

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el
AA.HH. Unión del Sur – Nuevo Chimbote – 2023**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Miranda Huiza, Fernando Jefferson

Asesor:

Salazar Sánchez, Dante Orlando

Código ORCID: 0000-0003-2710-3416

Chimbote – Perú

2023

Índice

Palabras clave:	iv
Título	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice	i
Índice de tablas	ii
Índice de gráficos	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	23
III. RESULTADOS	27
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	33
V. CONCLUSIONES	37
VI. RECOMENACIONES	39
VII. AGRADECIMIENTO	41
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
IX. ANEXOS	46

Índice de tablas

Tabla N°1: Normas técnicas de mecánica de suelos.....	25
Tabla N° 2: Clasificación de tipos de suelo según norma AASHTO y SUCS	27
Tabla N°3: Resultados del contenido de humedad en el AA.HH. Unión del Sur.....	27
Tabla N°4: Límites de consistencia del AA.HH. Unión del Sur	28
Tabla N°5: Resultados del análisis granulométría en el AA.HH. Unión del Sur	29
Tabla N°6: Resultados obtenidos del CBR (relación de soporte californiana)	30
Tabla N°7: Resultados obtenidos del Proctor Modificado	31
Tabla N°8: Resultados obtenidos para IMD - ESAL	32
Tabla N°9: METODO AASHTO 93 (basado en el manual de carreteras).....	32

Índice de Figuras

Figura N°1: Contenido de humedad del suelo en el AA.HH. Unión del Sur	28
Figura N°2: Análisis granulométrico del suelo en el AA.HH. Unión del Sur	29

Palabras clave:

Tema : Zonificación de suelos
Especialidad : Mecánica de suelos

Key words:

Theme : Soil zoning
Speciality : Soil mechanics

Línea de investigación - OCDE

Línea	Construcción y Gestión de la Construcción
Área	Ingeniería Civil
Sub-área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur - Nuevo Chimbote - 2023**" del (a) estudiante: **MIRANDA HUIZA FERNANDO JEFFERSON**, identificado(a) con Código N° **1510000056**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **29%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 08 de mayo de 2024

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

Título

Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA. HH. Unión del Sur–
Nuevo Chimbote – 2023

Resumen

La presente tesis de investigación se titula “Zonificación de Suelos con fines de pavimentación en el AA. HH. Unión del Sur, Nuevo Chimbote- Áncash- 2023”, el objetivo general es establecer la zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur, específicamente en la Avenida 1, por ser la vía de acceso principal del AA.HH. con esto se busca brindar los parámetros de condiciones adecuadas para una futura estructura de pavimento de la Avenida 1, a lo largo de 525 metros lineales.

El tipo de investigación es descriptivo, ya que los datos se tomaron como se presentaron sin alterar el curso natural de las cosas. Los formatos de laboratorio y las fichas técnicas se utilizaron para la recopilación de datos, por lo que su estudio se benefició de una estructura organizada y sistemática. Asimismo, es clave señalar que el tipo de investigación es libre. Usted eligió investigar también su tema.

Los puntos de sondaje en el campo fueron ejecutados para recolectar muestras que se expusieron a ensayos de laboratorio. Se detallaron las características físicas importantes del suelo, identificaron los tipos y estratos de suelos, determinaron el contenido de humedad y la capacidad del suelo. Se obtuvieron los espesores de pavimento necesarios para la realización de los análisis de los espesores necesarios según la posible población y muestra como la Avenida 1 del Asentamiento Humano Unión del Sur. Los suelos se clasificaron de acuerdo con el sistema SUCS SP y hombres y mujeres, como A-3 según AASHTO. estos valores son adecuados para la subrasante según las normativas de AASHTO y el manual de carreteras del MTC. Esto permitió los espesores a cada capa del pavimento, en función de las características del suelo estudiado.

Abstract

This research thesis is titled “Soil Zoning for Paving Purposes in the AA. H H. Unión del Sur, Nuevo Chimbote- Áncash- 2023”, the general objective is to establish the zoning of soils for paving purposes in the AA.HH. Unión del Sur, specifically on Avenue 1, as it is the main access road to the AA.HH. This seeks to provide the parameters of adequate conditions for a future pavement structure on Avenue 1, along 525 linear meters.

The type of research is descriptive, since the data was taken as it was presented without altering the natural course of things. Laboratory formats and technical sheets were used for data collection, so your study benefited from an organized and systematic structure. Likewise, it is key to note that the type of research is free. You chose to also research your topic.

Drilling points in the field were executed to collect samples that were exposed to laboratory tests. The important physical characteristics of the soil were detailed, the types and strata of soil were identified, the moisture content and capacity of the soil were determined. The necessary pavement thicknesses were obtained to carry out the analyzes of the necessary thicknesses according to the possible population and sample such as Avenue 1 of the Unión del Sur Human Settlement. The soils were classified according to the SUCS SP system and men and women, as A-3 according to AASHTO. These values are appropriate for the subgrade per AASHTO regulations and the MTC Highway Manual. This allowed the thicknesses of each layer of the pavement, depending on the characteristics of the soil studied.

I. INTRODUCCIÓN

El aumento demográfico global impulsa la expansión de las áreas urbanizadas para conectarlas con otras zonas urbanas. Las ciudades en naciones latinoamericanas también enfrentan esta situación, subrayando la importancia de establecer vías de alta calidad para los nuevos desarrollos residenciales. El número de vehículos en circulación a nivel mundial ha experimentado un crecimiento acelerado, lo que ha llevado a la congestión y deterioro de las carreteras urbanas.

Actualmente, se están implementando proyectos viales con el fin de abordar este desafío y establecer una red vial robusta y de primera calidad. La construcción de infraestructuras viales en diversas ciudades muestra que las nuevas vías de tránsito no solo alivian la congestión en el núcleo urbano, sino que también sirven como una herramienta para organizar y priorizar el flujo vehicular dentro del sector del transporte urbano.

En Perú, la calidad de la red vial actual y de las autopistas en las diversas regiones y departamentos es preocupante; las condiciones de la superficie vial no facilitan un tráfico fluido, lo que genera molestias entre los usuarios. La información sobre el flujo de tránsito es crucial para comprender el grado de comodidad y las condiciones operativas actuales. Al analizar estos datos, podemos identificar las tendencias de crecimiento y determinar cuándo la infraestructura dejará de ser funcional. Como resultado, se observa un incremento en la demanda de vehículos, lo que lleva a problemas de fatiga en el asfalto debido al aumento en la cantidad de repeticiones del eje estándar para el cual fue diseñado.

En el distrito de Nuevo Chimbote, se evidencia una notable falta de infraestructura vial. Los residentes se ven obligados a transitar por caminos de trocha, lo que complica tanto el tráfico vehicular como el peatonal, especialmente durante épocas de lluvias, aumentando el riesgo de accidentes. A pesar de contar con una vía de acceso entre estos lugares, se observan deficiencias significativas en su funcionamiento y mantenimiento.

Además, en términos de desarrollo, la zona carece de actividades comerciales y turísticas. Durante las temporadas frías, los transeúntes enfrentan problemas de salud

como enfermedades respiratorias y afecciones cutáneas debido al polvo. La calidad de la carretera no solo resulta en una pérdida de tiempo considerable para los desplazamientos, sino que también aumenta significativamente el riesgo de accidentes. Estos factores dificultan tanto el tráfico vehicular como el peatonal, lo que afecta la circulación normal y podría empeorar si no se aborda el problema. Además, la falta de mantenimiento adecuado sugiere la posibilidad de daños futuros en la vía.

En el marco de esta investigación, se recopilaron los datos provenientes de otros estudios, conocidos como antecedentes. Uno de estos trabajos previos considerados fue el titulado "Análisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles y rígidos mediante el método AASHTO 93", presentado como tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en Ecuador, realizado por Espinoza, C. (2018). Este estudio señala como objetivo principal la posibilidad de diseñar pavimentos de manera más económica a través del análisis y la demostración. Utilizando programas computacionales, se logra optimizar los costos de los recursos empleados en comparación con los métodos empíricos tradicionales. El estudio destaca la eficacia del programa MATLAB como una herramienta apropiada para ingresar datos preliminares y generales relacionados con la construcción de pavimentos, siempre y cuando se disponga de información precisa sobre los costos de los recursos a utilizar.

El diseño de pavimento flexible para el tramo de carretera que se extiende desde el kilómetro 0+000 hasta el 1+840, llamado camino antiguo hacia la central hidroeléctrica de CFE en Urupan, Michoacán, se llevó a cabo como parte de una tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil en México, según lo detallado por Torres, C. (2018). La meta principal de este trabajo era formular un diseño eficiente para el pavimento flexible de este tramo, considerando el flujo de tráfico que transita por esta vía, con el fin de mejorar la calidad de la superficie actual no pavimentada. Como conclusión de la investigación, se propusieron tres estratos para el pavimento flexible: una capa de asfalto de 5 cm de grosor, una base de 19 cm y una sub-base de 15 cm. Además, el estudio incluyó la clasificación de los automóviles que transcurren por este eje de la carretera, lo que facilita los cálculos y diseño del pavimento, contribuyendo así a un mejor desarrollo y funcionamiento de la vía.

En una línea similar, el trabajo de Osorio Marín Luisa (2019) titulado "Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos. Caso de Estudio: Nariño - Colombia", destaca la utilidad de la geomática en el análisis de la susceptibilidad del terreno a deslizamientos. Este estudio demuestra cómo la geomática puede ser beneficiosa al proporcionar herramientas para el análisis y la representación de las condiciones del terreno que pueden conducir a movimientos de tierra. A través de modelos analógicos de prominencia, se pueden identificar y examinar características geomorfológicas clave en áreas propensas a deslizamientos. El método utilizado en este estudio se ha mostrado eficaz en el ámbito de la geomática, ya que permite calcular y delimitar áreas de estudio, así como identificar factores condicionantes esenciales para comprender y prevenir movimientos de tierra en terrenos inestables.

En una investigación complementaria, Ibarra, K. (2019) presentó su tesis titulada "Caracterización geotécnica de un sector de la ciudad de Neuquén", realizada en Neuquén, Argentina. El objetivo principal de este estudio fue contribuir al entendimiento geotécnico de una zona específica dentro del ejido municipal de Neuquén, abordando aspectos como la clasificación del suelo según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y datos sobre el nivel freático.

Para lograr esto, se llevó a cabo una exhaustiva recopilación de estudios de suelos previos realizados en la zona de interés. Esta recopilación tenía como propósito utilizar la información obtenida para la zonificación, con el propósito de identificar las limitaciones y características de los suelos presentes, lo cual es crucial para el desarrollo de futuros proyectos de ingeniería en la región. El estudio involucró la realización de distintos tipos de perforaciones y excavaciones, como 3 perforaciones de 2" con una profundidad máxima de 1.00 m, 7 perforaciones de 6" con una profundidad máxima de 3.40 m, 11 perforaciones de 8" con una profundidad máxima de 4.50 m, 9 excavaciones con retroexcavadora alcanzando una profundidad máxima de 2.80 m y 2 sondajes con equipo de perforación con una profundidad máxima de 4.50 m. Como resultado, se identificó que la zona está predominantemente compuesta por gravas arenosas, con presencia de depósitos de barra. En segundo lugar, las arenas y los limos con grava de tamaño medio y fino también son predominantes. A partir de

estos hallazgos, se logró dividir la zona en cuatro Unidades Geotécnicas (UG), siendo la UG-4 la que presenta la mayor capacidad portante del suelo.

En un estudio nacional importante, Medrano Lizarzaburu, E. (2020) realizó una investigación denominada "Estudio de Zonificación de los Suelos para Fines de Cimentación Superficial del Sector Pómape del Distrito de Monsefú - Chiclayo". A través de este estudio, se llevaron a cabo análisis detallados para determinar las propiedades físicas de los suelos en el área de interés. Los resultados revelaron que las áreas examinadas muestran un elevado contenido de humedad, una condición que podría estar relacionada con la cercanía del nivel freático al nivel del terreno natural en la zona. En términos de composición del suelo, se identificaron principalmente dos tipos: arcillas de baja plasticidad (CL) y arenas arcillosas (SC), ambos representando un 38.89% del total. Además, se detectaron arcillas de alta plasticidad (CH) con un porcentaje del 22.22%. Estos descubrimientos indican que el suelo en la zona de estudio es mayoritariamente homogéneo en cuanto a su composición y propiedades físicas, información crucial para cualquier proyecto de ingeniería o construcción que se quiera desarrollar en esta región.

En otro estudio relevante, Amasifuen, L. (2021), llevó a cabo una investigación titulada "Propuesta de diseño de espesor de pavimento flexible utilizando dos metodologías para la avenida Dos de Mayo, Ucayali, 2021". El objetivo principal de este estudio fue desarrollar una propuesta de diseño de espesor para un pavimento flexible en la avenida Dos de Mayo, empleando dos enfoques metodológicos diferentes.

El presente estudio fue aplicado, bajo un diseño preexperimental de enfoque cuantitativo. La población de interés estuvo constituida por el universo de cuadras aledañas a la avenida Dos de Mayo en Ucayali con una muestra fue escogida en representación al marco muestral mencionado anteriormente y para el análisis de datos, se utilizó el programa de Microsoft Excel .

Las conclusiones del estudio indicaron que se pudo desarrollar una estructura para el pavimento flexible utilizando la técnica AASHTO. Además, se determinó un flujo de tráfico promedio diario de IMDA = 22,891 vehículos/día. Basándose en los resultados de las dos metodologías analizadas, se sugirió un espesor para la carpeta

asfáltica de 7” , una base granular de 5” y una subbase de 5” . Por otro lado, al aplicar el método del Instituto del Asfalto, se establecieron espesores de 11 cm para la carpeta asfáltica, 150 mm para la base granular y 300 cm para la subbase granular, lo que resulta en un grosor total de carpeta asfáltica de 16.5 cm. En resumen, se propuso un diseño de espesor para el pavimento flexible que integra las dos metodologías estudiadas, ofreciendo una base sólida para futuros proyectos de pavimentación en la avenida Dos de Mayo en Ucayali.

A su vez, Sánchez, W. (2019) realizó la investigación “Zonificación de la Capacidad Portante del Suelo para construcción de Edificaciones en la Localidad de San Francisco del Río Mayo, Distrito de Cuñumbuque, Provincia de Lamas, Departamento de San Martín”. Los objetivos que se plantearon para ese estudio era “diseñar un plano de zonificación de las tipologías físico mecánicas del suelo” en la zona de estudio. Para ello, se ejecutaron 2 calicatas de 3.00 m. de profundidad para estudiar las áreas de menor y mayor capacidad portante.

La zonificación basada en propiedades mecánicas se realizó seleccionando calicatas con capacidades portantes similares y próximas entre sí, lo que llevó a la identificación de dos zonas diferenciadas: ZONA I y ZONA II. Estas áreas representan sectores con capacidades portantes menores y mayores, respectivamente. En contraste, al considerar la zonificación basada en propiedades físicas del suelo, se encontró una zona predominante y bien definida, asociada a un suelo CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad). En síntesis, el estudio de Sánchez ofreció una zonificación detallada y precisa de la capacidad portante del suelo en San Francisco del Río Mayo, esencial para la planificación y diseño de estructuras en la región, garantizando una construcción segura y adaptada a las características del terreno.

En otra investigación relevante, Soriano, J. (2019) realizó un estudio titulado "Estudio de suelos para la zonificación geotécnica del camino vecinal Chirinos – Sillarume – San Pedro, distrito de Chirinos - San Ignacio – Cajamarca - 2019". El estudio concluye que se llevó a cabo de manera satisfactoria el análisis de suelos para la zonificación geotécnica del camino vecinal Chirinos-Sillarume-San Pedro en el distrito de Chirinos. Los tipos de suelos predominantes en la zona son las Arenas

Limosas SM y las arenas pobremente graduadas SP-SM, ambos con un porcentaje del 37%. Además, se identificaron las Arcillas Limosas de Baja Plasticidad CL y los Limo Arenosos de Baja Plasticidad ML, ambos con un porcentaje del 13%. Un hallazgo significativo del estudio de mecánica de suelos fue que el nivel de exposición a sulfatos en la zona es considerado SEVERO. Esto podría resultar en problemas de degradación del suelo debido a la presencia de sales. Por lo tanto, es imprescindible realizar un Estudio de Impacto Ambiental basado en los datos obtenidos para evaluar y mitigar los posibles impactos ambientales asociados a la degradación del suelo y la presencia de sulfatos.

Como antecedente local, Valverde, A. (2022) llevó a cabo un estudio titulado "Zonificación de suelos en el AA.HH. Praderas de Luis Arroyo con fines de cimentación, Nuevo Chimbote – 2021". El primer objetivo específico de su investigación concluyó que las propiedades físico-mecánicas del suelo en el AA.HH. Praderas de Luis Arroyo muestran valores de filtración que varían entre 1.43% y 2.05%. Esto indica que el suelo no presenta niveles elevados de humedad. Además, al evaluar los límites de consistencia del suelo mediante seis calicatas, no se encontraron límites líquidos ni plásticos, lo que significa que el suelo carece de índice de plasticidad. Por lo tanto, se determinó que el suelo estudiado no presenta límites de consistencia en su totalidad.

En el AA.HH. Praderas de Luis Arroyo, el análisis granulométrico del suelo reveló una predominancia significativa de arenas, con porcentajes que varían entre el 98.90% y el 99.70%. En contraste, los limos y arcillas presentaron porcentajes mucho menores, fluctuando entre el 0.30% y el 1.10%. Estos resultados indican que el suelo está compuesto principalmente por un tipo de arena, que puede ser gruesa, media o fina. Con respecto al cuarto objetivo específico de la investigación, el suelo del AA.HH. Praderas de Luis Arroyo fue clasificado según el SUCS como una "arena mal graduada" (SP). Esta clasificación confirma que el suelo estudiado está compuesto principalmente por partículas gruesas y se caracteriza como un suelo limpio.

El estudio realizado por Cerna, A. (2020) se enfocó en proponer soluciones de cimentación para las viviendas del AA.HH. Nuevo Horizonte, ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote. La metodología empleada fue de tipo descriptiva. Los resultados

obtenidos a través de las pruebas de laboratorio revelaron un rango de contenido de humedad natural del suelo que va desde el 1.62% hasta el 5.66%. En cuanto al análisis granulométrico, los resultados indicaron la presencia de suelos cascajosos clasificados como A-2-4 según la categorización AASHTO. Además, se identificaron arenas arcillosas o francas y arenas finas clasificadas como A-3. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), se determinó que el suelo es predominantemente franco-arenoso (SM), con presencia de suelos de doble nomenclatura franco-arenoso mal clasificado (SP-SM) y suelo arenoso mal clasificado (SP). En relación a las propiedades mecánicas del suelo, se encontró que la cohesión oscila entre 0.002 y 0.004 kg/cm², el ángulo de fricción varía entre 29.88° y 30.87°, la capacidad de carga máxima se sitúa entre 7.92 kg/cm² y 6.82 kg/cm², y la capacidad admisible varía entre 2.64 kg/cm² y 2.27 kg/cm² a una profundidad específica de 1.50 m, según los ensayos de corte directo realizados.

En conclusión, planteó un diseño de cimentación que incluye vigas de cimentación reforzadas para una vivienda con tres niveles. Este diseño se realizó considerando una carga permisible del suelo que varía entre 2.64 kg/cm² y 2.27 kg/cm². La estructura de cimentación propuesta cumple con los requisitos de diseño establecidos, manteniendo dimensiones de 1.10 pies cuadrados por 1.10 metros y 1.20 por 1.20 metros para las vigas de cimentación.

Otro antecedente es Osorio, L. (2019), titulada "Zonificación de suelos en el asentamiento humano José Sánchez Milla con fines de pavimentación, Nuevo Chimbote-Áncash-2019", se aborda el estudio de uno de los asentamientos humanos que ha emergido en los últimos años en la zona sur del distrito de Nuevo Chimbote. El objetivo es zonificar este asentamiento humano con el propósito de pavimentar, con el fin de establecer parámetros que determinen las condiciones óptimas para una futura estructura de pavimento a lo largo de 8003.36 metros lineales. El enfoque del estudio es descriptivo, ya que se recopiló y presentaron los datos tal como se obtuvieron, sin manipular la realidad. Para la recolección de datos, se emplearon formatos de laboratorio y fichas técnicas. Esta investigación se llevó a cabo de manera independiente, impulsada por la iniciativa personal del investigador.

Durante la investigación, se realizaron puntos de sondaje en el campo para obtener muestras de suelo destinadas a análisis de laboratorio. Estos análisis ayudaron a definir las características físicas del suelo, reconocer los diferentes tipos de suelo presentes, determinar los estratos del suelo, evaluar el contenido de filtración y conocer la capacidad del suelo. Asimismo, se establecieron los espesores del pavimento necesarios basándose en los estudios efectuados, teniendo como público objetivo a los residentes de José Sánchez Milla.

Los resultados indicaron que los suelos se categorizan en dos tipos principales. En tres puntos de muestreo, se hallaron rocas en la superficie. Según la clasificación SUCS, se identificaron como SP y SP-SM (arena mal graduada y arenas mal graduadas con limos) en las progresivas 0+000 a 8+003. Por otro lado, conforme a la clasificación AASHTO, se determinó como A-3(1) en las progresivas 0+000 a 8+003, lo que sugiere un material de alta calidad. Así, los valores obtenidos son apropiados para emplearlos como sub-rasante según las normativas de AASHTO y el MTC. Esto nos permitió establecer los espesores de cada capa del pavimento basándonos en sus propiedades específicas, culminando de esta manera la investigación.

En el estudio llevado a cabo por Cervera & Rosales (2018), denominado "Evaluación del suelo en el AA.HH. Tierra Prometida – propuesta de cimentación para vivienda según los parámetros urbanísticos Nuevo Chimbote – Áncash 2018", se examinaron diversos aspectos del suelo y su impacto en las bases de las viviendas. La investigación se enfocó en temas teóricos como el origen del suelo, la diferenciación entre suelos gruesos y finos, así como en sus propiedades físicas y mecánicas. También se abordaron las distintas técnicas de cimentación y relleno, tanto controladas como no controladas, y se describieron los ensayos apropiados para su evaluación. El propósito principal fue evaluar el suelo de la Zona de Tierra Prometida en Nuevo Chimbote – Áncash para propósitos de cimentación. La metodología adoptada fue descriptiva-explicativa, de carácter no experimental. Los resultados se derivaron de la evaluación de la resistencia del suelo natural mediante ensayos de DPL (Penetrómetro Dinámico Ligero) y Corte Directo. Estos análisis ayudaron a determinar los niveles de

construcción o refuerzo viables en el área estudiada. Como resultado, se determinó que la capacidad portante mínima del suelo podría ser mejorada a través del ensayo de Proctor modificado. Esto podría elevar la capacidad portante del suelo de 1.74 kg/cm² a 2.52 kg/cm², lo cual es fundamental para asegurar una cimentación sólida y segura para las viviendas en la Zona de Tierra Prometida.

Dicho lo anterior, la fundamentación científica es un pilar esencial en cualquier investigación, ya que proporciona el marco teórico y conceptual sobre el cual se basa el estudio. En el contexto de la investigación sobre suelos y zonificación, es crucial entender los principios y conceptos fundamentales que rigen el comportamiento y las propiedades de los suelos.

Zonificación se refiere a la división o sectorización de un área o espacio complejo en subáreas o zonas que presentan características similares o homogéneas. Esta división se realiza con el objetivo de identificar y delimitar áreas con propiedades físicas y mecánicas específicas, lo que permite una mejor comprensión y gestión del espacio en cuestión (Alba, 2016, p. 21).

Los suelos son una capa compuesta por la desintegración o cambio tanto físico como químico de rocas, minerales y sustancias orgánicas con el paso del tiempo. Esta descomposición puede ser resultado de procesos naturales, como la acción del agua, el viento, las variaciones de temperatura, la actividad biológica y otros factores ambientales (Crespo, 2004, p. 18). La categorización de suelos consiste en agrupar aquellos con propiedades parecidas en categorías definidas, permitiendo entender y prever el comportamiento del suelo en comparación con otros de su misma categoría. El SUCS es uno de los métodos más destacados y empleados para esta finalidad (Gualán, 2014, p. 26).

Los fragmentos de roca que presentan partículas con tamaños que van desde 2 milímetros hasta 3 pulgadas (aproximadamente 7.62 centímetros). Estas partículas de grava suelen tener bordes redondeados debido a la acción de la fricción que experimentan cuando son transportadas y erosionadas por el agua. Esta fricción constante y el movimiento en el agua desgastan y suavizan los bordes agudos y ásperos

de las partículas de grava, dando como resultado bordes más suaves y redondeados (Crespo, 2004, p. 19).

Las arenas son sustancias formadas por partículas pequeñas que surgen debido a la descomposición natural de las rocas o trituración realizada de manera artificial. Estas partículas de arena tienen un diámetro que varía generalmente entre 2 milímetros y 0.05 milímetros. La arena es un componente común en muchos tipos de suelos y puede encontrarse en diversas ubicaciones, desde playas hasta lechos de ríos y áreas desérticas (Briones e Irigoien, 2015, p. 27).

Los limos, partículas de tamaño muy fino que tienen un diámetro que varía aproximadamente entre 0.05 mm y 0.005 mm. Estas partículas pueden clasificarse en dos tipos principales: los limos inorgánicos y los limos orgánicos. Los limos inorgánicos se forman a partir de la descomposición de rocas en canteras y otras áreas geológicas, mientras que los limos orgánicos son de origen biológico y suelen contener materiales orgánicos descompuestos (Crespo, 2004, p. 19).

Las arcillas, partículas extremadamente finas con un diámetro mínimo a 0.005 mm. Una de las propiedades más distintivas de las arcillas es su capacidad para plastificarse cuando están en contacto con el agua (Jaramillo, 2018, p. 13).

La clasificación por medio de SUCS es de la siguiente manera:

Suelos gruesos, la diferenciación entre suelos gruesos y finos es fundamental en la clasificación de suelos y tiene implicaciones importantes en el comportamiento geotécnico y en la ingeniería de suelos. Esta clasificación se basa en el tamaño de las partículas del suelo y se determina mediante el tamizado del material a través de una malla estándar, como la malla N° 200 (Juárez, 2005, p. 153).

Los suelos finos se clasifican en tres grupos: uno para limos y arcillas con un límite líquido menor al 50%, otro para aquellos con un límite líquido mayor al 50%, y un tercer grupo que incluye suelos finos altamente orgánicos. (Crespo, 2004, p. 92).

Las características físico-mecánicas del suelo representan otro aspecto esencial, dado que inciden en la elección de materiales, la descripción de la construcción y la mejora de la calidad. Para comprender estas características, se obtienen muestras que posteriormente se examinan en el laboratorio de mecánica de suelos con el fin de identificar sus distintos tipos (Gualán, 2014, p. 30).

Para determinar los siguientes valores, se necesitan realizar ensayos de propiedades físico-mecánicas de los suelos:

La humedad juega un papel crucial en las propiedades físico-mecánicas de los suelos. La resistencia de un suelo varía en función de su contenido de humedad; en términos generales, un suelo con mayor humedad suele ser menos resistente a la compresión que uno con menor humedad. La ubicación del nivel freático es el factor principal que influye en el contenido de humedad del suelo (Escriba, 2016, p. 8).

Se requieren equipos y materiales específicos para llevar a cabo estos ensayos, incluyendo muestra húmeda del suelo, horno de secado, balanza digital con una precisión aproximada de 0.1 gramos, recipiente y un trapo industrial.

El método implica pesar el recipiente sin contenido y posteriormente agregar la muestra de suelo a analizar, anotando el peso combinado. Luego, se introduce el recipiente con la muestra en un horno y se seca durante 24 horas a una temperatura constante de $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Al concluir este tiempo, se pesa de nuevo el recipiente con la muestra seca para calcular el nivel de humedad presente en el suelo.

Tras el período de secado, se saca el recipiente con la muestra del horno y se deja que se enfríe hasta alcanzar la temperatura ambiente. Posteriormente, se vuelve a pesar el recipiente con la muestra ya seca para obtener el peso final, que indica la cantidad de agua evaporada y, consecuentemente, el contenido de humedad del suelo.

El análisis granulométrico por tamizado consiste en estudiar el tamaño de las partículas en una muestra de suelo, determinando la distribución de pesos relativos de diferentes tamaños de grano. Para realizar este análisis, la muestra se pasa por un conjunto de tamices con aberturas específicas, los cuales separan y categorizan las partículas según su tamaño. (MTC, 2016, p. 44)

Para llevar a cabo el análisis de tamaño de partícula por tamizado, se requieren los siguientes equipos y materiales: tamices de malla cuadrada en diferentes tamaños (3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 4, N° 10, N° 20, N° 30, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200), una balanza con sensibilidad de 0,1 gramos, horno de secado, bandejas, cepillos y brochas. En cuanto al procedimiento, primero se seca la muestra en el horno de secado. Una vez enfriada, se pesa la muestra y se registra su peso en gramos. Luego, se coloca la muestra en un recipiente y se añade suficiente agua para cubrir

completamente la muestra. Se deja la muestra en remojo hasta que todo el material se haya desintegrado por completo.

Después de remojar la muestra, se agita el contenido del recipiente y se coloca sobre el tamiz de malla N° 200. Se lava la muestra con un chorro de agua sobre el tamiz hasta que el agua de lavado salga clara. Posteriormente, se coloca el tamiz con la muestra en un horno de secado y se deja durante 24 horas a una temperatura controlada. Al finalizar este proceso, se retira el tamiz del horno, se deja enfriar a temperatura ambiente y se vuelve a pesar para determinar el peso de la muestra una vez seca.

Para llevar a cabo los ensayos de tamizado sobre la muestra previamente lavada y secada, se utiliza un juego de tamices que incluye mallas con las siguientes aberturas: 2", 1 ½", 1", ½", 3/8", N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 50, N° 100 y N° 200. El procedimiento implica agitar enérgicamente los tamices con un eje durante un período de 5 a 10 minutos para asegurar una separación efectiva de las partículas. Posteriormente, se pesan por separado las porciones de muestra retenidas por cada tamiz. Estas porciones se colocan en recipientes individuales y se almacenan para su posterior análisis al finalizar la prueba.

El límite líquido es el punto de humedad en el que un suelo cambia de una consistencia líquida a una plástica. Este valor es crucial para definir las propiedades de plasticidad y fluidez de un suelo. (MTC, 2016, p. 34).

Para determinar el límite líquido de un suelo, se necesitan los siguientes equipos y materiales: un recipiente para almacenar la muestra, una copa Casagrande, una balanza con una sensibilidad de 0.01 gramos, una estufa para secado y una espátula para manipular la muestra.

El método para determinar el límite líquido inicia con la preparación del material. Se introduce una porción de la muestra en la copa Casagrande y se compacta meticulosamente, evitando la formación de burbujas de aire. Seguidamente, se realiza una incisión a lo largo de la superficie de la muestra de arriba hacia abajo, procurando que sea uniforme. Una vez listo el espécimen, se pone en marcha el platillo de la copa Casagrande a una velocidad cercana a 2 golpes por segundo. Se registra el número de golpes necesarios para que la incisión se cierre a un ancho de 13 mm. Tras concluir el ensayo, se extrae una parte de la muestra del platillo y se guarda en un recipiente

adecuado. Finalmente, se procede a limpiar y enjuagar la copa Casagrande y el platillo para prepararlos para futuros ensayos si fuese necesario.

Para finalizar el procedimiento, se toma nota del peso del recipiente junto con la muestra colocada. Posteriormente, este conjunto se somete a un proceso de secado en una estufa a una temperatura cercana a $\pm 110^{\circ}\text{C}$. Una vez que la muestra esté completamente seca, se retira del horno y se vuelve a registrar el peso de la muestra en conjunto con el recipiente. Es crucial analizar el número de golpes requeridos para cerrar la ranura en distintos intervalos específicos, que son: 25-35 golpes, 20-30 golpes y 15-25 golpes. Estos datos permitirán determinar con exactitud el límite líquido del suelo estudiado (Botía, 2015. p. 35)

El límite plástico es el punto de humedad más bajo en el que un suelo puede ser moldeado para formar cilindros de aproximadamente 3 mm (1/8") de diámetro. Para determinar este límite, se toma una muestra del suelo y se mezcla con agua hasta obtener una consistencia adecuada. Posteriormente, esta mezcla se moldea entre la palma de la mano y una superficie plana para crear los cilindros. Se considera que se ha alcanzado el límite plástico cuando los cilindros pueden ser moldeados sin romperse. (Crespo, 2004, p. 40).

Se necesitan herramientas y suministros específicos para llevar a cabo la tarea. Se requiere una balanza con una precisión de 0,01 gramos, un horno para secar, un calibrador con una precisión de 0,1 centímetros, una placa de vidrio esmerilado lo bastante amplia para permitir un enrollado sin dificultades, una espátula y recipientes para medir el contenido de humedad (Botía, 2015, p. 48).

El procedimiento comienza seleccionando una muestra de 1.5 a 2.0 gramos que haya sido preparada previamente. A continuación, se forma un rollo de muestra enrollando la sección seleccionada entre la palma de la mano y una placa de vidrio esmerilado, aplicando una presión constante. El diámetro del rollo resultante es aproximadamente de 3,2 mm. Si el rollo no muestra grietas ni roturas al alcanzar este diámetro, indica que la muestra tiene un contenido de humedad que supera su límite plástico. En este caso, se recoge toda la muestra, se moldea en una bola y se manipula con las manos para facilitar la pérdida de humedad. Este proceso se repite hasta que la

muestra, al alcanzar un diámetro de 3,2 mm, comienza a agrietarse y desmoronarse. Finalmente, se pesa la muestra junto con el recipiente en el que se ha colocado, y se registra este peso (Botía, 2015, p. 49).

El índice de plasticidad de un suelo señala el intervalo de contenido de agua, expresado como un porcentaje del peso seco del suelo, en el cual el material presenta propiedades plásticas. Esencialmente, este índice se determina como la discrepancia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo, y muestra la capacidad del terreno para deformarse sin fracturarse cuando está en estado plástico. (Valbuena, 2013, p. 59).

El coeficiente de curvatura se utiliza para identificar la forma de la curva granulométrica de un suelo, indicando si es cóncava o convexa. Esta métrica ofrece detalles sobre la distribución de los tamaños de partículas en la muestra de suelo, lo cual es fundamental para comprender sus propiedades y comportamiento (Puga, 2012, p. 10).

La forma de la curva granulométrica indica la distribución de tamaños de partículas en el suelo. Una curva cóncava sugiere que las partículas son predominantemente del mismo tamaño, lo que se conoce como mal graduado. Por otro lado, una curva convexa indica una amplia gama de tamaños de partículas, lo que se considera un suelo bien graduado (Puga, 2012, p. 10).

El coeficiente de uniformidad (C_u) es una medida que evalúa la uniformidad o distribución de tamaños de partículas en un suelo. Un coeficiente de uniformidad mayor indica una mayor diferencia entre el tamaño de partícula más grande (D_{60}) y el tamaño de partícula más pequeño (D_{10}), lo que sugiere una distribución amplia de tamaños y un suelo bien graduado. Por otro lado, un coeficiente de uniformidad más cercano a 1 indica que los tamaños de partículas D_{60} y D_{10} son similares, lo que se traduce en una distribución menos uniforme de tamaños y un suelo mal graduado. El coeficiente de uniformidad se da con la siguiente expresión: $C_u = D_{60} / D_{10}$ (Puga, 2012, p. 9).

D_{60} : Diámetro o tamaño de la partícula por debajo del cual queda el 60% del suelo en peso. D_{10} : Diámetro o tamaño de la partícula por debajo del cual queda el 10% del suelo en peso. Los suelos con $C_u < 3$ se consideran suelos uniformes.

Un perfil estratigráfico es un registro visual y descriptivo de los distintos estratos o capas de suelo y roca que componen un segmento de la tierra, presentando cómo se han acumulado y preservado a lo largo del tiempo. Este registro proporciona información sobre el espesor, la secuencia y la disposición de cada capa, lo cual es fundamental para entender la historia geológica y ambiental de un área específica. La disposición y el espesor de los estratos en un perfil estratigráfico están estrechamente relacionados con el tiempo, ya que cada capa se forma y se deposita durante un período específico. Además, la superposición de capas puede indicar eventos sucesivos de deposición, compactación o alteración del suelo a lo largo del tiempo. La interpretación de un perfil estratigráfico puede ofrecer información valiosa sobre la evolución del paisaje, los cambios ambientales, las actividades humanas y los procesos geológicos que han afectado a una región a lo largo de la historia (Puga, 2012, p. once).

Un corte directo es un método clásico y fundamental utilizado para evaluar las propiedades mecánicas de un suelo, especialmente su resistencia a la compresión y deformación bajo cargas. También se conoce como ensayo de corte directo o prueba de corte simple. Esta prueba se realiza para determinar la capacidad del suelo para soportar esfuerzos cortantes y para prever el comportamiento del suelo ante las cargas y deformaciones a las que pueda estar sometido en condiciones reales. El objetivo principal de la prueba de corte directo es determinar la resiliencia del suelo ante esfuerzos cortantes y evaluar su capacidad para resistir y soportar las deformaciones y cargas que pueda experimentar en su estado natural o en obras de ingeniería civil y construcción. Los resultados de esta prueba son fundamentales para el diseño y la construcción de estructuras y cimentaciones, así como para la evaluación de la estabilidad de taludes y terraplenes.

Exacto, el ensayo de corte directo se lleva a cabo utilizando un aparato específico diseñado para este propósito, conocido como artefacto de corte directo o cajón de corte directo. Este dispositivo está compuesto por un marco inferior fijo y un marco superior que puede girar horizontalmente. Al realizar el ensayo, se registran y se analizan las deformaciones y las cargas aplicadas para obtener información precisa sobre la resistencia al corte y las propiedades mecánicas del suelo. Los resultados obtenidos son fundamentales para la ingeniería geotécnica y la construcción, ya que

proporcionan datos importantes para el diseño y la evaluación de estructuras, cimentaciones y obras de tierra (García y Ramírez, 2006, p. 26).

Los elementos requeridos incluyen una máquina de corte directo, un anillo para cortar, un extensómetro, un dispositivo para cortar muestras, piedras porosas de aire y una muestra de suelo para el análisis. En cuanto al proceso, primero medimos el peso y el volumen interno de los anillos, y modelamos las cuatro muestras para que tengan dimensiones iguales. Luego, pesamos la muestra junto con el anillo. Posteriormente, sumergimos la muestra en agua destilada y la dejamos reposar durante 24 horas.

El pH del suelo refleja su nivel de acidez o alcalinidad, oscilando entre 0 y 14, donde 7 indica una solución neutra (Manual De Ensayo De Materiales-MTC, 2016, p. 223). Para determinar la cantidad total de sales solubles en una muestra de suelo, se utiliza una proporción de suelo a agua de 1:5. Esta proporción se considera la más adecuada, según lo establecido en la NPT, entre otras opciones disponibles (NTP, 2002, p. 02)

Es crucial señalar que la compactación adecuada se alcanza a través del ensayo de Proctor Modificado al identificar la humedad óptima. Este procedimiento consiste en medir los pesos de la muestra en un volumen determinado de molde (Fredlund, 2014, p.544), Este ensayo se lleva a cabo utilizando los métodos disponibles (A, B, C), los cuales permiten determinar el contenido de agua óptimo para el suelo que se va a analizar (MTC, 2016, p. 109)

Para evaluar la capacidad del suelo en el área de estudio, después de su clasificación según los sistemas SUCS y AASHTO, se recurre al ensayo CBR.,este ensayo es ampliamente utilizado para medir la resistencia del suelo. Las partículas de suelo para este ensayo deben ser tamizadas a través del tamiz N°3/4. Además del método CBR, se exploran otras técnicas que contribuyan a lograr los objetivos del ensayo. El método CBR se considera el más pertinente para analizar la calidad de los materiales empleados en la base y sub-base de las estructuras. Además, ofrece información sobre el aumento previsto en la deformación del suelo bajo la estructura del pavimento cuando el suelo se satura, señalando que la resistencia del suelo decrece debido a la saturación en el terreno (Sivakugan, 2015, p. 43)

Así, estos análisis nos ofrecen el índice de resistencia del suelo conocido como valor de relación de soporte o CBR. Esta prueba se realiza en el laboratorio y se relaciona con los niveles de humedad y densidad obtenidos a través del ensayo de Proctor Modificado aplicado al suelo en su condición original. (MTC, 2016, p. 148)

La clasificación de suelos a través del sistema SUCS es crucial debido a la variabilidad que puede presentar el suelo en su estado natural. Este mecanismo es fundamental para orientar la clasificación y establecer criterios que permitan su individualización. El sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) facilita la clasificación de los suelos en función de los resultados de los ensayos realizados (Tuladhar, 2017, p. 122)

Así, los suelos y sus diferentes tipos se identifican de manera práctica en grupos basados en su textura y tamaño (Carthigesu, 2016, p.512)

La clasificación de los suelos se realiza mediante diversos métodos, tanto in situ como de laboratorio. Estos métodos señalan que el tamaño de las partículas es uno de los factores que determinan características físicas esenciales del suelo, como la cohesión y la capacidad de absorción, aspectos relevantes para su estudio (Juárez y Rico, 2017, p.150)

En cuanto a la granulometría, si más del 50% de la muestra pasa por el tamiz N° 40, se clasifica como material arenoso, pudiendo ser bien graduado o mal graduado. Por otro lado, el material que pasa por el tamiz N° 200 se considera fino y contiene partículas de arcilla y limo (Verruijt, 2017, p.420)

Otra clasificación importante es la proporcionada por AASHTO. A través de este sistema, los suelos se clasifican según su comportamiento y granulometría en ocho grupos identificados con símbolos que van de A-1 a A-8. Los suelos inorgánicos se dividen en siete grupos, designados como A-1 al A-7. Además, estos grupos se subdividen en 12 categorías. Los suelos con una alta proporción de materia orgánica se clasifican como A-8 (AASHTO, 1993, p 166).

En este estudio, se presentará una propuesta estructural basada en los análisis efectuados. Por ello, es esencial entender qué constituye un pavimento en un contexto general. Un pavimento es una estructura compuesta por múltiples capas situadas sobre

el terreno base. Más allá de su función estructural, un pavimento debe ofrecer confort y seguridad para manejar y distribuir las cargas generadas por los vehículos que circulan sobre él. Típicamente, un pavimento se compone de una capa de rodadura como elemento central, que puede ser de dos tipos según el diseño: flexible y rígido, o de adoquines. Esta capa tiene como principal función absorber directamente las cargas transmitidas por los vehículos (Chávez, 2015, p.22), y generalmente está constituida por material granular. Es fundamental que todas las capas estén íntegramente unidas entre sí (Nowmooz, 2013, p. 3)

Las condiciones climáticas, el clima subterráneo y las características mecánicas del material del pavimento son igualmente relevantes, ya que determinan su comportamiento y eficiencia. (Ovik et al., 2000, p. 2). Además, el rendimiento de una estructura de pavimentación se optimiza cuando los datos recopilados en el campo coinciden con las proyecciones realizadas para su diseño (Glee et al., 2012, p. 4)

Adicionalmente, la base se describe como la capa situada bajo la capa de rodadura, cuya función es sostener, guiar y transferir las cargas producidas por los vehículos que circulan. Esta capa estará formada por partículas granulares con capacidad de drenaje y un índice de relación de soporte (CBR) superior al 80%. En alternativas específicas, podría estar estabilizada mediante asfalto, cal o cemento. Respecto a la subbase, se emplea un material seleccionado y diseñado para respaldar tanto a la base como a la capa de rodadura, a la vez que controla el flujo de agua y previene la infiltración a través de los poros. Todo esto varía según el diseño y los espesores del pavimento. En determinadas situaciones, esta capa podría ser prescindible si posee un CBR igual o superior al 40%, o puede ser estabilizada mediante asfalto, cal o cemento (MTC, 2016, p.29)

Así, el pavimento se considera una estructura que, al igual que otras, debe satisfacer los estándares definidos para su adecuada planificación y construcción. Su finalidad es lograr la excelencia para la que fue diseñado, manteniendo un costo económico bajo, pero sin sacrificar la calidad gracias al uso de materiales apropiados. (Galindez, 1934, p.14)

De acuerdo con el manual de diseño de AASHTO, la planificación de un pavimento consiste en establecer la composición de los materiales, los espesores y la

disposición de las capas de modo que se logre la alternativa más económica que satisfaga los criterios de rendimiento requeridos (Aashto, 1993, p. 34)

Antes de establecer los espesores de la estructura, es crucial determinar el volumen de tráfico que transita por las vías de acceso. Esto nos posibilitará calcular el Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) para un periodo de diseño, generalmente de siete días. El TPDS se determina multiplicando el tránsito semanal promedio por 365 días. Dependiendo del periodo de diseño, que puede ser de 10 o 20 años, se obtendrá el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) (MTC, 2016, p. 155)

Por lo tanto, en esta investigación se pretende proporcionar directrices adecuadas a través de una zonificación de suelos con propósitos de pavimentación en el AA.HH Unión del Sur, con el objetivo de garantizar una futura construcción de pavimento de manera segura.

El objetivo principal es garantizar una construcción de viviendas de alta calidad en la zona, con un diseño apropiado fundamentado en un entendimiento técnico del tipo de suelos donde se edificarán las viviendas. Esto beneficiará a los residentes al ofrecer un diseño que tenga en cuenta las características del suelo identificadas mediante la zonificación. De este modo, se aspira a fortalecer y edificar futuras viviendas que sean seguras y confiables, siempre en conformidad con las normativas actuales.

El enfoque de esta investigación se dirige hacia el incremento del desarrollo urbano y la expansión de los asentamientos humanos que siguen creciendo constantemente en nuestro país. Este avance impulsa la edificación en diversas áreas, resultando en la ocupación de más espacios por nuevos asentamientos e invasiones. Con el propósito de proporcionar una opción y una fuente de información, se pretende crear un proyecto de pavimentación que pueda atender y resolver los desafíos ambientales, sociales y económicos que enfrentan las personas que experimentan esta situación a diario.

El análisis de suelos y la información que proporciona son fundamentales para cualquier proyecto de ingeniería civil, en particular en el diseño de pavimentos. La mecánica de suelos representa un paso esencial previo a la ejecución de cualquier tipo de pavimentación. A partir de datos como la composición y la resistencia del suelo, es

posible anticipar cómo reaccionará este frente a las cargas que la superficie deberá soportar. Con base en esta información respaldada por datos precisos, se establecen los criterios mínimos necesarios. De esta manera, se busca potenciar la calidad de vida, el sistema de transporte vial y la cohesión social en las comunidades.

Para fomentar y fortalecer el desarrollo económico nacional, es fundamental disponer de un sistema de transporte bien estructurado y eficaz. Este estudio se enfoca en examinar los aspectos más relevantes del análisis de suelos en la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote, con el objetivo de pavimentarla. Como conclusión, se busca determinar las propiedades y atributos físicos, químicos y geológicos del suelo en esta zona.

Los análisis efectuados no solamente servirán como cimiento para este estudio particular, sino que también serán indispensables para proyectos concernientes al abastecimiento de agua y la higiene, considerando que esta esfera aún carece de servicios básicos. Por consiguiente, este estudio de investigación proporcionará una fuente confiable y precisa de datos que será crucial para la planificación y ejecución de varios programas dirigidos al mejoramiento del bienestar de la comunidad local.

Adicionalmente, las preocupaciones de salud derivadas del polvo generado constantemente por los vehículos que transitan a diario son significativas. Es esencial tomar medidas que impulsen la implementación de servicios de tránsito apropiados. Por tanto, con este estudio se destaca la valiosa contribución que se espera lograr y promover a través de este trabajo, al ofrecer datos detallados sobre las propiedades y el comportamiento del suelo. Esta información estará respaldada por las regulaciones adecuadas, garantizando así la correcta ejecución de los procesos de investigación y desarrollo para obtener la información requerida.

Por lo tanto, se empleará el método SUCS para la clasificación del suelo, que está estandarizado en la norma ASTM D 2487-00, junto con la clasificación AASHTO específica para pavimentos. Los resultados obtenidos ofrecerán directrices técnicas sobre las propiedades del suelo y establecerán los parámetros de diseño esenciales para la evaluación con el propósito de la pavimentación.

A continuación, se presentan algunas definiciones importantes que se han determinado para el desarrollo de la presente investigación. La variable independiente identificada es la "Zonificación de suelos".

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Zonificación de suelos	Se representa como el resultado que genera la sub división de una zona urbana, con el objetivo de regular el uso del suelo, en función a su capacidad, de esta manera, se determinarán las poblacionales, tipos de estructuras, suelo y se verificará que el estudio etc. (Montes, 2014)	La variable será analizada utilizando los sistemas de clasificación actuales para pavimentos, como SUCS y AASHTO, con el propósito de zonificar y categorizar el suelo de la Avenida 1 en el AA.HH. Unión del Sur. Además, se evaluará la capacidad de carga del terreno en toda el área del AA.HH. Unión del Sur con el objetivo de pavimentación. De esta manera, se determinarán las características físicas y mecánicas del suelo y se verificará que el estudio cumpla con los criterios establecidos.	Propiedades físicas	Limite liquido Limite plástico Granulometría	Razón Nominal
			Propiedades Mecánicas	Proctor Modificado CBR	Interválica
			Análisis químicos	Sales solubles Cloruros	Razón
			Pavimento	ESAL Capa de rodadura Base Sub base	Nominal

De este modo, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuál será la zonificación de suelo en el Asentamiento Humano Unión del Sur con fines de pavimentación?

Por otro lado, se identificó la necesidad de abordar el problema detectado mediante la hipótesis de que la zonificación de los suelos con propósitos de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur mejoraría la transitabilidad vehicular de la comunidad en la zona de estudio. Además, el objetivo principal de esta investigación fue: Establecer la zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur, para lo cual se definieron seis objetivos específicos:

- Clasificar los tipos de suelo en el AA.HH. Unión del Sur de acuerdo a la norma AASHTO y SUCS, para interpretar adecuadamente los resultados obtenidos.
- Establecer propiedades físicas y mecánicas para verificar la resistencia de soporte de un suelo con el CBR, en el AA.HH. Unión del Sur.
- Conocer el comportamiento del suelo donde se apoyará la estructura del pavimento de acuerdo al método AASHTO.
- Describir la estructura del pavimento conforme a los resultados obtenidos de mecánica de suelos por el método AASHTO.

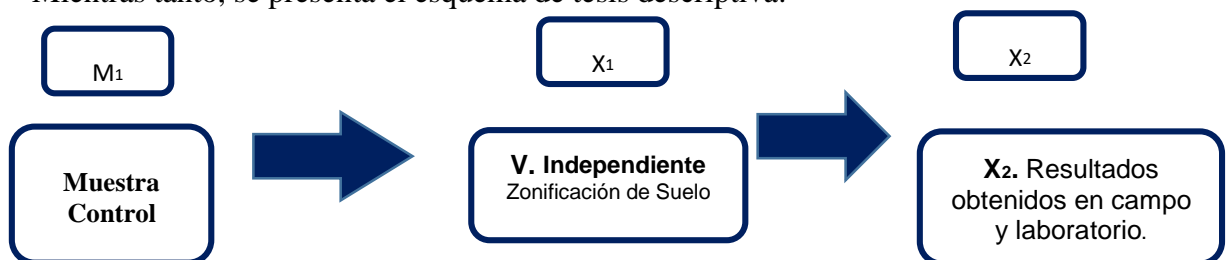
II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación es correlacional, ya que procura establecer una relación o patrón entre dos variables en relación con las dificultades en el incremento de los moradores del AA.HH. Unión del Sur. Esta investigación se centrará principalmente en los hallazgos relacionados con las propiedades del suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, con el fin de realizar una zonificación y proponer un diseño de pavimentación adecuado.

El enfoque de investigación a utilizar es aplicado, dado que busca desarrollar una razón con una aplicación directa a los desafíos de transitabilidad en el AA.HH. Unión del Sur. Esta investigación se centrará principalmente en los descubrimientos relacionados con las propiedades del suelo en la zona para llevar a cabo una zonificación y proponer un diseño de pavimentación apropiado.

El diseño de la investigación es de carácter no experimental y tiene un enfoque explicativo. Se investigarán las características mecánicas y físicas de los diferentes tipos de suelos presentes en la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, tal y como se encuentren al momento de realizar las excavaciones mediante calicatas. Se llevarán a cabo las pruebas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. El investigador estará involucrado en la realización de pruebas y obtendrá resultados que se alinearán con los objetivos planteados en la investigación.

Mientras tanto, se presenta el esquema de tesis descriptiva:



Donde:

M1: Muestra Control, Muestras de suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur.

X1: Variable Independiente, Zonificación de suelos se obtiene por medio del estudio de suelos de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur mediante de la extracción de muestras y ensayos de laboratorio de mecánica de suelos. X2: Resultados obtenidos en campo y laboratorio

Con el propósito de zonificar el suelo del AA.HH. Unión del Sur y establecer una propuesta de pavimentación, se utilizarán los métodos más apropiados de exploración de suelos. La unidad de análisis será el suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur.

Para la presente investigación, la población y muestra seleccionada es la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, dado que es la arteria principal de la zona. Esta avenida tiene una longitud lineal de 525 metros y un ancho de 24 metros. En este contexto, se han realizado 2 calicatas para cubrir el área de estudio. De estas calicatas, se extraerán 100 kilogramos de muestra, las cuales se almacenarán de manera segura para evitar cualquier alteración. Posteriormente, se llevarán a cabo los ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

En cuanto a las técnicas e instrumentos de investigación, se empleó la técnica de la observación. Esta técnica facilitó la obtención de datos detallados en el área investigada. Durante la investigación, se recolectaron datos fundamentales en el terreno mediante observación directa y se capturaron fotografías para documentar los hallazgos observados.

Asimismo, se implementó un procedimiento de laboratorio para obtener los datos geotécnicos sobre las propiedades físico-mecánicas del suelo en el AA.HH. Unión del Sur, siguiendo las directrices de las normativas técnicas actuales que se especifican en la Tabla N°2.

Tabla N°1: Normas técnicas de mecánica de suelos

Ensayo	Uso	Normas de referencia		
		MTC	ASTM	NTP
Contenido de Humedad	Clasificación	E-108	D-2216	339.127
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	E-107	D-422	339.128
Límite Líquido	Clasificación	E-110	D-4318	339.129
Límite Plástico	Clasificación	E-111	D-4318	339.129
Índice Plástico	Clasificación	E-111	D-4318	339.129
Método de Clasificación de Suelos	Clasificación	-	D-2487	339.134
Densidad In Situ	Clasificación	E-117	D-1556	339.143
Corte Directo	Especial	E-123	D-3080	339.170

Fuente: NTP E.050 Suelos y Exploraciones, 2018

Se empleó la observación descriptiva, que se fundamentó en la visualización detallada del área de estudio, siguiendo los procedimientos establecidos en el manual de geología, geotecnia, suelos y pavimentos del MTC.

Para asegurar la validez y confiabilidad en la zonificación de suelos, se utilizaron técnicas de observación y formatos de laboratorio previamente establecidos. Estos métodos se aplicaron para determinar la clasificación según AASHTO 93, que ha sido validada por MTC Suelos y Geología en el año 2016 y sigue estando en vigor.

Para el análisis de datos, se utilizó un enfoque descriptivo. Este diseño de investigación se estructuró utilizando protocolos integrados en el software Excel 2016, para la realización de cálculos referentes a los resultados obtenidos. Mediante la fase de la observación, se programó la ubicación de las calicatas para la preparación de las pruebas de laboratorio. Esto ayudó al efectuar los requisitos y obtención de las muestras de suelo requeridas en nuestro estudio.

Para la zonificación con propósitos de pavimentación, se inició con la delimitación del área designada para la realización de las calicatas. Esta delimitación

se efectuó en el lugar mismo, con una familiarización directa del área de estudio, dado que las calicatas se ejecutaron directamente con la asistencia de dos técnicos. Durante esta etapa, también se realizó el conteo vehicular durante una semana, respetando los horarios establecidos en los formatos proporcionados por el MTC.

Posteriormente, se continuó con un enfoque descriptivo en el procedimiento, asegurando que los resultados no fueran alterados de ninguna manera, al igual que las variables. Se emplearon fichas y protocolos de laboratorio diseñados por especialistas en suelos y pavimentos para el análisis preciso de los resultados obtenidos en la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur. Como primer paso, se procedió a la extracción manual de las muestras de campo en dos puntos, a una profundidad de 1.50 metros, considerando las características específicas del terreno.

Finalmente, en el laboratorio se llevaron a cabo los ensayos normalizados específicos para pavimentos. Se emplearon formatos de laboratorio especializados para analizar los datos obtenidos en el campo. El procedimiento inició con la clasificación del suelo según el SUCS, seguido del análisis de los contenidos de humedad y un análisis químico. A continuación, se determinó la capacidad del suelo mediante el ensayo de CBR. Por último, se efectuaron los cálculos para establecer el espesor del pavimento utilizando el método prescrito por AASHTO.

III. RESULTADOS

En este capítulo inicial, se abordó la investigación sobre la zonificación de suelos y el diseño de pavimentación. Para ello, se tomaron en cuenta las normas técnicas de ensayos de laboratorio y se utilizó la clasificación según AASHTO 93, validada por MTC Suelos y Geología del año 2016. Además, se incluyeron conceptos relacionados con esta investigación y se proporcionó información geográfica para ubicar adecuadamente el AA.HH. Unión del Sur.

Respecto al cumplimiento del *primer objetivo específico* de clasificar los tipos de suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur según las normativas AASHTO y SUCS, para una interpretación adecuada de los resultados obtenidos, se presentan los datos recopilados en la siguiente tabla:

Tabla N° 2: *Clasificación de tipos de suelo según norma AASHTO y SUCS*

CALICATAS	UBICACIÓN	MUESTRA	PROF. (m)	CLASIFICACIÓN AASHTO	CLASIFICACIÓN SUCS
C - 1	Av. 1 - Cdra. 2	M-1	1.5	A-3	SP
C - 2	Av. 1 - Cdra. 4	M-1	1.5	A-3	SP

Fuente: *Elaboración propia* **Descripción:**

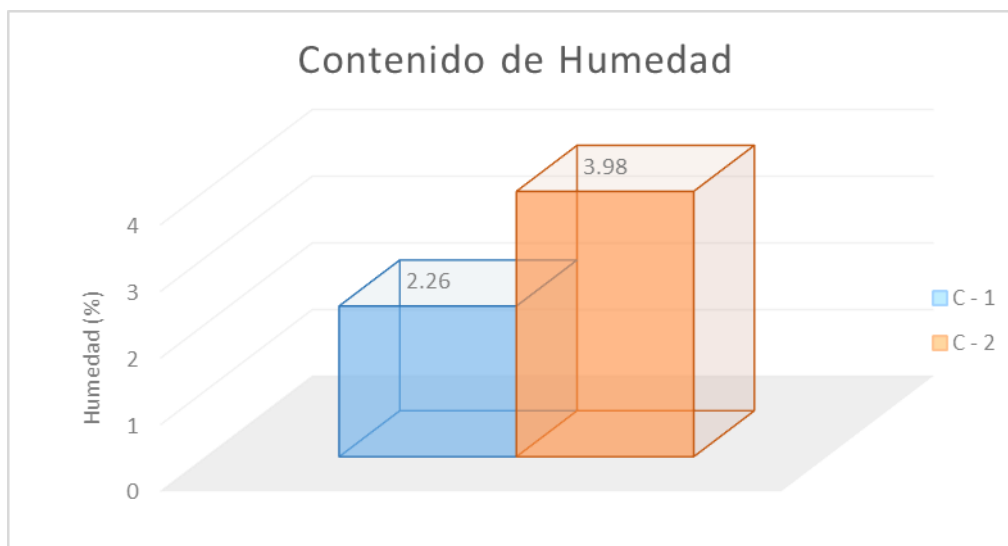
Según Tabla N° 2, se presentan los resultados de la clasificación de tipos de suelo según las normas AASHTO y SUCS para la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur. Los resultados indican que, según la norma AASHTO, el suelo es de tipo A-3, mientras que según la norma SUCS, se clasifica como tipo SP, para ambas calicatas.

Tabla N°3: *Resultados del contenido de humedad en el AA.HH. Unión del Sur*

LUGAR DE ESTUDIO	CALICATAS	PROF. (m)	HUMEDAD DEL TERRENO (%)
Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur	C - 1	1.5	2.26
	C - 2	1.5	3.98

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N°1: Contenido de humedad del suelo en el AA.HH. Unión del Sur



Fuente: Elaboración propia **Descripción:**

Según la Tabla N°3 y el Figura N°1, se exponen los resultados del contenido de humedad del suelo en la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur. Los datos muestran que el suelo tiene un elevado nivel de humedad natural, oscilando entre 2.26% y 3.98%. Esto señala que el terreno es bastante húmedo. Además, se identificaron los límites de consistencia del suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, que se detallan en la tabla siguiente.

Tabla N°4: Límites de consistencia del AA.HH. Unión del Sur

LUGAR DE ESTUDIO	CALICATAS	PROF. (m)	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
			L.L	L.P.	I.P.
Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur	C - 1	1.5	N.P	N.P	N.P
	C - 2	1.5	N.P	N.P	N.P

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- N.P = No presenta

Descripción:

Según la Tabla N°4, que detalla los resultados de los límites de consistencia, se concluye que el suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur no muestra límites de consistencia en toda la extensión estudiada, según las 2 calicatas realizadas en el área. Esto se debe a que la muestra de suelo no satisface los requisitos necesarios para llevar a cabo los ensayos de límite líquido y límite plástico. Por consiguiente, si no se identifican límites líquido y plástico, tampoco se encontrará índice de plasticidad en la zona investigada.

Simultáneamente, se pudo identificar la granulometría del suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, la cual se muestra en la tabla siguiente.

Tabla N°5: Resultados del análisis granulométrico en el AA.HH. Unión del Sur

LUGAR DE ESTUDIO	CALICATAS	PROF. (m)	DISTRIBUCIÓN		
			ARENAS (%)	LIMOS Y/O ARCILLAS (%)	GRAVAS (%)
Avenida 1 del AA.HH.	C - 1	1.5	96.8	3.2	0
Unión del Sur	C - 2	1.5	96.5	3.5	0

Fuente: *Elaboración propia*

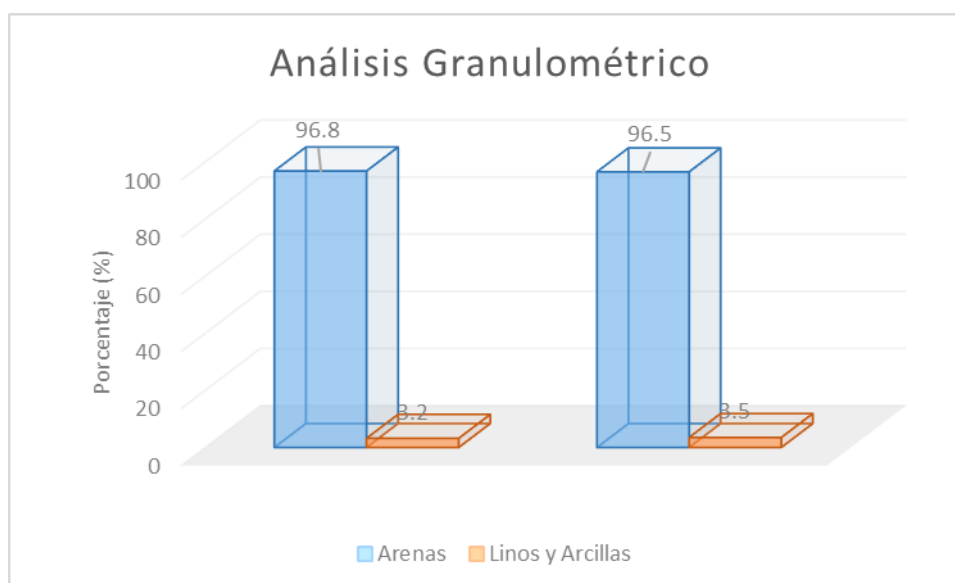


Figura N°2: *Análisis granulométrico del suelo en el AA.HH. Unión del Sur*

Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

De acuerdo con la Tabla N°5 y el Figura N°2, se presentan los resultados del análisis granulométrico de las 2 calicatas realizadas en la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur a una profundidad de 1.50 metros. Los datos muestran un alto porcentaje de arenas, que varían entre el 96.5% y el 96.8%. Por otro lado, se observa un bajo porcentaje de limos y/o arcilla, con un rango que va del 3.2% al 3.5%. Además, se registró un valor nulo de grava, con un 0%. Es importante destacar que, como se mencionó anteriormente, no se detectaron límites de consistencia ni presencia de nivel freático en la zona estudiada.

De esta manera, siguiendo con el *segundo objetivo específico* de establecer propiedades físicas y mecánicas para verificar la resistencia de soporte de un suelo con el CBR, en la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, la descripción detallada se realiza a partir de datos obtenidos por calicatas.

Tabla N°6: *Resultados obtenidos del CBR (relación de soporte california)*

MUESTRA	NIVEL	HUMEDAD DE PENETRACION (%)	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)
C-1	TN	20.7	14.6	12.8
C-2	TN	13.8	17.9	12.8

Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

La Tabla N° 6 muestra los resultados del CBR a nivel de terreno natural. Estos resultados muestran un rango entre el 95% y el 100% de la máxima densidad seca, conforme a la normativa del MTC. Según los resultados del CBR obtenidos de las calicatas C-1 y C-2, el material se clasifica como bueno al alcanzar valores del 12.8% en ambas calicatas. Estos valores se basan en las especificaciones proporcionadas por la manual de carreteras del MTC y AASHTO.

También se progresó en el logro del tercer objetivo específico, que implicaba comprender el comportamiento del suelo sobre el que se apoyará la estructura del pavimento de acuerdo con el método AASHTO. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla N°7: Resultado obtenidos del Proctor Modificado

CALICATAS	METODO DE COMPACTACION	NUMERO DE GOLPES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-1	A	25	1.607	17.6
C-2	A	25	1.88	10.7

Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

La Tabla N°7 presenta los resultados del ensayo Proctor Modificado. En la calicata C-1, se registró una máxima densidad seca de 1.607 gr/cm³ con un contenido óptimo de humedad del 17.6%. y la calicata C-2 con una densidad máxima seca de 1.88 gr/cm³ con un contenido óptimo de humedad del 10.7%. Estos resultados indican que para ambas calicatas se encuentran dentro de rangos comparables entre sí.

Los resultados del cuarto objetivo específico se centran en describir la estructura del pavimento basada en los resultados obtenidos de la mecánica de suelos utilizando el método AASHTO. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo un diseño siguiendo las directrices establecidas por la norma AASHTO y el MTC, que proporcionan los parámetros necesarios para el diseño. El primer paso consistió en realizar un conteo de vehículos durante un período determinado para calcular las Equivalentes de Ejes Estándar (ESAL), lo que permite determinar el índice de tráfico vehicular. A continuación, se aplicó el método AASHTO, considerando el tipo de suelo encontrado en la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, para establecer la estructura óptima del pavimento.

Tabla N°8: Resultado obtenidos para IMD - ESAL

Tipo de vehiculo	N° veh/día			N° veh/año F.C.	ESAL en carril de diseño	Factor de crecimiento	ESAL diseño	
	1° (2 sent.)	2° (1 sent.)	2 SENT					
Automóvil	142	74	51830	27010	0.0001	2.701	12.58	33.979
Station Wagon	15	7	5475	2555	0.014	35.77	12.58	449.987
Pick Up	18	7	6570	2555	2.08	5314.4	12.58	66855.152
Rural	8	3	2920	1095	0.0001	0.1095	12.58	1.378
Camión 2E	7	4	2555	1460	3.56	5197.6	12.58	65385.808
Camión 3E	4	3	1460	1095	2.3	2518.5	12.58	31682.730
TOTAL IMD	194	98	70810	35770		13069.1		164409.033

Fuente: Ficha Técnica MTC

Tabla N°9: METODO AASHTO 93 (basado en el manual de carreteras)

ESTRUCTURA	ESPESOR
ESPESOR CARPETA ASFÁLTICA (cm)	5
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	15
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	15

Fuente: Elaboración propia

Descripción:

En la Tabla N°8 se presentan los datos del conteo vehicular, que son fundamentales para calcular las Equivalentes de Ejes Estándar (ESAL) necesarias en el diseño del pavimento. El valor calculado para el ESAL de diseño, identificado como IDMA, resultó ser de 148,062.581. Por otro lado, en la Tabla N°9 se muestran dos diseños de estructura de pavimento basados en el método AASHTO. Según este método, el diseño propuesto consiste en una carpeta asfáltica de 5 cm de espesor, una base de 15 cm de espesor y una subbase también de 15 cm de espesor. Estos valores se derivan de las recomendaciones y especificaciones establecidas en el método AASHTO 93 para el tipo de suelo encontrado en la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Se examinaron los resultados de la clasificación de los tipos de suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur según las normas AASHTO y SUCS, con el objetivo de obtener una interpretación adecuada de los mismos. Además, se analizaron y discutieron los resultados de la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo para evaluar su resistencia de soporte utilizando el ensayo CBR en el AA.HH. Unión del Sur. También se evaluó y debatió el comportamiento del suelo que servirá como base para la estructura del pavimento, siguiendo el método AASHTO. Por último, se realizó un análisis y discusión detallados sobre la descripción de la estructura del pavimento, basada en los resultados obtenidos de la mecánica de suelos mediante el método AASHTO.

En el análisis y discusión de la clasificación del tipo de suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur conforme a las normas AASHTO y SUCS, los resultados obtenidos se basaron en la Tabla N°2. Según esta tabla, se determinó que las 2 calicatas realizadas muestran que el suelo se clasifica como tipo A-3 según la norma AASHTO y como tipo SP según la norma SUCS. Esta clasificación se observó en una estratigrafía que abarca una profundidad de 0.00 a 1.50 metros. El estrato a una profundidad de 1.50 metros presenta características similares. De este modo, se realizó la comparación con el autor Osorio, L. (2019) En la tesis titulada "Zonificación de suelos en el asentamiento humano José Sánchez Milla con fines de pavimentación, Nuevo Chimbote", se identificaron dos tipos de suelos en el asentamiento humano, con la presencia de rocas en la superficie en tres puntos de exploración. Según la clasificación SUCS, los suelos se categorizaron como SP (arena mal graduada) y SPSM (arenas mal graduadas con limos), ubicados en las progresivas 0+000 a 8+003. Por otro lado, la clasificación según AASHTO determinó un tipo A-3(1) en las mismas progresivas, clasificando el material como bueno. Estos resultados indican que los valores obtenidos son adecuados para la sub-rasante según los criterios establecidos por AASHTO y el manual de carreteras del MTC. Esto permitirá determinar los espesores óptimos de cada capa del pavimento en función de las características del suelo. Con estos hallazgos, se concluye el trabajo de investigación.

Las propiedades físico-mecánicas del suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur se determinaron mediante la prueba de humedad. Los resultados obtenidos de los dos pozos se presentaron en la Tabla N°3. Se observó que el mayor contenido de humedad, con un valor de 3.98%, se registró en el pozo C-2. En contraste, el contenido de humedad más bajo se encontró en el pozo C-1, con un valor de 2.26%. Estos resultados indican que la fase estudiada no presenta altos porcentajes de humedad natural, lo que es relevante para el análisis de las propiedades mecánicas y el comportamiento del suelo en futuras aplicaciones de pavimentación. De tal modo, se elaboró la comparación con los autores Cervera & Rosales (2018) en la tesis titulada "Evaluación del suelo en el AA.HH. Tierra Prometida – propuesta de cimentación para vivienda según los parámetros urbanísticos Nuevo Chimbote – Áncash 2018", se determinó que los niveles de humedad del suelo se sitúan entre 1.81% y 3.21%. Este hallazgo sugiere que tanto el AA.HH. Los Licenciados II Etapa como el AA.HH. Tierra Prometida presentan suelos con un contenido de humedad relativamente bajo, lo que puede ser favorable para la cimentación y estabilidad de las viviendas en estas zonas. En la Tabla N°4, se presentan los resultados de los límites de consistencia del suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur. Los datos indican que no se detectaron límites de consistencia en la totalidad de la muestra de suelo extraída de las dos calicatas realizadas en el área estudiada. Para corroborar estos resultados, se contrastaron con lo estipulado en la NTP 339.129. Esta norma especifica que, para suelos arenosos con bajo contenido de arcilla, el ensayo para determinar el límite plástico se puede realizar inmediatamente después de agregar agua a la muestra. Además, establece que el límite plástico se identifica cuando una pequeña porción de suelo, al ser amasada entre la palma de la mano y una superficie lisa, se fractura al formar bastoncitos de un diámetro de 1/8" (3 mm). Al analizar la norma y los resultados obtenidos, se confirma que el suelo del AA.HH. Unión del Sur no presenta un índice de plasticidad, lo que significa que no hay una capacidad significativa de deformación plástica en el suelo, lo que puede tener implicaciones en su comportamiento bajo cargas y en el diseño de estructuras sobre este tipo de suelo.

En la Tabla N°5, se presentan los resultados del análisis granulométrico del suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur. Según resultados, se determinó que el suelo está compuesto principalmente por arenas, con porcentajes que varían entre el 96.3% y más del 99% que pasan por los tamices utilizados en el análisis. Por otro lado, se encontraron porcentajes mínimos de limos y/o arcillas, que oscilan entre el 1% y el 4.5%. Esto sugiere que el suelo de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur está predominantemente compuesto por partículas de arena, lo que indica una textura arenosa en general. Este tipo de composición granulométrica puede influir en las propiedades mecánicas del suelo, como su capacidad de drenaje, resistencia y compresibilidad. La presencia predominante de arenas sugiere que el suelo puede tener una buena capacidad de drenaje, pero podría ser menos cohesivo y más susceptible a la erosión en comparación con suelos con mayores contenidos de arcilla.

Los resultados del CBR (Relación de Soporte California) proporcionan información crucial sobre la capacidad del suelo para soportar cargas, lo cual es fundamental para el diseño de pavimentos y estructuras de carreteras. Según la Tabla N°6, en las calicatas C-1 y C-2 de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, los valores del CBR al 100% de la máxima densidad seca fueron de 12.8%. Estos valores indican que el material del suelo es bueno para soportar cargas, conforme a las normas del MTC y AASHTO. Comparando estos resultados con la tesis de Osorio, L. (2019) sobre la zonificación de suelos en el AA.HH. José Sánchez Milla, se observan algunas diferencias en los valores de CBR. En las calicatas mencionadas (C-02, C-07, C-09 y C-13), los valores de CBR varían entre 11.27% y 35.29%, lo que indica una variabilidad en la capacidad de soporte del suelo en diferentes puntos del asentamiento. Es importante considerar estas diferencias al diseñar estructuras de pavimento, ya que la capacidad de soporte del suelo puede influir en el espesor y tipo de pavimento requerido para garantizar la durabilidad y seguridad de la infraestructura vial. De antes dicho, se pudo analizar los resultados obtenidos de Proctor Modificado, que se muestran en la Tabla N°7, los resultados del Proctor Modificado para las calicatas C-1 y C-02 de la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur muestran valores de densidad máxima seca de 1.607 gr/cm³ y 1.88 gr/cm³, respectivamente. Además, los valores de humedad óptima fueron de

17.6% y 10.7%. Estos resultados indican que el suelo en las calicatas C-1 y C-02 tiene una densidad máxima seca adecuada y un rango de humedad óptima dentro de los límites aceptables. La consistencia en los valores entre las calicatas sugiere una homogeneidad en las propiedades del suelo en diferentes puntos del área estudiada. Por tal motivo, se hace la comparación con el autor Osorio, L. (2019), en la tesis "Zonificación de suelos en el asentamiento humano José Sánchez Milla con fines de pavimentación, Nuevo Chimbote" muestran valores de densidad máxima seca y humedad óptima para diferentes calicatas en el área de estudio. En la calicata C-02, tiene una densidad máxima seca de 1.776 gr/cm³ con una humedad óptima de 13.1%. La calicata C-07 mostró una densidad máxima seca de 1.65 gr/cm³ y una humedad óptima de 10.97%. La calicata C-09 presentó una densidad máxima seca de 1.709 gr/cm³ con una humedad óptima de 11.6%. Finalmente, la calicata C13 registró una densidad máxima seca de 1.698 gr/cm³ y una humedad óptima de 11.9%. Estos resultados muestran una consistencia en las propiedades mecánicas del suelo en las diferentes calicatas, con variaciones mínimas en la densidad máxima seca y la humedad óptima. Esta consistencia es un indicativo de la homogeneidad del suelo en el área estudiada. La comparación con los resultados obtenidos para la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur permitirá identificar similitudes o diferencias en las propiedades del suelo entre las dos áreas de estudio, lo cual es crucial para la planificación y diseño de proyectos de pavimentación y otras infraestructuras en ambas zonas.

El diseño de pavimentos es un proceso crucial que requiere considerar una serie de factores, incluidas las características del tráfico vehicular, las propiedades del suelo y los parámetros de diseño establecidos por las normativas técnicas, como la AASHTO y el MTC. En el estudio realizado para la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, se llevó a cabo un conteo vehicular para determinar el Índice de Tráfico Vehicular (ESAL), que es un parámetro esencial para el diseño del pavimento. El valor obtenido de ESAL de diseño (IDMA=148062.581) proporciona una estimación del nivel de tráfico al que estará sometido el pavimento, lo cual es fundamental para determinar las especificaciones de diseño. Con base en el método AASHTO 93 y los resultados obtenidos de la mecánica de suelos, se propusieron dos diseños de estructura de

pavimento. Según la Tabla N°9, el primer diseño considera una carpeta asfáltica de 5 cm de espesor, una base de 15 cm y una subbase también de 15 cm. Estas dimensiones están diseñadas para soportar las cargas del tráfico vehicular estimado y proporcionar una vida útil adecuada al pavimento. En conclusión, el diseño de pavimentos para la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur se realizó considerando las normativas técnicas y los datos recopilados durante el estudio, con el objetivo de proporcionar una solución duradera y eficiente para las necesidades de transporte de la zona. Por tal motivo, se hace la comparación con el autor Osorio, L. (2019), En la tesis mencionada, se obtuvo un valor de ESAL de diseño ($IDMA=157,725$) a partir del conteo vehicular realizado en el asentamiento humano José Sánchez Milla. Este valor es ligeramente superior al obtenido para la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur, lo que sugiere una mayor intensidad de tráfico en el área de estudio de José Sánchez Milla. En cuanto a los diseños de pavimento, ambos se basan en el método AASHTO, pero presentan algunas diferencias significativas debido a las características del suelo y el tráfico vehicular. En el Tramo 01 de José Sánchez Milla, se propone una carpeta asfáltica de 5 cm de espesor, una base de 15 cm y una subbase también de 15 cm. Por otro lado, en el Tramo 02, se sugiere una carpeta de 5 cm, una base de 15 cm y se omite la subbase debido a las condiciones rocosas del suelo. En conclusión, aunque los diseños de pavimento para la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur y el AA.HH. José Sánchez Milla se basan en el mismo método AASHTO, las variaciones en las condiciones del suelo y el tráfico vehicular han conducido a propuestas de diseño adaptadas a las necesidades específicas de cada área. Estas diferencias subrayan la importancia de realizar estudios geotécnicos y de tráfico detallados para desarrollar soluciones de pavimentación efectivas y duraderas.

V. CONCLUSIONES

La clasificación del suelo es un paso crucial en cualquier proyecto de ingeniería civil, especialmente en el diseño de pavimentos. En este caso, la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur presenta un suelo clasificado como SP según el SUCS y como A-3 según la clasificación AASHTO. El hecho de que el suelo se clasifique como SP en el SUCS sugiere que es un suelo predominantemente arenoso. Esto es coherente con los resultados del análisis granulométrico que mostraron un mayor porcentaje de arena y menores porcentajes de limo y arcilla. Por otro lado, la clasificación A-3 de AASHTO indica que el suelo tiene buenas características para soportar cargas de tráfico, lo cual es favorable para el diseño de pavimentos. Los contenidos de humedad del suelo oscilan entre 2.26% y 3.98%, indica que el suelo está relativamente seco. Un contenido de humedad moderado es beneficioso para la compactación del suelo y, por lo tanto, para la resistencia del pavimento. Sin embargo, es importante tener en cuenta estos valores al realizar pruebas de laboratorio y al diseñar la estructura del pavimento, ya que la humedad puede influir en las propiedades mecánicas del suelo.

Según el MTC, un valor de CBR de 12.8 se considera bueno para material de subrasante. Esto indica que el suelo en la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur tiene una resistencia adecuada para ser utilizado como subrasante en un diseño de pavimento. Un suelo con un CBR de este valor debería ser capaz de soportar las cargas del tráfico vehicular sin deformaciones excesivas, lo que es fundamental para la durabilidad y el rendimiento del pavimento. En conclusión, los resultados del ensayo de CBR indican que el suelo en la Avenida 1 del AA.HH. Unión del Sur tiene una resistencia adecuada para ser utilizado como subrasante en un diseño de pavimento, de acuerdo con las recomendaciones del Manual de Carreteras del MTC. Estos datos son esenciales para avalar la calidad y la durabilidad del pavimento en el área estudiada.

Se determinó que los grosores del pavimento flexible para la Avenida 1 del A.H. Unión del Sur serán los siguientes: una capa de carpeta de 5 cm, una base de 15 cm y una subbase de 15 cm, según el diseño de pavimento en condiciones no compactadas. Estos valores se obtuvieron utilizando el método AASHTO 93 del MTC y tienen como objetivo una durabilidad de 20 años.

Se concluye que la zonificación de suelos es apropiada para fines de pavimentación en todos los puntos estudiados, de acuerdo con el manual de carreteras del MTC. Esta conclusión se representa en el plano de zonificación creado a partir de los análisis realizados. Es relevante mencionar que este estudio se llevó a cabo en la Avenida 1, que es la arteria principal del Asentamiento Humano Unión del Sur. Además, esta zonificación podría simplificar la realización de futuros proyectos de pavimentación, reduciendo los problemas de salud asociados con la emisión de polvo.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los residentes del AA.HH. Unión del Sur, especialmente a aquellos ubicados en la Avenida 1, tener en cuenta que los estudios de suelos proporcionan una enfoque integral del terreno para propósitos específicos. Por lo tanto, sería recomendable priorizar las obras de agua y desagüe antes de emprender un proyecto de pavimentación, con el fin de evitar costos adicionales y gastos innecesarios.

Basándose en la resistencia del suelo, se determinaron los espesores adecuados para un posible pavimento futuro, considerando que las propiedades del suelo se sitúan dentro de los límites establecidos por el manual de carreteras del MTC. Tanto la municipalidad de Chimbote y Nuevo Chimbote como las autoridades del Gobierno Regional de Ancash deberían considerar los resultados de los estudios realizados en este proyecto para su aplicación en proyectos similares. Esto beneficiaría a los residentes del AA.HH. José Sánchez Milla en Nuevo Chimbote, especialmente en la Avenida 1, y contribuiría a mejorar la calidad de vida de los habitantes y del servicio de transporte público en general.

Se recomienda a los habitantes del AA.HH. Unión del Sur utilizar la información obtenida en esta investigación, que indica que el terreno es apto para la construcción de una estructura pavimentada. Esto sería especialmente beneficioso para los residentes del Asentamiento Humano Unión del Sur de Nuevo Chimbote, en particular de la Avenida 1. Sería útil mencionar la existencia de estos datos y discutir en reuniones cómo se podría aprovechar esta información para beneficiar a toda la comunidad.

Se aconseja que las investigaciones futuras centradas en las calles y avenidas del Asentamiento Humano Unión del Sur se guíen por las directrices de las normas AASHTO y el MTC. Estas regulaciones ofrecen los criterios esenciales para realizar los diseños de forma correcta y apropiada.

VII. AGRADECIMIENTO

Es reconfortante ver tu agradecimiento hacia Dios por brindarte vida, salud y fortaleza en los momentos difíciles. Reconocer y valorar las bendiciones y los apoyos que recibimos es una forma maravillosa de mantener una perspectiva positiva y agradecida ante la vida. Si hay algo más en lo que pueda ayudarte o si deseas compartir algo adicional, estoy aquí para escucharte.

Es importante reconocer y agradecer a las personas que te han brindado su apoyo y orientación en tu investigación. El Ing. Dante Orlando Salazar Sánchez parece haber jugado un papel significativo en tu proyecto, y es maravilloso que le expresas tu gratitud. Apreciar el trabajo y la ayuda de los demás es una señal de madurez y respeto profesional. Si hay algo más en lo que pueda asistirte o compartir, no dudes en decírmelo.

Es esencial reconocer la influencia positiva que tus catedráticos han tenido en tu formación académica y profesional. Agradecerles por impartir sus conocimientos y contribuir a tu desarrollo integral es una manera significativa de mostrar tu aprecio. La formación y los valores que has adquirido gracias a ellos te han preparado para enfrentar con éxito las demandas del mundo laboral. Es admirable que valores y reconozcas la importancia de su contribución en tu vida. Si hay algo más en lo que pueda ayudarte o si deseas compartir algo adicional, estoy aquí para escucharte.

Es conmovedor ver tu profundo agradecimiento hacia tu familia, quienes han sido tu apoyo incondicional en cada etapa de tu vida. Reconocer el papel fundamental que juegan tus padres, hermanos, esposa e hija en tu motivación y determinación para seguir adelante y alcanzar tus metas es realmente inspirador. La presencia y el amor de tu familia, especialmente en los momentos difíciles, son invaluableles y significan mucho en el camino hacia el éxito y la realización personal.

A todos, mi mayor gratitud.

Fernando Jefferson Miranda Huiza

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, M. (2013). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas, en el barrio Mollepampa (Tesis de pregrado)*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca – Perú.
- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). (2001). *Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería*. San Salvador: La red.
- Alonso, J. (2014). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones*, Caracas: Pág. Marketing Soluciones C.A, ISBN 978-980-7658-04-1.
- Alva, J. (2012). *Diseño de cimentaciones*. Instituto de la construcción y gerencia ICG. Fondo Editorial ICG.
- Amasifuen, V. Liter, A. (2021). *Propuesta de diseño de espesor de pavimento flexible utilizando dos metodologías para la avenida Dos de Mayo, Ucayali, 2021. (Tesis de pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo – Peru.
- AMERICAN Society for Testing and Materials D420 ASTM (2016). *Standard Guide for Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes*. United States
- Asencio, E. (2018). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica las viviendas autoconstruidas del P.J. Primero de Mayo Sector I - Nuevo Chimbote (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional del Santa, Chimbote – Perú.
- Braja, M. Das. (2001). *Fundamentos de la ingeniería geotécnica. 4.a ed.* México: Cengage Learning, 656 pp.
- Cajan, N, & Falla, X. (2020). *Vulnerabilidad sísmica aplicando el método Benedetti – Petrini de las edificaciones categoría C descrita en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Reque, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque (Tesis de pregrado)*. Universidad San Martín de Porres, Lima – Perú
- Cerna, A. (2020). *Propuesta de cimentación el AA.HH. Nuevo Horizonte en e Distrito de Nuevo Chimbote. (Tesis de pregrado)*. Universidad San Pedro, Chimbote

- Perú. Tuvo el objetivo primordial de determinar una propuesta de cimentación para viviendas del AA.HH. Nuevo Horizonte, del distrito de Nuevo Chimbote.*
- Chávez, B. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida. (Tesis de grado de máster en ingeniería estructural). Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador.*
- Echevarría, J. Monrroy, M. (2021). *Aplicación del método de índice de vulnerabilidad (Benedetti & Petrini) para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio Surinama (Tesis de pregrado). Universidad Santo Tomas, Tunja -Colombia.*
- Espinoza, C. Luis E. (2018). *Análisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles y rígidos por el método AASHTO 93. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca – Ecuador.*
- Garcés, J. (2017). *Estudio de la vulnerabilidad Sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali. (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C – Colombia.*
- Ibarra, K. (2019). *Caracterización geotécnica de un sector de la ciudad de Neuquén”, en la ciudad de Neuquén – Argentina. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires – Argentina.*
- Iparraguirre, L. (2018). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería, en el Sector Central Barrio 2 Distrito de El Porvenir (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo – Perú.*
- Khaled, S. (2’16). *Principles of Engineering. Cengage Learning: USA, 784 pp. ISBN: 1305970934.*
- López, M. (2019). *Evaluación de las Viviendas Autoconstruidas en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros – Propuesta de Solución, Chimbote – 2019 (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Chimbote – Perú.*
- Maskrey, A. & Romero, G. (1986). *Urbanización y vulnerabilidad sísmica en lima metropolitana. Primera edición Lima: Centro de estudios y prevención de desastres.*

- Medrano Lizarzaburu, E (2020). *Estudio de Zonificación de los Suelos para Fines de Cimentación Superficial del Sector Pómape del Distrito de Monsefú - Chiclayo*. Ministerio de transportes y comunicaciones (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima: MTC, 1269 pp
- Osorio, M. (2019). *Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos. Caso de Estudio: Nariño - Colombia (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Colombia – Colombia.
- Osorio, L. (2019). *Zonificación de suelos en el asentamiento humano José Sánchez Milla con fines de pavimentación, Nuevo Chimbote-Áncash-2019 (Tesis de pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo – Perú.
- Peralta, H. (2002). *Escenarios de vulnerabilidad y de daño sísmico de las edificaciones de mampostería de uno y dos pisos en el barrio San Antonio (Tesis de pregrado)*. Universidad del Valle, Cali – Colombia.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES PERÚ (2014). *RNE E – 0.50, suelo y cimentaciones*. Lima: INN, 400 pp.
- Sabogal, D. & Vásquez, G. (2021). *Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica aplicando el Método de Benedetti y Petrini en las edificaciones de la Urbanización Covicorti del Distrito de Trujillo, La Libertad (Tesis de pregrado)*. Universidad Antenor Orrego, Trujillo – Perú.
- Sánchez, W. (2019). *Zonificación de la Capacidad Portante del Suelo para construcción de Edificaciones en la Localidad de San Francisco del Río Mayo, Distrito de Cuñumbuque, Provincia de Lamas, Departamento de San Martín*.
- Salazar, E. (2020). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca – Perú.
- Soriano, J. (2019). “*Estudio de suelos para la zonificación geotécnica del camino vecinal Chirinos – Sillarume – San Pedro, distrito de Chirinos - San Ignacio – Cajamarca - 2019*”.
- Tavera, H. (2005). *Peligro sísmico en Lima y el País*. Centro Nacional de Datos Geofísicos Del IGP, Lima – Perú.

- Tavera, H. (1993). *La tierra tectónica y sismicidad. Monografía Instituto Geofísico Del Perú, observatorio sismológico de Camacho, Lima – Perú.*
- Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics. New York: John Wiley & Sons, Inc.*
Obtenido en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470172766>.
- Torres, C. Mario, A. (2018). "*Diseño de pavimento flexible del tramo carretero 0+000 al km1+840 de la carretera camino viejo a la central hidroeléctrica de CFE en el Municipio de Uruapan, Michoacán*". (Tesis de Licenciatura).
Universidad Don Vasco A.C.
Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3546328>
- Valverde, A. (2022). *Zonificación de suelos en el AA.HH. Praderas de Luis Arroyo con fines de cimentación, Nuevo Chimbote – 2021 (Tesis de pregrado).*
Universidad San Pedro, Chimbote – Perú.

IX. ANEXOS

ANEXO N°1

Contenido de Humedad



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Miranda Huiza Fernando Jefferson
TESIS : Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023
MATERIAL : C-1
LUGAR : NVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 08/06/2023

ENSAYO N°	C-1	C-2
Peso de tara + MH	606.90	633.00
Peso de tara + MS	594.90	619.40
Peso de tara	41.50	43.10
Peso del agua	12.00	13.60
MS	553.40	576.30
Contenido de humedad (%)	2.17	2.36
PROMEDIO	2.26	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Miranda Huiza Fernando Jefferson
TESIS : Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023
MATERIAL : C-2
LUGAR : NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 08/06/2023

ENSAYO N°	C-1	C-2
Peso de tara + MH	500.00	521.20
Peso de tara + MS	484.60	502.40
Peso de tara	65.20	64.00
Peso del agua	15.40	18.80
MS	419.40	438.40
Contenido de humedad (%)	3.67	4.29
PROMEDIO	3.98	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N°2
Análisis
Granulométrico



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

SOLICITA : Miranda Huiza Fernando Jefferson
 TESIS : Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH Unión del
 Sur-Nuevo Chimbote-2023
 LUGAR : NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 08/08/2023

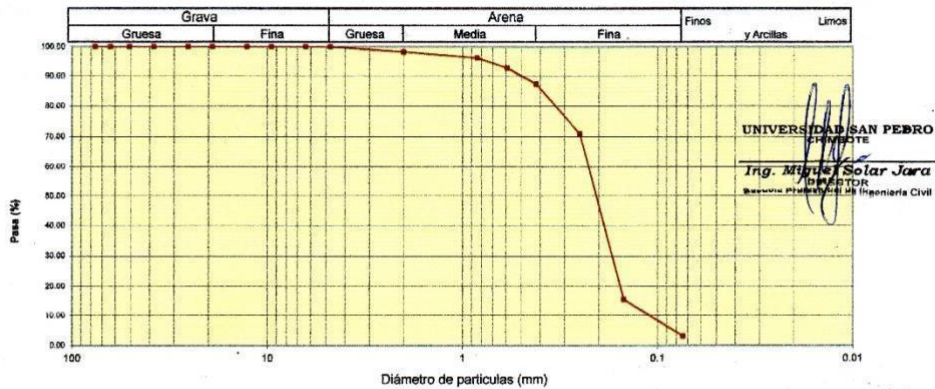
Peso Seco Inicial	560.1	gr.
Peso Seco Lavado	541.9	gr.
Peso perdido por lavado	18.2	gr.

CALICATA : 1
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Abertura) N°	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
2 1/2"	78.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3 Arena fina
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG):
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena mal graduada SP
N° 4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 10	2.00	10.0	1.8	1.8	98.2	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 20	0.850	11.2	2.0	3.8	96.2	Pasa tamiz N° 200 (%) : 3.2
N° 30	0.600	18.7	3.3	7.1	92.9	D60 (mm) : 0.23
N° 40	0.425	29.8	5.3	12.4	87.6	D30 (mm) : 0.158
N° 60	0.250	92.6	16.5	29.0	71.0	D10 (mm) : 0.111
N° 100	0.150	311.4	55.6	84.6	15.4	Cu : 2.1
N° 200	0.075	68.2	12.2	96.8	3.2	Cc : 0.985
< 200		18.2	3.2	100.0	0.0	
Total		560.1			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : Miranda Huiza Fernando Jefferson
 TESIS : Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023
 LUGAR : NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 08/06/2023

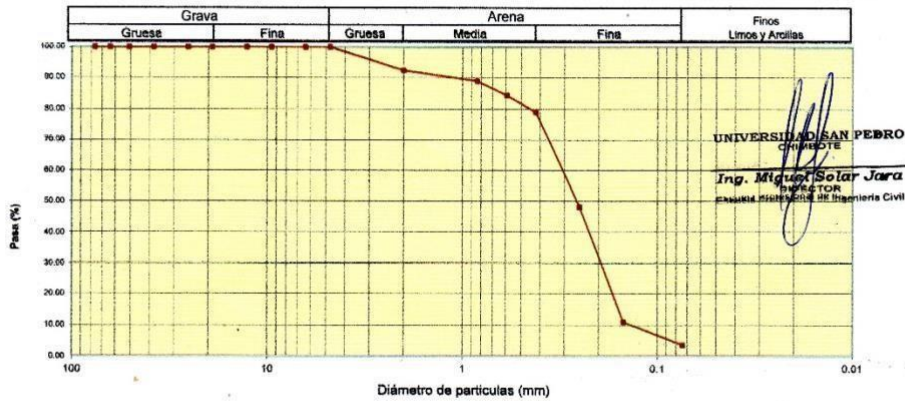
Peso Seco Inicial	580.8	gr.
Peso Seco Lavado	560.6	gr.
Peso perdido por lavado	20.2	gr.

CALICATA : 2
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
N° 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3 Arena fina
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	0.0	0.0	100.0	
N° 10	2.00	43.8	7.5	92.5	
N° 20	0.850	20.2	3.5	11.0	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 30	0.600	26.5	4.6	15.6	Pasa tamiz N° 200 (%) : 3.5
N° 40	0.425	32.0	5.5	21.1	D60 (mm) : 0.31
N° 60	0.250	177.7	30.6	51.7	D30 (mm) : 0.190
N° 100	0.150	216.3	37.2	88.9	D10 (mm) : 0.119
N° 200	0.075	44.1	7.6	96.5	Cu : 2.6
< 200		20.2	3.5	100.0	Cc : 0.961
Total	580.8			100.0	

Limite líquido LI	0
Limite plástico LP	0
Indice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

ANEXO N°3
Registro de Excavación



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	Miranda Huiza Fernando Jefferson		
TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023		
LUGAR	NUEVO CHIMBOTE -SANTA-ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	No presenta
FECHA	08/08/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
SP		1.50	M - 1		De -0.00 a -1.50 m. Arena mal graduada arenas con grava, pocos finos o sin finos de color beige claro , no presenta plasticidad, sin gravas de grano y textura fina a media, de compacidad compacto y en estado ligeramente humedo.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	Miranda Huiza Fernando Jefferson		
TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023		
LUGAR	NUEVO CHIMBOTE -SANTA-ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	No presenta
FECHA	08/06/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 12	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
SP		1.50	M - 1		De -0.00 a -1.50 m. Arena mal graduada arenas con grava, pocos finos o sin finos de color beige claro , no presenta plasticidad, sin gravas de grano y textura fina a media, de compacidad compacto y en estado ligeramente humedo.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N°4
CBR



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : Miranda Huiza Fernando Jefferson
 TESIS : Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : ,1
 LUGAR : NVO CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 08/06/2023

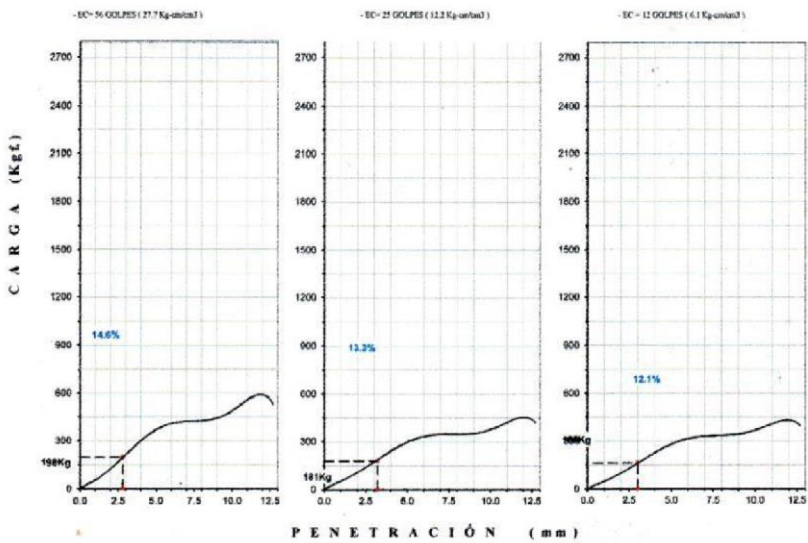
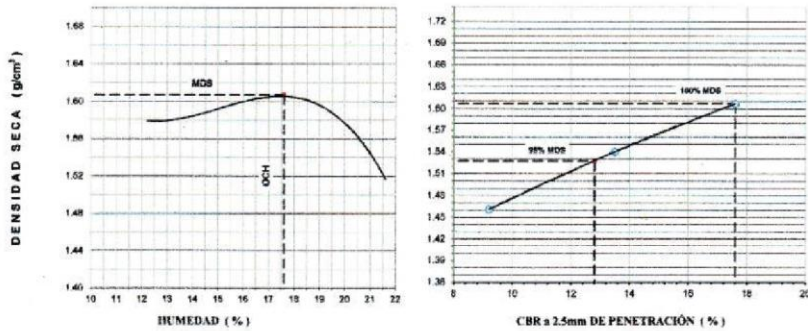
Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capes	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm/cm ³]	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,034.5	8,719.0	8,484.0			
02 - Peso del molde (g)	3,966.5	4,788.5	4,808.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,068.0	3,930.5	3,676.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,068.630	2,068.770	2,059.040			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.967	1.884	1.785			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	495.5	452.0	321.5			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	416.8	382.0	274.9			
09 - Peso del agua (g)	78.7	70.0	46.6			
10 - Peso del tarro (g)	65.0	68.0	65.0			
11 - Peso suelo seco (g)	351.8	314.0	209.9			
12 - Contenido de humedad (%)	22.4	22.3	22.2			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.607	1.540	1.461			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,068.0	3,930.5	3,676.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,137.6	8,841.1	8,625.4			
03 - Peso del molde (g)	3,966.5	4,788.5	4,808.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,171.1	4,052.6	3,817.4			
05 - Peso del agua absorvida (g)	103.1	122.1	141.4			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,324.3	3,214.0	3,008.2			
07 - Absorción de agua (%)	3.1	3.8	4.7			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	4.0	44.9	3.0	40.7	2.0	36.4
1.3	11.0	74.7	10.0	70.4	8.0	61.9
1.9	20.0	112.9	18.0	104.4	16.0	95.9
2.5	30.0	155.39	26.0	138.40	23.0	125.65
3.2	50.0	240.4	37.0	185.1	33.0	168.1
3.8	64.0	299.9	50.0	240.4	48.0	231.9
5.08	78.0	359.4	63.0	295.6	58.0	274.4
7.6	93.0	423.1	75.0	346.6	72.0	333.9
10.16	110.0	495.3	83.0	380.6	81.0	372.1
12.7	118.0	529.3	92.0	418.8	86.0	393.3
Carga [%]	155.39 kgf. [11.4%]		138.4 kgf. [10.2%]		125.65 kgf. [9.2%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

NOMBRE: Miranda Hussa / Armando Joffredo		MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		A
TÉRMINO: Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el A.A.H.H. Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.607
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.8
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		14.0
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)		12.8
MATERIAL: TERRENO NATURAL		SUCS		LL: -- IP: -- C _u : --
CALICATA: .		AASHTO		EMBEBIDO: 4 días EXPANSIÓN: --
UBICACIÓN: NVO CHIMBOTE - PROV. DE SANTA ANA		ABSORCIÓN: 3.1%		HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 20.7%
FECHA: 08-Jun-2023				



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
Ingeniero Civil
Especialista en Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : Miranda Huiza Fernando Jefferson
 TESIS : Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : NVO CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 08/08/2023

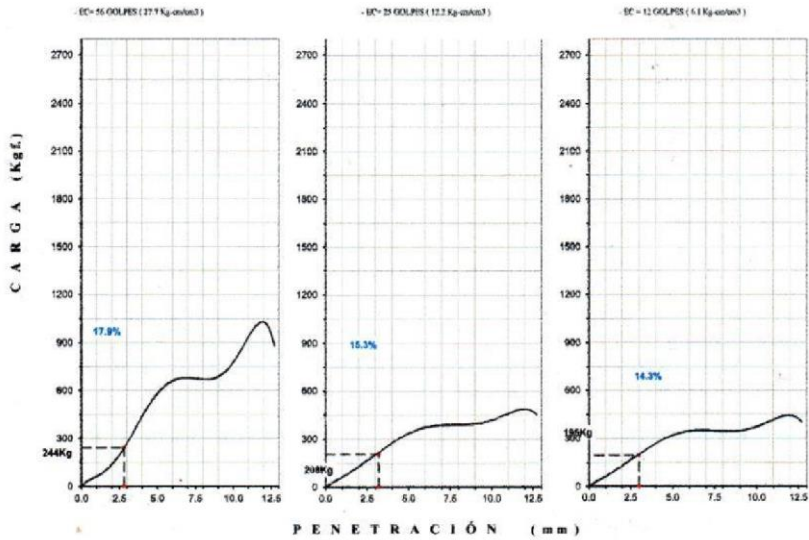
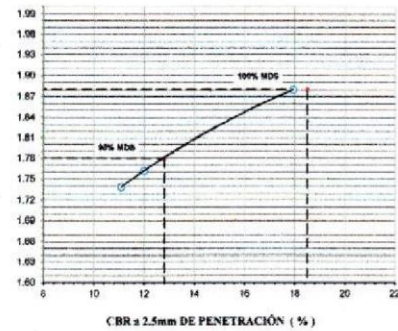
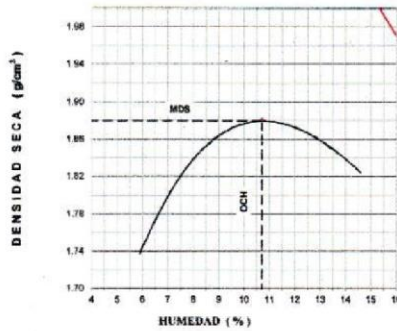
Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpes	56	25	12			
Energía Compactación [kg-cm/cm ²]	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,600.0	8,300.0	8,170.0			
02 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,462.6	4,146.4	4,029.5			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,150.000	2,127.000	2,121.090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.076	1.949	1.900			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	543.3	715.3	536.7			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	497.4	658.0	497.0			
09 - Peso del agua (g)	45.9	59.3	39.7			
10 - Peso del tarro (g)	68.5	64.1	66.6			
11 - Peso suelo seco (g)	428.9	591.9	430.4			
12 - Contenido de humedad (%)	10.7	10.0	9.2			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.875	1.772	1.739			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,462.6	4,146.4	4,029.5			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,725.0	8,443.2	8,343.4			
03 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,587.6	4,289.6	4,202.9			
05 - Peso del agua absorbida (g)	125.0	143.2	173.4			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,031.2	3,768.8	3,689.2			
07 - Absorción de agua (%)	3.1	3.8	4.7			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	4.0	44.9	4.0	44.9	4.0	44.9
1.3	14.0	87.4	13.0	83.2	13.0	83.2
1.9	25.0	134.1	22.0	121.4	22.0	121.4
2.5	34.0	172.39	32.0	163.89	29.0	151.15
3.2	63.0	296.6	45.0	219.1	46.0	223.4
3.8	98.0	444.3	58.0	274.4	57.0	270.1
5.08	127.0	567.6	72.0	333.9	67.0	312.6
7.6	153.0	678.0	85.0	389.1	75.0	346.6
10.16	182.0	801.3	93.0	423.1	82.0	376.3
12.7	201.0	882.0	100.0	452.8	88.0	401.8
Carga (%)	172.39 kgf. [12.7%]		163.89 kgf. [12%]		151.15 kgf. [11.1%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

NOMBRE : Miranda Haza Fernando Jefferson	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TEMA : Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA. HH. Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.880
MATERIAL : TERRENO NATURAL	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.7
CALICATA : J	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	17.9
UBICACIÓN : RVO CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCAHUE	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	12.8
FECHA : 08-Jun-2023	SUCS : LL : - - - IP : - - - C _u : - - -	
	AASHTO : EMBEBIDO : 4 días EXPANSIÓN :	
	ABSORCIÓN : 3.1 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	12.8 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
M.Sc. en CDR
Licenciado Profesional en Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N°5

Proctor Modificado



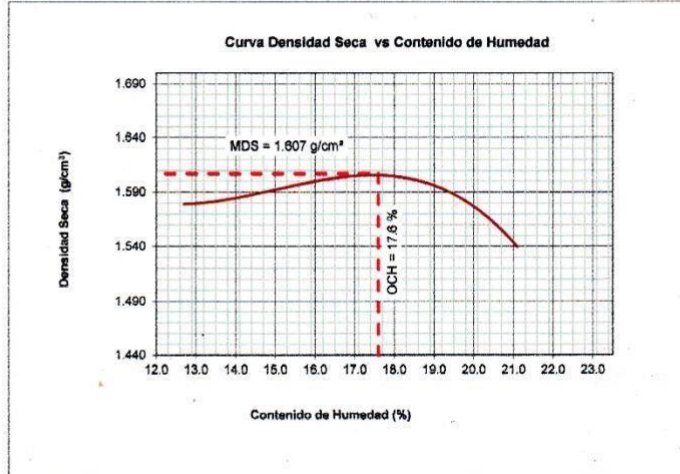
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA :Miranda Huiza Fernando Jefferson
 TESIS :Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023
 MATERIAL :SUELO NATURAL
 CALICATA :1
 LUGAR : NVO CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH
 FECHA :08/06/2023

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm ³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3595	3643	3700	3672
02 - Peso del Molde (g)	1985.1	1985.1	1985.1	1985.1
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1609.4	1657.9	1714.4	1686.4
04 - Volumen del Molde (cm ³)	904.3	904.3	904.3	904.3
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.780	1.833	1.896	1.865
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	504.0	460.0	584.5	745.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	455.0	408.3	508.1	630.1
09 - Peso del agua (g)	49.0	51.7	76.4	114.9
10 - Peso del tarro (g)	68.0	65.0	89.5	85.5
11 - Peso suelo seco (g)	387.0	343.3	418.6	544.6
12 - Contenido de Humedad (%)	12.7	15.1	18.3	21.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.579	1.593	1.603	1.540

Contenido Optimo Humedad **17.6 %** Densidad Seca Maxima, **1.607 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



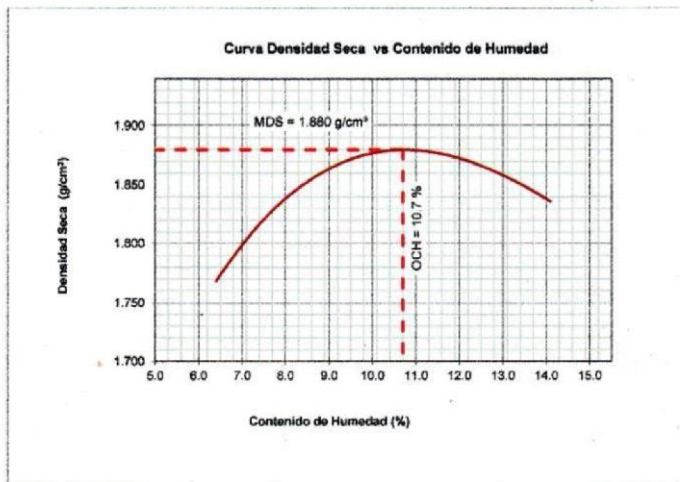
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : Miranda Huiza Fernando Jefferson
 TESIS : Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH Unión del Sur-Nuevo Chimbote-2023
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : NVO CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 08/08/2023

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3687	3738	3852	3880
02 - Peso del Molde (g)	1985.1	1985.1	1985.1	1985.1
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1701.4	1752.9	1866.9	1894.9
04 - Volumen del Molde (cm ³)	904.3	904.3	904.3	904.3
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.881	1.938	2.064	2.095
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	591.5	659.5	710.5	660.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	568.5	626.5	652.7	586.5
09 - Peso del agua (g)	23.0	30.0	57.8	73.5
10 - Peso del tarro (g)	209.0	210.5	72.0	64.5
11 - Peso suelo seco (g)	359.5	416.0	580.7	522.0
12 - Contenido de Humedad (%)	6.4	7.2	10.0	14.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.768	1.808	1.877	1.836

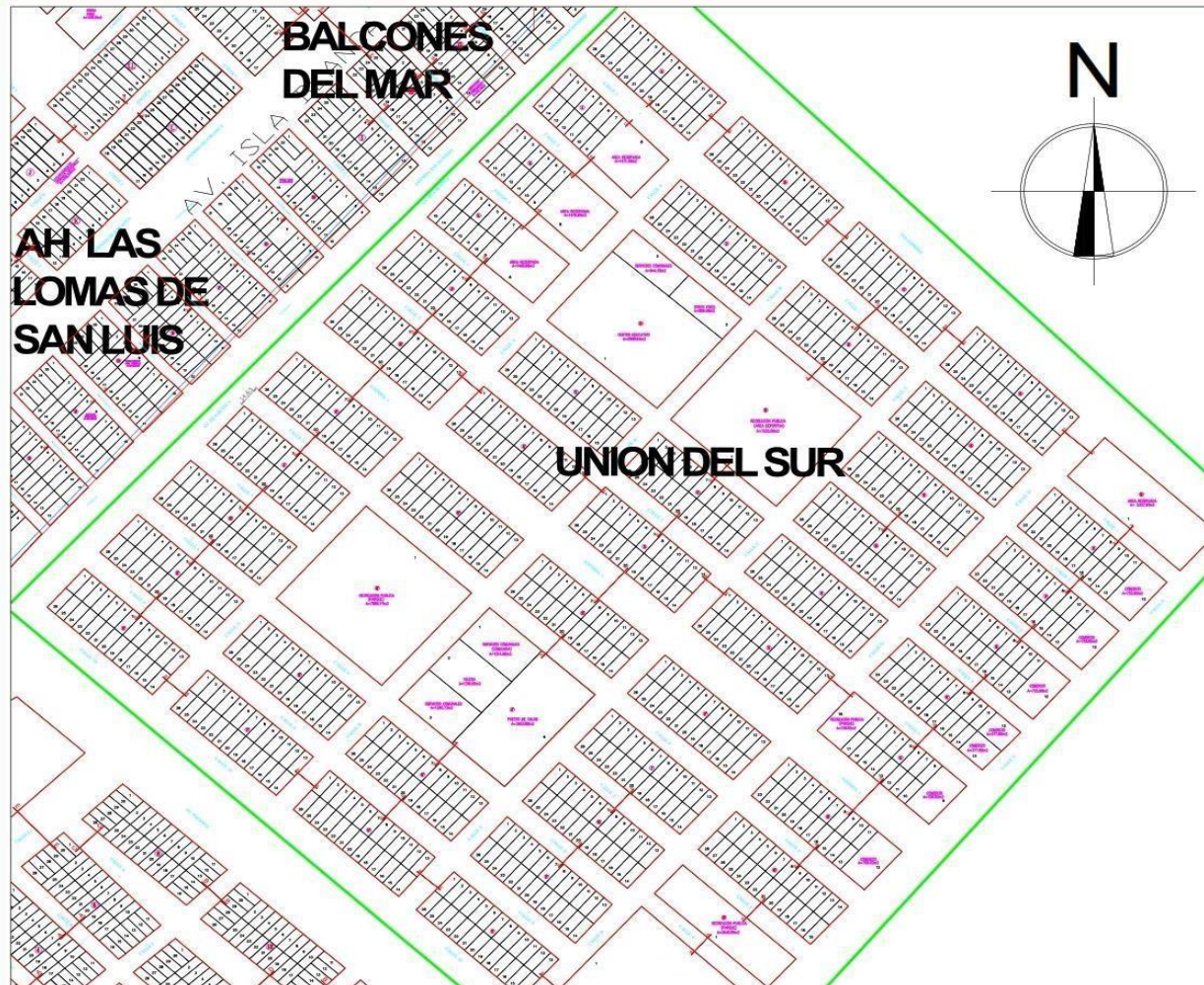
Contenido Optimo Humedad 10.7 % Densidad Seca Maxima, 1.880 g/cm³



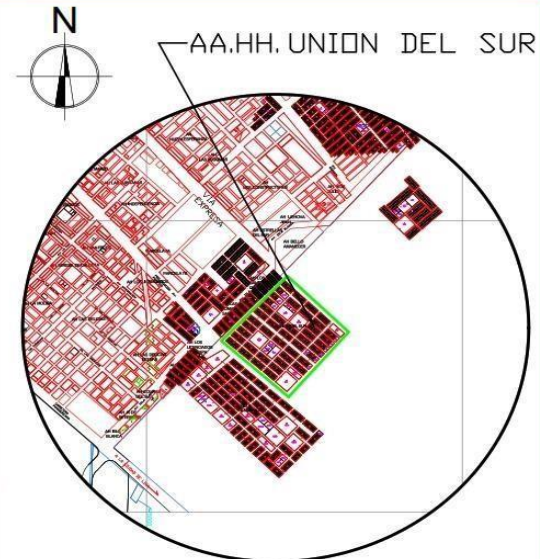
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
SECRETARÍA DE INGENIERÍA CIVIL

ANEXO N°6

Plano de Ubicación



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA:1/50

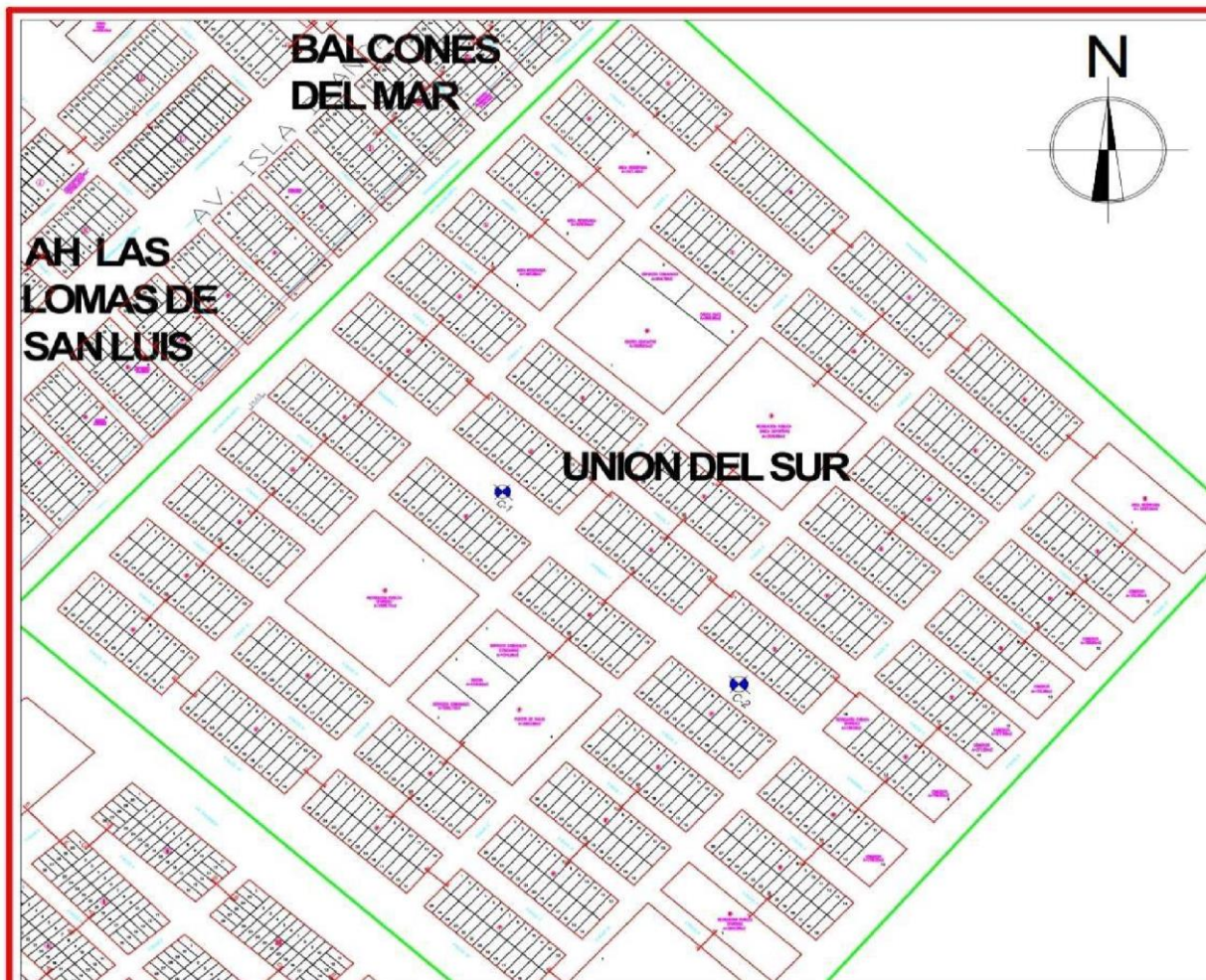


PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA:1/500

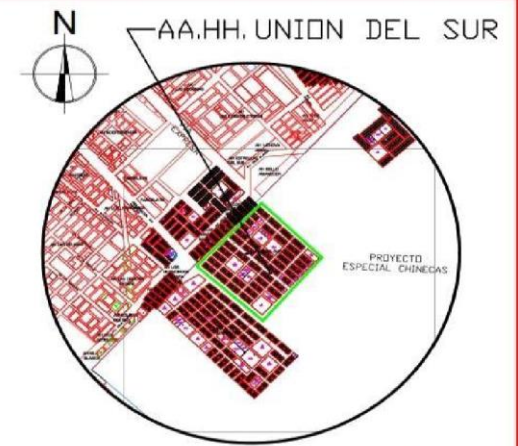
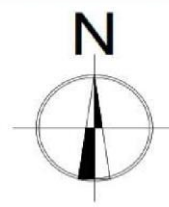
CUADRO DE LEYENDA	
Simbolos	Descripción
	Manzanas
	Perimétrico de terreno
	Norte magnético

	UNIVERSIDAD SAN PEDRO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL		
	TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL	PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION	
	TESIS: ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL AA.HH. UNION DEL SUR NUEVO CHIMBOTE-2023	UBICACION: DIRECCION: ALHUALAN DEL SUR DISTRITO: SAN CRISTOBAL PROVINCA: TACNA DPTO: ANCOASH	LAMINA: UL-01
ASESOR: ING.SALAZAR SANCHEZ, DANTE ORLANDO	ESCALA: INDICADA	FECHA: 2023	

ANEXO N°7
Plano de Calicatas



PLANO DE CALICATAS
ESCALA:1/50



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA:1/200

CUADRO DE LEYENDA	
Símbolos	Descripción
	Manzanas
	Calicatas
	Perimétrico de terreno
	Norte magnético

CUADRO TÉCNICO		
CALICATA	PROFUNDIDAD	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN
C-1	1.50m	Avenida 1 entre Mz. D' y Mz. A'
C-2	1.50m	Avenida 1 entre Mz. F' y Mz. Y



















	UNIVERSIDAD SAN PEDRO	
	<small>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL</small>	
<small>TEMA PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL</small>	<small>PLANO</small>	CALICATAS
<small>TEMA: ZONIFICACIÓN DE SUJOS CON FINES DE FORTALECIMIENTO EN EL AA.HH. UNION DEL SUR NUEVO CHAMBORE 2023</small>	<small>UBICACIÓN: PARTIDO: SUJOS, MUNICIPIO: SUJOS, ESTADO: SUJOS</small>	CA-01
<small>ASESOR: ING. SALAZAR SANCHEZ DAVID ORLANDO</small>	<small>ESCALA: INDICADA</small>	<small>LÁMINA:</small>
<small>AUTOR: MÓNICA HUZA FERNANDO JEFFERSON</small>	<small>FECHA: 2023</small>	

ANEXO N° 8
Formato de Clasificación
Vehicular

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur – Nuevo Chimbote – 2023	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN	AA.HH. UNION DEL SUR	
TESISTA	Miranda Huiza, Fernando Jefferson	

ESTACION		CHIMBOTE		
CODIGO DE LA ESTACION		1		
DIA Y FECHA	DOMINGO	11	6	2023

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
00-01	E																				
00-01	S																				
01-02	E																				
01-02	S																				
02-03	E																				
02-03	S																				
03-04	E																				
03-04	S																				
04-05	E																				
04-05	S																				
05-06	E																				
05-06	S																				
06-07	E	8				6				2	2										
06-07	S	12				3				1											
07-08	E	5	5			4					1										
07-08	S	5	3			2															
08-09	E	5	1																		
08-09	S	9																			
09-10	E	11	2							2											
09-10	S	6									3										
10-11	E	9	1	2						2											
10-11	S	8	2																		
11-12	E	5		1																	
11-12	S	5																			
12-13	E	8																			
12-13	S	4																			
13-14	E	3	1			4				2											
13-14	S	4				3					1										
14-15	E	6																			
14-15	S	5	2																		
15-16	E	8		2																	
15-16	S	7																			
16-17	E	5																			
16-17	S	4																			
17-18	E	3				2															
17-18	S	2	2							1											
18-19	E	1																			
18-19	S	2		3																	
19-20	E	6																			
19-20	S	4																			
20-21	E	2		2		3					1										
20-21	S	3		2		1															
21-22	E	1																			
21-22	S	1																			
22-23	E																				
22-23	S																				
23-24	E																				
23-24	S																				
PARCIAL:		167	19	12	0	28	0	0	0	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur – Nuevo Chimbote – 2023		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	AA.HH. UNION DEL SUR		
TESISTA	Miranda Huiza, Fernando Jefferson		

ESTACION		CHIMBOTE		
CODIGO DE LA ESTACION		1		
DIA Y FECHA	LUNES	12	6	2023

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00-01	E																			
00-01	S																			
01-02	E																			
01-02	S																			
02-03	E																			
02-03	S																			
03-04	E																			
03-04	S																			
04-05	E																			
04-05	S																			
05-06	E																			
05-06	S																			
06-07	E	13				6				2	2									
06-07	S	12				3				1										
07-08	E	10	5			4					1									
07-08	S	5	3			2														
08-09	E	5	1																	
08-09	S	9																		
09-10	E	11	2							2										
09-10	S	6									3									
10-11	E	12	1	2																
10-11	S	8	2																	
11-12	E	5		1																
11-12	S	5																		
12-13	E	8																		
12-13	S	4																		
13-14	E	3	1			4				2										
13-14	S	4				3					1									
14-15	E	6																		
14-15	S	5	2																	
15-16	E	8		2																
15-16	S	7																		
16-17	E	5																		
16-17	S	4																		
17-18	E	3				2														
17-18	S	2	2			4				1										
18-19	E	1		3																
18-19	S	2		3																
19-20	E	6	2																	
19-20	S	4																		
20-21	E	2		2		3					1									
20-21	S	3		2		2														
21-22	E	1																		
21-22	S	1																		
22-23	E																			
22-23	S																			
23-24	E																			
23-24	S																			
PARCIAL:		180	21	15	0	33	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur – Nuevo Chimbote – 2023	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN	AA.HH. UNION DEL SUR	
TESISTA	Miranda Huiza, Fernando Jefferson	

ESTACION		CHIMBOTE		
CODIGO DE LA ESTACION		1		
DIA Y FECHA	MARTES	13	6	2023

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2
00-01	E																		
01-02	S																		
02-03	E																		
03-04	S																		
04-05	E																		
05-06	S																		
06-07	E	10				6				2	2								
	S	11				3				1									
07-08	E	10	5			4					1								
	S	6	3			2													
08-09	E	6	1																
	S	5																	
09-10	E	10	2							1									
	S	9									1								
10-11	E	5	1	1															
	S	6	2																
11-12	E	3		1															
	S	1																	
12-13	E	4																	
	S	2																	
13-14	E	3	1			4				2									
	S	2				3					1								
14-15	E	6																	
	S	3	2																
15-16	E	7		1															
	S	5																	
16-17	E	5																	
	S	4																	
17-18	E	3				2													
	S	2	2			3					1								
18-19	E	1		2															
	S	2		3															
19-20	E	3	1																
	S	3																	
20-21	E	2		2		1					1								
	S	2		1		2													
21-22	E	1																	
	S	1																	
22-23	E																		
	S																		
23-24	E																		
	S																		
PARCIAL:		143	20	11	0	30	0	0	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur - Nuevo Chimbote - 2023	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN	AA.HH. UNION DEL SUR	
TESISTA	Miranda Huiza, Fernando Jefferson	

ESTACION		CHIMBOTE		
CODIGO DE LA ESTACION		1		
DIA Y FECHA	MIERCOLES	14	6	2023

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2
00-01	E																		
00-01	S																		
01-02	E																		
01-02	S																		
02-03	E																		
02-03	S																		
03-04	E																		
03-04	S																		
04-05	E																		
04-05	S																		
05-06	E																		
05-06	S																		
06-07	E	4				6				2	2								
06-07	S	3				3				1									
07-08	E	6	5			4					1								
07-08	S	5	3			2													
08-09	E	8	1																
08-09	S	8																	
09-10	E	12	2							2									
09-10	S	8									3								
10-11	E	16	1	2															
10-11	S	8	2																
11-12	E	8		1															
11-12	S	7																	
12-13	E	9																	
12-13	S	4																	
13-14	E	9	1			4				2									
13-14	S	4				3					3								
14-15	E	8																	
14-15	S	5	2																
15-16	E	9		3															
15-16	S	6																	
16-17	E	6																	
16-17	S	6																	
17-18	E	3				1				2									
17-18	S	2	3			3				1									
18-19	E	3		2															
18-19	S	2		3															
19-20	E	6	2							4									
19-20	S	5																	
20-21	E	3		3		3					1								
20-21	S	2		2		2													
21-22	E	2																	
21-22	S	1																	
22-23	E																		
22-23	S																		
23-24	E																		
23-24	S																		
PARCIAL:		188	22	16	0	31	0	0	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur - Nuevo Chimbote - 2023	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN	AA.HH. UNION DEL SUR	
TESISTA	Miranda Huiza, Fernando Jefferson	

ESTACION		CHIMBOTE		
CODIGO DE LA ESTACION		1		
DIA Y FECHA	JUEVES	15	6	2023

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00-01	E S																			
01-02	E S																			
02-03	E S																			
03-04	E S																			
04-05	E S																			
05-06	E S																			
06-07	E S	4 3				6 3				2 1	2									
07-08	E S	6 5	5 3			4 2					1									
08-09	E S	8 8	1																	
09-10	E S	12 8	2						2											
10-11	E S	5 8	1 2	2																
11-12	E S	8 7		1																
12-13	E S	2 4																		
13-14	E S	3 4	1			4 3			2		1									
14-15	E S	3 5	2																	
15-16	E S	2 6		2																
16-17	E S	3 2																		
17-18	E S	3 2	2			2 4				1										
18-19	E S	3 2		3 3																
19-20	E S	3 5	2																	
20-21	E S	3 2		2 2		3 2				1										
21-22	E S	2 1																		
22-23	E S																			
23-24	E S																			
PARCIAL:		142	21	15	0	33	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur - Nuevo Chimbote - 2023	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN	AA.HH. UNION DEL SUR	
TESISTA	Miranda Huiza, Fernando Jefferson	

ESTACION		CHIMBOTE		
CODIGO DE LA ESTACION		1		
DIA Y FECHA	VIERNES	16	6	2023

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																				
00-01	E																			
00-01	S																			
01-02	E																			
01-02	S																			
02-03	E																			
02-03	S																			
03-04	E																			
03-04	S																			
04-05	E																			
04-05	S																			
05-06	E																			
05-06	S																			
06-07	E	13				2				2	2									
06-07	S	12				3				1										
07-08	E	10	5			4					1									
07-08	S	5	3			1														
08-09	E	5	1																	
08-09	S	10																		
09-10	E	9	2							2										
09-10	S	12									3									
10-11	E	9	1	2																
10-11	S	8	2																	
11-12	E	5		1																
11-12	S	6																		
12-13	E	9																		
12-13	S	4																		
13-14	E	3	1			2				1										
13-14	S	4				3					1									
14-15	E	6																		
14-15	S	5	2																	
15-16	E	8		2						2										
15-16	S	7																		
16-17	E	8																		
16-17	S	4																		
17-18	E	3				2														
17-18	S	2	2			4				2										
18-19	E	5		2																
18-19	S	4		3																
19-20	E	6	2																	
19-20	S	4																		
20-21	E	4		1		1				1										
20-21	S	3		2		2														
21-22	E	4																		
21-22	S	1																		
22-23	E																			
22-23	S																			
23-24	E																			
23-24	S																			
PARCIAL:		198	21	13	0	24	0	0	0	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur - Nuevo Chimbote - 2023	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN	AA.HH. UNION DEL SUR	
TESISTA	Miranda Huiza, Fernando Jefferson	

ESTACION		CHIMBOTE		
CODIGO DE LA ESTACION		1		
DIA Y FECHA	SABADO	17	6	2023

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2
00-01	E																			
00-01	S																			
01-02	E																			
01-02	S																			
02-03	E																			
02-03	S																			
03-04	E																			
03-04	S																			
04-05	E																			
04-05	S																			
05-06	E																			
05-06	S																			
06-07	E	11				6				2	2									
06-07	S	10				3				1										
07-08	E	9	5			4					1									
07-08	S	5	3			2														
08-09	E	5	1																	
08-09	S	8																		
09-10	E	10	2							2										
09-10	S	5									2									
10-11	E	8	1	2																
10-11	S	6	2																	
11-12	E	4		1																
11-12	S	5																		
12-13	E	7																		
12-13	S	4																		
13-14	E	2	1							2										
13-14	S	4									2									
14-15	E	2				4														
14-15	S	5	2			3					2									
15-16	E	3		2						2										
15-16	S	7																		
16-17	E	5				2														
16-17	S	4				2					2									
17-18	E	3																		
17-18	S	2	2							2										
18-19	E	1		3																
18-19	S	2		3																
19-20	E	4	2																	
19-20	S	4																		
20-21	E	4		2		3					2									
20-21	S	3		2		2														
21-22	E	4																		
21-22	S	4																		
22-23	E																			
22-23	S																			
23-24	E																			
23-24	S																			
PARCIAL:		160	21	15	0	31	0	0	0	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO N° 9

Diseño de Pavimento

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN CALIENTE

METODO AASHTO 1993

TESIS : Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur – Nuevo Chimbote – 2023
 TESISISTA : Miranda Huiza, Fernando Jefferson FECHA : 20/06/2023

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a) Periodo de diseño en años (t):	20
b) Numero de Ejes Equivalentes: Trafico EE	164,409
c) Indice de servicialidad inicial (pi):	3.8
d) Indice de servicialidad final (pf):	2.0
e) Indice de confianza (R%):	70%
f) Desviación estándar normal (ZR):	-0.524
g) Error de combinación estándar (So):	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

c) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	12.80 %	
d) Modulo de Resiliencia:	19,200.00 psi	
Mr=1500 CBR	19,200.00 psi	Pavimentos Urbanos
Mr=2555 CBR ^{0.64}	13,061.87 psi	Manual de Carreteras

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$\log_{10} (W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} (\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5})}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} (M_R) - 8.07$$

SN Requerido	G _i	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
1.55	-0.17609	5.22	5.22

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

Concreto Asfáltico Convencional (a1):	0.41	
Base Granular (a2 = 0.249*logMr - 0.977):	0.13	MR= 450,000 psi, CBR= 80%
Sub-Base (a3 = 0.227*logMr - 0.839):	0.12	MR= 450,000 psi, CBR= 40%

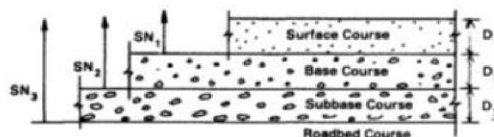
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m2)	1.10
Subbase (m3)	1.10

4. CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO: (AASHTO: II-35)

El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión:

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



ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm) Carpeta Asfáltica	D2(cm) Base	D3(cm) SubBase
1	1.55	2.43	5	15	15
2	1.55	2.69	5	15	20

SN resultado debe ser mayor SN requerido

ANEXO N° 10
Panel Fotográfico



Figura 01. Excavación calicata 1



Figura 02. Excavación calicata 1



Figura 03. Excavación calicata 2



Figura 04. Excavación calicata 2



Figura 05. Excavación calicata 2



REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
 FÓRMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor				
Miranda Horja Fernando Jefferson		73520916	haru_aj2604@hotmail.com	
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación				
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trabajo de Euficiencia Profesional	Trabajo Académico	Trabajo de Investigación		
3. Grado Académico o Título Profesional ¹				
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bachiller	Título Profesional	Título Segunda Especialidad	Maestría	Doctorado
4. Título del Documento de Investigación				
Zonificación de lfs suelos con fines de pavimentación en el AA-HH. Unión del sur - Nuevo Chimbote - 2023.				
5. Programa Académico				
Ingeniería Civil				
6. Tipo de Acceso al Documento				
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Abierto o Público ² (https://repositorio.usp.edu.pe/)	Acceso restringido ³ (https://repositorio.usp.edu.pe/)			
<small>(*) En caso de restringido sustentar motivo</small>				

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS⁴

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital, en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.⁵



[Handwritten Signature]
 Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	31	05	24

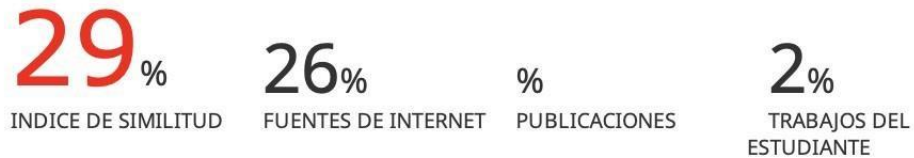
NOTAS

1. Según Resolución del Consejo Universitario N° 001-2018-UNUSP/CD, Reglamento del Registro de Tesis de Trabajo de Investigación para optar a Grados Académicos y Títulos Profesionales del 2018.
2. Ley N° 27209, Ley del Repositorio Institucional Digital de la Universidad de San Pedro, promulgada por el Decreto Supremo N° 012-2018-004.
3. Si el autor quiere el tipo de acceso abierto o restringido, debe elegir en el Repositorio Institucional Digital, con licencia Creative Commons, entre los tipos de acceso restringido de forma libre y gratuita en el Repositorio Institucional Digital, de acuerdo con las Directrices de Uso y Propósito de los Archivos Digitales de la Universidad de San Pedro, en el artículo 10 de la Ley N° 27209.
4. El tipo de licencia que se otorga es la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-NC-SA 4.0).
5. La Comisión de Derechos de Autor de la Universidad de San Pedro, a través de la Ley N° 27209, autoriza a la Universidad de San Pedro, a publicar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra, el contenido de los documentos de investigación en formato digital, en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.
6. Según el artículo 17 de la Ley N° 27209, el Registro de Tesis de Trabajo de Investigación y Títulos Profesionales (RTIT) es un repositorio institucional de acceso abierto que permite el acceso a los documentos de investigación y a los títulos profesionales (TÍT) de la Universidad de San Pedro, de manera libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

NOTA: En caso de tener en cuenta alguna de las notas, se debe indicar en el campo de comentarios.

Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el AA.HH. Unión del Sur – Nuevo Chimbote – 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	15%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
8	documentop.com Fuente de Internet	<1%
9	www.coursehero.com Fuente de Internet	

		<1 %
10	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	vdocuments.net Fuente de Internet	<1 %
16	idoc.tips Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	

		<1 %
21	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
22	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.oalib.com Fuente de Internet	<1 %
25	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
27	www.espaciomayor.com Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	roderic.uv.es Fuente de Internet	<1 %
30	www.healthscienceschool.org Fuente de Internet	<1 %
31	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %