diario Jr. Ramon Castilla.....	62
Figura 16. Gráfico de barras tránsito vehicular diario.....	62
Figura 17. Grosor del pavimento rígido.....	64
Figura 18. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 19. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 20. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 21. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 22. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 23. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 24. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 25. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 26. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 27. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 28. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 29. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 30. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 31. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 32. Instrumento de recolección de datos.....	74
Figura 33. Instrumento de recolección de datos.....	74

Figura 34. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 35. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 36. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 37. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 38. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 39. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 40. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 41. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 42. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 43. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 44. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 45. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 46. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 47. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 48. Instrumento de recolección de datos	74
Figura 49. Instrumento de recolección de datos	74

Índice de planos

Plano 1: Área de influencia	PAI
Plano 2: Ubicación y localización	U-01
Plano 3: Topográfico-clave	PTC
Plano 4: Curvas de nivel	PCN
Plano 5: Calicatas	PDC
Plano 6: Pavimento-clave	PV
Plano 7: Planteamiento general-clave	PG

RESUMEN

Diseño de Pavimento “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad de San Pedro de Cumbaza, Distrito San Antonio – Provincia y Región San Martín”

El objetivo del estudio mencionado consiste en crear el plan del pavimento destinado a las arterias viales principales pertenecientes a San Pedro de Cumbaza. Se ha seleccionado el pavimento rígido como el tipo de pavimento para la investigación, y se persigue alcanzar el óptimo rendimiento a lo largo del tiempo para la estructura. La finalidad principal en el cual se desarrolla este análisis es presentar un proyecto que mejore el flujo vehicular dentro de la zona. La superficie total del proyecto abarca 10,552.63 m² de pavimento rígido, el cual se propone como una solución eficaz para satisfacer las necesidades actuales de la comunidad.

El proceso de diseño del pavimento inicia con un detallado estudio topográfico, que incluye la altimetría y otros aspectos esenciales necesarios para el diseño. Posteriormente, se lleva a cabo un estudio de las propiedades de suelos, clasificando el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y considerando perfil en estratigrafía que presenta el suelo a diseñar. Además, de incorporar el estudio de tráfico en el análisis. Después de completar estos estudios, el diseño del pavimento incluye capas como la base granular y la carpeta de rodadura. La medición de la investigación se realiza cualitativamente.

En la actualidad, el constante aumento en el flujo vehicular en la ciudad de San Pedro se atribuye a su ubicación estratégica y a su creciente popularidad como destino turístico y comercial. Cada año, se observa un aumento en la migración de residentes de provincias cercanas hacia San Pedro, impulsados por la búsqueda de mejores condiciones de vida. Este fenómeno contribuye al continuo crecimiento y desarrollo de la ciudad, planteando desafíos significativos en el ámbito de la ingeniería civil.

PALABRAS CLAVE:

Pavimento, trafico, diseño, estructura, concreto.

ABSTRACT

Pavement Design "Improvement of the vehicular trafficability system of the main urban roads in the town of San Pedro de Cumbaza, San Antonio District - San Martin Province and Region".

The objective of the above mentioned study is to create the pavement plan for the main road arteries belonging to San Pedro de Cumbaza. Rigid pavement has been selected as the type of pavement for the research, and the objective is to achieve optimum performance over time for the structure. The main purpose in which this analysis is developed is to present a project that improves the vehicular flow within the area. The total surface of the project covers 10,552.63 m² of rigid pavement, which is proposed as an effective solution to meet the current needs of the community.

The pavement design process begins with a detailed topographic study, including altimetry and other essential aspects necessary for the design. Subsequently, a study of the soil properties is carried out, classifying the soil according to the Unified Soil Classification System (USCS) and considering the stratigraphic profile of the soil to be designed. In addition, the traffic study is incorporated into the analysis. After completing these studies, the pavement design includes layers such as the granular base and the wearing course. The measurement of the investigation is carried out qualitatively.

The steady increase in traffic flow in the city of San Pedro is attributed to its strategic location and its growing popularity as a tourist and commercial destination. Each year, there is an increase in the migration of residents from nearby provinces to San Pedro, driven by the search for better living conditions. This phenomenon contributes to the city's continued growth and development, posing significant challenges in the field of civil engineering.

KEYWORDS: Pavement, traffic, design, structure, concrete.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1. Marco General del Problema

Con el transcurrir de los años y el nivel de vida medio experimenta un aumento, se ha mostrado como una necesidad básica, la facilitación de accesos de intercomunicación, acortando distancias entre diferentes puntos dentro de un país. La realidad es que, aún existen países que tienen ciudades con carreteras de trochas carrozables, países aún, en vía de desarrollo que muestran la necesidad de satisfacción y facilitación de comunicación y accesos para comercio y economía. Con el tiempo, esta necesidad ha generado múltiples investigaciones para la durabilidad y conservación de los pavimentos.

El Perú, es un país en pleno apogeo de desarrollo urbano, el cual ha favorecido considerablemente en el ámbito socio - económico. Cabe recalcar, la infraestructura vial, con un impacto positivo en un país con vías de crecimiento. Las vías en buen estado favorecen económicamente en las inversiones públicas y privadas como activos fijos, incrementando la producción y consumo, esta aseveración es calificada por la satisfacción de los usuarios. En la actualidad el indicador de servicialidad nos expresa el desgaste de la pavimentación, y su soporte estructural. Valorando el sistema de gestión de carreteras nacional, podemos exponer la carencia en la calidad del servicio de servicialidad, dejando desinformación del estado real de las vías nacionales y el grado de deterioro. (Del Águila, 2009)

De acuerdo con el informe de competitividad global correspondiente al año 2019 del Foro Económico Mundial, se evidencian cifras preocupantes en relación con la posición de los indicadores de conectividad de vías en el Perú, ubicándose en el puesto 102. Asimismo, en lo que respecta a la calidad de la infraestructura en carreteras, el país ocupa el puesto 110 en el ranking. Estos datos reflejan de manera clara la crítica situación que enfrenta el Perú en cuanto a su infraestructura vial, aspecto de especial relevancia para la investigación en ingeniería civil.

Un aspecto importante para considerar al realizar un diseño de pavimento es la durabilidad, se considera una proyección estimada de vida útil de 50 años, sin embargo, para alcanzar este tiempo, el mantenimiento periódico es indispensable. Siendo las conexiones viales un factor socio económico importante en el desarrollo en cada país,

aportando mejora de la calidad de vida de sus usuarios. (Montealegre y Betancourt, 2019)

Con la proyección de un estándar de vida favorable, uno de los aspectos de gran envergadura para los gobernadores y entidades del estado, son las redes viales, que lleguen a ser facilitadores de intercomunicación. Un país en vías de desarrollo considera aspectos, para la innovación de los materiales de la capa de rodadura, que sean beneficios para la perdurabilidad y resistencia del estado de pavimentación. (Suarez, 2017)

Al ver la realidad. del estado de las vías provinciales, regionales y locales, podemos notar el grado de desgaste al que son expuestas por factores como el clima, zonas en las que las lluvias constantes, llegan a deteriorar considerablemente la capa de rodadura; la falta de mantenimiento periódico y rutinario, el uso de materiales de baja calidad, un mal cálculo de carga a la que el pavimento será expuesto con frecuencia, entre otros. Causales que impiden el comercio y el beneficio socio económico de las ciudades. Siendo conscientes de esta problemática, es transcendental que las entidades del estado con regularidad propongan proyectos con el fin ofrecer comodidad a sus usuarios.

Uno de los departamentos que ha mostrado la necesidad de un mejoramiento de vías interprovinciales, es San Martín. Con la construcción de la panamericana, nuestra región ha mostrado un incremento económico considerable, ya que el tiempo de recorrido en ruta, se ha visto acortado, permitiendo el transporte de materia prima con los demás departamentos. Además del beneficio socioeconómico notorio, hemos sido testigos del acontecer dentro de la región Sanmartinense y cada una de sus ciudades y localidades por las que está conformada, se ha visto embellecida con la construcción de las vías departamentales. El trabajo realizado por las entidades municipales ha destacado en el área de infraestructura vial.

La Municipalidad del Distrito de San Antonio, como institución encargada, en su programación de obras dirigida al año fiscal 2021, ha incluido mejorar la capa de rodadura de todos los jirones que comprende la localidad de San Pedro de Cumbaza cuyos objetivos principales están orientados a perfeccionar los rasgos técnicos de la carretera, de modo que pueda brindar un servicio óptimo al usuario y tenga una transitabilidad adecuada en cualquier época del año, con el consecuente aumento del nivel de vida del poblador de la zona del proyecto.

El incremento demográfico de sus habitantes, el flujo de vehículos, el tiempo, el clima, un sistema de evacuación de aguas pluviales que no cumple con los requisitos necesarios, entre otros, han sido factores que han marcado un desgaste en sus principales vías de acceso, perjudicando la calidad de vida de los pobladores.

Por tales razones, parte la motivación para la elaboración de la presente investigación titulada: Diseño de Pavimento “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad de San Pedro de Cumbaza, Distrito San Antonio – Provincia y Región San Martín”.

Este proyecto contribuye un mejoramiento de carácter urbanístico de gran relevancia dentro del área concerniente a San Pedro, por medio de una investigación con enfoque en el pavimento de sus vías, planteando una opción que logre cumplir y satisfacer las exigencias técnicas demandadas por normativas y métodos sugeridos por la AASHTO.

1.2. Formulación del problema de investigación

¿De qué manera la Propuesta de Diseño de Pavimento del proyecto “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín”, ¿servirá para elaborar el Expediente Técnico y la ejecución de éste reducirá los altos costos de transporte y mejorará sus condiciones socioeconómicas?

1.3. Hipótesis de la investigación

1.3.1. Hipótesis alternativas

- El proyecto de diseño de pavimentación será de utilidad para la preparación del Expediente Técnico.
- El proyecto de diseño de pavimentación será de gran utilidad en términos de disminuir los costos referidos al transporte al mejorar la accesibilidad de las calles principales en San Pedro de Cumbaza.
- El proyecto en relación al diseño de pavimento estructurado mostrará beneficios respecto a las condiciones socioeconómicas de la localidad al mejorar el comercio con el exterior.

1.3.2. Hipótesis Nulas

- El proyecto de diseño de pavimentación no será de utilidad para la preparación del Expediente Técnico.
- El proyecto de diseño de pavimentación no será de utilidad en términos de disminuir los costos referidos al transporte al mejorar la accesibilidad de las calles principales en San Pedro de Cumbaza.
- El proyecto de diseño de pavimento estructurado no mostrará beneficios respecto a las condiciones socioeconómicas de la localidad al mejorar el comercio con el exterior.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Elaborar el Diseño de pavimento del “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín”.

1.4.2. Objetivos Específicos

Ejecutar el Estudio topográfico de los jirones a pavimentar.

Realizar el estudio de mecánica de suelos de la zona del proyecto a pavimentar.

Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar.

Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

A nivel Internacional.

Arias (2016), elaboró una investigación, dentro de la cual se sugiere la actualización constante de información respecto al estudio de carga que las principales vías se ven expuestas, valores de FC real, con el propósito de un adecuado diseño, se podría reducir el desgaste extremo a los que son sometidas las capas de rodadura, extendiendo así la vida útil de éstas vías, cabe recalcar que con un adecuado diseño de pavimento, los costos en el mantenimiento se ven reducidos, debido al mínimo desgaste estructural al que son sometidas las vías en referencia. Igualmente, se recomienda llevar a cabo una evaluación detallada de la infraestructura vial en el tramo bajo estudio, considerando sus diseños, con el propósito de analizar de manera más exhaustiva los impactos del flujo vehicular. (pág. 53).

Mora (2015), realizó una investigación que arrojó como resultado que, para asegurar una superficie de acabado uniforme, es esencial implementar un control topográfico constante durante todas las etapas de aplicación de la capa. La falta de cumplimiento de este procedimiento podría ser un indicativo que propicie la acumulación de humedad, culminando eventualmente en infiltraciones. (pág.85).

Gogollo y Silva (2018), presento una investigación con el objetivo de realizar un estudio en el ámbito económico y ver la posibilidad de una reducción de costos, demostrando que para el diseño de una capa de rodadura en el que la vida útil es equivalente a una pavimentación convencional con un adecuado diseño, se obtiene mediante la disminución entre 8 a 22 cm espesor, causando al mismo tiempo una reducción en costo de hasta 20% en su ejecución.

A nivel Nacional.

Sotil (2014) mostró que en el año 2012 el MTC en porcentaje el estado del transporte vial del país, el 48% se encontraban pavimentadas, el 43% sin pavimentar y el 9% en proyecto. La realidad actual no ha marcado una diferencia trascendental, debido a que según cifras comparativas del MTC, entre los años 2012 al 2018, el porcentaje de red vial nacional pavimentado incrementó en 19.2%, sin embargo, respecto a las vías

departamentales pavimentadas solo se ejecutó 3,623 km, representando una diferencia de 3.5%.

Núñez (2018), en su investigación demostró por ambos métodos tanto PCI como VIZIR, la avenida en malas condiciones, en consecuencia, se propuso llevar a cabo 2 presupuestos, uno para la reparación y otro para reconstruir totalmente el pavimento. Eligiendo la reconstrucción a causa de que más del sesenta por ciento de la avenida está en malas condiciones, los presupuestos señalan una superior inversión para reconstruir la carretera (suelo rígido) en la primera fase (comprobar anexos), es más favorable de manera que no requiere de tanto mantenimiento, como para el suelo asfáltico (pág. 135)

Vega (2018), obtuvo en su trabajo de investigación que el pavimento flexible diseñado por el método correspondiente a AASHTO (se considera una subbase de 55 cm, una base de 25 cm y 4 pulgadas para la carpeta asfáltica) con relevancia en la elección de un costo inicial más bajo. Es crucial señalar que el costo inicial del sistema de pavimento rígido fue inicialmente mayor, representando un aumento del 4.8% en comparación con el pavimento flexible. (pág. 114)

Díaz y Jibaja (2022), muestra en su investigación que para tener mejoras en la capacidad de desplazamiento tanto de vehículos como de peatones, el diseño empleado de pavimento rígido para la infraestructura vial correspondiente al Centro Poblado San Agustín presentó para la subabbase granular un espesor de 15 cm y 14 cm respectivamente para la losa de concreto de 280 kg/cm².

A nivel Local.

Navarro (2014), en su trabajo de investigación demuestra que la estimación del CBR en laboratorio posibilita el diseño del grosor de la base y subbase, a causa de que cualquier diseño de pavimento granular se encuentra fundamentado en este valor. Una mala investigación de laboratorio influirá de manera indefectible en un diseño antieconómico. (pág. 111)

Meléndez (2017), indica en su investigación que el tránsito medio diario anual (TMDA) simboliza la media de tipo aritmética de las capacidades diarias relacionadas al tránsito que han sido tasados a lo largo de una temporada, en modo diferenciado para cada clase de vehículo. (pág. 35)

Chuzón (2020), obtuvo como conclusión, que se pudo optimizar el estado en el que se encontraba la vía en estudio a través de una serie de ensayos de suelos, lo que permitió mejorar las características del terreno respecto a la pavimentación, brindando una propuesta de diseño que cumpla con los estudios correspondientes.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1 Pavimentos

Los pavimentos, en el ámbito de la ingeniería civil, son las estructuras diseñadas para soportar el tráfico vehicular y peatonal en superficies como carreteras y calles. Estos sistemas deben cumplir con estándares específicos de diseño, construcción y mantenimiento para garantizar su durabilidad y seguridad. El estudio detallado de los pavimentos, siguiendo las directrices de la AASHTO, es esencial para contribuir al desarrollo y mantenimiento efectivo de la infraestructura vial.

Hay 2 perspectivas para la definición de un pavimento: la de la ingeniería y la de los usuarios. Según la ingeniería, es una parte estructural que está sostenido en lo que abarca toda superficie encima del terreno en el que fue fundado, denominado subrasante. Esta capa debe tener la capacidad que le permita aguantar una estructura de capas que posean grosores distintos, llamado paquete estructural, elaborado con el objeto de resistir cargas extrínsecas con tiempo de vida útil. Según los usuarios, el pavimento es una superficie que tiene que otorgar seguridad y confort en el momento en que se circule sobre esta. AASHTO (Asociación Americana de funcionarios de Carreteras y Transporte).

2.2.2 Clasificación de los pavimentos

Se clasifican como rígidos y como flexibles siendo ambos las categorías principales. Los de tipo rígidos, como el concreto, tienen una mayor rigidez y resistencia, lo que los hace adecuados para cargas pesadas, como autopistas. Por otro lado, los pavimentos flexibles, como el asfalto, son más flexibles y se utilizan comúnmente en carreteras secundarias y calles urbanas. (Marsella y Tapia 2008).

Otra clasificación común considera la respuesta del pavimento ante las cargas. Los pavimentos se dividen en cuatro tipos: rígidos, semirrígidos, flexibles y de bajo volumen de tráfico. (Yoder y Witczak 1975).

La selección de una apropiada categoría se condiciona por factores de diversos tipos, tales como la naturaleza que presenta la vía, flujo de vehículos esperado y el

presupuesto disponible. Esta información es esencial para diseñar y construir pavimentos que cumplan con los requisitos específicos de cada proyecto y aseguren la durabilidad y seguridad de la infraestructura vial.

2.2.3 Pavimento flexible

Se caracteriza por su capacidad para deformarse bajo cargas y luego recuperar su forma original. Se compone principalmente de capas de asfalto y agregados, lo que le proporciona su flexibilidad inherente (Robert L. Lytton).

Una de las ventajas del pavimento flexible es su adaptabilidad a diferentes tipos de tráfico y terrenos, lo que lo hace adecuado para carreteras que presentan alto y bajo volumen en cuanto al tráfico. Además, su resistencia al agrietamiento y capacidad de dispersar las cargas de manera efectiva contribuyen a una larga vida útil del pavimento.

2.2.4 Pavimento rígido

Se distingue por su notable rigidez e idoneidad para distribuir cargas a lo largo de su superficie sin deformarse significativamente. (Paul Smith y Robert L. Lytton)

Se trata a su vez de una estructura que se compone por una losa de concreto de tipo Pórtland, colocada sobre una base, o de manera directa encima de la subrasante. Transfiere de manera directa todo esfuerzo al suelo en un modo minimizado, es auto resistente, y el número de concreto tiene que ser controlado.

2.2.5 Subrasante

La subrasante se define como la capa de suelo o material natural que se encuentra debajo de la base de una carretera o estructura. Su resistencia y capacidad de soporte son esenciales para distribuir las cargas de manera uniforme, evitando el hundimiento o deformación de la superficie. Huang y DeGroot (2009)

2.2.6 Subbase

La subbase se define como el material granular que es colocado a través de capas directamente sobre la subrasante, que actúa como soporte adicional para la base y el pavimento. Su función principal es mejorar la capacidad de carga y resistencia del suelo subyacente. Huang y DeGroot (2009)

La subbase constituye la porción localizada entre la subrasante y la losa que es rígida, pudiendo comprender una o múltiples capas compuestas de material estabilizado o granular que deben ser compactadas, y su función primordial destaca en prevenir el

fenómeno de bombeo en superficies con partículas finas, tomando en especial consideración que al combinarse suelo, agua y tráfico podría detonar en un problema mayor. Se puede evidenciar este modelo de escenario de forma más común en la edificación de pavimentos direccionados a carreteras principales y con tráfico vehicular pesado.

2.2.7 Losa

Es una placa plana y delgada que puede ser de asfalto, concreto u otra diversidad de materiales, utilizada con el fin de soportar cargas y distribuirlas uniformemente sobre una superficie. Las losas juegan un papel esencial en la distribución de cargas vehiculares y la resistencia al desgaste en carreteras y áreas de tráfico intenso.

2.2.8 Base

Se describe como el material puesto en capas que descansa sobre lo que se conoce como subbase y se ubica debajo el pavimento, proporcionando estabilidad y soporte a todo lo que concierne a la infraestructura. Su función principal es distribuir uniformemente las cargas vehiculares y resistir las deformaciones.

2.2.9 Pavimento híbrido

El pavimento híbrido, ha emergido como una solución innovadora y prometedora en la construcción de carreteras. El pavimento híbrido combina lo mejor de dos mundos: la durabilidad del concreto y la flexibilidad del asfalto. Smith y Jones (2019).

Esta combinación única de materiales se traduce en una mayor resistencia a las cargas pesadas y una vida útil prolongada del pavimento, lo que reduce significativamente los costos de mantenimiento. García (2020)

2.2.10 Pérdida de serviciabilidad Δ PSI

Se refiere a la degradación gradual de la capacidad de una infraestructura vial para proporcionar un servicio seguro y eficiente a los usuarios. Rodríguez (2017)

Esta pérdida puede ser fuertemente influida por factores como el desgaste que pueda presentar un pavimento, ausencia de mantenimiento y el aumento del tráfico. Dicha problemática no solo afecta la comodidad y seguridad de los usuarios, sino que también tiene un impacto económico en términos de costos de reparación y pérdida de productividad. Smith y Johnson (2019)

Desde el punto de vista numérico, se obtiene restando tanto el índice inicial como el terminal. Δ PSI = $P_o - P_t$

2.2.11 Numero previsto de aplicaciones de carga W18 (ESAL)

Este parámetro se determina a través del número de pasadas o repeticiones de un eje estandarizado de 18000 lb sobre la sección de terreno que se está evaluando. Se calcula mediante la conversión posterior de cada carga de eje a su equivalente en el eje estándar.

2.2.12 Desviación estándar normal ZR

Este indicador estará sujeto a la fiabilidad R, que al mismo tiempo tiene la intervención de muchas otras consideraciones.

Un concepto sintetizado de R está establecido dentro de la guía AASHTO, que señala es confiable un método de diseño-geotécnico si la sección diseñada utilizando dicho método, muestra un comportamiento adecuado bajo las condiciones de carga y ambientales.

2.2.13 Desviación estándar total S0

Su empleo está destinado para la estimación en cuanto a calidad de los materiales que son usados dentro de una construcción, así mismo para analizar las propiedades de un terreno respecto a su consistencia y cuantificar la variabilidad en el desempeño de las estructuras. Esta medida resulta crucial en el momento que se tengan que tomar decisiones, permitiendo que quienes estén a cargo tengan la facilidad de identificar posibles problemas y tomar acciones correctivas (Rodríguez, 2019).

Cuenta con un rango de valores denominado S0, el mismo que se calcula mediante el método que se describe en AASHTO, a su vez esquematiza el modo de comportamiento que está presentando el suelo en su estado originario mostrados en pautas de diseño revisadas en 1972 y 1981 para pavimentos de tipo rígido, con una fluctuación de 0.30 a 0.40 posteriormente. La data inicial hace referencia a información limitada que se obtuvo después de evaluarlo, entre tanto la data de extremo que se considera como superior implica que se ha podido evaluar el tráfico con mayor precisión y tomando a consideración un período más extenso.

2.2.14 Módulo de reacción de la subrasante k

Hace referencia a la suficiencia que posee la misma para poder resistir diversas cargas que le serán aplicadas, su valor se determina por medio de un coeficiente de reacción k. Este coeficiente es conseguido a través de ensayos en cargas sobre placas que son llevados a cabo in situ. Además, es posible obtenerlo ayudándonos con métodos de

correlación en las que interfieran otras características entorno a la subrasante, se tienen en cuenta el Módulo Resiliente (Mr) y CBR (California Bearing Ratio).

2.2.15 Registro de Campo y Tipos de Carteras.

En campo se opta por la realización de diversas etapas, una de ellas y con mayor implicancia es aquella en la que se recolecta datos diferenciados, de tipo angular y lineal, los cuales se registran meticulosamente en cuadernos especializados conocidos como carteras. Estos registros de campo están relacionados con la documentación continua de las mediciones, deben ser elaborados de manera clara y ordenada, conteniendo la mayor cantidad posible de información descriptiva y complementaria para evitar cualquier tipo de ambigüedad. Además, es esencial que los registros sean interpretados de manera sencilla y comprensible por cualquier individuo familiarizado con las tareas topográficas, dado que se observa de forma más común que las estimaciones y los dibujos sean realizados por personas ajenas a quienes se ocuparon en un primer momento de la realización de actividades realizadas en el terreno.

2.3. Definición de términos básicos.

Topografía

Proviene del griego “topo” en alusión a lugar, y “grafos” a dibujo. Ciencia que se coadyuva de la matemática y nos contribuye a representar de manera gráfica (por medio de dibujos), un sitio o terreno definido, con todos sus accidentes y características artificiales o naturales que posee dicho suelo.

Es la encargada de mapear y analizar la superficie terrestre, proporcionando datos precisos contribuyendo al diseño óptimo de infraestructura, siendo una herramienta vital para la planificación y ejecución de proyectos civiles. Contribuye en la seguridad y eficiencia de la construcción. (David,1999)

Levantamiento topográfico

Serie de procedimientos llevados a cabo sobre la tierra, con las herramientas apropiadas, que luego nos posibilitará confeccionar el plano de ese sitio o sector. Estos procedimientos tienen como propósito determinar datos numéricos suficientes para la elaboración del plano. Como es necesario llevarlos a cabo sobre la propia tierra, se les llama como “Trabajo de campo”.

El levantamiento topográfico es el proceso vital que nos permite capturar y representar detalladamente la configuración del terreno. Utilizando herramientas como estaciones totales y tecnología GPS, medimos con precisión elevaciones, pendientes y

características del terreno. Esto proporciona la base esencial para diseñar carreteras seguras y eficientes, considerando la topografía circundante. Es la brújula que nos guía en la creación de rutas que mejoran la conectividad y la seguridad de nuestras comunidades. Es el punto de partida en cualquier proyecto de ingeniería vial. (Mendoza, 2020)

BM

El término de “BM” hace referencia a “Benchmark”, es un punto de referencia o nivel de referencia conocido en un proyecto de construcción, utilizado para establecer elevaciones precisas y referencias altimétricas. Son esenciales en el diseño de carreteras, proporcionando una base sólida para asegurar la nivelación y la alineación adecuada de la vía. (Peterson, 2017)

Se refieren a los puntos que permanecen inalterados y estables incluso después de completar el levantamiento de topografía, tanto antes, mientras dure el proceso, como posterior a las actividades constructivas. Estos puntos en conjunto son empleados con referencias diferentes dado de que sus posiciones originales se restablezcan en cada punto temporal del levantamiento topográfico que pueda haberse desplazado o perdido. Este proceso se conoce como replanteo.

Coordenadas UTM

Procedimiento de referencia espacial que se usa ampliamente en ingeniería civil, este sistema divide la Tierra en zonas, permitiendo la representación precisa de ubicaciones en un formato numérico. En nuestra investigación de infraestructura vial, las coordenadas UTM desempeñan un papel esencial al proporcionar una forma estandarizada de mapear y ubicar puntos en el terreno, lo que facilita el diseño y la construcción de carreteras precisas y seguras. (Gonzales, 2018)

Cuenta con un sistema que opera por medio de coordenadas, fundamentado en lo que proyectado transversalmente desde el punto de vista geográfico de Mercator. A diferencia de la proyección de Mercator estándar, donde se vuelve tangente al ecuador, en este caso se vuelve tangente a un meridiano. En contraste con las coordenadas convencionales que se expresan tanto en longitud como en latitud, en el sistema de coordenadas UTM se proyectan de forma única en metros, los que se referencia teniendo en consideración el nivel en el que se encuentra el mar, que sirve como base de apoyo para proyectar el elipsoide que se ha tomado como referencia.

Curvas de nivel

Se trata del procedimiento empleado para representar y comprender, con una precisión específica, las características del relieve en un área geográfica. Hay diversos métodos para transmitir la información sobre el relieve, como el sombreado utilizando diferentes colores o delineando diminutas elevaciones en conjunto o no, de acuerdo a la importancia de su relieve. Estas líneas conectan puntos en el terreno que comparten la misma elevación. En la ingeniería civil enfocada en infraestructura vial, estas curvas son esenciales. Proporcionan información detallada sobre las variaciones del relieve, permitiendo diseñar carreteras que se adapten a la topografía. Al seguir estas líneas, podemos lograr pendientes adecuadas y minimizar la alteración del terreno, lo que resulta en carreteras más seguras y eficientes. (Smith, 2019)

Planos

Es la representación de una reducida parte de la superficie terrestre, que solamente requiere de procedimientos topográficos, en el que se incluyen datos concernientes a un terreno.

Son representaciones gráficas detalladas de proyectos de carreteras y sus componentes. Estos documentos son fundamentales para la comunicación, diseño y construcción. Los planos viales incluyen información sobre geometría, alineación, pendientes, señalización, y drenaje. Son la guía visual que dirige a ingenieros y constructores en la materialización de carreteras seguras y funcionales. (García, 2018)

Tránsito Promedio Diario

Proporción de vehículos que en un día típico se desplazan por una carretera. Este dato clave en la ingeniería vial proporciona una base sólida para el diseño de carreteras, ya que influye en la capacidad de la vía y las necesidades de señalización y mantenimiento. El tránsito promedio diario es un factor crítico para garantizar que las carreteras se construyan y mantengan de manera óptima, satisfaciendo las demandas de movilidad de manera eficiente y segura. (Smith, 2017)

Periodo de Diseño

Es el horizonte temporal durante el cual se proyecta que una infraestructura vial mantendrá su funcionalidad y capacidad de servicio. Este concepto es fundamental, ya que influye en el dimensionamiento de carreteras y puentes. Comprender este período es esencial para garantizar que las obras viales se construyan con la durabilidad y

capacidad adecuadas para atender las necesidades de movilidad a largo plazo, contribuyendo a la seguridad y eficiencia de la red vial. (Johnson, 2016)

Carril de Diseño

Es el ancho específico y las características geométricas de un carril de tráfico en una carretera planificada. Establecer las dimensiones correctas, incluyendo el ancho y las curvas, permite crear carreteras que se adapten a la demanda de tráfico y minimicen los riesgos de colisiones. Entender y aplicar el concepto de carril de diseño es esencial para construir vías que faciliten la movilidad de manera segura y eficaz. (García,2018)

Sardinel

Elemento empleado en la albañilería cuyo material puede ser a base de concreto, asfalto u otros usados con el objetivo de delimitar la calzada correspondiente a una vía.

Berma

Componente que forma parte de una vía, ubicada de forma lateral que sirve como separación de las calzadas y no se encuentra destinada para la circulación de vehículos.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la Investigación

3.1.1. Ubicación política

El proyecto se encuentra ubicado en la Localidad de San Pedro de Cumbaza, Distrito San Antonio, Provincia San Martín, Región de San Martín.

- Localidad : San Pedro de Cumbaza.
- Distrito : San Antonio.
- Provincia : San Martín.
- Región : San Martín.
- Zona : Urbana.
- Altitud : 433.00 m.s.n.m.



Figura 1.
Ubicación-departamento en el que se sitúa el proyecto.

Fuente: Mapa de la ubicación de departamento



Figura 2.
Ubicación región San Martín.

Fuente: Mapa de la ubicación de la región



Figura 3.
Ubicación distrito de San Antonio.

Fuente: Mapa de la ubicación del distrito

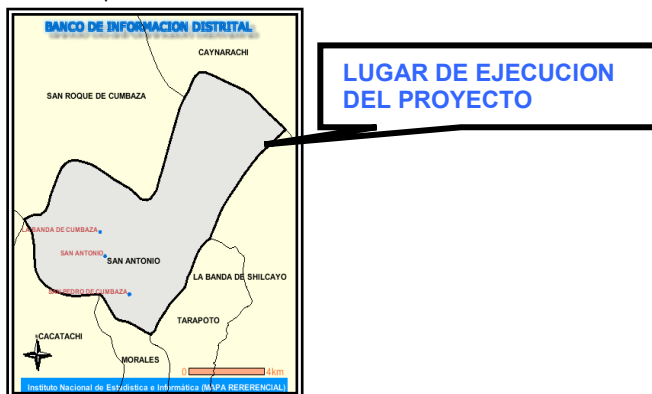


Figura 4.
Ubicación proyecto: San Pedro de Cumbaza.

Fuente: Mapa ubicación del proyecto

3.1.2. Ubicación geográfica.

La capital se encuentra situada a 510 m.s.n.m. y a 15 km al noroeste de Tarapoto, a 6°40'02" latitud al sur y 76°40' 60" longitud al oeste.

3.1.2.1. Vías para acceso

El recorrido para arribar a este distrito, inicia con punto de arranque desde la urbe de Tarapoto, cruzando a través de la región de Morales mediante una vía que se encuentra asfaltada. Se accede a la sección septentrional de la carretera Fernando Belaúnde Terry por el lado derecho, siguiendo la curva del Río Cumbaza por un camino afirmado, toda esta ruta tiene una distancia de aproximadamente diez kilómetros, con un periodo de aproximadamente treinta minutos, en camioneta rural o auto.

Tabla 1.

Vías que permiten el acceso al tramo-San Pedro de Cumbaza.

Vías que permiten el acceso					
Desde	a	Tiempo	Km	Forma de transportarse	Tipo de camino-vía
Tarapoto	San Antonio de Cumbaza	26 min	14 km	Auto	Asfaltado
San Antonio	San Pedro de Cumbaza	4 min	1.7 km	Auto	Afirmado

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2. Topografía y Tipo de Suelo

La región catalogada como urbana y las zonas ribereñas del río Cumbaza en la localidad de San Pedro presentan una topografía variada y desigual. La variedad de suelo predominante en la ubicación del proyecto es reconocida como Arcilla inorgánica que a su vez presenta plasticidad media, conforme al Sistema Unificado en el que se clasifican los tipos de Suelos (SUCS), categorizado como clase (CL).

3.1.2.3. Hidrografía

La zona está circundada por un significativo recurso acuático, que corresponde al Río Cumbaza, el mismo que representa un importante afluente del Río Mayo.

3.1.2.4. Clima

En San Pedro, el temple fluctúa entre 27 y 32°C, con propensión a que presente disminución en junio hasta llegar a un mínimo de 18 a 21°C. El período más lluvioso

abarca de octubre a abril, siendo febrero a abril los meses en los que se desarrollan las mayores precipitaciones.

3.1.2.5. Población

El universo poblacional calculado para el censo 2017 dispone de una totalidad de 1674 en toda la demarcación de San Antonio, de igual modo a la temporada 2020 el universo poblacional asciende a más de dos mil personas que habitan allí, atribuido al desplazamiento de tipo migratorio y al índice de desarrollo a nivel de distrito.

CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
220912	DISTRITO SAN ANTONIO			1 674	830	844	684	616	68
0001	SAN ANTONIO	Rupa Rupa	499	939	456	483	395	343	52
0006	SAN ROQUE	Rupa Rupa	438	17	11	6	12	12	-
0009	LA BANDA DE CUMBAZA	Rupa Rupa	420	171	92	79	65	63	2
0021	SAN PEDRO DE CUMBAZA	Rupa Rupa	433	523	259	264	175	162	13
0022	AHUASHILLO	Rupa Rupa	488	24	12	12	37	36	1

Figura 5.
Población de San Antonio registrada en el censo.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el registro de beneficiarios, se identifican 168 familias como beneficiarias, lo que suma un total de 570 residentes lugareños beneficiados directamente por el plan en la localidad de San Pedro.

3.1.3. Período de ejecución

Se asignó un lapso de seis (6) meses para la implementación, abarcando desde agosto de 2022 hasta febrero de 2023.

3.1.4. Autorizaciones y permisos

No es aplicable.

3.1.5. Control Ambiental y protocolos de bioseguridad

Con respecto a la supervisión ambiental de mi proyecto “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín”, se considera las siguientes medidas de precaución:

- **Control de Emisiones Atmosféricas**

Emisión de partículas y gases en el ambiente durante el proceso constructivo.

Medida de Control:

- Empleo de métodos constructivos autorizados según la Ordenanza General de Obras Civiles.
- Protección de los montículos de agregados finos para evitar la dispersión de las partículas.
- Constante riego de agua de las áreas de trabajo.
- No está permitido quemar los desechos.
- Mantenimiento constante a los equipos y maquinarias livianas y pesadas.
- Uso de equipos y maquinas en buen estado técnico para un funcionamiento adecuado, reduciendo así la exposición a gases por combustión.

- **Gestión del nivel sonoro**

Intensidad sonora y oscilaciones durante el proceso constructivo.

Medida para su regulación:

- Limitación en el empleo de claxon, a excepción de la señal de retroceso.
- Control de carga y descarga.

- **Control de contaminación del agua**

Descargas en cuerpos acuáticos y sistemas de servicios públicos.

Medida para su regulación:

- Prohibición de desechar materiales excedentes a través de lo que involucra sistemas de agua o desagüe.
- Adecuación de área que facilite el almacenamiento de materiales, con una distancia adecuada de los sistemas de agua y desagüe.
- Instalación de baños portátiles por cada 15 trabajadores, acceso a baño público en el área de almacenamiento de materiales.

- **Protocolo de Bioseguridad durante la ejecución**

Propagación del virus COVID-19 entre los trabajadores

Medida de Control:

Posterior a la difícil problemática vivenciada a nivel mundial respecto al COVID-19, se seguirá los adecuados y respectivas recomendaciones frente a la propagación e infección del virus, como método de prevención, control y cuidado personal y grupal:

- Proceso de limpieza y desinfección en la zona donde se llevarán a cabo las labores.

- Supervisión de la salud de los empleados.
- Capacitaciones constantes mediante charlas de seguridad.
- Lavado y desinfección de manos.
- Uso de equipos de protección personal y grupal.

Cuando nos referimos al control de índole ambiental presente en la industria constructiva, estamos hablando de cláusulas medioambientales que se estipulan entorno a trabajadores dentro de las instalaciones en las que éstos desarrollan sus actividades, es decir, la calidad del entorno. Las regulaciones aplicables pueden variar según el rango de actividades que se le asigne a cada uno dentro de una obra. En virtud a ello, es esencial llevar a cabo un control de naturaleza ambiental en la obra, que implica la habilidad de cada trabajador saque a relucir poniendo a prueba su desenvolvimiento en entornos desafiantes y adaptarse a diversas circunstancias infortunadas que puedan surgir durante la actividad.

La administración de tipo ambiental debe contribuir al ahorro y uso racional de recursos, además de asegurar el cumplimiento de normativas ambientales para evitar posibles sanciones. En el sitio de la construcción, es crucial implementar medidas que busquen mitigar consecuencias ambientales, intervenciones que estén destinadas a aprestar alteraciones, y riesgos ambientales que en consecuencia puedan causar daños a las personas, al entorno ambiental o dominios privados a lo largo de una ejecución de proyecto.

3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales

Actualmente, la búsqueda informativa se considera esencial para avanzar en el discernimiento intelectual, y, por ende, resulta crucial contar con información fidedigna. En este contexto, es imprescindible tener precaución al adherirse a principios éticos al publicar un trabajo, según lo señalado por Laguna y sus colegas (2007, p. 65). El National Research Council of the National Academies (2002) define que poseer integridad en la investigación está relacionado al cúmulo de prácticas que incluyen la honestidad intelectual en la formulación, desarrollo y exhibición de la propuesta, la atribución precisa autores que hayan coadyuvado a iniciativa del plan de investigación o a la obtención de dichos resultados, la equidad en la revisión de artículos científicos a través del proceso de revisión por pares, el fomento de la interacción entre distintos grupos científicos y el intercambio de recursos, la transparencia en asuntos de intereses, la adecuada protección de los participantes en estudios y, en el caso de que se requiera

investigar con animales, el cuidado apropiado de los mismos, así como el establecer compromisos que acuerden las partes para ser compartidos, tanto el investigador como el que participa (p. 15).

Aunque generalmente no se cuestiona la adhesión a las normas éticas en la investigación, la presión por publicar a veces puede resultar en el descuido de diversos estándares en torno a calidad que sean requeridos. En razón a lo descrito, resulta crucial que los principios éticos sean vistos como respaldo para mantener una integridad sólida y excelentes estándares en la investigación.

3.2. Sistema de Variables

3.2.1. Variables principales

3.2.1.1. Variable independiente

Diseño del Pavimento en Las Calles de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

Definición conceptual: Estructura erigida sobre la base de una carretera, planificada para soportar y distribuir las fuerzas originadas por el tráfico vehicular, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para la circulación. Comúnmente, incluye distintas capas como la subbase, la base y la capa de rodadura.

Definición operativa: Proceso mediante el cual se identifican los componentes estructurales de una sección de carretera, tomando en cuenta las características existentes en la subrasante, la disponibilidad de recursos, la composición de tráfico y las particularidades del entorno.

Dimensión: Aspectos relacionados con la forma en la que se estructura el pavimento, propiedades geomecánicas de un suelo, el análisis topográfico como también la estratigrafía del terreno.

Indicadores: Engloban dimensiones como la profundidad de la base, el grosor de la capa hecha de concreto, la capacidad de soporte que tiene el suelo (CBR), las distancias y ángulos horizontales, además de los datos recopilados a partir de excavaciones en el suelo (calicatas).

3.2.1.2. Variable Dependiente

Evaluar el nivel de Transitabilidad vehicular.

Definición conceptual: Grado de eficacia dentro la infraestructura vial que puede dar garantía para un flujo vehicular continuo durante un tiempo determinado.

Definición operacional: El rendimiento óptimo de un pavimento, evaluado mediante la funcionalidad y la integración.

Dimensión: Análisis del flujo vehicular y la funcionalidad de la carretera.

Indicadores: Incluyen el recuento de vehículos, el número de ejes equivalentes (ESALs), así como la evaluación de la serviciabilidad al inicio y al término del periodo.

3.2.1.3. Operacionalización de Variables

Tabla 2.
Concreción de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición	Instrumento
Variable independiente: Diseño del pavimento	Estructura erigida sobre la base de una carretera, planificada para soportar y distribuir las fuerzas originadas por el tráfico vehicular, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para la circulación. Comúnmente, incluye distintas capas como la subbase, la base y la capa de rodadura. (MTC,2018)	Proceso mediante el cual se identifican los componentes estructurales de una sección de carretera, tomando en cuenta las características existentes en la subrasante, la disponibilidad de recursos, la composición de tráfico y las particularidades del entorno. Se utilizará la escala ordinal.	Aspectos relacionados con la estructura del pavimento. Propiedades geomecánicas del suelo. Análisis topográfico Estratigrafía del terreno.	- Profundidad de base. - Grosor de la capa hecha de concreto. - Capacidad que posee el suelo para soporte CBR - Distancias y ángulos horizontales. - Calicatas.	Cuantitativa	-Formato para supervisión topográfica. - Formato de estratigrafía de las excavaciones y el índice de soporte CBR - Manual de observación
Variable dependiente: Transitabilidad vehicular	Grado de eficacia dentro la infraestructura vial que puede dar garantía para un flujo vehicular continuo durante un tiempo determinado. (MTC,2018)	El rendimiento óptimo de un pavimento, evaluado mediante la funcionalidad y la integración. Se utilizará la escala ordinal.	Análisis de flujo vehicular. Funcionabilidad de la carretera.	- Recuento de vehículos - Número de ejes equivalentes (ESALs) - Serviciabilidad inicial. - Serviciabilidad final.	Cuantitativa	-Documento para la supervisión del tráfico en las carreteras urbanas a desarrollar de observación

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Variables secundarias

Tabla 3.

Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 1.

OE. 1. Ejecutar el Estudio topográfico de los jirones a pavimentar.			
Variable en abstracto	Variable tangible	Medio de registro	Unidad de medida
Ejecutar	Estudio topográfico	Valoración óptica y exploración data existente	Cualitativa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.

Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 2.

O.E.2. Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar.			
Variable en abstracto	Variable tangible	Medio exploratorio	Unidad de medida
Realizar	Estudio de suelos	Valoración óptica y exploración data existente	Cualitativa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.

Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 3.

O.E.3. Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar.			
Variable en abstracto	Variable tangible	Medio exploratorio	Unidad de medida
Ejecutar	Estudio de tráfico	Valoración óptica y exploración data existente	Cualitativa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.

Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 4

O.E.4. Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza.			
Variable en abstracto	Variable tangible	Medio exploratorio	Unidad de medida
Diseñar	Pavimento rígido	Valoración óptica y exploración data existente	Cualitativa

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Procedimientos de la investigación

3.1.1. Objetivo específico N° 01

Ejecutar el Estudio topográfico de los jirones a pavimentar.

En este apartado, se llevó a cabo la cartografía detallada de la totalidad del espacio asignado al proyecto de investigación, abarcando una superficie total de 10,552.63 m².

3.1.1.1. Levantamiento topográfico

El procedimiento para realizar una cartografía hecha a detalle sigue una serie de pasos de investigación hasta finalizar con el desarrollo de datos. La fase inicial del proceso de levantamiento topográfico llega con la etapa de planificación, que se erige como un componente crucial para asegurar la exactitud y la calidad de los resultados finales. En esta etapa primordial, se establecen los objetivos que guiarán todo el levantamiento topográfico, se eligen los instrumentos y software apropiados, se diseña la estrategia de campo y se elabora un calendario para el proyecto.

En primer término, se procede a definir los objetivos específicos del levantamiento topográfico, los cuales pueden variar dependiendo del tipo de proyecto en cuestión. Por ejemplo, en el caso de un proyecto de construcción, los objetivos podrían consistir en obtener información detallada del terreno para la planificación y ejecución del proyecto, mientras que, en un proyecto de investigación, los objetivos podrían centrarse en la identificación de características geológicas particulares del terreno.

Una vez que estos objetivos han sido definidos, se procede a elegir los instrumentos y programas informáticos apropiados para realizar la cartografía de manera efectiva. Esto incluye la elección de los equipos de medición adecuados, tales como estaciones totales, sistemas de posicionamiento global (GPS) y láser escáner, así como la identificación del software necesario para procesar y analizar los datos topográficos recopilados.

La estrategia de campo también desempeña un papel esencial en la planificación del levantamiento topográfico. En esta etapa, se determinan las áreas que serán objeto de medición, se seleccionan los puntos de control críticos y se planifican las rutas de acceso al terreno. Aspectos como las condiciones climáticas y la seguridad del personal en el terreno son cuidadosamente considerados durante la fase de diseño de la estrategia de campo.

Por último, se procede a la planificación del cronograma del proyecto, teniendo en cuenta los plazos de entrega, las fechas de inicio y finalización del proyecto. Esta fase implica la asignación de recursos necesarios, la programación de las actividades requeridas y la coordinación de los equipos de trabajo para asegurar que el levantamiento topográfico se lleve a cabo de manera eficiente y en concordancia con los plazos establecidos.

Para llevar a cabo la cartografía detallada, se requiere partir de una referencia como punto primario que se conoce como puntos BMs originarios, que posean coordenadas fijadas con antelación en términos de este, de norte y elevación, ello con el fin de vincular cada punto específico. Estas herramientas se utilizan regularmente con el objetivo de llevar a cabo levantamientos en diversos lugares con precisión óptima.

Una vez que cada poligonal del levantamiento se ajustó y niveló, se procedió al levantamiento detallado según las especificaciones del plan, cumpliendo así con la información solicitada por el proyectista. Este procedimiento se llevó a cabo utilizando una configuración de irradiación que es considerada básica, empleando los puntos por los que se compone la poligonal y su cruce con calles que se encuentran transversales. Se ha recolectado datos que resultan relevantes, la cual abarca puntos concernientes al terreno que fueron de utilidad para la creación de curvas de nivel. También se recopiló información detallada sobre elementos como intersecciones, frentes de edificios, aceras, buzones, depósitos de agua, sistemas de desagüe, postes de iluminación, líneas telefónicas, alcantarillas, límites, esquinas, entre otros, con el propósito de construir el mapa topográfico de la zona.

En este proyecto, se utilizó tecnología de vanguardia, la Estación Total de la marca Topcon, que dispone de capacidad de almacenamiento interno para la captura automatizada de datos de campo, que, al eliminar posibles errores en la transcripción de datos, se procedió al procesamiento de información para obtener las coordenadas (Norte, Este y elevación) de cada punto detallado.

Esta obtención de data fue llevada a cabo a diario a través de la aplicación "Topcon Link", posibilitando la transferencia de la información recopilada en campo mediante la Estación Total Topcon. Estos datos se almacenaron en archivos magnéticos o formatos digitalizados, coordinados de manera adecuada para facilitar su posterior

procesamiento. Además, se registraron los datos en libretas topográficas utilizando equipos convencionales.

Después de recopilar los datos en el terreno, se procesaron a través de una aplicación topográfica con el fin de obtener las coordenadas de los puntos relevados. Posteriormente, la información se exportó en formato CSV (Valores separados por comas) permitiendo su manipulación en cualquier aplicación que sea compatible con este tipo de archivo.

Como resultado de esta investigación, se recopilaron un total de Dos Mil Doscientos Noventa y Siete (2,297) puntos, que componen el levantamiento en topografía y un prototipo digital utilizado para la triangulación y determinación de altitud y ubicación en el plano.

3.1.1.2. Modelo digital de terreno (MDT) y curvas de nivel

Una vez completado el levantamiento en topografía y al representarlo a través de un plano, se procede a la creación del Modelo Digital del Terreno (MDT), el cual se compone de un conjunto numérico en el que se incluyen datos que retratan la asignación respecto al espacio que tiene una variable continua y cuantitativa. Este modelo se fundamenta en un Sistema de Triangulación Irregular (TIN), el mismo que representa superficies continuas mediante un conjunto de datos espaciales generados a través de procesos de triangulación. En esta malla TIN, los puntos del levantamiento topográfico se conectan para formar un sistema irregular de triángulos, donde los vértices de estos triángulos corresponden a los puntos mencionados, identificados por sus coordenadas x , y , y z .

Cada punto identificado en el levantamiento topográfico contribuye a la formación de un número significativo de triángulos equiláteros, lo que da forma al relieve del suelo. Tras lo expuesto en el párrafo precedente, se lleva a cabo una interpolación matemática del Modelo Digitalizado del Terreno siguiendo el objetivo de crear líneas de contorno uniformemente separadas por cada metro, conforme a las indicaciones del plan. Este procedimiento posibilita una representación precisa de la topografía del terreno en el plano.

Para llevar a cabo este trabajo, se utilizó la aplicación CAD Autodesk MDT 4, que facilita la realización de estas actividades y proporciona resultados satisfactorios, permitiendo plasmar virtualmente el terreno real.

3.1.2. Objetivo específico N° 02

Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar.

- Reconocimiento del terreno, se da inicio al EMS con el reconocimiento del terreno, en esta etapa primaria, se realizó una inspección visual del área a trabajar. Se recopiló información sobre la topografía, el uso de la tierra, la geología y cualquier característica que pueda influir en el diseño y la construcción.
- Muestreo de suelos; es cuando procedimos con la extracción de muestra del área a trabajar, se obtuvo muestras representativas del suelo a diferentes profundidades a lo largo del trazado de la carretera. Esta profundidad de excavación depende del tipo de terreno a examinar, el clima, el propósito del estudio, en este caso estamos refiriendo a carreteras, de manera que se realizaron cinco calicatas de hondura 1.50 metros mediante excavación. Esta dimensión está definida por el proceso de transmisión de carga que se realizará a través de la armadura estructural que posee el pavimento hacia el suelo subyacente, mitigando la carga, acciones que garantizan la integridad de la infraestructura vial.

Con el fin de evidenciar los estratos presentes en la zona de estudio, se realizaron cinco (05) excavaciones a cielo abierto, siguiendo las pautas establecidas por la Norma. La representación de estratos tuvo lugar siguiendo las directrices que indica la normativa, seguida por la recopilación de muestras para su posterior análisis en ensayos de laboratorio.

Evaluación en laboratorio: Los datos obtenidos durante el proceso de muestreo fueron examinados con objeto de que se evalúe las propiedades físico-mecánicas presentes en dicho suelo. Esto abarcó que se clasifique el suelo, su capacidad de carga, su compresibilidad y su expansión. Estos resultados son esenciales para el diseño. Las pruebas se realizaron bajo la normativa ASTM y adaptados por la NTP, particularmente dirigidos hacia la mecánica de suelos.

Tabla 7.
Método de ensayos

ENSAYO	NORMA ASTM	NTP
Clasificación Unificada de Suelos	ASTM D 2487	339.129
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422	400.012
Contenido de Humedad	ASTM D 2216	339.127
Peso específico relativo	ASTM D 856	339.131
Peso volumétrico	ASTM C 029	339.139
Descripción Visual Manual	ASTM D 2488	339.150
Relación Humedad Densidad (PROCTOR)	ASTM D 1557	339.141
Ensayo de Valor de Soporte (C.B.R)	ASTM D 1883	339.145
Durabilidad al sulfato de sodio	ASTM C 88	
Equivalente de Arena	ASTM D 2419	

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1. Clasificación unificada de suelos

Se empleó el procedimiento normalizado según AASHTO y SUCS para identificar el tipo de suelo. Después de extraer las muestras y permitir su secado natural, se sometieron a un proceso de tamizado con diferentes tamaños de malla. Se analizó el porcentaje de material retenido, el cual fue evaluado para determinar la composición del suelo en cuestión.

Se efectuó el análisis granulométrico de las muestras, por cada calicata; y en ellas se observó que de material grueso la malla de $\frac{3}{4}$ " tiene mayor retención y en agregado fino la malla N° 80. El color del suelo fue marrón rojizo.

3.1.2.2. Análisis del Valor Relativo de Soporte C.B.R.

Fue llevada a cabo utilizando un instrumento de laboratorio denominado penetrómetro CBR. Este dispositivo está compuesto por un pistón que ejerce una carga vertical sobre la muestra de suelo contenida en un cilindro de penetración. El proceso se llevó a cabo de la siguiente manera:

Se colocó la muestra de suelo en un molde CBR, proceder que se puso en marcha por medio de capas, compactando cada una un número preestablecido de veces.

Posterior a la compactación, se realizó una primera medición del diámetro y la altura de la muestra compactada, lo que permite calcular su densidad inicial.

Después, el penetrómetro CBR aplicó una carga al pistón y comenzó a penetrar en la muestra de suelo con una velocidad constante. Se registró la fuerza necesaria para penetrar el suelo, expresada bajo términos de fuerza y desplazamiento.

La prueba se prolongó hasta que el pistón penetró una distancia determinada. El índice de soporte que se conoce como CBR, fue determinado mediante la división de la carga necesaria que posibilite la penetración que se ha determinado que necesita el suelo sujeto a evaluación por la carga requerida para alcanzar el mismo nivel de penetración tomando un muestrario referencial compuesto de grava y arcilla.

El valor CBR se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga necesaria para penetrar el suelo en prueba (en unidades)}}{\text{Carga necesaria para penetrar la muestra estándar (en unidades)}} \times 100\%$$

El valor CBR resultante se expresa como un porcentaje. Los valores de CBR más altos indican que el suelo tiene una mayor capacidad de carga, mientras que los valores más bajos reflejan una menor capacidad de carga. El estrato superior del terreno natural, que comprende los últimos 0.60 metros desde el nivel de la subrasante proyectada, a menos que el plano del proyecto o detalles específicos establezcan un espesor distinto. El objetivo fue determinar el índice C.B.R. relativo a la subrasante. La capacidad de carga, influenciada por el tráfico, y la calidad del material constituyente tendrán un efecto importante en el grosor de esta capa.

Se clasificó la subrasante, que se localiza en el fondo de la socavación en suelo inalterado o en la capa superior del terraplén, mediante el índice C.B.R., asignándola a una de las cinco clases representativas.

Tabla 8.
Tipos de subrasantes

CLASIFICACIÓN	C.B.R. DE DISEÑO
Subrasante muy pobre	< de 3%
Subrasante pobre	De 3% a 5%
Subrasante regular	De 6% a 10%
Subrasante buena	De 11% a 19%
Subrasante muy buena	Mayores de 20%

Fuente: Método simplificado Guía de AASHTO 93

Cuando la diversidad del material preponderante en la subrasante impide establecer un criterio homogéneo para definir el valor promedio de C.B.R. y se cuentan con menos de seis valores de C.B.R. por clase de suelo representativo, es posible aplicar criterios basados en la similitud de los valores. En caso de valores cercanos, se puede optar por tomar el valor promedio; sin embargo, si existe una disparidad considerable entre los valores, se recomienda utilizar el valor más bajo o crítico.

Otro parámetro significativo que contribuye a describir el pavimento de la subrasante es el Índice que hace factible poder clasificarlo, un valor sin dimensiones que es el encargado de implantar un umbral en la pauta que permita su utilización. Se considera que, si este índice es menor a 20, hay la posibilidad de mejorar el suelo, en cambio, si es mayor a 20, el suelo resulta no apto en alusión a la edificación de vías de tránsito.

Tabla 9.
Relación entre las categorías de suelo según AASHTO-SUCS.

C.B.R.	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
0 – 3	Muy Pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6. A7
3 - 7	Pobre a Regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6. A7
7 – 20	Regular	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM SP	A2, A4, A6. A7
20- 50	Bueno	Base, Subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3
> 50	Excelente	Base		A1-a, A2-4, A3

Fuente: Método simplificado Guía de AASHTO 93

Un estudio de suelos completo y preciso es fundamental para asegurar que la carretera sea segura y duradera, minimizando problemas potenciales como hundimientos, deformaciones y daños estructurales a lo largo de la duración estimada de uso. Por lo

tanto, es una parte crítica del proceso de planificación y diseño en la construcción de carreteras.

3.1.3. Objetivo específico N° 03

Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar.

Se realizó una evaluación del flujo vehicular considerando el volumen de tráfico en ambas direcciones. Se tomó a consideración la implementación de un dispositivo de recuento de tráfico en una de las vías designadas para pavimentación, y se realizó la medición durante una semana, abarcando desde el lunes hasta el domingo. Así, se determinó el flujo vehicular diario. El análisis del tráfico se extiende por un lapso de 7 días consecutivos, con mediciones continuas las 24 horas del día. El personal encargado realizó las observaciones en tres turnos de 8 horas cada uno, y posteriormente se procesaron los datos utilizando una hoja de cálculo.

Se procedió a colocar puntos de control, con fines de establecer numéricamente el volumen del tráfico vehicular, se estableció también la diferencia del tipo de vehículo, la dirección y periodo de conteo.

La medición se efectuó durante 7 días en el periodo de 24 horas, el conteo se llevó a cabo los días: lunes 31 de enero del 2022 (31/01/22), martes 01 de febrero del 2022 (01/02/22), miércoles 02 de febrero del 2022 (02/02/22), jueves 03 de febrero del 2022 (03/02/22), viernes 04 de febrero del 2022 (04/02/22), sábado 05 de febrero del 2022 (05/02/22) y el domingo 06 de febrero del 2022 (06/02/22).

La siguiente fórmula fue utilizada para para calcular el Índice Medio Diario (IMD) y estipular el flujo vehicular.

$$\text{IMD} = \text{IMDs} * \text{FCm}$$

$$\text{IMDs} = [(\sum \text{Vl} + \text{Vs} + \text{Vd}) / 7] \text{ (Estaciones colocadas un periodo de 7 días)}$$

Dónde:

IMDs = Promedio semanal de volumen clasificado

Vl = Flujo vehicular categorizado en días laborables (lunes a viernes).

Vnl = Flujo vehicular categorizado en días no laborables (sábado (Vs), domingo (Vd)).

FCm = Factor de ajuste según el mes en que se realizó el conteo.

3.1.4. Objetivo específico N° 04

Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

3.1.4.1. Diseño de pavimento rígido

En AASHTO 93 se establece un procedimiento en el que, al iniciar la construcción, un pavimento ofrece un nivel de servicio elevado para una nueva infraestructura. Con el paso del tiempo y la acumulación de repeticiones de cargas de tráfico, se observa una disminución en el nivel relativo al servicio. La estrategia determina que dicho nivel debe mantenerse al término del intervalo correspondiente al diseño.

3.1.4.2. Parámetros de diseño según método AASHTO

La fórmula fundamental para diseñar la estructura de un pavimento de concreto es:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_O + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

En lo que:

W8.2 = número anticipado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas durante el periodo de diseño

ZR = desviación estándar normal

SO = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

D = espesor del pavimento de concreto, en milímetros

ΔPSI= diferencia entre los índices de servicio inicial y final

Pt = índice de serviciabilidad o servicio final

Mr = resistencia promedio del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

Cd = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

Ec = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción, expresado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

3.1.4.3. Datos para el diseño de pavimento

3.1.4.3.1. Periodo de diseño

El lapso que se considera para estimar en el presente estudio para un pavimento de esta categoría es mínimamente 20 años.

3.1.4.3.2. Determinación del valor de diseño del CBR para la subrasante

El índice CBR, que indica la capacidad de soporte, está relacionado con el 95% de la Máxima Densidad Seca y penetración bajo carga correspondiente a 2.54 mm, según las especificaciones. En el escenario descrito, el valor obtenido con fines que involucran la pavimentación es un CBR promedio de la subrasante, el cual asciende a 7.92%.

3.1.4.3.3. Cálculo del W82, que representa la suma de ejes simples equivalentes a 18000 lb (80 KN).

Como no se contaba con datos sobre cargas por eje de los vehículos, se optó por calcular el número de ejes equivalentes utilizando las cargas máximas que son permitidas para cada vehículo de acuerdo al tipo en el que se clasifique. Este cálculo se basó en la información obtenida del estudio de tráfico, resultando en un valor de $W82 = 3.09 \times 10^5$ ejes equivalentes.

Tabla 10.
Indice anual de crecimiento

	Tasa anual de crecimiento	Periodo
Tránsito bus	1.100%	20 años
Tránsito pesado	4.90%	20 años

Fuente: Elaboración propia

Factor Crecimiento (Fi)	$\frac{(1+r)^n - 1}{r}$
-------------------------------	-------------------------

Figura 6.
Fórmula factor crecimiento.

Fuente: Manual de Carreteras en su sección suelos y pavimentos

Tabla 11.
Factor carril

N° de carriles en ambas direcciones	Porcentaje para Ejes de 8,2 Tn. en cada dirección
1	100%
2	80% a 100%
3	60% a 80%
4	50% a 75%





Fuente: Método simplificado Guía de AASHTO 93

Tabla 12.
Factor de distribución direccional

Factor de Distribución Direccional (DD)	Expresado como una proporción que considera las unidades ESAL por Dirección, ya sea este-oeste, norte-sur, entre otras. Esta proporción puede oscilar entre 0.3 y 0.7.
Generalmente se asume	0.50
Periodo de diseño	20 años

Fuente: Elaboración propia

Ejes equivalentes para cada vehículo de acuerdo a su tipo, atendiendo el recuento diario de tráfico realizado.

CLASIFICACIÓN VEHICULAR		IMD	Tráfico Promedio Anual	Tasa de Crecim. 20 años	Factor de crecimiento	Tráfico Promedio Anual Acumul.	Factor Destruct -	EE Año(0)	Factor Distrib. DD = 0.5	Factor Carril DL = 1.0	EE Año(10)	
Bus		B2	0	0	1.10%	22.23	0.00	4.608	0	0.50	1.00	0.00.E+00
		B3	0	0	1.10%	22.23	0.00	3.616	0	0.50	1.00	0.00.E+00
Camión		C2	9	3285	4.90%	32.72	107480.73	4.608	495234.7	0.50	1.00	2.48.E+05
		C3	3	1095	4.90%	32.72	35826.91	3.406	122039.8	0.50	1.00	6.10.E+04
		C4	0	0	4.90%	32.72	0.00	4.951	0	0.50	1.00	0.00.E+00
Semi Trailer		T2S1	0	0	4.90%	32.72	0.00	7.942	0	0.50	1.00	0.00.E+00
		T2S3	0	0	4.90%	32.72	0.00	8.773	0	0.50	1.00	0.00.E+00
		T3S1	0	0	4.90%	32.72	0.00	8.066	0	0.50	1.00	0.00.E+00
		T3S3	0	0	4.90%	32.72	0.00	8.896	0	0.50	1.00	0.00.E+00
Trailers		C2T2	0	0	4.90%	32.72	0.00	11.277	0	0.50	1.00	0.00.E+00
		C2T3	0	0	4.90%	32.72	0.00	11.400	0	0.50	1.00	0.00.E+00
		C3T2	0	0	4.90%	32.72	0.00	11.400	0	0.50	1.00	0.00.E+00
		C3T3	0	0	4.90%	32.719	0.000	11.524	0	0.50	1.00	0.00.E+00
											EE Año(20)	3.09.E+05

$$EE_i = IMD \times 365 \times f_i \times f_d \times DD \times DL$$

$$EE = \sum_{i=1}^n EE_i$$

Donde:

- EE = Ejes Equivalentes
- f_i = Factor de Crecimiento
- f_d = Factor Destructivo
- DD = Factor de Distribución Direccional
- DL = Factor del carril

Figura 7.
Cálculo de ejes equivalentes (EE).

Fuente: Elaboración propia

3.1.4.3.4. Tránsito (ESALs)

Esta duración está vinculada a la cantidad de tráfico asignada al carril, siendo un periodo recomendado al menos de 20 años.

Una peculiaridad propia de este método es la reducción del impacto del tránsito a través de la introducción de ejes equivalentes, esto implica que las cargas de ejes de cualquier tipo de vehículo se puedan transformar en ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas, comúnmente conocidos como ESALs.

Para el caso de vías de tránsito con un tráfico de bajo volumen, que oscila entre 150,001 y 1,000,000 de Equivalentes de Eje (EE), considerando tanto el carril como el periodo de diseño.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T_{P1}	$> 150,000 \text{ EE} \leq 300,000 \text{ EE}$
T_{P2}	$> 300,000 \text{ EE} \leq 500,000 \text{ EE}$
T_{P3}	$> 500,000 \text{ EE} \leq 750,000 \text{ EE}$
T_{P4}	$> 750,000 \text{ EE} \leq 1'000,000 \text{ EE}$

Nota: T_{PX} : T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño
PX = Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3, 4)

Figura 8.
Clase de tráfico

Fuente: Manual de Carreteras - sección suelos y pavimentos

3.1.4.3.5. Serviciabilidad

Se examinó la eficiencia del pavimento mediante dos criterios fundamentales: el índice inicial (P_i) y el final (P_f). Se desarrolló la ecuación al tener en cuenta la discrepancia entre los valores de servicio al inicio y al final, creando de esta manera que exista variación o diferencia relacionando ambos (ΔPSI).

En este contexto, ello indica la aptitud del pavimento para satisfacer el tráfico que transita por una carretera particular, y es representado en escala que abarca desde 0 hasta 5. En dicha escala, el valor de 0 señala una condición intransitable, mientras que el 5 representa una calificación excelente, un estándar que pocas veces se logra en la realidad.

La valoración de ΔPSI está directamente relacionado con la calidad de la construcción. Se establecen recomendaciones específicas para estos valores, los cuales son:

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

Figura 9.

Diferencia en la capacidad de servicio.

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

3.1.4.3.6. Confiabilidad "R" y la desviación estándar (So)

Se presenta bajo el objetivo de medir la variabilidad intrínseca que presentan los materiales, los procedimientos constructivos y las prácticas de supervisión. Esta variabilidad puede dar lugar a que distintos pavimentos construidos mediante el mismo método manifiesten comportamientos diversos en cuanto al deterioro. Por lo tanto, la confiabilidad se entiende como un margen de seguridad, diseñado para aumentar de manera proporcional la carga de tráfico prevista durante el periodo para el cual se planificó el pavimento

El rango convencional, recomendado por AASHTO, abarca desde 0.30 hasta 0.40. No obstante, este manual propone un valor específico que corresponde a 0.35.

Se utilizarán valores particulares de fiabilidad relacionados al número en el que se repiten los ejes equivalentes, tanto para el diseño como para la tabla 16.

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750 001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}	>30'000,000		95%	-1.645

Figura 10.

Nivel de fiabilidad y desviación estándar.

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

Según las indicaciones del Manual de Carreteras en su sección de suelos y pavimentos, el valor sugerido para el diseño en una sola etapa (20 años).

3.1.4.3.7. El suelo y el efecto de las capas de apoyo (K_c)

Un atributo que es comúnmente utilizado para caracterizar la subrasante es el módulo de reacción presente de la subrasante. La evaluación de este módulo implica la estimación de la presión que es requerida para producir una deformación particular, en este caso, de 13 milímetros. La ejecución del proceso siguió las pautas establecidas por las normas ASTM D-1196 y AASHTO T-222. Las unidades de K se expresan en Mpa / m.

Por otra parte, en la investigación se utilizó como alternativa la propuesta por AASHTO, que es una metodología que implica el uso de una correlación directa que haga factible simplificar la determinación de un coeficiente de reacción, el cual se ajusta con arreglo a la clasificación del suelo y el CBR. Para este propósito, se presenta lo siguiente:

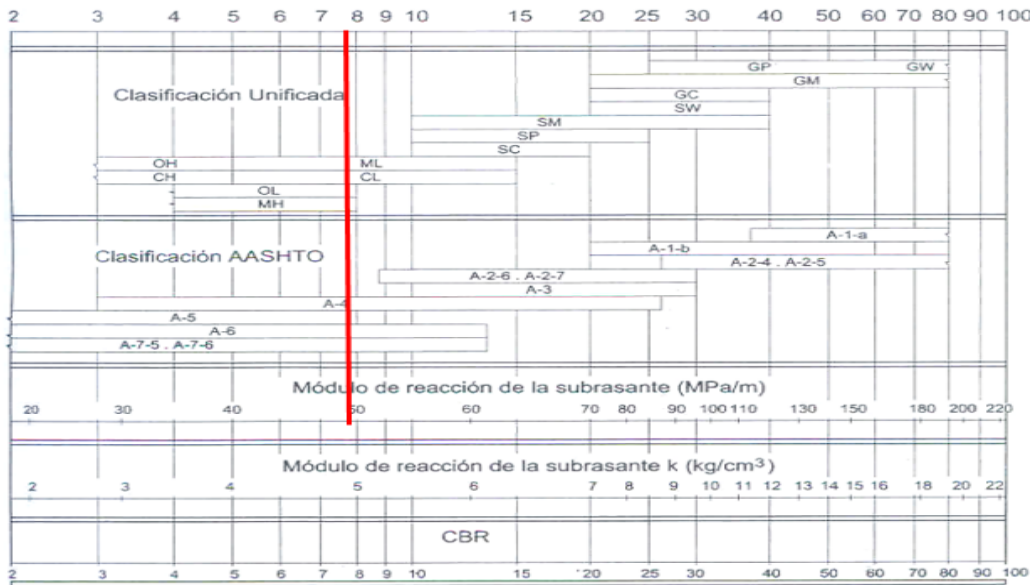


Figura 11.
Módulo de resistencia de la subrasante.

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

Conforme a las indicaciones presentes en el Manual, se sugiere un valor indicado en la figura 9 revela que $K= 48 \text{ Mpa/m} <> 175.2 \text{ pci}$.

3.1.4.3.8. Capacidad de resistencia a la flexión del concreto (Mr)

En virtud que los pavimentos construidos a base de concreto están mayormente sujetos a fuerzas que provocan flexión, este aspecto se incluye en AASHTO 93. En lo que respecta a pavimentos, se emplean valores que varían de acuerdo a lo indicado.

Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXTRACCIÓN DEL CONCRETO (Mr)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
$\leq 5'000,000 \text{ EE}$	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
$> 5'000,000 \text{ EE} \leq 15'000,000 \text{ EE}$	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
$> 15'000,000 \text{ EE}$	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Figura 12.
Módulo de rotura del concreto (Mr)

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

La relación entre el módulo de rotura y el módulo de compresión ($f'c$) correspondiente al concreto se establece por medio de lo siguiente:

$$Mr = a\sqrt{f'c}$$

(Expresado en kg/ cm²), de acuerdo con el ACI 363, en la que el coeficiente de "a" puede variar en el rango de 1.99 a 3.18. Concerniente al módulo de rotura del concreto, se tiene Mr equivalente a 40 kg/ cm² (lo que es igual a 569 psi).

3.1.4.3.9. Módulo elástico del concreto

Factor que resulta de considerable relevancia para diseñar estructuras de concreto armado. Este cálculo puede realizarse basándose en la fuerza con la que resiste a la compresión o a la flexotracción, utilizando alguna correlación predefinida. Conforme a las pautas de la normativa AASHTO 93, el módulo elástico puede calcularse utilizando una correlación, siguiendo la sugerencia especificada por ACI:

$$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

La obtención del valor del módulo de elasticidad del concreto se realiza mediante la prueba ASTM C-469.

$$E = 3.59 \times 10^6 \text{ psi}$$

3.1.4.3.10. Coeficiente de drenaje (Cd)

Representado como Cd, muestra variabilidad en un rango de 0.70 a 1.25 y puede ajustarse según las condiciones específicas. Un valor alto de Cd indica un sistema de drenaje eficiente, lo cual beneficia a la estructura al permitir la reducción del espesor de concreto previamente calculado. Se ha seleccionado un coeficiente de drenaje de 1.00, especialmente para las capas granulares.

3.1.4.3.11. Transferencia de cargas (J)

Este factor se empleó para estimar la capacidad durante la transmisión de cargas a través de hendiduras y juntas. La magnitud de este factor varía según el tipo de pavimento de concreto que se esté construyendo, la presencia y tipo de berma lateral, así como la existencia de dispositivos asociados con la transmisión de cargas. El valor

de J guarda una relación directa con el espesor final de la losa de concreto; es decir, a medida que el valor de J disminuye, se logra un menor espesor de concreto.

Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Figura 13.

Coeficiente de transmisión de carga.

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

Esta elección se basó en las condiciones definidas por la prueba AASHTO, donde se emuló el apoyo adyacente utilizando una vía que se compone de material granular o de manera equivalente, por una formada por una capa de asfalto.

3.1.4.3.12. Diseño de espesor de pavimento rígido

$$\log_{10}(ESAL) = ZR * S_0 + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1.00 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32Pt) \log_{10} \left(\frac{S'_c * C_a * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J * \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c / K)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura 14.

Fórmula fundamental empleada en el diseño para pavimento rígido AASHTO 93.

Fuente: Método simplificado presente en la Guía de AASHTO 93

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ejecutar el estudio topográfico de los jirones a pavimentar.

4.1.1. Resultado del estudio topográfico

Tabla 13.

Cotas y coordenadas de los BMs de inicio

DESCRIPCIÓN	COORDENADAS		COTA	OBSERVACIONES
	NORTE	ESTE		
BM -1	9290165.86	344374.525	408.17	M.I. ubicado en esq. De Ver.
BM - 2	9290075.944	344658.325	403.08	M.1.Ubicado en tapa de buzón
BM - 3	9290094.902	344504.108	406.64	M.1.Ubicado en vereda de parque
BM - 4	9290000.285	344384.901	408.36	M.1.Ubicado en esq. De alc. existente

Fuente: Elaboración propia

Discusión:

Según la recapitulación de las alturas y ubicaciones de los puntos de referencia iniciales para el diseño de pavimentación del proyecto de las calles principales de San Pedro de Cumbaza, se denota la desnivelación constante entre un punto y otro, siendo demostrado la irregularidad existente en el terreno, esto se debe a que la zona es accidentada y no regular en el sector urbano y en los márgenes del río.

4.2. Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar

4.2.1. Resultado del análisis de Mecánica de suelos

Las pruebas efectuadas a fin de que se pueda identificar la naturaleza de suelo a considerar en el diseño del pavimento abarcan:

4.2.1.1. Clasificación unificada de suelos

Tabla 14.
Resumen de los resultados del Estudio de Suelos.

		C1	C2	C3	C4	C5
		Jr. Pedro Ruiz Gallo C2	Jr. Leoncio Prado C2	Jr. Manco Cápac C2	Jr. José Olaya C1	Jr. Perú C1
0.00 – 0.10 M	Clasificación SUCS	Suelo orgánico	Suelo orgánico	Suelo orgánico	Suelo orgánico	Suelo orgánico
	Clasificación AASHTO	Arcilla inorgánica	Arena arcillosa	Arcilla inorgánica	Arcilla inorgánica	Arcilla – Limosa
	Consistencia	Media	Media	Media	Media	Media
	Contenido de Humedad	Bajo 12.40%	Medio 16.20%	Bajo 8.00%	Bajo 6.60%	Bajo 10.90%
	Color	Marrón	Marrón	Marrón	Marrón	Marrón
0.10 – 1.50 M	Plasticidad	Medio IP=25.50%	Medio IP=16.40%	Medio IP=21.70%	Medio IP=23.40%	Baja IP=4.10%
	Grava (%)	GF= 0.18%	--	GF=0.22%	GF=0.63%	--
	Arena Gruesa (%)	0.31%	1.49%	0.40%	0.35%	0.56%
	Arena Media (%)	0.94%	2.71%	1.34%	0.98%	4.61%
	Arena fina (%)	6.48%	59.47%	6.45%	7.60%	61.35%
	% Pasa por la malla N° 200	Arcilla 91.31%	Arcilla 36.33%	Arcilla 91.60%	Arcilla 90.53%	Limo 44.49%
	Clasificación SUCS	CL	SC	CL	CL	SM

Fuente: Elaboración propia

Nivel Freático

No fue detectado índice elevado de agua subterránea en ninguna de las condiciones observadas.

4.2.1.2. Evaluación del índice de soporte CBR

Tabla 15.

Resultado del CBR promedio

C.B.R. AL 100 % (%)	C.B.R. AL 95 % (%)
12.10	7.92

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 15 los valores de C.B.R. de nuestros ensayos es **REGULAR**.

4.2.1.3. Fuentes de agua

Se permite utilizar agua de las tuberías de suministro de la ciudad de San Pedro para llevar a cabo actividades como movimientos de tierras, construcción de terraplenes, capas de afirmado y mezclas de concreto.

4.2.1.4. Cantera

Es solicitado que el material destinado al diseño sea sometido a un proceso de zarandeo utilizando una malla de 2 pulgadas. Este material puede provenir de canteras o de ríos, siempre cumpliendo con las especificaciones y normativas detalladas.

Discusión:

Basándonos en los resultados que arrojaron los análisis efectuados en el laboratorio, y teniendo en cuenta factores como el clima, la temporada y la toma de muestras IN SITU, se ha evaluado la Resistencia a la Compresión Simple utilizando el método de Corte Directo. En la zona del proyecto, el suelo predominante se clasifica como **Arcilla inorgánica de mediana plasticidad**. No se han observado señales de filtraciones, como el nivel freático, en las excavaciones de calicatas. El suministro de agua se obtendrá tanto de la red pública como de río Cumbaza, que pasa por la zona de San Pedro.

4.3. Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar.

4.3.1. Resultado del estudio de tráfico.

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO - SAN MARTIN - SAN MARTIN"											
RESUMEN DE VOLUMEN DE TRÁFICO DIARIO - JR. RAMON CASTILLA											
CLASE	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	IMDs	FC	IMDA	
AUTO	60	50	60	70	100	100	60	72	0.942950	68	
PICK UP	20	14	16	18	30	30	20	22	0.942950	21	
COMBI RURAL	20	18	14	16	16	30	10	18	0.942950	17	
MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.942950	0	
BUS 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
BUS 3E/4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
C2	10	10	10	10	8	6	6	9	0.964170	9	
C3	4	4	2	2	2	2	2	3	0.964170	3	
T2S1/T2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
T2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
T3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
T3S1/T3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
C2R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
C2R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
C3R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
C3R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
TOTAL	114	96	102	116	156	168	98	124		118	

UBICACIÓN	San Pedro de Cumbaza - San Antonio - San Martin
SENTIDO	Ambas Direcciones
FECHA	31-01-2022 / 06-02-2022

Figura 15.

Resumen de volumen de tráfico diario Jr. Ramon Castilla.

Fuente: Elaboración propia

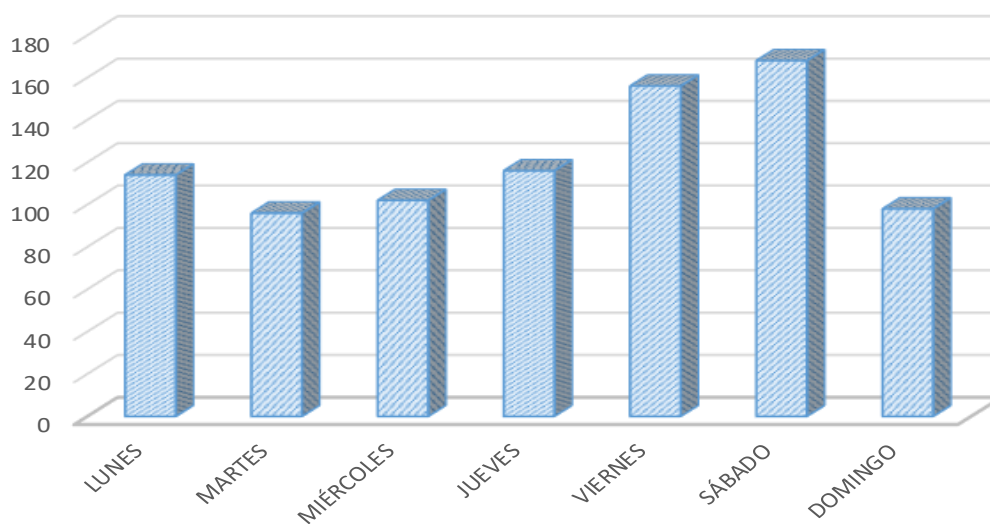


Figura 16.

Gráfico de barras tránsito vehicular diario

Fuente: Elaboración propia

Discusión:

Según los hallazgos obtenidos del análisis de tráfico llevado a cabo en el Jr. Ramón Castilla en ambas direcciones, durante 7 días consecutivos, encontramos que los días de mayor tránsito son los viernes y sábado.

4.4. Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

4.4.1. Resumen del resultado del diseño de pavimento.

Tabla 16.

Implementación de la ecuación fundamental empleada en el diseño para pavimento rígido AASHTO 93

MATERIAL	ESAL	Periodo		ZR	S _o	PSI _o	PSI _i	ΔPSI	S'C	J	Cd	Ec(psi)	f'c (kg/cm ²)	K(pci)
		Diseño (años)	%R											
Subrasante	3.09E+05	20	75%	-0.674	0.35	4.1	2	2.1	569.00	3.20	1.00	3.60E+06	280.00	172.50

Fuente: Elaboración propia

Secciones de estructuras de pavimento rígido

Fue definida una medida mínima de 150 milímetros de grosor para la losa de concreto y una capa granular de base con un espesor también de 150 mm, al determinar las secciones apropiadas para las estructuras del pavimento rígido.

Tabla 17.

Cálculo del grosor de pavimento

DESCRIPCIÓN	D	ECUACIÓN SOLUCIÓN
Espesor del Pavimento Rígido (pulg.)	1.90	0.01617963
Espesor de losa (cm)	4.83	Por proceso constructivo E=15.00 cm

Fuente: Elaboración propia

La magnitud del pavimento de concreto es determinada por la metodología AASHTO y se presenta el diseño definitivo en el siguiente diagrama.

ESPEORES DEL PAVIMENTO

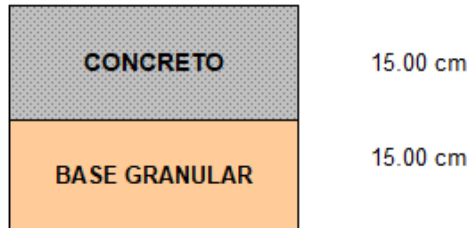


Figura 17.
Grosor del pavimento rígido

Fuente: Elaboración propia

Discusión:

Con base en los diversos estudios, como la topografía, la mecánica de suelos y el análisis del tráfico, además de la evaluación de los coeficientes mediante la aplicación de la fórmula elemental empleada en el diseño para pavimento de tipo rígido según AASHTO 93; la espesura del concreto rígido es de 15 cm, teniendo también como base granular un espesor de 15 cm.

CONCLUSIONES

1. **Siguiendo el primer objetivo específico planteado**, se ejecutó la medición topográfica con el propósito de diseñar el pavimento de este proyecto mediante estación total, con 04 puntos de BM's. Obteniendo que el proyecto se realiza en un terreno accidentado y de no regular.
2. **Siguiendo el segundo objetivo específico planteado:** Se efectuó el análisis de mecánica de suelos, conforme a las directrices de la Norma Técnica Peruana, siguiendo los estándares normativos establecidos. Se llevaron a cabo ensayos como el Análisis Granulométrico por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad natural, Clasificación de Suelos SUCS y Ensayos de Corte Directo.
3. **Siguiendo el tercer objetivo específico planteado:** Se realizó el conteo diario de vehículos durante un período de 7 días consecutivos, con el propósito de calcular la densidad vehicular a través del Índice Medio Diario (IMD). Este método de recolección de datos abarcó una semana completa para obtener una representación más precisa del flujo vehicular.
4. **Siguiendo el cuarto objetivo específico planteado:** Habiendo realizado los 3 primeros objetivos, se pudo cumplir con el 4to objetivo, cuyo resultado responde a que se logró establecer un espesor de 15 cm para el pavimento rígido, con una base granular también de 15 cm.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda mejorar una capa que tenga un grosor mínimo sugerido hasta alcanzar la capa de subrasante, utilizando material seleccionado compuesto por partículas pequeñas y uniformes, debido a suelo arcilloso existente con plasticidad categorizada como media (CL). Es fundamental optimizar este componente para garantizar una mayor estabilidad y resistencia en la estructura del pavimento, especialmente teniendo en cuenta las características específicas del suelo arcilloso en cuestión.
- En futuras investigaciones, es necesario considerar los aspectos ambientales, particularmente la temperatura y la intensidad de las precipitaciones, para obtener un análisis más completo y preciso. La evaluación de estos factores contribuirá significativamente a comprender el impacto medioambiental en el proyecto, permitiendo tomar decisiones informadas y diseñar soluciones adaptadas a las condiciones climáticas específicas. Además, se sugiere llevar a cabo un monitoreo continuo de estos elementos para evaluar su variabilidad a lo largo del tiempo y optimizar así la planificación y ejecución de futuros estudios.
- Cuando se ejecute el plan, se tiene que disponer de una profesional y rigurosa inspección que compruebe que se cumplan los detalles técnicos en relación a la base, subbase y losa de pavimento planteados en el presente estudio y conforme se detalla en los planos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aashto, A. (2004). *Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys*. American Society for Testing and Materials. Estados Unidos.
- Aashto, A. (1986) *Guide for desing of pavements structures*. Estados Unidos.
- Ahmed, F., Thompson, J., Kim, D., Carroll, E. & Huynh, N. (2020). *Costeffectiveness of performing field investigation for pavement rehabilitation design of non-interstate routes*. International Journal of Transportation Science and Technology.
- Alva, J. (2002). *Dinámica de Suelos*. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Arévalo, J. (2019). *Impacto de la pavimentación del Jr. Jorge Chávez de las cuadras 2 y 5 en los moradores del distrito de Morales, 2019*. Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo.
- Arias, G. & Hernández, K. (2016). *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*. Tesis de pregrado. Corporación Universidad de la Costa Barranquilla.
- Berry – Reid. (1993). *Mecánica de Suelos*. Mc Graw Hill International. México.
- Bin, I. y Poklepovic, M. (2020). *Evaluación para su aprovechamiento como agregado en una estructura de pavimento, Córdoba*. 561, Argentina: Revista CSIC, 2020, Vol. 73. 00020-0883.
- Blanco, K. (2020). *Diseño de infraestructura vial para transitabilidad de las localidades Cayalti Km0+000*. Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo.
- Bueno, L. D., Schuster, S. L., Specht, L. P., Pereira, D. D. S., Nascimento, L.A.H. D., Kim, Y. R., & Brenner, M. G. B. (2020). *Asphalt pavement design optimisation: A case study using viscoelastic continuum damage theory*.

- Cardoso, S. y Fernández, M. (1999). *Aplicaciones prácticas del Método PCI para el mantenimiento de pavimentos de aeropuertos*. Perú
- Chandak, P. G., Tapase, A. B., Sayyed, S. S., & Attar, A. C. (2018). *A state-of-the-art review of different conditions influencing the behavioral aspects of flexible pavement. In International Congress and Exhibition Sustainable Civil Infrastructures: Innovative Infrastructure Geotechnology.* (pp. 300-312). Recuperado 15 de mayo de 2023 de https://doi.org/10.1007/978-3-319-61908-8_22
- Crespo, C. (1998). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. (4ta Ed.) México: Editorial Limusa.
- Díaz, E. y Espinoza G. (2020). *Propuesta de diseño de pavimentos rígidos para subrasantes arenas limosas susceptibles a erosión en el proyecto Vía de Evitamiento del bajo Piura*. Tesis de pregrado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- Fernández, D. (2019). *Mejoramiento de la infraestructura vial en el jirón lima cuadras del 01 al 08, en el distrito de Tarapoto 2019*. Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo.
- Fernández, M. (2020). *Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera Cajamarca - celendínbalsas, tramo Chaquilpampa-Santa Rosa de Chaquil, mediante el análisis deflectométrico*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Guerra, C. (1997). *Carreteras, ferrocarriles, canales, localización y diseño geométrico*. (3era Ed.). Editorial América.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ta ed.). México: Mcgraw-hill interamericana.

- Huang, W., Liang, S., & Wei, Y. (2020). *Surface deflection-based reliability analysis of asphalt pavement design*. Science China Technological Sciences, 1-13. Recuperado el 15 de mayo del 2023 de <https://doi.org/10.1007/s11431-019-1480-8>
- Incio, K. (2021). *Diseño de la infraestructura vial de la pavimentación para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado Ampliación Villa El Sol – Distrito De Reque*. Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo.
- Juárez y Rico. (2000). *Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos*. (4ta ed.) México: Editorial Limusa.
- Karballaezadeh, N., Tehrani, H. G., Shadmehri, D. M., & Shamsirband, S. (2020). *Estimation of flexible pavement structural capacity using machine learning techniques*. *Frontiers of Structural and Civil Engineering*. 14(5), 1083-1096. Recuperado el 18 de mayo del 2023 de <https://doi.org/10.1007/s11709-020-0654-z>
- Mora, A. Argüelles, C. (2015). *Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Góngora, municipio de Honda – Tolima*. Tesis de postgrado. Universidad Católica de Colombia.
- Manrique, J., Jiménez, J. y Sálas, M. (2019). *Accesibilidad: elemento fundamental para la ejecución de infraestructura, Colombia*. 37, 2019, Revista Infraestructura Via, Vol. 21, págs. 1-11. 2215-3705.
- Manual para el Diseño de Carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. (R.M. N° 303-2008-MTC/02 del 04/04/2008)
- Maucaylle S. (2020). *Rendimientos operativos en obras de pavimentos rígidos urbanos para obtener resultados productivos - distrito de Talavera – Andahuaylas 2020*. Tesis de pregrado. Universidad Continental.
- Meléndez, J. (2017). *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*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Martín.

- 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.
- Ministerio de Transportes Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Dirección General de Caminos, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG – 2001.
- Navarro, G. (2014). *Diseño del tratamiento superficial asfáltico 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 Martín*. Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo.
- NORMA C.E. 010 PAVIMENTOS URBANOS aprobado con DECRETO SUPREMO Nº 001-2010-VIVIENDA del REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES
- Núñez, Y. (2018). *Propuesta de Rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobre capas de refuerzo en la Avenida Todos los Santos de la ciudad de Chota*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Párraga, C. & Torres, J. (2020). *Propuesta de concretos de alto desempeño con cementos puzolánicos para la construcción de pavimentos CRCP en ambientes agresivos*. Tesis de pregrado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- Pérez, J. (2019). *Diseño de infraestructura vial de la carretera Poroy - Urubamba, aplicando el modelo de predicción de accidentes en vías rurales*. (1era ed.) Cusco: Revista de Andina.
- Ponce, J. (2018). *Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de San Martín.
- Quispe, J. & Condor, A. (2020). *Condición de superficie de pavimentos rígidos analizados mediante métodos convencionales-calles Andrés Avelino*

- Cáceres y Casa Blanca, Santo Tomas, Cusco-2020. Tesis de pregrado. Universidad Continental.
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "NTE. E.050 – Suelos y Cimentaciones". Norma legal. Lima – Perú (2006).
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "NTE. E.060 – Concreto Armado". Norma legal. Lima – Perú (2006).
- Sandoval, E. & Rivera, W. (2019). *Correlation between CBR and Resistance to Unconfined Compression*. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. 29(1), 135-151. Recuperado el 01 de junio de 2023 de: <https://doi.org/10.18359/rcin.3478>
- Valles, R. (1954). *Carretera, Calles y Aeropistas*. (2da ed.). Venezuela: Editorial Imprenta López - Perú 666.
- Vega, D. (2018). *Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo Puerto de Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000)*. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Yi, T., Yong, F., Yun, L. & Chi, Z. (2018). *Responses of snow-melting airfield rigid pavement under aircraft loads and temperature loads and their coupling effects*. *Transportation Geotechnics*, 14, 107-116.
- Zhang, L., Fu, L., Gu, W., Ouyang, Y. & Hu, Y. (2017). *A general iterative approach for the system-level joint optimization of pavement maintenance, rehabilitation, and reconstruction planning*. *Transportation Research*, 105,378-400.
- Zhou, C., Lan, G., Cao, P., Tang, C., Cao, Q., Xu, Y., & Feng, D. (2020). Impact of freeze-thaw environment on concrete materials in two-lift concrete pavement. *Construction and Building Materials*, 262, 1-10.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 18.

Matriz de consistencia del proyecto de investigación

Formulación del problema general	Objetivo	Hipótesis	Metodología
¿De qué manera la Propuesta de Diseño de Pavimento del proyecto "Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín", ¿servirá para elaborar el Expediente Técnico y la ejecución de éste reducirá los altos costos de transporte y mejorará sus condiciones socioeconómicas?	Objetivo General Elaborar el Diseño de pavimento del proyecto "Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín".	El proyecto de diseño de pavimentación será de utilidad para la elaboración del Expediente Técnico.	Población: La población de este estudio abarca todas las calles urbanas ubicadas en la Región San Martín.
	Ejecutar el Estudio topográfico de los jirones a pavimentar.	Hipótesis alternativas El proyecto de diseño de pavimentación será de gran utilidad respecto a la reducción de costos de transporte al mejorar las condiciones de transitabilidad de los principales jirones de la localidad de San Pedro de Cumbaza.	Muestra: La población objeto de estudio en nuestra investigación incluye las calles de la ciudad de San Pedro de Cumbaza, ubicada en el distrito de San Antonio.
	Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar.	El proyecto de diseño de pavimento estructurado mostrará beneficios respecto a las condiciones socioeconómicas de la localidad al mejorar el comercio con el exterior.	
	Objetivos Específicos Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar. Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza. Ejecutar el Estudio topográfico de los jirones a pavimentar.	Hipótesis nulas El proyecto de diseño de pavimentación no será de utilidad para la elaboración del Expediente Técnico. El proyecto de diseño de pavimentación no será de utilidad respecto a la reducción de costos de transporte al mejorar las condiciones de transitabilidad de los principales jirones de la localidad de San Pedro de Cumbaza. El proyecto de diseño de pavimento estructurado no mostrará beneficios respecto a las condiciones socioeconómicas de la localidad al mejorar el comercio con el exterior.	Aplicación de principios éticos internacionales: – Respeto hacia las personas – Beneficencia – Justicia – Honestidad
Tipo y Diseño	Variables	Indicadores	Dimensiones
Tipo de Investigación: – Básica	Variable Independiente: Diseño de pavimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Profundidad de base • Grosor de la losa de concreto 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos relacionados con la estructura del pavimento.

Nivel de Investigación:

- Descriptiva

Diseño de Investigación:

- No experimental

Variable Dependiente: Transitabilidad vehicular.

- Capacidad de soporte de suelo CBR
- Distancias y ángulos horizontales
- Calicatas
- Recuento de vehículos y ESALs.
- Servicialidad inicial y final

- Propiedades geomecánica del suelo.
 - Análisis topográfico.
 - Estratigrafía del terreno.
 - Análisis de flujo vehicular
 - Funcionabilidad de la carretera.
-

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2: Certificado de realización de pruebas de laboratorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 Laboratorio de Tecnología del Concreto
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 Jr. Amorarca 3^{ra} 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 **SANDRA MARGOT FLORES LOZANO** 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.

Ensayos para poder concluir con su Tesis Titulado: “DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VÍAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO – PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN”. Aprobado con resolución decanal N°135-2022-UNSM/FICA-CF-NLU.

Se expide el presente a solicitud de los interesados.

Tarapoto 08 de agosto del 2,022



Ing. M.Sc. Enrique N. Martínez Quiroz
 JEFE DEL LABORATORIO DE MEC. SUELOS Y PAV
 ING. CIVIL - CIP N° 29202

Constancia Registrada N°009



Robert Navarro Mori
 TEC. LAB. MEC. SUELOS, GEOLOGIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL - ESP / 0219
 TEC. VERIFICO INGRESO Y ENSAYOS
 REALIZADO POR TESISISTA

Anexo 3: Resumen propiedades índice y mecánicas del suelo

CALICATA	Muestra	Ubicación Jirón	Prof. de La muestra (m)	PROPIEDADES INDICE									PROPIEDADES DE RESISTENCIA				CLASIFICACION	
				GRANULOMETRIA				LIMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	Gravedad	PROCTOR		CBR		SUCS	AASHTO
				MALLA # 4	MALLA #10	MALLA # 40	MALLA #200	L.L %	L.P. %	IP %	NATURAL %	Especifica Gs	O.C.H. %	M.D.S. gr/cm ³	1" 95%	2" 100%		
C-01	II	JR PEDRO RUIZ GALLO C-02	0.10-1.50	100.00%	99.86%	96.90%	75.36%	30.00	17.00	13.00	12.32	2.68	1.89	14.00	9.00	11.50	CL	A-6(12)
C-02	II	JR LEONCIO PRADO C-02	0.10-1.50	100.00%	97.13%	69.78%	35.40%	28.00	21.00	7.00	15.91	2.61	1.90	13.50	8.80	11.40	SC	A-6(1)
C-03	II	JR MANCO CAPAC C-02	0.10-1.50	100.00%	99.48%	94.85%	82.75%	36.00	18.00	18.00	11.90	2.64	2.05	10.00	6.00	12.00	CL	A-6(13)
C-04	II	JR JOSE OLAYA C-01	0.10-1.50	100.00%	99.90%	94.28%	76.09%	30.00	18.00	12.00	16.16	2.67	1.93	12.00	5.70	12.00	CL	A-6(10)
C-05	II	JR PERU C-01	0.30-1.50	100.00%	99.91%	72.83%	18.68%	NP	NP	NP	11.53	2.58	1.93	12.00	10.10	13.50	SM	A-2-4(0)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

PERU



REALIZADO : TESIS SANDRA MARGOT FLORES LOZANO

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES

VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

FECHA : AGOSTO DEL 2,022

CUADRO RESUMEN - PROPIEDADES INDICE Y MECANICAS - CLASIFICACION

Anexo 4: Estudio de suelos



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS				
TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.				
Localización de la Tesis: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN		Ubicación : JR. P. Ruiz Gallo C-02		
Descripción del Suelo: Suelo Arcilloso Inorgánico de Mediana Plasticidad		Profundidad de la Muestra: 0.10-1.50 m		
Identificación de la Muestra : C-01 MII		Operador : TES. SANDRA. M. F.L.		
		Calicata: C-01 MII		
		Fecha: 08/08/2022		
Tipo de Muestra : Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input checked="" type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>		Coordenadas Punto Muestreo: N:338144 E:9223546		
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico UNSM <input type="checkbox"/>				
Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127 ASTM 2216				
RECIPIENTE N°	21	22	23	24
Peso del recipiente grs.	56.60	56.28	56.55	56.40
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	159.65	159.62	159.70	159.58
Peso del suelo seco + recipiente grs.	148.35	148.25	148.40	148.28
Peso del agua grs.	11.30	11.37	11.30	11.30
Peso del suelo seco grs.	91.75	91.97	91.85	91.88
Contenido de humedad %	12.32	12.36	12.30	12.30
Promedio de contenido de humedad %	12.32			
Observaciones :				
Tipo de Muestra : Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>				
Extracción de Muestra : Cliente <input type="checkbox"/> Técnico UNSM <input type="checkbox"/>				
Determinación del peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-856				
Picnómetro N°	1	2		
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	500.00	500.00		
Método de remoción del aire	Vacio	Vacio		
Peso del picnómetro + agua + suelo	715.60	715.28		
Temperatura °C	23	23		
Peso del picnómetro + agua grs.	640.12	640.08		
Plato Evaporado N°	1	2		
Peso del Plato evaporado + suelo seco grs.	320.00	320.00		
Peso del suelo seco grs.	120.00	120.00		
Volumen de sólidos cm ³	44.52	44.80		
Peso esp. rel. de las part. sólidas del suelo gr/cm ³	2.70	2.68		
Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³	0.99789	0.99789		
Factor de Corrección	1.00	1.00		
Gravedad Especifica sin corrección	2.70	2.68		
Gravedad Especifica aparente a 20°C	2.69	2.67		
PROMEDIO Gs	2.68			
Tipo de Muestra : Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>				
Extracción de Muestra : Cliente <input type="checkbox"/> Técnico UNSM <input type="checkbox"/>				
Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139) ASTM D-2937				
ENSAYO	1	2	3	4
Peso del molde grs.				
Peso del suelo + molde grs.				
Peso del suelo húmedo grs.			N.R.	
Volumen del molde cm ³				
Peso volumétrico grs/cm ³				
Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm ³				

Figura 18. Instrumento de recolección de datos



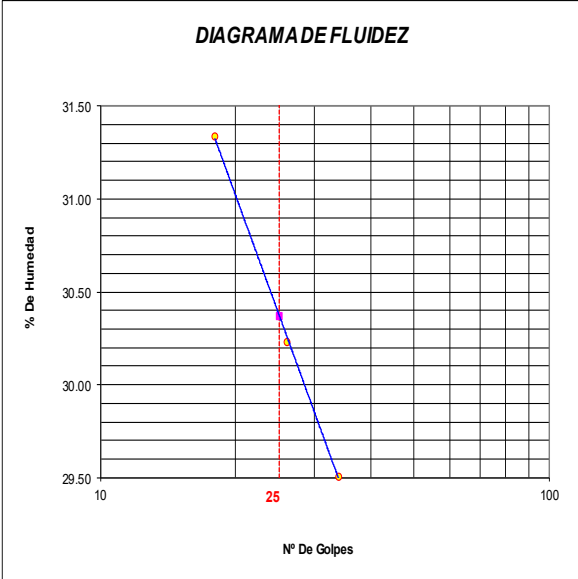


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
 					
Tesis : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.					
Localización de la Tesis: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN					
Descripción del Suelo: Suelo Arcilloso Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.10-1.50 m					
Identificación de la Muestra : C-01 MII Operador : <u>TES. SANDRA. M. F.L.</u> Calicata: C-01 MII Fecha: 08/08/2022					
Tipo de Muestra : Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/> Coordenadas Punto Muestreo: N:338144 E:9223546					
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico UNSM <input type="checkbox"/>					
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)			ASTM D-4318		
Recipiente N°	31	32	33		
Peso del recipiente grs.	20.67	20.64	20.58		
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	91.25	91.55	91.42		
Peso del suelo seco + recipiente grs.	74.41	75.09	75.28		
Peso del agua grs.	16.84	16.46	16.14		
Peso del suelo seco grs.	53.74	54.45	54.70		
Contenido de Humedad %	31.34	30.23	29.51		
Numero de Golpes	18	26	34		
					
Límite Líquido (%)		30			
Límite Plástico (%)		17			
Índice de Plasticidad Ip (%)		13			
Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)			ASTM D-4318		
Recipiente N°	34	35	36		
Peso del recipiente grs.	20.52	20.44	20.28		
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	52.65	52.52	52.58		
Peso del suelo seco + recipiente grs.	48.00	47.88	47.70		
Peso del agua grs.	4.65	4.64	4.88		
Peso del suelo seco grs.	27.48	27.44	27.42		
Contenido de humedad	16.92	16.91	17.80		
Promedio del contenido de humedad LP	17.21				

Figura 19. Instrumento de recolección de datos



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- ASTM D - 423

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGION S.M.

Localización del proyecto: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Descripción del Suelo: Suelo Arcilloso Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.10-1.50 m

Hecho Por : TES. SANDRA. M. F.L. Calicata: C-01 MII

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Tesista Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:338144 E:9223546

B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS
Ø	(mm)					
Tamiz 5"	127.00					Numero del recipiente : 6
Tamiz 4"	101.60					Peso del recipiente : 58.72
Tamiz 3"	76.20					Peso del recipiente + suelo seco : 258.72
Tamiz 2"	50.80					Peso del suelo seco antes del lavado : 200
Tamiz 1 1/2"	38.10					Resultados Obtenidos:
Tamiz 1"	25.40					Contenido de humedad natural = 12.32
Tamiz 3/4"	19.050					Limite Liquido = 30
Tamiz 1/2"	12.700					Limite Plástico = 17
Tamiz 3/8"	9.525					Índice Plástico = 13
Tamiz 1/4"	6.350					Grava = 0.00%
Nº 4	4.760				100.00%	Arena = 24.65%
Nº 8	2.380	0.13	0.07%	0.07%	99.94%	Limos y arcillas = 75.36%
Nº 10	2.000	0.15	0.08%	0.14%	99.86%	Porcentajes que pasan :
Nº 16	1.190	0.90	0.45%	0.59%	99.41%	% Pasa el Tamiz Nº 4 100.00%
Nº 20	0.840	0.91	0.46%	1.05%	98.96%	% Pasa el Tamiz Nº 10 99.86%
Nº 30	0.590	1.79	0.90%	1.94%	98.06%	% Pasa el Tamiz Nº 40 96.90%
Nº 40	0.426	2.33	1.17%	3.11%	96.90%	% Pasa el Tamiz Nº 200 75.36%
Nº 50	0.297	4.91	2.46%	5.56%	94.44%	D ₆₀ : =
Nº 60	0.250	3.85	1.93%	7.49%	92.52%	D ₃₀ : =
Nº 80	0.177	8.37	4.19%	11.67%	88.33%	D ₁₀ : =
Nº 100	0.149	7.63	3.82%	15.49%	84.52%	Cc (Coeficiente de curvatura) :
Nº 200	0.074	18.32	9.16%	24.65%	75.36%	Cu (Coeficiente de Uniformidad) :
Fondo	0.01	150.71	75.36%	100.00%	0.00%	Clasificación S.U.C.S. : CL
TOTAL		200.00				Clasificación AASHTO : A-6(12)

Curva Granulométrica

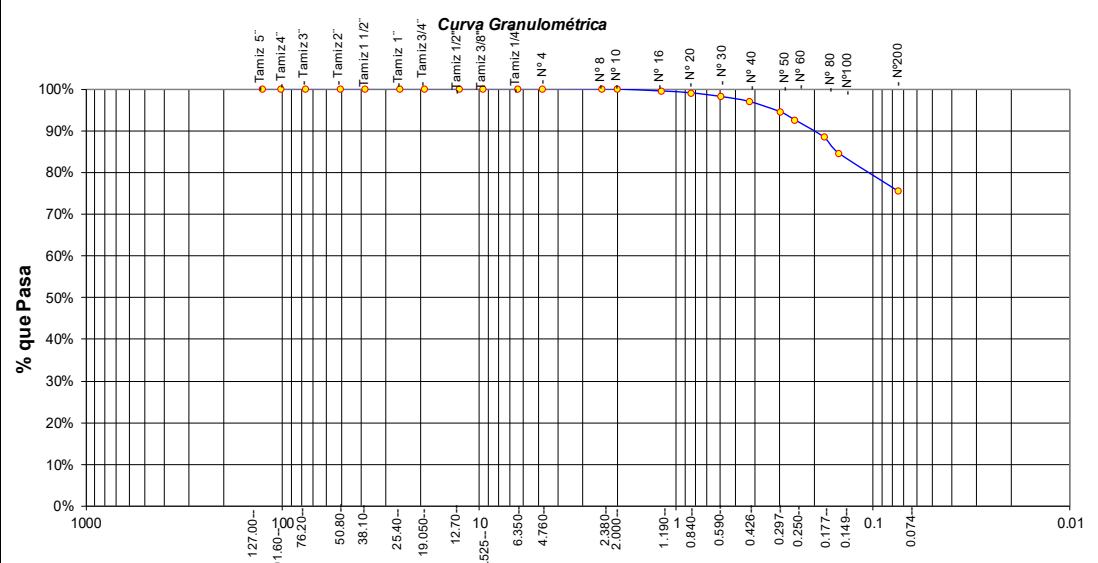


Figura 20. Instrumento de recolección de datos





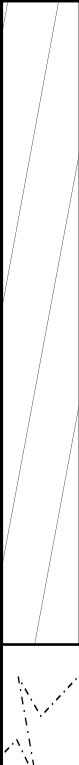


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS Teléfono 522544 -fax 52402 - Anexo 119 Tarapoto - Perú													
REGISTRO DE EXCAVACION													
Realizado :		TESISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO											
Tesis :		DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.								Coord :		N:338144 E:9223546	
Ubicación:		DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN								Fecha :		08/08/2022	
Calicata N°	C-01 MII	Nivel freático	No presenta	Prof. Exc.	1.50	(m)	Cota As.	811.00	(msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	FOTO	
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo					CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO	
							AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
811.00	I	Suelo arcilloso contaminado con la presencia de raíces no apto como terreno de fundación					A-8	CL-Pt		0.10	10.20		
810.90	II	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, suelo duro con presencia de finos con 75.36%, con LL = 30%, color marrón rojizo con resistencia al corte de regular a mala en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 24.64% del total de la muestra.					A-6(12)	CL		1.40	12.32		
#¡REF!													
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)											

Figura 21. Instrumento de recolección de datos

	<p>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</p>	
---	--	---

Tesis: DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización de la Tesis: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Ubicación: JR. P. Ruiz Gallo C-02

Descripción del Suelo: Suelo Arcilloso Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.10-1.50 m Calicata: C-01 MII

Hecho Por: C-01 MII Fecha: 08/08/2022

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

Dimensiones del Molde Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07

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)	55.18	55.20	55.27	55.61	55.58	55.28
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.28	156.21	156.29	156.22	156.24	156.17
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	143.85	143.82	143.90	143.85	143.87	143.80
PESO DEL AGUA (grs)	12.43	12.39	12.39	12.37	12.37	12.37
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	88.67	88.62	88.63	88.24	88.29	88.52
CONTENIDO DE HUMEDAD %	14.02	13.98	13.98	14.02	14.01	13.97
% PROMEDIO	14.00		14.00		13.99	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	14.00	14.00	13.99
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	11667.00	11512.00	11357.00
PESO DEL MOLDE (grs)	7092.00	7092.00	7092.00
PESO DEL SUELO (grs)	4575.00	4420.00	4265.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	2.15	2.08	2.01
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.890	1.826	1.762

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES									
			56		25		10					
			Lec Dial	EXPANSIÓN	Lec Dial	EXPANSIÓN	Lec Dial	EXPANSIÓN				
			m.m	%	m.m	%	m.m	%	m.m.M			
04/08/2022	06:22:00	0	128.0	0.00	0.00	155.0	0.00	0.00	201.0	0.00	0.00	117
05/08/2022	06:22:00	24	130.8	2.80	2.39	158.5	3.50	2.99	203.8	2.80	2.39	117
06/08/2022	06:22:00	48	131.8	3.80	3.25	159.0	4.00	3.42	204.9	3.90	3.33	117
07/08/2022	06:22:00	72	131.9	3.92	3.35	159.5	4.50	3.85	205.7	4.70	4.02	117
08/08/2022	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				Molde Nº				Molde Nº			
	Nº de golpes		56 Nº de golpes		25 Nº de golpes		10		Nº de golpes		CORRECCIÓN	
	Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN	
		Lbs	Lbs/Pulg2		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	0.00	0.00
0.025	48	96.34	32.11	32	63.01	21.00	20	39.11	13.04			
0.050	90	180.00	60.00	75	148.66	49.55	50	98.86	32.95			
0.075	132	263.66	87.89	115	228.34	76.11	85	168.58	56.19			
0.100	173	345.33	115.11	148	294.07	98.02	120	238.29	79.43	7.94		
0.150	228	454.88	151.63	208	413.58	137.86	165	327.93	109.31			
0.200	298	594.31	198.10	248	493.26	164.42	205	407.60	135.87	9.06		
0.250	344	685.94	228.65	300	596.83	198.94	242	481.30	160.43			
0.300	370	737.73	245.91	333	662.57	220.86	268	533.09	177.70			
0.400	408	813.42	271.14	370	736.27	245.42	298	592.85	197.62			
0.500	412	821.39	273.80	372	740.25	246.75	302	600.82	200.27			

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

Figura 22. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

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 DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización de la Tesis: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN Ubicación: JR. P. Ruiz Gallo C-02

Descripción del Suelo: Suelo Arcilloso Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.10-1.50 m Calicata: C-01 MII

Hecho Por: TES. SANDRA. M. F.L. Fecha: 08/08/2022

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)	145.70	145.60	143.98	143.90	142.56	142.65	141.25	141.00
PESO DEL AGUA (grs)	9.98	9.95	11.59	11.62	13.09	13.15	14.67	14.75
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	90.5	90.0	88.7	88.4	87.0	87.0	85.4	85.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	11.03	11.06	13.07	13.15	15.05	15.11	17.18	17.26
% PROMEDIO	11.05		13.11		15.08		17.22	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.05	13.11	15.08	17.22
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6002.00	6195.00	6220.00	6158.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00
PESO DEL SUELO (grs)	1802	1995	2020	1958
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	1.92	2.13	2.15	2.09
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.73	1.88	1.87	1.78
Densidad Máxima (grs/cm ³)				1.890
Humedad Óptima%				14.00

COMPACTACION

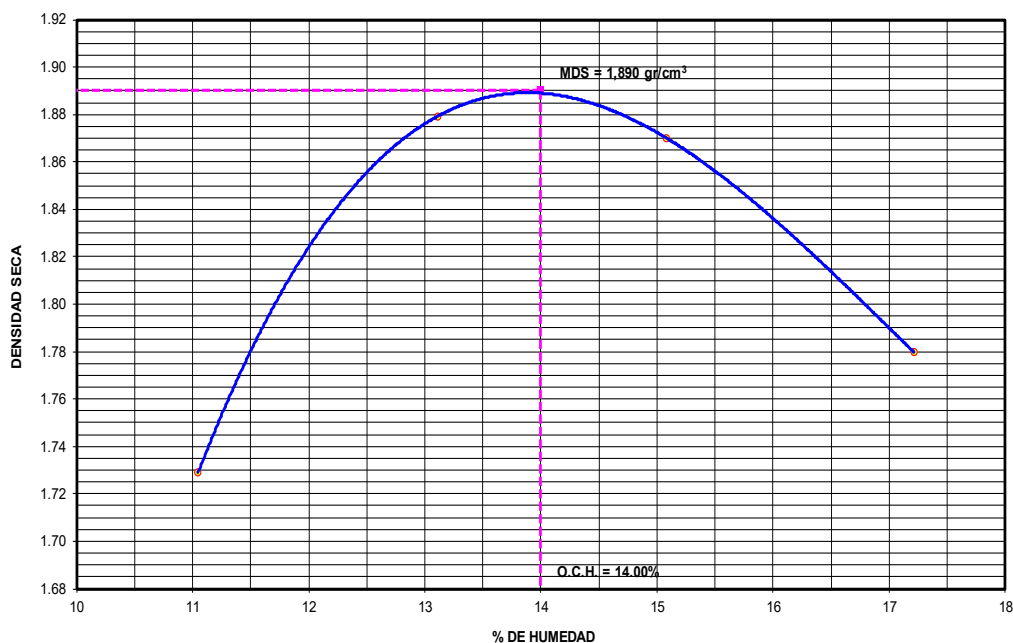


Figura 23. Instrumento de recolección de datos



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

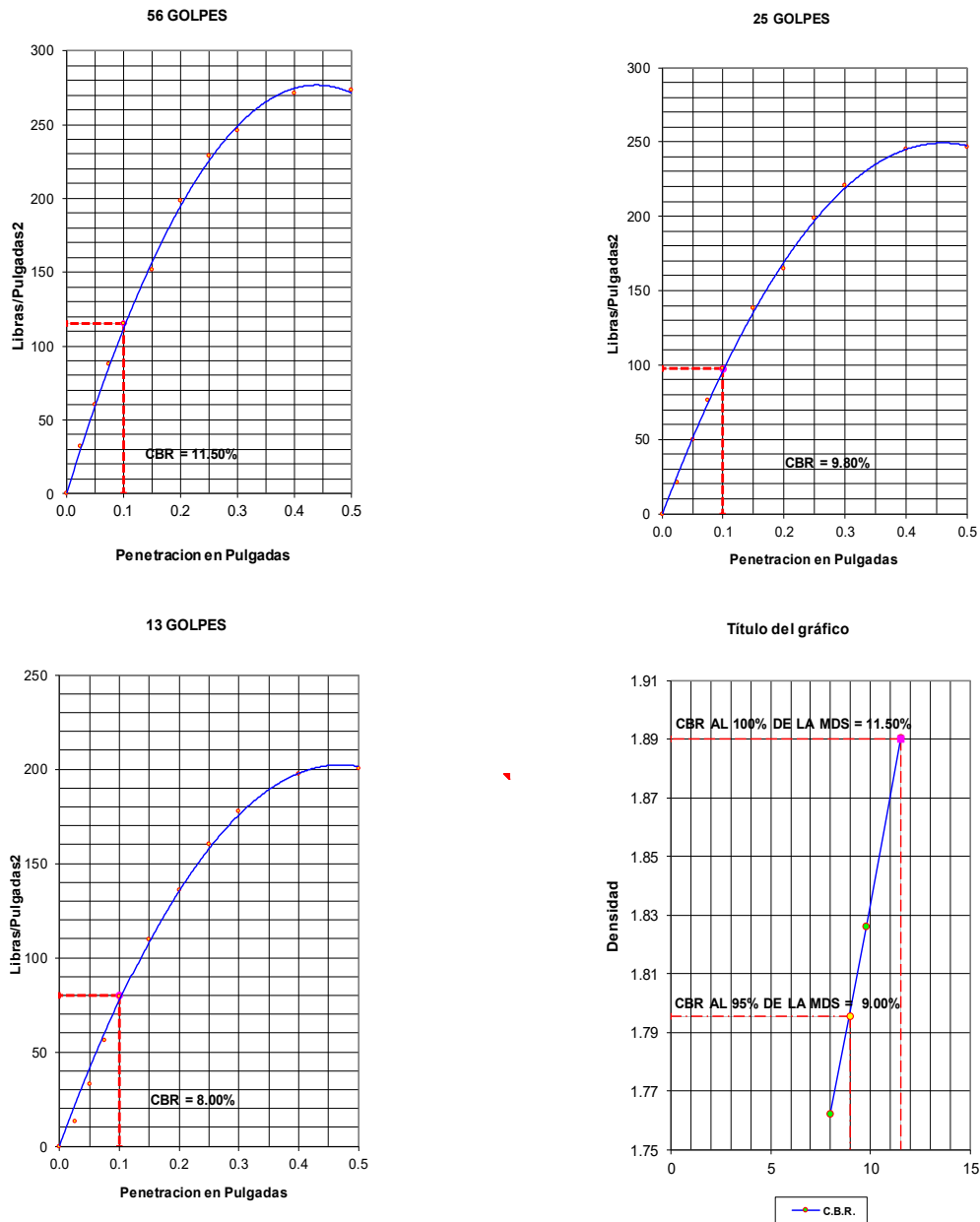


Tesis: DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización de la Tesis: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Ubicación: JR. P. Ruiz Gallo C-02

Descripción del Suelo: Suelo Arcilloso Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.10-1.50 m Calicata: C-01 Mil

Hecho Por: TES. SANDRA M. FLORES LOZANO Fecha: 08/08/2022



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W%	grs/cm ³	EXPANC.	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	14.00	1.89	3.85	100	11.50		
25	14.00	1.83	4.27	97	9.80	9.00	11.50
10	13.99	1.76	4.70	93	8.00		

Figura 24. Instrumento de recolección de datos



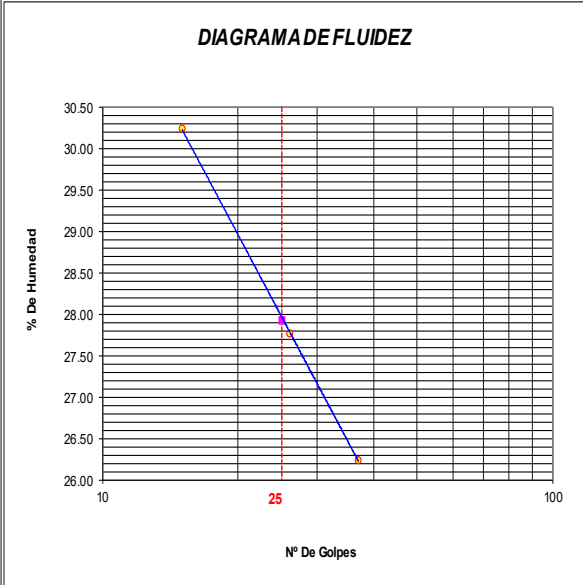

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS									
Tesis : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VÍAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.											
Localización de la Tesis: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN											
Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso		Profundidad de la Muestra: 0.10-1.50 m									
Identificación de la Muestra : C-02 MII		Operador : TES. SANDRA. M. F.L.		Calicata: C-02 MII Fecha: 08/08/2022							
Tipo de Muestra : Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>											
Extracción de Muestra : Cliente <input type="checkbox"/> Técnico UNSM <input checked="" type="checkbox"/>											
0 N:9367503 E:215657											
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°	7	14	11								
Peso del recipiente grs.	20.45	20.42	20.56								
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	55.89	65.74	55.63								
Peso del suelo seco + recipiente grs.	47.66	55.89	48.34								
Peso del agua grs.	8.23	9.85	7.29								
Peso del suelo seco grs.	27.21	35.47	27.78								
Contenido de Humedad %	30.25	27.77	26.24								
Numero de Golpes	15	26	37								
											
<table border="1"> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad Ip (%)</td> <td>7</td> </tr> </table>						Límite Líquido (%)	28	Límite Plástico (%)	21	Índice de Plasticidad Ip (%)	7
Límite Líquido (%)	28										
Límite Plástico (%)	21										
Índice de Plasticidad Ip (%)	7										
Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)											
Recipiente N°	2	7	11								
Peso del recipiente grs.	20.30	20.45	20.33								
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	30.15	35.16	38.96								
Peso del suelo seco + recipiente grs.	28.43	32.66	35.74								
Peso del agua grs.	1.72	2.50	3.22								
Peso del suelo seco grs.	8.13	12.21	15.41								
Contenido de humedad	21.16	20.48	20.90								
Promedio del contenido de humedad LP	20.84										


Figura 25. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización de la Tesis: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso **Profundidad de la Muestra:** 0.10-1.50 m

Identificación de la Muestra : C-02 MII **Operador :** TES. SANDRA, M.F.L. **Calicata:** C-02 MII **Fecha:** 08/08/2022

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9367503 E:215657

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127

RECIPIENTE N°	1	3	5
Peso del recipiente grs.	88.90	55.53	88.63
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	663.10	669.56	660.55
Peso del suelo seco + recipiente grs.	584.30	586.13	581.30
Peso del agua grs.	78.80	83.43	79.25
Peso del suelo seco grs.	495.40	530.60	492.67
Contenido de humedad %	15.91	15.72	16.09
Promedio de contenido de humedad %	15.91		

Observaciones :

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico LAB GEN

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

Picnómetro N°	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	500.00	500.00
Método de remoción del aire	Vacio	Vacio
Peso del picnómetro + agua + suelo	712.95	713.15
Temperatura °C	23	23
Peso del picnómetro + agua grs.	639.00	639.02
Plato Evaporado N°	1	2
Peso del Plato evaporado + suelo seco grs.	320.00	320.00
Peso del suelo seco grs.	120.00	120.00
Volumen de sólidos cm ³	46.05	45.87
Peso esp.rel. de las part. sólidas del suelo gr/cm ³	2.61	2.62
Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³	0.99789	0.99789
Factor de Corrección	1.00	1.00
Gravedad Especifica sin corrección	2.61	2.62
Gravedad Especifica aparente a 20°C	2.61	2.62
PROMEDIO Gs	2.61	

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico LAB GEN

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139)

ENSAYO				
Peso del molde grs.				
Peso del suelo + molde grs.			N.R.	
Peso del suelo húmedo grs.				
Volumen del molde cm ³				
Peso volumétrico grs/cm ³				
Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm ³				

Figura 26. Instrumento de recolección de datos



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 - ASTM D - 423

Tesis : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización de la Tesis: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.10-1.50 m

Hecho Por : TES. SANDRA. M. F.L. Calicata: C-02 MI

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Tesista Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9367503 E:215657

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 : 7
Tamiz 4"	101.60					Peso del recipiente : 10
Tamiz 3"	76.20					Peso del recipiente + suelo seco : 210
Tamiz 2"	50.80					Peso del suelo seco antes del lavado : 200
Tamiz 1 1/2"	38.10					Resultados Obtenidos:
Tamiz 1"	25.40					Contenido de humedad natural = 15.91
Tamiz 3/4"	19.050					Limite Liquido = 28
Tamiz 1/2"	12.700					Limite Plástico = 21
Tamiz 3/8"	9.525					Índice Plástico = 7
Tamiz 1/4"	6.350					Grava = 0.00%
Nº 4	4.760				100.00%	Arena = 64.60%
Nº 8	2.380	2.65	1.33%	1.33%	98.68%	Limos y arcillas = 35.40%
Nº 10	2.000	3.10	1.55%	2.88%	97.13%	Porcentajes que pasan :
Nº 16	1.190	8.40	4.20%	7.08%	92.93%	% Pasa el Tamiz Nº 4 100.00%
Nº 20	0.840	10.50	5.25%	12.33%	87.68%	% Pasa el Tamiz Nº 10 97.13%
Nº 30	0.590	15.60	7.80%	20.13%	79.88%	% Pasa el Tamiz Nº 40 69.78%
Nº 40	0.426	20.20	10.10%	30.23%	69.78%	% Pasa el Tamiz Nº 200 35.40%
Nº 50	0.297	18.50	9.25%	39.48%	60.53%	D ₆₀ : =
Nº 60	0.250	8.60	4.30%	43.78%	56.23%	D ₃₀ : =
Nº 80	0.177	12.65	6.33%	50.10%	49.90%	D ₁₀ : =
Nº 100	0.149	9.20	4.60%	54.70%	45.30%	Cc (Coeficiente de curvatura) :
Nº 200	0.074	19.80	9.90%	64.60%	35.40%	Cu (Coeficiente de Uniformidad) :
Fondo	0.01	70.80	35.40%	100.00%	0.00%	Clasificación S.U.C.S. : SC
TOTAL		200.00				Clasificación AASHTO : A-6(1)

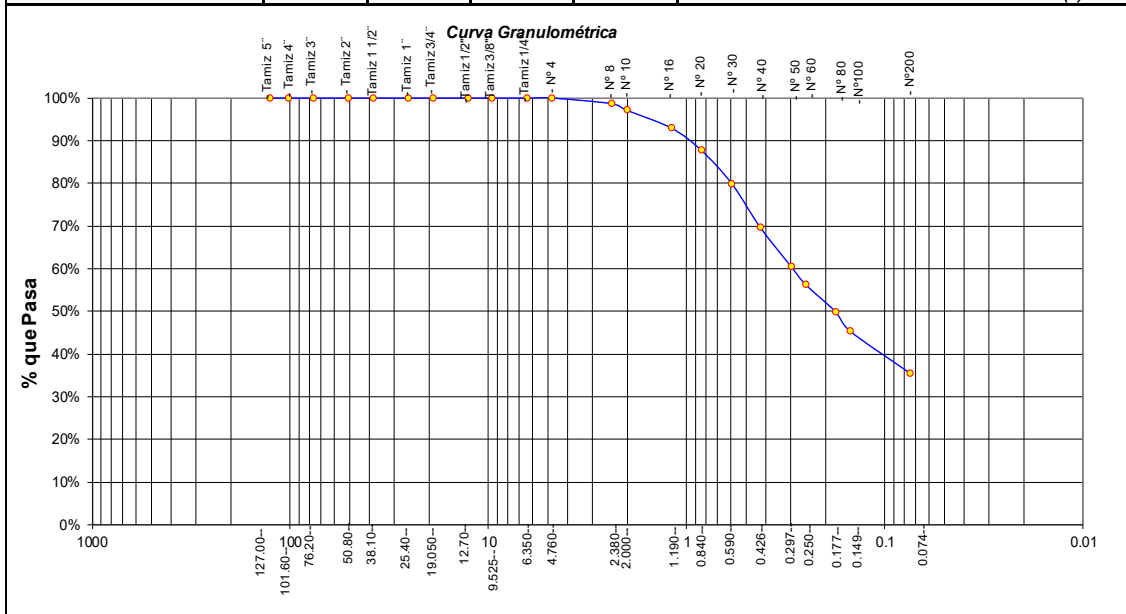


Figura 27. Instrumento de recolección de datos









 <div style="text-align: center;"> 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 </div> 												
REGISTRO DE EXCAVACION												
Realizado :		TESISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO										
Tesis :		DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSIBILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGION S.M.						Coord :		N:338144		
										E:9223546		
Ubicación:		DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN						Fecha :		08/08/2022		
Calicata N°	C-02 MII	Nivel freático No presenta		Prof. Exc.	1.50	(m)	Cota As.	811.00	(msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	FOTO
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo				CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO	
						AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
811.00	I	Suelo arcilloso contaminado con la presencia de raíces no apto como terreno de fundación				A-8	CL-Pt		0.10	10.20		
810.90	II	El suelo es una arena arcillosa de densidad media con finos de 48.55% de plasticidad baja, LL = 28%, matriz de arcilla color marrón, con matriz de arena fina a media con una resistencia al corte de regular, con % de arena de 28.				A-6(1)	SC		1.40	12.32		
809.50												
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)										

Figura 28. Instrumento de recolección de datos

Base



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC Nº 119
 MORALES - PERU



TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

DESCRIPCION : Material para Base granular **MUESTRA** Agregado triturado en planta
Realizado : tesista Sandra Margot Flores Lozano **CANTERA** Rio Huallaga Sector Shapaja **FECHA** :08/08/2022

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO D 420

Peso Inicial Seco, [gr]	20983.00	CARACTERISTICAS FISICAS
Peso Lavado y Seco, [gr]	19946.50	

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent. Ret. [%]	Porcent. Ret. Acum [%]	Porcent. Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas BASE GRANULAR HUSO B		REGISTRO CALICATA Nº/MUESTRA Nº		-
2"	50.800									BASE
1 1/2"	38.100				100.00		100	P.E. RELAT. DE SOLIDOS [gr/cc]		2.64
1 "	25.400	2390.00	11.39	11.39	88.61	75	95	HUMEDAD NATURAL [%]		2.65
3/4"	19.050	2689.00	12.82	24.21	75.79			LIMITE LIQUIDO [%]		NP
1/2"	12.700	1250.00	5.96	30.17	69.83			LIMITE PLASTICO [%]		NP
3/8"	9.525	3280.00	15.63	45.80	54.20	40	75	INDICE PLASTICO [%]		NP
Nº 4	4.760	2598.00	12.38	58.18	41.82	30	60	MATERIAL MENOR # 200 [%]		4.92
Nº 10	2.000	1667.40	7.95	66.13	33.87	20	45	LIMITE DE CONTRACCION [%]		NR
Nº 20	0.840	895.20	4.27	70.40	29.60			CLASIFICACION S.U.C.S.		GP
Nº 40	0.420	700.10	3.34	73.74	26.26	15	30	CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.		A-1a(0)
Nº 80	0.170	3510.40	16.73	90.47	9.53					
Nº 100	0.150	342.10	1.63	92.10	7.90					
Nº 200	0.074	624.30	2.98	95.08	4.92	5	15	D10 [mm]	0.177	Cu 60.469
< Nº 200	0.000	1036.50	4.92	100.00	0.00			D30 [mm]	0.949	Cc 0.475
								D60 [mm]	10.703	

CURVA GRANULOMETRICA

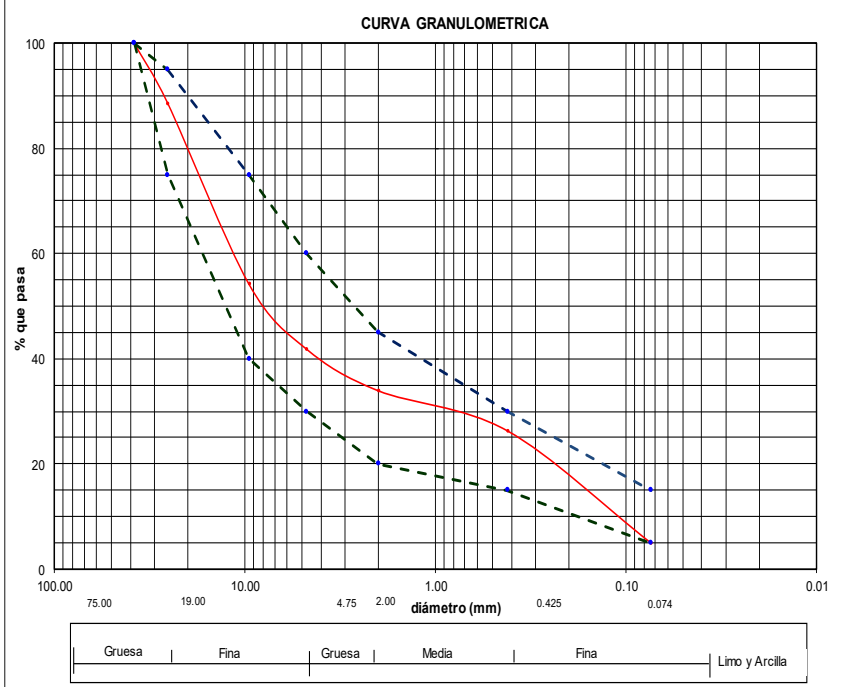


Figura 29. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN

Localización : DISTRITO SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Cantera : RIO HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

Realizado : TESISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO **Fecha** : 08/08/2022

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1250.0			
1" - 3/4"	1250.0			
3/4" - 1/2"	1250.0			
1/2" - 3/8"	1250.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total	5000.0			
Porcent. ret. tamiz N° 12, (%)	4029.4			
Porcent. pasante tamiz N° 12, (%)	970.6			
N° de esferas	12.0			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	19.4%			

OBSERVACIONES :

Figura 30. Instrumento de recolección de datos

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	1 CARA FRACTURADA (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"	2390.0	1908.0	79.8	11.4	909.3
1"	3/4"	2689.0	2250.0	83.7	12.8	1072.7
3/4"	1/2"	1625.0	1540.0	94.8	6.0	564.8
1/2"	3/8"	3280.0	2460.0	75.0	15.6	1172.3
TOTAL		9984.0	8158.0		45.8	3719.1
% con una o mas caras fracturadas :						81.2

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	2 CARAS FRACTURADAS (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"	2390.0	1200.0	50.2	11.4	571.9
1"	3/4"	2689.0	1100.0	40.9	12.8	524.4
3/4"	1/2"	1625.0	890.0	54.8	6.0	326.4
1/2"	3/8"	3280.0	1350.0	41.2	15.6	643.3
TOTAL			4540.0		45.8	2066.0
% con dos o mas caras fracturadas :						45.1

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

Figura 31. Instrumento de recolección de datos



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC Nº 119 MORALES - PERU 						
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.					
Localización	: DISTRITO SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN					
Cantera	: RIO HUALLAGA SECTOR SHAPAJA					
Realizado	: TESISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO					Fecha : 08/08/22
<u>PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS</u>						
ASTM D 693						
TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Corrección (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
1 1/2" - 1"	2390.0	342.0	14.3	11.4	163.0	
1" - 3/4"	2689.0	252.0	9.4	12.8	120.1	
3/4" - 1/2"	1625.0	217.0	13.4	6.0	79.6	
1/2" - 3/8"	3280.0	392.0	12.0	15.6	186.8	
Peso Total (gr.)	9984	1203.0		45.8	549.5	12.0
Observaciones:						

Figura 32. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FC N° 119
MORALES - PERU



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO PARA ENSAYO DE DURABILIDAD ESCALONADO

ASTM D 422

TESTIS DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización DISTRITO SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN **Fecha** 8-8-22

Cantera RIO HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

Realizado TESIS SANDRA MARGOT FLORES LOZANO

Tamices	Tamaño (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Datos de la muestra	
Ø						Peso Inicial, gr	10200.0
2"	50.800				100.0	Peso lavado, gr	9997.0
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	Peso perdido, gr	203.0
1"	25.400	374.0	3.7	3.7	96.3	Observaciones	
3/4"	19.050	3102.0	31.1	34.8	65.2		
1/2"	12.700	2940.0	29.4	64.2	35.8		
3/8"	9.525	1722.0	17.2	81.4	18.6		
N° 4	4.750	1859.0	18.6	100.0	0.0		
N° 8	2.380	746.0					
N° 16	1.190						
N° 30	0.590						
N° 50	0.297						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074						
FONDO							

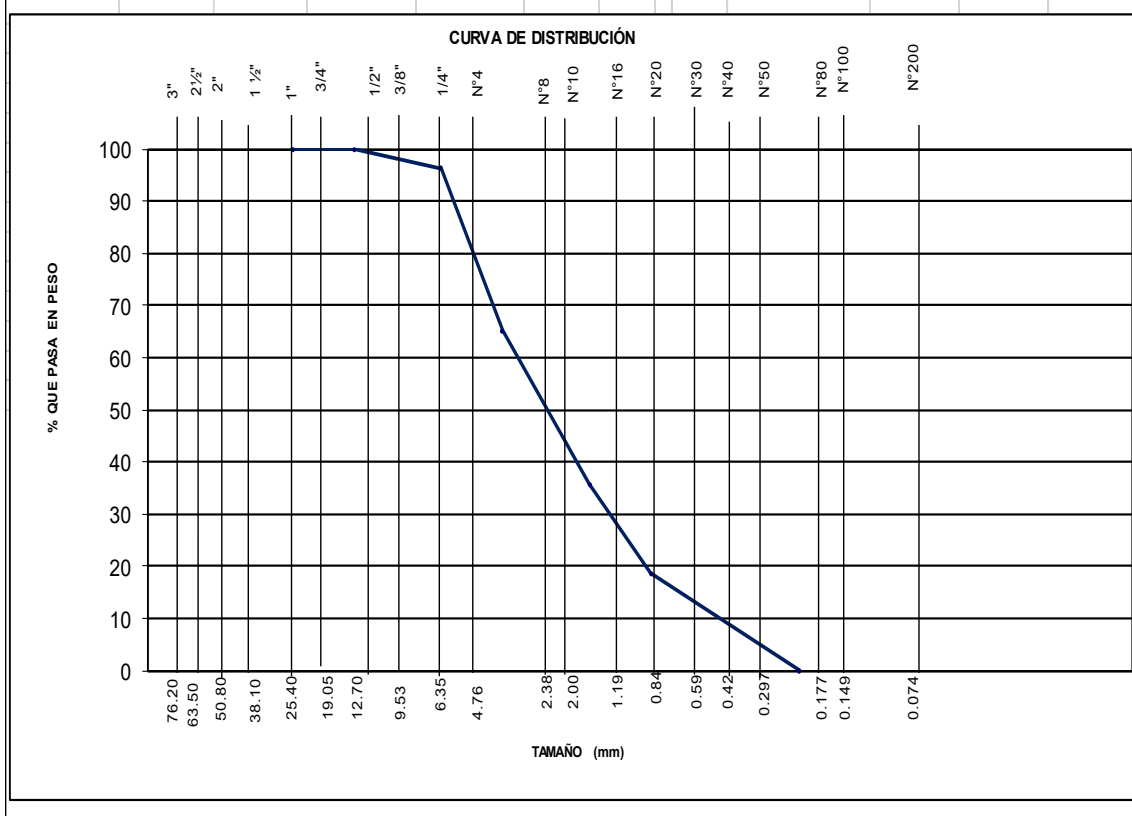


Figura 33. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO

MTC E 209 - ASTM C 88 - AASHTO T-104

TESIS

DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización

DISTRITO SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Cantera

RIO HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

Realizado

TESISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO

Fecha

08-08-22

ANÁLISIS CUANTITATIVO

A GREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	Peso ret. después de ensayo (g)	Gradación original escalonada	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
2 1/2"	2"		3000±300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2"	1 1/2"	0.0	2000±200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1 1/2"	1"	3.7	1000±50	1010	987.0	3.7	23.0	2.3	0.1	
1"	3/4"	31.1	500±30	520	502.0	31.1	18.0	3.5	1.1	
3/4"	1/2"	29.4	670±10	670.0	655.0	29.4	15.0	2.2	0.7	
1/2"	3/8"	17.2	330±5	330	302.0	17.2	28.0	8.5	1.5	
3/8"	Nº 4	18.6	300±5	310.0	302.0	18.6	8.0	2.6	0.5	
TOTALES		100.0							3.8	

A GREGADO FINO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	Peso ret. después de ensayo (g)	Gradación original escalonada	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	Nº 04	0.0	100	100	--	90.0	10.0	7.0	0.0	--
Nº 04	Nº 08	0.0	100	100	--	78.8	21.2	7.0	0.0	--
Nº 08	Nº 16	0.4	100	100	--	84.7	15.3	7.0	0.0	--
Nº 16	Nº 30	1.3	100	100	--	90.0	10.0	0.0	0.0	--
Nº 30	Nº 50	19.0	100	100	--	89.8	10.2	10.2	1.9	--
Nº 50	Nº 100	62.0	100	100	--	92.3	7.7	7.7	4.7	--
< Nº 100		17.3								
TOTALES		100.0		600.0		525.6			6.72	

Figura 34. Instrumento de recolección de datos

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN																			
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA																				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS																				
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119																				
MORALES - PERU																				
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.																			
Localización	: DISTRITO SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN																			
Cantera	: Arena triturada en planta, río Huallaga, sector Shapaja																			
Realizado	: TESISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO	Fecha : 08-08-22																		
Referencias de la muestra																				
Identificación	Material aluvial de río Prof : GLOBAL	Presentación 01 bolsa de polipropileno																		
Descripción	Arena triturada en planta, río Huallaga, sector Shapaja	Cantidad 1,0 kg Aprox.																		
<u>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.152 BS1377</u>																				
<table border="1"> <tr> <td>Peso de crisol</td> <td>gr.</td> <td>22.0248</td> </tr> <tr> <td>Peso crisol + sales</td> <td>gr.</td> <td>22.0553</td> </tr> <tr> <td>Peso sales</td> <td>gr.</td> <td>0.0305</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra</td> <td>gr.</td> <td>50.0</td> </tr> <tr> <td>Sales</td> <td>%</td> <td>0.0610</td> </tr> <tr> <td>p.p.m.</td> <td></td> <td>610.000</td> </tr> </table>			Peso de crisol	gr.	22.0248	Peso crisol + sales	gr.	22.0553	Peso sales	gr.	0.0305	Peso de muestra	gr.	50.0	Sales	%	0.0610	p.p.m.		610.000
Peso de crisol	gr.	22.0248																		
Peso crisol + sales	gr.	22.0553																		
Peso sales	gr.	0.0305																		
Peso de muestra	gr.	50.0																		
Sales	%	0.0610																		
p.p.m.		610.000																		
<table border="1"> <tr> <td>Contenido de sales solubles : 0.06 % < 0.5 %</td> </tr> </table>			Contenido de sales solubles : 0.06 % < 0.5 %																	
Contenido de sales solubles : 0.06 % < 0.5 %																				
Observaciones																			

Figura 35. Instrumento de recolección de datos



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119 MORALES - PERU 					
<u>EQUIVALENTE DE ARENA</u>					
MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176					
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.				
Localización	: DISTRITO SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN				
Cantera	: Arena triturada en planta, río Huallaga, sector Shapaja				
Realizado	: TESISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO			Fecha :	08/08/2022
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN				
	1	2	3		
Hora de entrada a saturación	10:27:08 a. m.	10:29:08 a. m.	10:31:08 a. m.		
Hora de salida de saturación (más 10')	10:37:08 a. m.	10:39:08 a. m.	10:41:08 a. m.		
Hora de entrada a decantación	10:39:08 a. m.	10:41:08 a. m.	10:43:08 a. m.		
Hora de salida de decantación (más 20')	10:59:08 a. m.	11:01:08 a. m.	11:03:08 a. m.		
Altura máxima de material fino	cm	5.90	6.10	6.20	
Altura máxima de la arena	cm	4.30	4.40	4.40	
Equivalente de arena	%	73	73	71	
Equivalente de arena promedio	%	72.3			
Resultado equivalente de arena	%	72.0			
Observaciones:	_____ _____ _____				

Figura 36. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119		MORALES - PERU				
 												
TESIS	DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.											
Localización	DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN											
Cantera	Rio Huallaga, Agregado Para Base											
Realizado	TESISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO				Fecha		08/08/2022					
Nº Golpes / capa:	25	Nº Capas:	5	Peso del Martillo:		10 Lbs.						
Dimensiones del Molde	Diametro: 15.2		Altura: 11.60 cm		Vol.		2123.07					
	Sobrecarga: 10 Lbs.											
Calib:	1.99188											
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883												
Determinación del contenido de Humedad												
MUESTRA Nº / Nº GOLPES	200	15	36	189	219	58						
PESO DEL TARRO (grs)	20.20	20.60	20.60	20.40	20.70	20.30						
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	219.50	234.60	264.80	241.80	237.50	230.40						
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	208.10	222.60	250.90	229.30	225.20	218.50						
PESO DEL AGUA (grs)	11.40	12.00	13.90	12.50	12.30	11.90						
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	187.90	202.00	230.30	208.90	204.50	198.20						
CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.07	5.94	6.04	5.98	6.01	6.00						
% PROMEDIO	6.00		6.01		6.01							
Determinación de la Densidad												
CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.00		6.01		6.01							
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	11571.00		11378.00		11362.00							
PESO DEL MOLDE (grs)	6741.00		6735.00		6735.00							
PESO DEL SUELO (grs)	4830.00		4643.00		4627.00							
VOL. MOLDE (cm3)	2050.00		2072.00		2158.00							
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.356		2.241		2.144							
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.223		2.114		2.023							
EXPANSIÓN												
Nº GOLPES 56 Nº GOLPES 25 Nº GOLPES 13												
FECHA	HORA	TIEMPO (h)	Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Molde m.m.
				m.m	%		m.m	%		m.m	%	
NO PRESENTA												
PENETRACIÓN												
Penetración en pulgadas	Moide Nº 56				Moide Nº 25				Moide Nº 13			
	Nº de golpes	CORRECCIÓN			Nº de golpes	CORRECCIÓN			Nº de golpes	CORRECCIÓN		
	Lec Dial	Lbs	Lbs/Pulg2	Lec Dial	Lbs	Lbs/Pulg2	Lec Dial	Lbs	Lbs/Pulg2	Lec Dial	Lbs	Lbs/Pulg2
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	400	797	266	244	485	162	185	368	123			
0.050	774	1542	514	585	1165	388	402	800	267			
0.075	1123	2238	746	910	1812	604	636	1266	422			
0.100	1506	3001	1000	100	1250	2489	830	83	865	1722	574	57
0.150	2090	4164	1388		1903	3790	1263		1221	2431	810	
0.200	2504	4988	1663	111	2325	4630	1543	103	1508	3003	1001	67
0.250	2836	5650	1883		2596	5170	1723		1719	3423	1141	
0.300	3075	6126	2042		2773	5523	1841		1862	3708	1236	
0.400	3437	6847	2282		2986	5947	1982		2040	4063	1354	
0.500	3611	7193	2398		3106	6186	2062		2147	4276	1425	
OBSERVACIONES:												

Figura 38. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119



MORALES - PERU

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGION S.M.
Localización : DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN
Cantera : Rio Huallaga, Agregado Para Base
Fecha : 08/08/2022

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

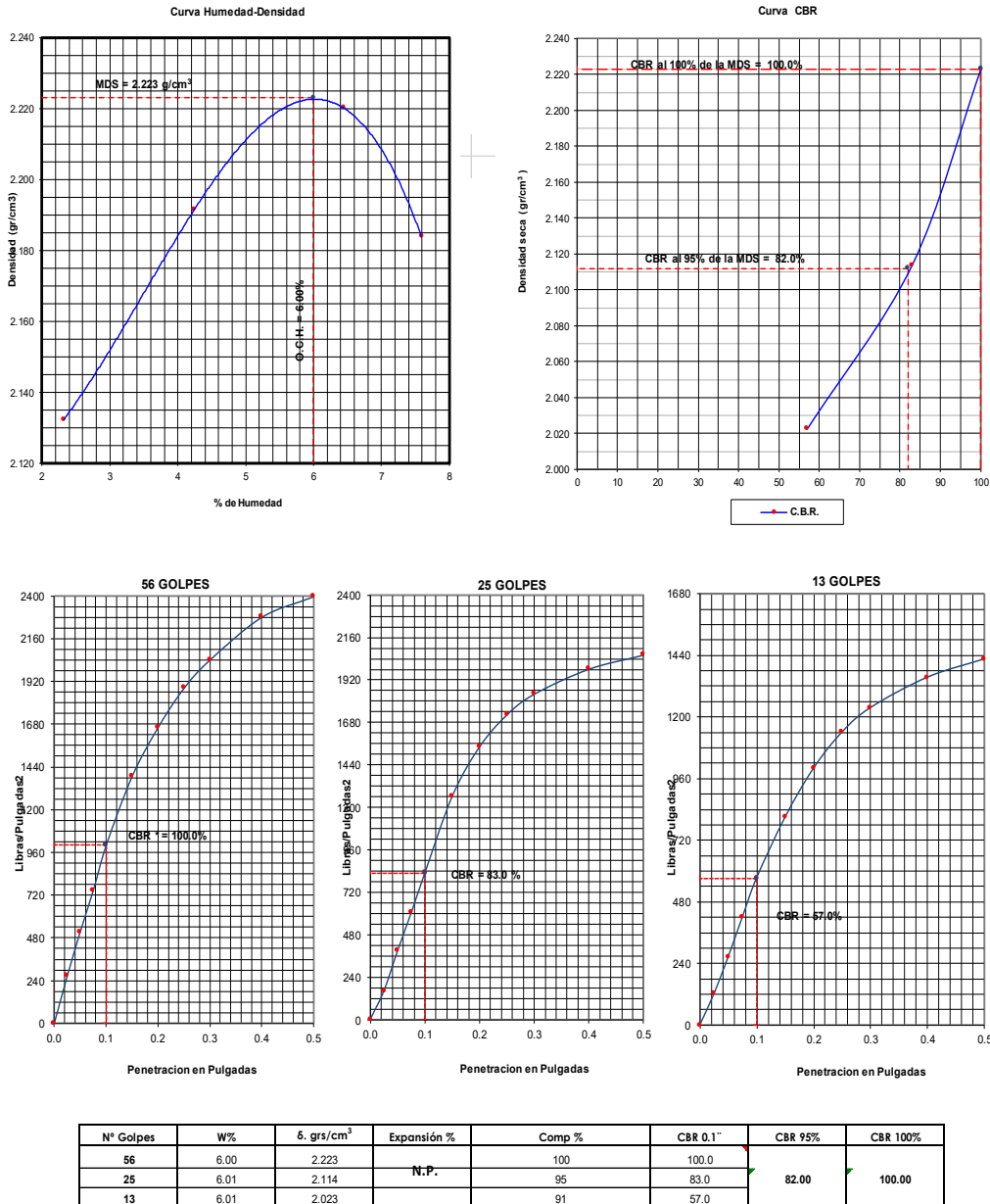


Figura 39. Instrumento de recolección de datos

Sub Base



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC Nº 119

MORALES - PERU



CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (Nº 200)

ASTM C 117 - 2000

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

REALIZADO : TESISISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO **ING. RESPONSABLE :** ING.E.N.M.Q.

CANtera : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR **FECHA :** 08/08/2022

CANtera MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR

MUESTRA GLOBAL

PORCENTAJE DEL MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 mm (Nº 200), POR LAVADO.	A = 8.60
PESO ORIGINAL DE LA MUESTRA SECA EN GRAMOS	B = 200.00
PESO DE LA MUESTRA SECA. DESPUES DE LAVADA EN GRAMOS	C = 182.80

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100$$

VERIFICACION :

$$A = \frac{R}{B} \times 100$$

PESO DEL RESIDUO SECO EN GRAMOS

$$R = 17.2$$

$$A = 8.60$$

Observaciones:

.....

.....

.....

Figura 40. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



EQUIVALENTE DE ARENA EN AGREGADOS FINOS

ASTM D 2419-91

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

REALIZADO : TESISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO

CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR **FECHA** : 08/08/2022

CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR

MUESTRA GLOBAL

DETERMINACION N°	1	2	3
Saturación (hora inicial)	1:08'	1:12'	1:16'
Saturación (hora final)	1:18'	1:22'	1:26'
Prueba ensayo (hora inicial)	1:19'	1:23'	1:27'
Prueba ensayo (hora final)	1:39'	1:33'	1:37'
Arcilla retenida (cm)	9.8	9.9	9.8
Arena retenida (cm)	4.40	4.40	4.5
Equivalente de arena (%)	45	44	46

PROMEDIO OBTENIDO (%) =

Observaciones: Mezcla de Agregados + suelo

Figura 41. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119
MORALES - PERU



ENSAYO DE ABRASION EN AGREGADO GRUESO

NORMA ASTM C 131-00

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

REALIZADO : TESISISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO

CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR

FECHA: 08/08/2022

ABRASION EN TAMAÑOS MEDIANOS DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 131-00

CANTERA MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR
MUESTRA Global

TAMICES ASTM		GRADACIONES - Pesos (gr)			
Pasante	Retenido	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA		12			
PARA 500 REVOLUCIONES					
Peso total de la muestra (gr)		5000.0			
Peso retenido tamiz N° 12 .		3780.0			
Diferencia (gr)		1220.0			
Desgaste (%)		24.4			

ABRASION EN TAMAÑOS GRANDES DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 535-00

CANTERA _____
AGREGADO _____
MUESTRA _____

TAMICES		GRADACIONES - Pesos (gr)		
Pasante	Retenido	1	2	3
3"	2 1/2"			
2 1/2"	2"			
2"	1 1/2"			
1 1/2"	1"			
1"	3/4"			
CARGA ABRASIVA				
PARA 1000 REVOLUCIONES				
Peso total de la muestra (gr)				
Peso retenido tamiz N° 12 .				
Diferencia (gr)				
Desgaste (%)				

OBSERVACIONES:

Figura 42. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC Nº 119

MORALES - PERU



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

Norma EQ-516 – MTC 219-2000 NORMA LNY 8 HOM ASTM D-1988

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

REALIZADO : TESISISTA SANDRA MARGOT FLORES LOZANO

UBICACION : DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN **FECHA** : 08/08/2022

CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR

AGREGADO FINO

MUESTRA	IDENTIFICACION			PROMEDIO
	1	2	3	
PESO TARRO (BIKER (100 ml))	60.00	60.00	60.00	0.217
PESO TARRO + AGUA + SAL gr	104.62	104.61	104.58	
PESO TARRO SECO + SAL gr	60.10	60.10	60.09	
PESO DE SAL gr	0.10	0.10	0.09	
PESO DE AGUA gr	44.52	44.51	44.49	
PORCENTAJE DE SAL %	0.22	0.22	0.21	



Observaciones: Ensayo efectuado de acuerdo a las Norma MTC 219, el peso utilizado para la muestra de 870,50 gramos.

AGREGADO GRUESO

MUESTRA	IDENTIFICACION			PROMEDIO
	1	2	3	
PESO TARRO (BIKER (100 ml))	60.00	60.00	60.00	0.115
PESO TARRO + AGUA + SAL gr	103.45	103.48	103.41	
PESO TARRO SECO + SAL gr	60.05	60.05	60.05	
PESO DE SAL gr	0.05	0.05	0.05	
PESO DE AGUA gr	43.40	43.43	43.36	
PORCENTAJE DE SAL %	0.12	0.11	0.12	

Observaciones: Ensayo efectuado de acuerdo a las Norma MTC 219, el peso utilizado para el agregado grueso fue de 7245,60 gr.

Figura 43. Instrumento de recolección de datos

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119 MORALES - PERU	
---	--	---

Tesis : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización de la Tesis: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Material: Mezcla de Sub Base

Descripción del Suelo: Grava Mal Graduada Ligeramente Limoso Profundidad de la Muestra: Global

Hecho Por : Tesista Sandra Margot Flores Lozano Calicata: Centro de Acopio Fecha: 08/08/2022

Material :
 Referencia : CACATACHI Procedencia : Centro de Acopio Coordenadas N:----- E:-----

Tipo de Muestra : Alterada : No alterada: Remoldeada : Testigo Parafinado :

Extracción de la Muestra : Cliente : SI Fecha de Recepción: _____ Fecha De empleo Ensayo : _____
 Fecha de Solicitud de ensayo: _____ Fecha Termino Ensayo : _____


Determinación del % de Humedad Natural		ASTM 2216 - N.T.P. 339.127			
LATA	1	2	3	4	
PESO DE LATA grs	104.34	104.78	104.22	103.90	
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	212.56	211.48	211.09	213.02	
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	206.67	205.70	205.24	207.12	
PESO DEL AGUA grs	5.89	5.78	5.85	5.90	
PESO DEL SUELO SECO grs	102.33	100.92	101.02	103.22	
% DE HUMEDAD	5.76	5.73	5.79	5.72	
PROMEDIO % DE HUMEDAD	5.75				

Determinación del Gravedad Especifico de Solidos		ASTM D-854	
LATA	1	2	
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	500.00	500.00	
METODO DE REMOCION DEL AIREa	Vacio	Vacio	
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO	729.95	731.00	
TEMPERATURA °C	28.00	26.00	
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	656.56	657.45	
PLATO EVAPORADO N°	1	2	
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs	320.00	300.00	
PESO DEL SUELO SECO grs	120.00	120.00	
VOLUMEN DE SOLIDOS cm ³	46.61	46.45	
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°	2.57	2.58	
PROMEDIO Gs	2.58		

Determinación del Peso Volumetrico		ASTM D-2937		
ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE MOLDE Grs				
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs				
PESO DEL SUELO HUMEDO Ggrs				
VOLUMEN DEL MOLDE Cm ³				
PESO UNITARIO Grs/m ³				
PROMEDIO Grs/cm ³				

OBSERVACIONES: _____

Figura 44. Instrumento de recolección de datos




UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



Tesis : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización de la Tesis: DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Material : Mezcla de Sub Base

Descripción del Suelo: Grava Mal Graduada Ligeramente Limoso Profundidad de la Muestra: Global

Hecho Por : Tesista Sandra Margot Flores Lozano Calicata: _____ Centro de Acopio: _____ Fecha: 08/08/2022

Material :

Referencia : CACATACHI Procedencia : Centro de Acopio Coordenadas N: _____ E: _____

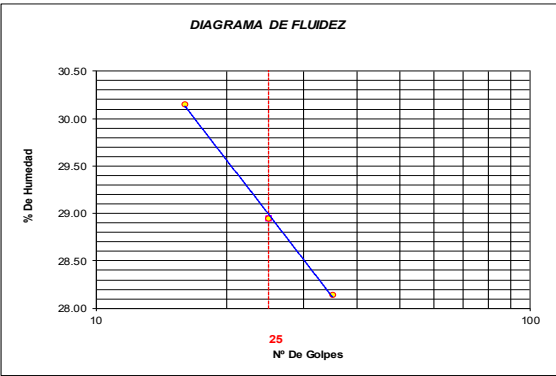
Tipo de Muestra : Alterada : No alterada: Remoldeada : Testigo Parafinado :

Extracción de la Muestra : Cliente : SI Fecha de Recepción: _____ Fecha De empleo Ensayo : _____
 Fecha de Solicitud de ensayo: _____ Fecha Termino Ensayo : _____

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Limite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	90	1	28
PESO DE LATA grs	29.35	40.70	39.35
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	59.61	70.81	69.72
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	52.60	64.05	63.05
PESO DEL AGUA grs	7.01	6.76	6.67
PESO DEL SUELO SECO grs	23.25	23.35	23.70
% DE HUMEDAD	30.15	28.95	28.14
NUMERO DE GOLPES	16	25	35



Limite Líquido (%)	28.95
Limite Plástico (%)	24.80
Índice de Plasticidad Ip (%)	4.15

Determinación del Limite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	46	47
PESO DE LATA grs	39.71	27.25	36.23
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	59.78	47.70	59.76
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	55.80	43.63	55.08
PESO DEL AGUA grs	3.98	4.07	4.68
PESO DEL SUELO SECO grs	16.09	16.38	18.85
% DE HUMEDAD	24.74	24.85	24.83
% PROMEDIO		24.80	

LIMITE DE CONTRACCION ASTM D-427	
Ensayo N°	
Peso Rec + Suelo húmedo Gr.	
Peso Rec + Suelo seco Gr.	
Peso de rec. De contracción Gr.	
Peso del suelo seco Gr.	
Peso del agua Gr.	N.D.
Humedad %	
Volumen Inicial (Suelo Húmedo) cm3	
Volumen Final (Suelo Seco) cm3	
Limite de Contracción %	
Relación de Contracción	

OBSERVACIONES: _____

Figura 45. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización : DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Cantera : Mezcla de agregados Río Huallaga 60% + 30% Hormigón Huallaga + 10% ligante

Fecha : 08/08/2022

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 2068.00
 Sobrecarga: 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

Determinación del contenido de Humedad

TARRO N°	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL TARRO (grs)	20.44	20.62	20.54	20.53	20.58	20.62	20.60	20.56
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	185.97	185.64	141.31	155.20	142.77	145.44	154.62	159.66
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	178.83	178.59	134.17	147.55	133.66	135.86	142.85	147.53
PESO DEL AGUA (grs)	7.14	7.05	7.14	7.65	9.11	9.58	11.77	12.13
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	158.39	157.97	113.63	127.02	113.08	115.24	122.25	126.97
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.51	4.46	6.28	6.02	8.06	8.31	9.63	9.55
% PROMEDIO	4.49		6.15		8.19		9.59	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.49	6.15	8.19	9.59
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10944.0	11248.0	11293.0	11248.0
PESO DEL MOLDE (grs)	6508.0	6508.0	6508.0	6508.0
PESO DEL SUELO (grs)	4436.0	4740.0	4785.0	4740.0
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.145	2.292	2.314	2.292
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.053	2.159	2.139	2.091
			Densidad Máxima (grs/cm ³)	2.166
			Humedad Optima%	6.70

COMPACTACION

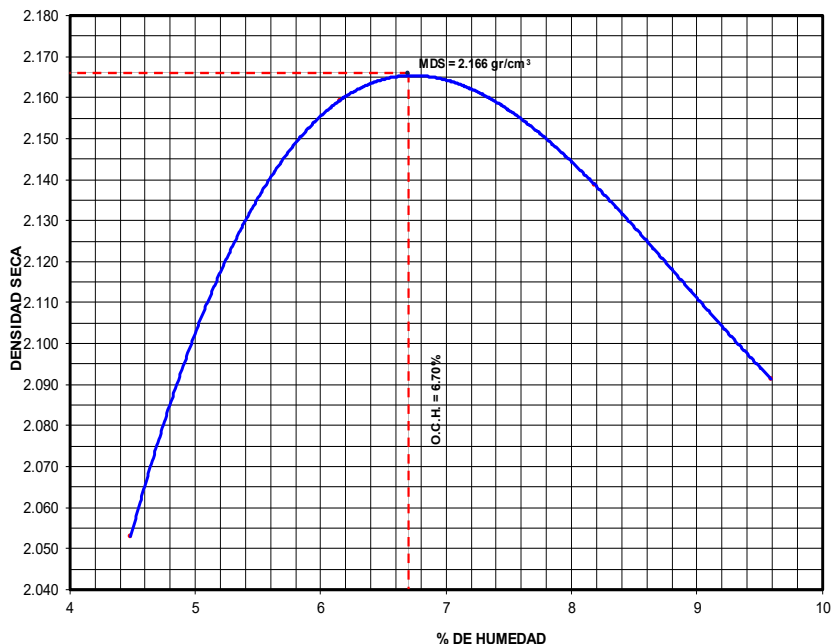


Figura 46. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización : DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Cantera : Mezcla de agregados Río Huallaga 60% + 30% Hormigón Huallaga + 10% ligante

Fecha : 08/08/2022

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde Diametro: Altura: 11.6 Vol. 2068.00
 Sobrecarga: 10 Lbs.
 Calib: 1.99188

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	20	15	36	18	21	58
PESO DEL TARRO (grs)	20.20	20.60	20.60	20.40	20.70	20.30
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	219.50	234.60	264.80	241.80	237.50	230.40
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	207.10	221.10	249.50	227.80	223.80	217.30
PESO DEL AGUA (grs)	12.40	13.50	15.30	14.00	13.70	13.10
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	186.90	200.50	228.90	207.40	203.10	197.00
CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.63	6.73	6.68	6.75	6.75	6.65
% PROMEDIO	6.68		6.72		6.70	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.68	6.72	6.70
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	11471.00	11178.00	11202.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6741.00	6735.00	6735.00
PESO DEL SUELO (grs)	4730.00	4443.00	4467.00
VOL. MOLDE (cm3)	2050.00	2072.00	2158.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.307	2.144	2.070
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.16	2.01	1.94

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (h)	Nº GOLPES 56				Nº GOLPES 25				Nº GOLPES 13				Molde m.m.
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN					
				m.m	%		m.m	%		m.m	%				
21/07/2019	07:23:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	117		
22/07/2019	07:23:00	1	10.0	0.10	0.01	11.0	0.11	0.09	14.0	0.14	0.12	0.12	117		
23/07/2019	07:23:00	24	13.0	0.13	0.11	15.0	0.15	0.13	17.0	0.17	0.15	0.15	117		
24/07/2019	07:23:00	48	21.0	0.21	0.18	28.0	0.28	0.24	29.0	0.29	0.25	0.25	117		
25/07/2019	07:23:00	72	33.0	0.33	0.28	37.0	0.37	0.32	38.0	0.38	0.32	0.32	117		
26/07/2019	07:23:00	96	42.0	0.42	0.27	44.0	0.44	0.28	48.0	0.48	0.29	0.29	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.025	144	288	96	185	368	123	84	167	56			
0.050	485	967	322	402	800	267	305	607	202			
0.075	810	1614	538	636	1266	422	544	1083	361			
0.100	1150	2291	764	76	865	1722	574	57	736	1465	488	49
0.150	1703	3393	1131	1221	2431	810	1119	2228	743			
0.200	2125	4233	1411	94	1508	3003	1001	67	1365	2718	906	60
0.250	2416	4813	1604		1719	3423	1141		1532	3051	1017	
0.300	2613	5206	1735		1862	3708	1236		1656	3298	1099	
0.400	2886	5749	1916		2040	4063	1354		1780	3545	1182	
0.500	3006	5988	1996		2147	4276	1425		1866	3716	1239	

Observación :

Figura 47. Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



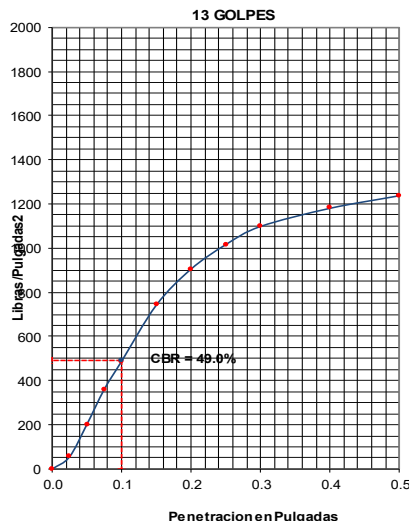
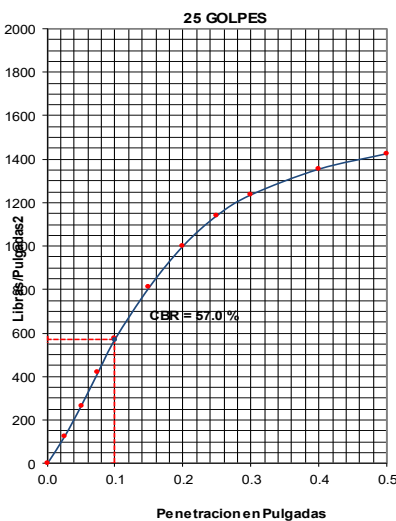
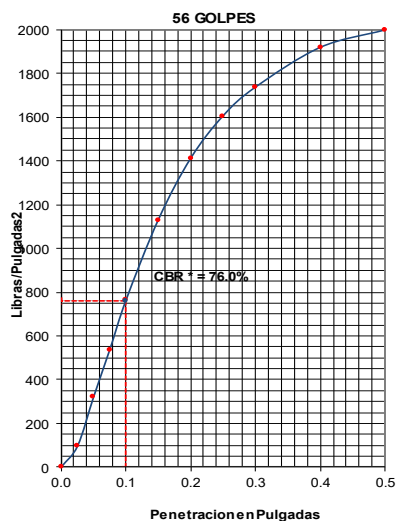
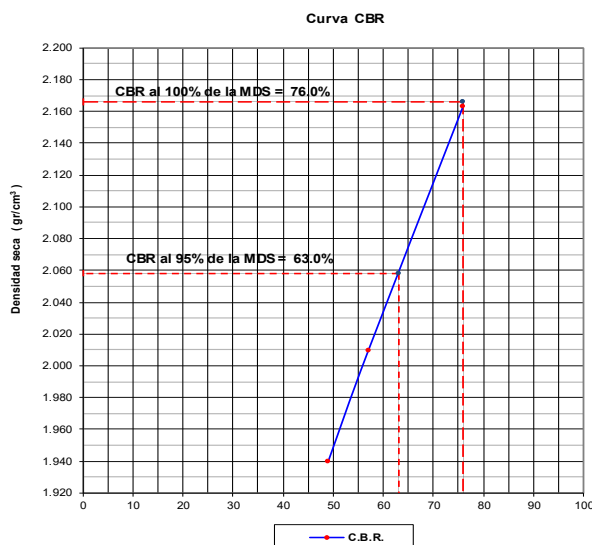
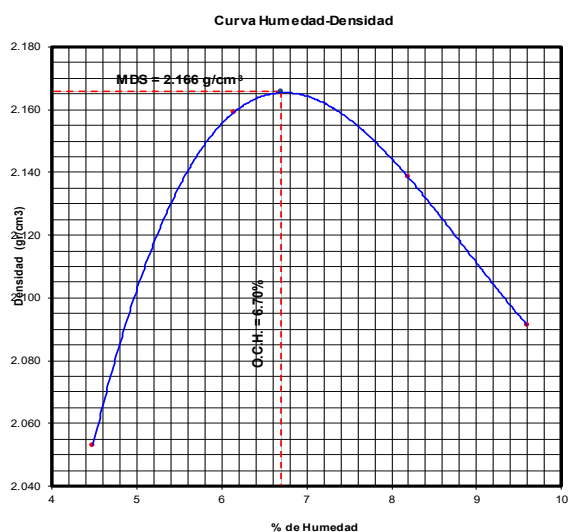
Tesis : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.

Localización : DISTRITO DE SAN ANTONIO DE CUMBAZA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Cantera : Mezcla de agregados Rio Huallaga 60% + 30% Hormigón Huallaga + 10% ligante

Fecha : 08/08/2022

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



N° Golpes	W%	δ. grs/cm ³	Expansión %	Comp %	CBR 0.1"	CBR 95%	CBR 100%
56	6.68	2.163	0.27	100	76.0		
25	6.72	2.009	0.28	93	57.0	63.00	76.00
13	6.70	1.940	0.29	90	49.0		

Figura 48. Instrumento de recolección de datos



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

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



GRANULOMETRIA DE SUB BASE

ASTM D422-MTC E107-2000

Tesis : DISEÑO DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROV. Y REGIÓN S.M.
Realizado : Tesista Sandra Margot Flores Lozano
Ubicación : **Prov** : San Martín **Dist** : San Antonio de Cumbaza

RESULTADOS DE ENSAYOS

LIMITE LIQUIDO	28.95	CLASIFICACION	
LIMITE PLASTICO	24.80	SUCS	AASHTO
INDICE PLASTICIDAD	4.15	GP-GM	A-1-a (0)

Fecha : jul.-19

MALLAS SERIE AMERICANA	MEZCLA DE MATERIALES PARA SUB BASE GRANULAR			
	MTC - EG-2000			
	ABERTURA (mm)	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES PARA BASE
3"	76.200			GRADACION B
2 1/2"	63.500			
2"	50.800		100.00	100
1 1/2"	38.100		100.00	
1"	25.400	5.31	94.69	75 - 95
3/4"	19.050	11.50	83.19	
3/8"	9.525	18.78	64.41	40 - 75
Nº 4	4.760	23.33	41.08	30 - 60
Nº 10	2.000	18.57	22.51	20 - 45
Nº 20	0.840	1.69	20.82	
Nº 40	0.426	3.18	17.64	15 - 30
Nº 80	0.177	6.61	11.03	
Nº 100	0.149	1.48	9.55	
Nº 200	0.074	2.43	7.12	5 - 15
-200		7.12	-	
PROPORCIÓN AL PESO				
Material de río Huallaga chancado (60%)			60%	
Hormigón zarandeado de río Huallaga (30%)			30%	
Material de cerro (10%)			10%	

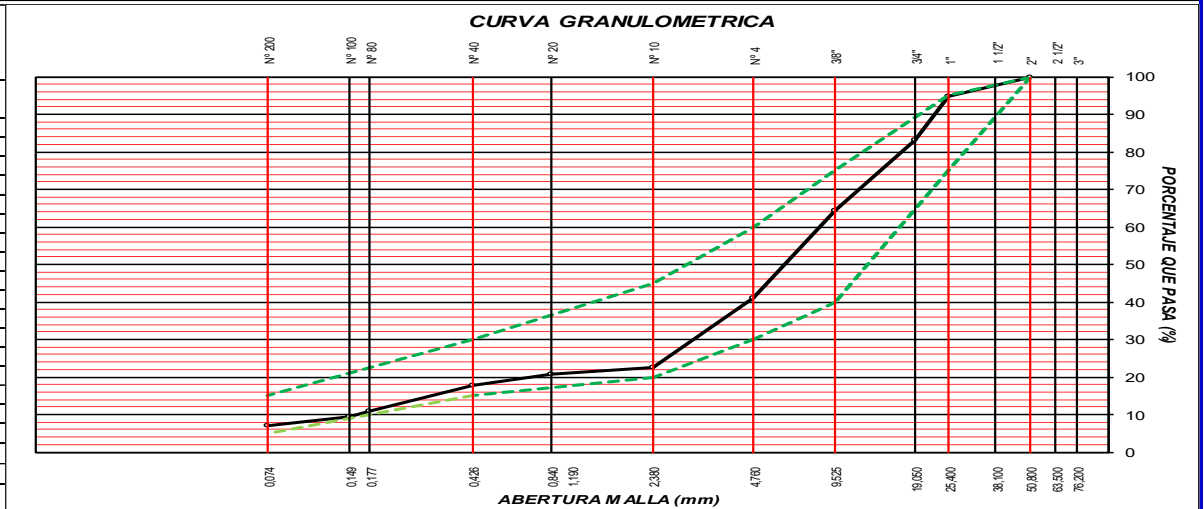


Figura 49. Instrumento de recolección de datos

Planos