

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE ESTUDIOS**  
**DE INGENIERÍA CIVIL**



**Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el  
Centro Poblado de Toma, Tinco, Carhuaz, Ancash 2023**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

Autor:

Flores Pasión, Manuel Agustín

Asesor:

Castañeda Gamboa Rogelio Fermín  
(ORCID: 0000-0002-6961-7418)

Huaraz – Perú

2023

## Índice

	Pág.
Índice de tablas .....	ii
Índice de figuras .....	iii
Palabras clave .....	iv
Constancia de originalidad.....	v
Título.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
Introducción.....	1
II. Metodología.....	20
Resultado.....	23
Análisis y Discusión.....	33
Conclusiones.....	36
Recomendaciones .....	37
Referencias bibliográficas.....	39
Anexos y apéndices .....	42

## Índice de tablas

Tabla N°1: Clasificación de suelos AASHTO y SUCS.....	07
Tabla N°2: Normas técnicas de mecánica de suelos .....	21
Tabla N°3: Resultados de proctor modificado.....	23
Tabla N°4: Resultado de proctor modificado al 95% y 100%.....	24
Tabla N°5: Resumen de resultados de las calicatas C-1, C-2 y C-3 .....	25
Tabla N° 6: Clasificación de suelos SUCS del centro poblado de Toma.....	28
Tabla N°7: Clasificación de suelos por CBR y AASHTO para diseño de pavimentos .....	29
Tabla N° 8: Resultado obtenidos por CBR y AASHTO para diseño de Pavimentos .....	29

## Índice de figuras

Figura N°1: Corte transversal –riego de impregnación.....	16
Figura N°2: Desarrollo natural de figuras.....	17
Figura N°3: Componentes principales del sistema.....	17
Figura N°4: Registro de excavación de calicata 1.....	26
Figura N°5: Registro de excavación de calicata 2.....	27
Figura N°6: Registro de excavación de calicata 3.....	27
Figura N°7: CBR $\geq$ 30 %.....	31

### **Palabras clave**

Zonificación – Zoning

Soils – Suelos

Pavimentación – Paving

Linea de Investigación		Estructuras
Area		Ingeniería Civil
Subárea		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 Centro Poblado de Toma, Tingo, Carhuaz, Ancash 2023**" del (a) estudiante: **FLORES PASION MANUEL AGUSTIN**, identificado(a) con Código N° **1418100199**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **30%**, 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, 13 de marzo 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 Centro Poblado de Toma, Tinco, Carhuaz, Ancash 2023”

## **Resumen**

El propósito primordial de este proyecto investigativo fue la delimitación de zonas de suelo en el Centro Poblado de Toma para propósitos de pavimentación.

La metodología empleada fue no experimental y el diseño descriptivo, utilizando formatos de laboratorio y fichas técnicas para el registro de información, siendo una investigación de iniciativa propia.

Se llevaron a cabo investigaciones de campo mediante calicatas para determinar las características físicas y mecánicas del suelo, incluyendo análisis granulométrico por tamizado, estratigrafía, contenido de humedad, límites de Atterberg y CBR.

Los resultados de las tres calicatas mostraron uniformidad, clasificándose el material según AASHTO como granular de excelente a bueno, siendo el suelo de tipo A-2-6, compuesto por grava y arena arcillosa o limosa, con una compactación compacta y estado ligeramente húmedo a húmedo.

En conclusión considerando el CBR y AASHTO para diseño de pavimento se tuvo un diseño de pavimento rígido donde la losa de concreto y la subbase granular es de 15 cm.

## **Abstract**

The primary purpose of this research project was the delimitation of soil areas in the Toma town center for paving purposes.

The methodology employed was non-experimental and descriptive in design, using laboratory formats and technical sheets for data recording, being a self-initiated investigation.

Field investigations were carried out using pits to determine the physical and mechanical characteristics of the soil, including sieving granulometric analysis, stratigraphy, moisture content, Atterberg limits, and CBR.

The results of the three test pits showed uniformity, with the material being classified according to AASHTO as granular from excellent to good, the soil being type A-2-6, composed of gravel and clayey or silty sand, with a compacted and slightly moist state at wet.

In conclusion, considering the CBR and AASHTO for pavement design, a rigid pavement design was had where the concrete slab and granular subbase are 15 cm thick.

## **I. Introducción**

Considerando el crecimiento demográfico y la urbanización progresiva como contexto científico, es notable la falta de desarrollo urbano en el área de toma, a pesar de su proximidad a la carretera principal Huaraz - Caraz, donde se observan construcciones informales. En la actualidad, existe una tendencia entre la población a considerar cualquier terreno adecuado para la construcción sin evaluar previamente la zonificación y realizar un estudio geotécnico que revele la amenaza natural, características del suelo y propiedades físicas y mecánicas. Estos aspectos son cruciales para delimitar territorios y establecer restricciones en las cimentaciones, considerando los riesgos de asentamiento, deslizamiento y agrietamiento en algunas estructuras.

A nivel internacional, Osorio (2019) ha tratado el tema de la Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos, con un estudio en Nariño, Colombia, destacando la utilidad de la geomática en la evaluación de la susceptibilidad del terreno. Utilizando modelos digitales de elevación, se pueden analizar factores geomorfológicos relevantes para prever deslizamientos en áreas inclinadas.

La geomática ha mostrado su eficacia al automatizar procesos para delimitar áreas de estudio y determinar factores que influyen en la susceptibilidad del terreno a los deslizamientos, evidenciando su importancia en investigaciones geotécnicas.

Según Díaz (2021), se llevó a cabo la zonificación geomecánica para la cimentación de la Relavera n°5 en la Quebrada 1, Provincia de Bolívar, siguiendo los criterios de la Universidad Central del Ecuador.

El mapeo geológico reveló la predominancia de rocas volcánicas de la Unidad Macuchi, como andesitas, dacitas y diques de basalto, con alteraciones cloríticas y propilíticas, indicando variaciones en el grado de meteorización de sur a norte en la zona estudiada.

Los afloramientos categorizados delinearón tres zonas: A, B y C. La zona A, con andesita, presenta RMR bueno (Clase II) y GSI bueno. La zona B, con dacitas, muestra RMR medio (Clase III) y GSI regular. La zona C, con dacitas meteorizadas, tiene RMR malo (Clase V) y GSI regular. La zona A es idónea para el dique de la relavera. Se emplea el método de aguas abajo con factor de seguridad 1.744 y cohesión de 20 a 5 KPa. La estabilidad del dique varía con la cohesión y el ángulo de fricción.

Medrano (2020) referencia el estudio sobre la Zonificación de los Suelos para Fines de Cimentación Superficial del Sector Pómape del Distrito de Monsefú - Chiclayo como un ejemplo nacional.

Los análisis revelaron un elevado contenido de humedad debido a la cercanía del nivel freático al suelo natural. Se encontró una proporción equitativa de arcillas de baja plasticidad (CL) y arenas arcillosas (SC) (38.89%), junto con arcillas de alta plasticidad (CH) (22.22%), demostrando uniformidad en el suelo. A partir de estos resultados, se realizó un estudio de zonificación considerando propiedades físicas, químicas y mecánicas, generando un mapa a tres profundidades (1.00, 1.50 y 2.00 m) que ilustra las clasificaciones de suelos, su capacidad de carga y su nivel de salinidad.

Según lo mencionado por Sánchez (2019), se procedió a la delimitación de la Capacidad de Carga del Suelo para la construcción de Edificaciones en San Francisco del Río Mayo, Cuñumbuque, Lamas, San Martín.

Se alcanzaron todos los objetivos establecidos, incluyendo la elaboración de un mapa que detalla las características físicas y mecánicas del suelo, identificando las áreas con menor y mayor capacidad de carga en la región de estudio mediante excavaciones de hasta 3.00 m de profundidad.

La delimitación por características mecánicas se llevó a cabo seleccionando excavaciones con capacidades de carga similares y próximas, resultando en la formación de dos zonas (ZONA I y ZONA II), que indican áreas con capacidades de carga más bajas y más altas respectivamente. En relación con la delimitación basada

en atributos físicos, se destacó una región claramente identificada como suelo CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

Según Soriano (2019), en su trabajo "Estudio de suelos para la zonificación geotécnica del camino vecinal Chirinos – Sillarume – San Pedro, distrito de Chirinos - San Ignacio – Cajamarca - 2019", se completó con éxito el estudio de suelos para la zonificación del camino vecinal Chirinos-Sillarume San Pedro en el distrito de Chirinos.

La composición predominante del suelo en el área incluye Arenas Limosas SM y arenas pobremente graduadas SP-SM, representando ambas el 37% del suelo, seguidas de Arcillas Limosas de Baja Plasticidad CL y Limo Arenoso de Baja Plasticidad ML, que representan el 13%.

El análisis de la mecánica de suelos indica un nivel de exposición a sulfatos clasificado como SEVERO, lo que podría provocar problemas de degradación por sales, justificando así la necesidad de realizar un estudio ambiental adicional basado en los datos obtenidos.

Se hace mención a un estudio previo de 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, realizado por Valverde (2022).

En relación con el primer objetivo específico, se establece que las características físico-mecánicas del suelo en el AA.HH. Praderas de Luis Arroyo indican un contenido de humedad natural variando entre 1.43% y 2.05%, lo que refleja una humedad moderada.

Además, se determina que las calicatas realizadas para evaluar los límites de consistencia del suelo en el AA.HH. Praderas de Luis Arroyo no evidenciaron límites

líquidos ni plásticos, indicando la ausencia de índices de plasticidad en el suelo analizado, concluyendo así que carece completamente de límites de consistencia.

El examen de la distribución de tamaños de partículas en el suelo en el asentamiento humano Praderas de Luis Arroyo revela una marcada preponderancia de arenas, con porcentajes variando entre el 98.90% y el 99.70%, mientras que los limos y arcillas constituyen proporciones menores, aproximadamente entre el 0.30% y el 1.10%. Como resultado, se infiere que el suelo está compuesto principalmente por arena (de distintos tamaños).

En relación al cuarto objetivo específico, según la clasificación SUCS, el suelo del AA.HH. Praderas de Luis Arroyo se identifica en su totalidad como arena mal graduada (SP). Esto sugiere la presencia de partículas gruesas y caracteriza el suelo como limpio.

Cerna (2020) en su investigación de pregrado "Propuesta de fundamentación en el AA.HH. Nuevo Horizonte en el Distrito de Nuevo Chimbote" se centró en desarrollar una estrategia de fundamentación para las viviendas en el AA.HH. Nuevo Horizonte en dicho distrito.

Para este fin, se empleó una metodología descriptiva basada en datos facilitados por el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. Los análisis revelaron que el contenido de humedad variaba entre el 1.62% y el 5.66%, mientras que el suelo en la zona de estudio fue clasificado como A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa, además de A-3 Arena fina según la clasificación AASHTO. Según la clasificación SUCS, se identificó como Arena limosa (SM) y Arena mal graduada con limo (SP – SM), mostrando propiedades mecánicas que incluyen una cohesión entre 0.002 y 0.004 kg/cm<sup>2</sup>, ángulos de fricción entre 29.88° y 30.87°, y una capacidad de carga última que varía entre 7.92 kg/cm<sup>2</sup> y 6.82 kg/cm<sup>2</sup>, con una capacidad admisible de 2.64 kg/cm<sup>2</sup> a 2.27 kg/cm<sup>2</sup> a 1.50 m de profundidad según los resultados del ensayo de corte directo.

Como resumen, se propuso un plan de fundación que implica el uso de zapatas con vigas de cimentación reforzadas para una residencia de tres pisos, ubicada en un terreno con una capacidad admisible que oscila entre 2.64 kg/cm<sup>2</sup> y 2.27 kg/cm<sup>2</sup>. El diseño de la estructura de cimentación cumple con los estándares de diseño establecidos, resultando en zapatas cuadradas de dimensiones 1.10 x 1.10 m y 1.20 x 1.20 m, tomando en cuenta la información de zonificación proporcionada por la Municipalidad de Nuevo Chimbote. Además, se elaboraron planos de estructuras para facilitar construcciones futuras.

La razón de este estudio busca proporcionar orientación experta a través de una delimitación de áreas de suelo en el centro, Poblado de Toma con fines de pavimentación del distrito de Tinco recomendando mejoras a futuro para la estructura de la carretera, ya que dicha zona es un punto fundamental para la localidad y mejorar la transitabilidad de vehículos y pobladores de la zona que transitan diario por el lugar buscando así mejorar la calidad de vida, transporte vial y social del centro poblado.

Asimismo, debido a los problemas de salud derivados del constante polvo generado por los vehículos que transitan diariamente, es crucial llevar a cabo acciones que agilicen la mejora de los servicios de tránsito. Por lo tanto, esta investigación reitera la contribución significativa que se espera lograr y facilitar mediante este estudio, al compartir las características y el comportamiento del suelo, así como su estructura respaldada por las normativas pertinentes, para el adecuado avance de los procedimientos de investigación y desarrollo hacia la obtención de la información necesaria.

Para ampliar la comprensión y avanzar en la investigación, se presentan conceptos relevantes para este estudio.

La zonificación consiste en la división de una región compleja en áreas que comparten características similares, específicas de acuerdo a los tipos de estratos

identificados por regiones, donde se detallan sus atributos físicos y mecánicos (Alba, 2016, p. 21).

La zonificación se incorpora en la planificación territorial como un método sistemático para comprender el área y sus procesos. Las decisiones y actividades relacionadas con el territorio están influenciadas por la comprensión y percepción de su funcionamiento, así como por el papel de la sociedad en este contexto. Es esencial que la percepción territorial sea precisa para proporcionar gobernabilidad al territorio y permitir su desarrollo. Este enfoque va más allá de lo económico e incluye aspectos socioculturales y políticos. El pensamiento estratégico, orientado hacia la gobernabilidad, representa una filosofía de actuación vinculada estrechamente a la comprensión e interpretación del entorno territorial. Es crucial concebir el territorio como un sistema unificado que abarca tanto la estructura sociocultural como la biogeológica, ambas influenciadas por la tecnología a niveles locales y globales (Soms, 2015).

Los suelos representan una capa de material resultante de la desintegración o alteración física y química de rocas y residuos (Crespo, 2004, p. 18).

La clasificación de suelos se fundamenta en la agrupación de territorios con conjuntos de propiedades similares, para comprender el comportamiento del suelo en comparación con otros de características parecidas. Uno de los sistemas de clasificación más relevantes es el sistema de Clasificación Unificada para Suelos (SUCS), utilizado para categorizar suelos según sus características (Gualán, 2014, p. 26).

Además, para evaluar los suelos y determinar su aplicabilidad, es esencial tener en cuenta sistemas o métodos que permitan identificar suelos con propiedades similares. Este proceso conlleva a la agrupación o categorización de los suelos basada en su origen, atributos físicos y comportamiento en el sitio. Dentro de las numerosas clasificaciones de suelos disponibles se encuentran:

- La clasificación AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).
- El Sistema de Clasificación Unificada SUCS (Unified Soil Classification System).

**Tabla 1**

*Clasificación de suelos AASHTO y S.U.C.S.*

<i>CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO</i>	<i>CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM (S.U.C.S)</i>
<i>A – 1- a</i>	<i>GW, GP, GM, SW, SP, SM</i>
<i>A – 1- b</i>	<i>GM, GP, SM, SP</i>
<i>A -2</i>	<i>GM, GP, SM, SC</i>
<i>A-3</i>	<i>SP</i>
<i>A-4</i>	<i>CL, ML</i>
<i>A-5</i>	<i>ML, MH, CH</i>
<i>A-6</i>	<i>CL, CH</i>
<i>A-7</i>	<i>OH, MH, CH</i>

*Fuente: Crespo (1980)*

Las gravas consisten en fragmentos de piedra que presentan partículas desde 2 mm hasta 3 pulgadas (7.62 cm). Cuando son transportadas por el agua, las gravas muestran aristas redondeadas debido a la fricción (Crespo, 2004, p. 19).

El término "arenas" se refiere a materiales de grano fino que resultan de la desintegración de las rocas o de la trituración artificial, con diámetros que oscilan entre 2 mm y 0.05 mm (Briones e Irigoin, 2015, p. 27).

Los limos consisten en partículas diminutas con diámetros que oscilan entre alrededor de 0.05 mm y 0.005 mm. Hay dos variantes de limo: los de naturaleza inorgánica, presentes en canteras, y los orgánicos, que exhiben propiedades plásticas y se localizan en cursos de agua (Crespo, 2004, p. 19).

En cuanto a las arcillas, tienen la capacidad de moldearse de manera plástica cuando se manipulan con agua y poseen un diámetro inferior a 0.005 mm (Jaramillo, 2018, p. 13).

El método actual clasifica los suelos en dos categorías principales, gruesos y finos, discerniéndolos mediante el proceso de tamizado con la malla N° 200, siendo considerados suelos gruesos aquellos que traspasan esta malla y suelos finos aquellos que quedan retenidos por debajo (Juárez, 2005, p. 153).

Estas se dividen en cuatro categorías: Material sin finos y con una buena gradación, identificado como (W), que, junto con los símbolos genéricos, produce gravas bien graduadas (GW) y arenas bien graduadas (SW); material sin finos y con una mala gradación, representado por (P), que, combinado con los símbolos genéricos, genera gravas mal graduadas (GP) y arenas mal graduadas (SP); material con finos no plásticos, simbolizado por (M), que, junto con los símbolos genéricos, da lugar a gravas limosas (GM) y arenas limosas (SM); material con finos plásticos, indicado por (C), que, al combinarse con los símbolos genéricos, resulta en gravas arcillosas (GC) y arenas arcillosas (SC) (Juárez, 2005, p. 153).

Los suelos finos se agrupan en tres categorías: una para los limos y arcillas con límite líquido inferior al 50%, otra para aquellos con límite líquido superior al 50%, y un tercer grupo para suelos finos altamente orgánicos (Crespo, 2004, p. 92).

Si el límite líquido cae por debajo del 50%, los suelos muestran compresibilidad moderada o baja y se designan con el símbolo (L), generando limos inorgánicos de compresibilidad baja (ML), arcillas inorgánicas de compresibilidad baja (CL), y limos y arcillas orgánicas de compresibilidad baja (OL); cuando el límite líquido supera el 50%, los suelos exhiben compresibilidad alta y se representan con el símbolo (H), produciendo limos inorgánicos de compresibilidad alta (MH), arcillas inorgánicas de compresibilidad alta (CH), y limos y arcillas orgánicas de compresibilidad alta (OH).

Los suelos altamente orgánicos, como las turbas o suelos pantanosos, forman una clase distinta identificada con el símbolo (Pt) (Juárez, 2005, p. 155).

Las propiedades físico-mecánicas de los suelos se emplean para seleccionar los materiales, establecer especificaciones de construcción y garantizar la calidad. Para evaluar estas propiedades, se toman muestras que luego se analizan en el laboratorio de mecánica de suelos (Gualán, 2014, p. 30).

El contenido de humedad varía la resistencia de un suelo; un suelo con alta humedad generalmente presenta menor resistencia que el mismo suelo con menor humedad. El nivel freático en su mayoría determina la humedad del suelo (Escriba, 2016, p. 8).

Otra consideración importante son las propiedades físico-mecánicas de los suelos, que se utilizan para seleccionar materiales, establecer detalles de construcción y asegurar la calidad. Para su evaluación, se recolectan muestras que luego se analizan en el laboratorio de mecánica de suelos (Gualán, 2014, p. 30).

Para lograrlo, es necesario llevar a cabo pruebas de las propiedades físico-mecánicas de los suelos para obtener los siguientes datos:

El contenido de humedad, que afecta la resistencia del suelo; en general, un suelo con alto contenido de humedad tiende a ser menos resistente que el mismo suelo con menos humedad. La ubicación del nivel freático es el principal factor que determina el nivel de humedad del suelo (Escriba, 2016, p. 8).

El análisis granulométrico por tamizado consiste en examinar la distribución de los tamaños de partículas presentes en una muestra de suelo, determinando la proporción relativa en peso de las distintas fracciones de granos, las cuales están identificadas por los espacios entre las aberturas de todas las mallas utilizadas en el proceso (MTC, 2016, p. 44).

Para llevar a cabo el análisis, se necesitan los siguientes equipos y materiales: tamices de malla cuadrada de diversos 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 una precisión de 0,1 g, un horno de secado, bandejas, cepillos y pinceles. El procedimiento inicia con el secado de la muestra en el horno; luego, se pesa la muestra una vez enfriada y se registra su peso en gramos. Después, la muestra se coloca en un recipiente y se llena con suficiente agua para cubrirla, permitiendo que el material se disgregue completamente.

Siguiendo con el procedimiento, agitamos el contenido del recipiente y lo vertemos sobre la malla N° 200. Se rocía agua sobre la malla hasta que el agua de lavado permanezca clara, lo que suele requerir al menos 16 lavados. El material que queda en el tamiz se deja en la estufa durante 24 horas para secarlo, y luego se vuelve a pesar una vez seco.

Después, realizamos pruebas con los tamices y la muestra lavada y seca. Los tamices tienen aberturas de 2", 1 1/2", 1", 1/2", 3/8", N° 4, 10, 20, 40, 50, 100 y 200. Agitamos vigorosamente los tamices con un movimiento oscilante durante 5-10 minutos. Luego, pesamos por separado las porciones retenidas por cada tamiz, las colocamos en recipientes individuales y las conservamos hasta completar el ensayo.

El límite líquido, un indicador del contenido de humedad expresado en porcentaje, marca el límite entre los estados líquido y plástico del suelo (MTC, 2016, p. 34). Para llevar a cabo este proceso, se necesitan varios equipos y materiales, incluyendo un recipiente para almacenar la muestra, una copa casagrande, una balanza con una sensibilidad de 0.01g, una estufa y una espátula.

El procedimiento implica colocar una sección de la muestra en la copa casagrande, compactarla y nivelarla para evitar la formación de burbujas de aire. Luego, se pasa el ranurador sobre la superficie de la copa de manera uniforme. La copa se golpea a una frecuencia de aproximadamente 2 golpes por segundo hasta que la

ranura se cierre a lo largo de 13mm. Una sección de la muestra se retira y se coloca en un recipiente para su análisis posterior. Después, se repite el proceso dos veces más.

Una vez completado, se registra el peso del recipiente con la muestra y se seca en el horno a una temperatura de  $\pm 110$  °C. Se registra el peso de la muestra seca y se compara con los intervalos de golpes necesarios, que van desde 25-35, 20-30, hasta 15-25 (Botía, 2015, p. 35).

El límite de plasticidad, en contraste, indica la humedad mínima en la que el suelo puede moldearse en pequeñas barras de alrededor de 3 mm (1/8") de diámetro, que no se desintegran al ser enrolladas entre la palma de la mano y una superficie lisa (Crespo, 2004, p. 40). Los elementos y herramientas requeridos abarcan una balanza con una precisión de 0,01 g, un horno de secado, un calibrador con una precisión de 0,1 cm, una placa de vidrio esmerilado lo suficientemente grande, una espátula y recipientes para determinar la humedad (Botía, 2015, p. 48).

En el proceso, se selecciona una porción de muestra de 1,5 a 2,0g que ha sido preparada previamente. Después, se procede a formar un rollo al pasar esta porción de la muestra entre la palma de la mano y una placa de vidrio esmerilado, manteniendo una presión constante. Se espera que el diámetro del rollo sea de aproximadamente 3,2 mm. Si al completar la formación del rollo se observa que aparecen grietas y se desmorona, lo cual sugiere que el material tiene una humedad que excede su límite de plasticidad, se aconseja agrupar toda la muestra para que pierda humedad. Este procedimiento se repite hasta que, una vez que el material alcance un diámetro de 3,2 mm, se observe grietas y desmoronamiento. Finalmente, la muestra se coloca en un contenedor y se registra su peso junto con el del recipiente (Botía, 2015, p. 49).

El índice de plasticidad de un suelo se describe como el intervalo de humedad, expresado como un porcentaje del peso seco del suelo, en el cual el material exhibe plasticidad (Valbuena, 2013, p. 59).

El coeficiente de curvatura se emplea para identificar si la curva granulométrica exhibe una forma cóncava o convexa. Si  $C_u$  es mayor que 6 y  $C_c$  está entre 1 y 3, se clasifica el suelo como bien graduado (W); si  $C_u$  es menor que 6 y/o  $C_c$  es menor que 1 o mayor que 3, se considera que el suelo está mal graduado (P) (Puga, 2012, p. 10).

El coeficiente de uniformidad, que mide la uniformidad o distribución de tamaños, se calcula como  $C_u = D_{60} / D_{10}$ . Los suelos con  $C_u < 3$  se consideran uniformes. Cuanto mayor sea la diferencia entre  $D_{60}$  y  $D_{10}$ , mayor será el coeficiente de uniformidad, indicando un suelo bien graduado; si las diferencias son mínimas, se considera un suelo mal graduado (Puga, 2012, p. 9).

El perfil estratigráfico registra la evolución de la tierra a lo largo del tiempo mediante capas o estratos, que revelan el grosor y secuencia de cada uno. La formación de estos estratos está vinculada al tiempo, ya que cada capa se acumula sobre la anterior según el tipo de suelo y su compactación (Puga, 2012, p. 11).

El ensayo de corte directo es una técnica fundamental y ampliamente empleada para analizar la resistencia del suelo frente a presiones y/o deformaciones similares a las que enfrenta in situ. Implica la aplicación de presión y/o deformaciones a una muestra de suelo mediante un dispositivo de corte directo, que comprende un marco inferior estacionario y uno superior móvil, que contiene la muestra de suelo (García y Ramírez, 2006, p. 26).

En términos de cimentaciones, se clasifican principalmente en dos categorías: cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas. Las cimentaciones superficiales se adentran verticalmente hasta alcanzar el suelo de cimentación, mientras que las cimentaciones profundas emplean elementos intermedios como pilotes, cajones de cimentación y cilindros (Crespo, 2012, p. 261).

Las cimentaciones superficiales se caracterizan por tener una relación entre la profundidad y el ancho ( $D_f/B$ ) igual o inferior a cinco (5). Dentro de esta categoría se

encuentran diversos tipos de cimentaciones, como las zapatas conectadas, las zapatas aisladas, las zapatas combinadas, las cimentaciones corridas y las plateas de cimentación (Reglamento nacional de edificaciones Norma E- 050, 2014, p. 14).

La medida de la profundidad de la cimentación corresponde a la separación entre la superficie del terreno y el fondo de la cimentación, salvo en construcciones con sótanos, donde se establece en función del nivel del suelo del sótano (Reglamento nacional de edificaciones Norma E- 050, 2014, p. 15).

La capacidad portante es la carga que el suelo puede soportar sin comprometer su seguridad. Este aspecto es fundamental para diseñar adecuadamente la cimentación, utilizando datos precisos y razonables. La capacidad portante del suelo se define como la capacidad de soporte del suelo frente a una carga aplicada (Pisfil, 2013, p. 46).

El peso específico se define como la relación entre el peso y el volumen de un material, y varía según la humedad, los espacios vacíos y el peso de las partículas sólidas (Juárez, 2005, p. 5).

La cohesión describe la unión entre las partículas del suelo originada por fuerzas moleculares y la presencia de agua en el medio intersticial, y se cuantifica en kg/cm<sup>2</sup>. Los suelos arcillosos presentan una cohesión elevada, en contraste, los suelos granulares muestran una cohesión casi inexistente (Juárez, 2005, p. 3).

La zonificación consiste en segmentar un área compleja en regiones que comparten similitudes subjetivas en términos de propiedades físicas y mecánicas distintivas (Alba, 2016, p. 21).

En el contexto del desarrollo urbano, la zonificación es una herramienta que organiza la utilización del suelo de manera óptima y ha evolucionado como uno de los instrumentos más importantes del planeamiento urbano. Este enfoque, basado en la subdivisión del territorio en zonas específicas, busca potenciar las características

únicas de cada área. La zonificación proporciona un marco disciplinario sólido que regula el desarrollo y el uso del suelo en la ciudad, ayudando a resolver conflictos urbanos relacionados con la naturaleza y el propósito de las áreas urbanas (Acuña Vigil, 2012).

El pavimento se erige como una estructura en capas sobre la subrasante de una carretera con el fin de soportar y repartir las cargas generadas por el tráfico vehicular, mientras mejora la seguridad y comodidad para la circulación. Normalmente, comprende diferentes estratos como la capa de rodadura, la base y la subbase.

- La capa de rodadura, es la superficie superior del pavimento y puede estar compuesta de materiales bituminosos (flexibles), concreto de cemento Portland (rígidos) o adoquines, siendo su función principal la de resistir directamente el tránsito vehicular.
- La base, que se encuentra bajo la capa de rodadura, tiene como función principal sostener, distribuir y transferir las cargas producidas por el tráfico. Este estrato puede consistir en material granular drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ) o ser tratado con asfalto, cal o cemento.
- La subbase, un estrato de material con un grosor específico, proporciona apoyo adicional tanto a la base como a la capa de rodadura. Además, se emplea para el drenaje y la gestión de la capilaridad del agua. Según el tipo, diseño y dimensiones del pavimento, esta capa puede ser opcional. La subbase puede estar compuesta por material granular ( $\text{CBR} \geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento.

Dentro de las opciones de pavimento, se encuentra el pavimento rígido, el cual se caracteriza por su estructura principalmente compuesta por una capa de subbase granular, aunque esta capa también puede estar conformada por una base granular o estabilizarse con cemento, asfalto o cal. La capa de rodadura consiste en losa de concreto de cemento hidráulico, que incluye aglutinantes, agregados y, en algunas ocasiones, aditivos. En el ámbito de los pavimentos rígidos, se identifican tres tipos:

pavimento de concreto simple con juntas, pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero mediante fibras o mallas, y pavimento de concreto con refuerzo continuo.

Entre las ventajas del pavimento rígido se incluyen:

- El mantenimiento es mínimo y se limita generalmente a las juntas de las losas.
- La capa de concreto proporciona beneficios a largo plazo para los usuarios de carreteras y los organismos viales al reducir significativamente el tiempo y los retrasos asociados con el mantenimiento frecuente de una superficie de asfalto.
- La durabilidad y resistencia del concreto requieren menos tiempo y dinero en mantenimiento.
- Las sobre carpetas de concreto son particularmente efectivas en proyectos con restricciones presupuestarias anuales y alto tráfico, donde las interrupciones frecuentes y los costos de mantenimiento son inaceptables.
- Pueden aumentar la seguridad de la superficie.
- El concreto es resistente a las roderas y los desplazamientos causados por cargas pesadas, manteniendo una alta resistencia al deslizamiento.
- Puede corregir las roderas y el perfil de la superficie de manera uniforme.
- El concreto puede puentear problemas subyacentes sin generar reflexiones como las sobre carpetas de asfalto.
- El enfoque de construcción por etapas proporciona una solución duradera y de bajo riesgo en términos de costos de rehabilitación y mantenimiento a largo plazo.
- Permite evitar problemas de construcción durante la reconstrucción del pavimento, especialmente en áreas con terrenos de apoyo débiles.
- Permite la construcción directamente sobre la superficie existente sin la necesidad de eliminar o reparar la sub-base o subrasante en toda la extensión del proyecto, mediante un espesor gradual para conectarse a puentes o estructuras en línea, logrado mediante fresado del asfalto existente.
- Tiene una vida útil que oscila entre 20 y 40 años.

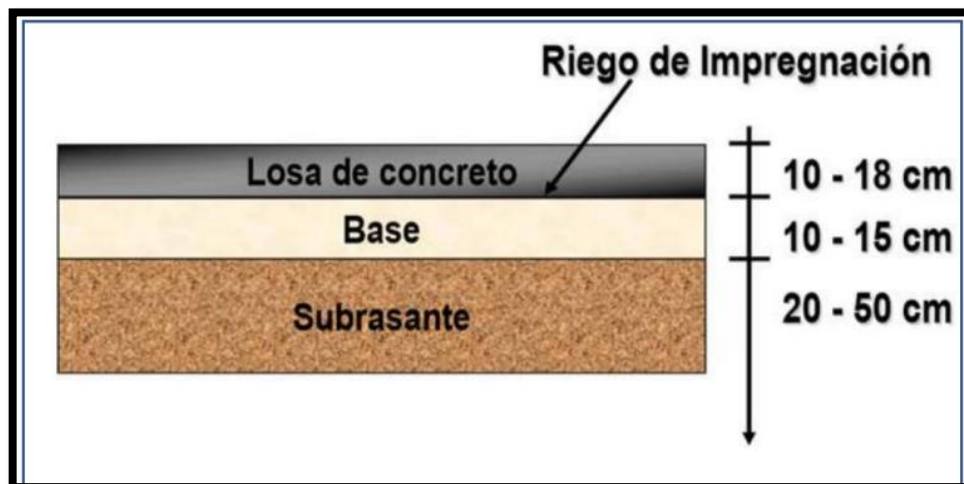
(Miranda, 2010).

Este estudio tiene como objetivo mejorar la construcción de edificaciones en la región mediante un diseño apropiado y un conocimiento técnico de los tipos de suelos donde se ubicarán las viviendas, en beneficio de los residentes. Se pretende presentar un diseño que considere la investigación del terreno a través de la zonificación, con el fin de fortalecer y construir futuras viviendas seguras y confiables conforme a las normativas actuales.

La problemática abordada en la investigación se relaciona con el crecimiento continuo del desarrollo urbano, que está en constante aumento y conlleva a la construcción de edificaciones sobre suelos que no han sido evaluados, lo que plantea riesgos futuros. En el centro poblado de Toma, el desarrollo urbanístico se ha concentrado principalmente en cinco calles, donde se han construido viviendas de uno, dos y tres pisos sin previo estudio de los tipos de suelo.

**Figura 1**

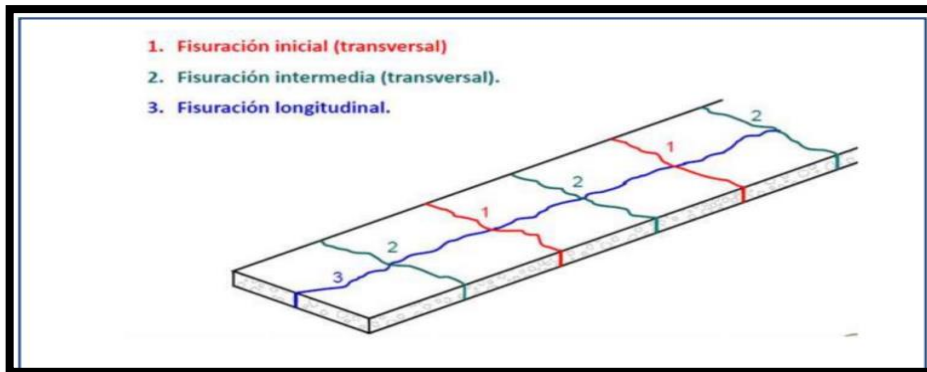
*Corte transversal – riego de impregnación*



*Fuente:* Giordani y Leone (2014)

## Figura 2

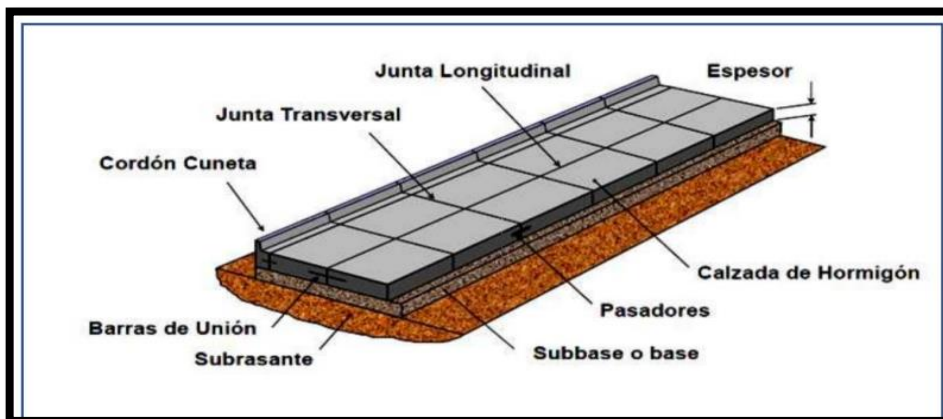
*Desarrollo natural de fisuras*



*Fuente: Giordani y Leone (2014).*

## Figura 3

*Componentes principales del sistema.*



*Fuente: Giordani y Leone (2014).*

De acuerdo con el método de diseño AASHTO 93 para pavimentos rígidos, se señala que al inicio de la construcción, el pavimento exhibe un nivel de servicio alto, el cual disminuye con el paso del tiempo y las cargas repetidas del tráfico. Este método establece un nivel de servicio deseado que se debe mantener al concluir el período de diseño.

Mediante un procedimiento iterativo, se calculan los espesores de la losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue a un punto de equilibrio. El

espesor final determinado del concreto debe garantizar que un número determinado de cargas pueda pasar sin que el nivel de servicio disminuya por debajo del objetivo establecido.

En el contexto de la problemática actual, se observa un incremento en el desarrollo urbano en los centros poblados del país, lo que lleva a la construcción en zonas donde los suelos no han sido evaluados, lo que representa un riesgo futuro. En el centro poblado de Toma, ubicado en el distrito de Tinco, la falta de vías transitables según las normativas genera problemas de salud para la población.

Este escenario motivó el inicio de una investigación para zonificar adecuadamente el suelo según su tipo, con el fin de planificar una pavimentación apropiada. Dentro del distrito de Tinco, se enfocará específicamente en el Centro Poblado de Toma, con el objetivo de determinar la consistencia y resistencia del suelo. Esta información será fundamental para el diseño de vías de tránsito seguras para los residentes, así como para proporcionar planos de zonificación basados en las propiedades físico-mecánicas del suelo en estudio.

El problema nace con el aumento de población en el Distrito de Tinco, en el Centro Poblado de Toma, donde las poblaciones se expanden y realizan edificaciones basándose en experiencias comunes, sin ningún tipo de control por las autoridades pertinentes como la municipalidad de Tinco.

De esta manera la falta de vías transitables genera problemas de acceso a la población perjudicando el ingreso y salida de vehículos livianos y pesados.

Se busca proponer un diseño de pavimentación para proporcionar a las poblaciones una información sostenida en datos verificables y logren desarrollarse vías de transitabilidad con juicio del tipo de suelo en el que se edifique para que en el futuro se evite pérdidas materiales y humanas.

El siguiente problema de investigación plantea: ¿Cuál es el proceso de identificación de áreas específicas de suelo en el centro urbano de Toma, ubicado en el distrito de Tinco, con el propósito de pavimentación, en el año 2023?

Para conceptualizar la variable, se ha definido como un proceso de subdivisión de un área compleja en segmentos que son subjetivamente uniformes, identificados de acuerdo con los tipos de estratos presentes en cada sector, y caracterizados por sus propiedades físicas y mecánicas (Alba, 2016, p. 21).

En lo que respecta a la definición operativa, la zonificación del suelo objeto de estudio se fundamentará en su categorización, que implica la comprensión de características tales como la distribución de tamaños de partículas, los límites de plasticidad y la composición estratigráfica. Estos aspectos se determinarán mediante la inspección directa y una serie de análisis de laboratorio, siguiendo las directrices técnicas establecidas por ASTM y NTP, con el propósito de simplificar la clasificación del suelo conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

La hipótesis planteada en esta investigación es: La zonificación de los suelos con fines de pavimentación en el Centro Poblado de Toma mejoraría la transitabilidad y el acceso a la zona.

El objetivo general de este estudio es: Determinar la zonificación de suelos con fines de pavimentación en el centro poblado de Toma, Tinco, Carhuaz, Ancash 2023. Para ello, se han delineado tres objetivos específicos:

- Realizar el estudio de suelo con fines de determinar el proctor y el CBR de la zona de estudio.
- Clasificar los tipos de suelo en el Centro Poblado de Toma de acuerdo a la norma AASHTO y SUCS, para la zonificación.
- Conocer y describir el comportamiento y estructura del suelo conforme a los resultados obtenidos de mecánica de suelos por el método AASHTO.

## II. Metodología

La naturaleza de la investigación, en función de su propósito, fue considerada básica ya que su objetivo fue generar nuevos conocimientos. En cuanto a su alcance, se clasificó como descriptiva debido a que buscó detallar las cualidades y características del suelo en el centro poblado de Toma sin intervenir en ninguna variable, y los resultados fueron presentados de manera objetiva y fiel a los hallazgos.

El diseño de la investigación adoptado fue de tipo no experimental y tuvo un enfoque explicativo, ya que se examinó las características físicas y mecánicas de los diversos tipos de suelos presentes en el centro poblado de Toma durante las excavaciones mediante calicatas, con el propósito de delinear las distintas zonas de suelo encontradas. Este proceso se apoyó en los análisis llevados a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. En mi rol como investigador, estuve implicado en la planificación y ejecución de los ensayos, obteniendo resultados acordes a los objetivos planteados.

Mientras tanto, se presenta el esquema de tesis descriptiva:



Donde:

M: Representa el área de estudio suelo del centro poblado de Toma.

Xi: Zonificación de suelos.

Oi: Resultados obtenidos en campo y laboratorio

En este estudio, se consideró el área de terrenos del centro poblado de Toma, que abarca alrededor de 5 km<sup>2</sup> entre la zona rural y la urbanizada.

El muestreo fue establecido siguiendo las directrices establecidas en la Norma Técnica Peruana E 0.50. Se acordó realizar tres calicatas por cada hectárea de área

disponible, tomando en cuenta una hectárea como la extensión de influencia del centro poblado de Toma en Tinco.

Para la investigación, se empleó principalmente la técnica de observación para recopilar datos concretos en el área de estudio. Se recolectó información en el campo mediante observación directa y fotografías para documentar los hallazgos.

Se aplicó un procedimiento de laboratorio para adquirir los datos geotécnicos relacionados con las características físico-mecánicas del suelo en el centro poblado de Toma, conforme a las normativas técnicas actuales mencionadas en la Tabla N° 1.

**Tabla 2**

*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 emplearon los protocolos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

En los ensayos de laboratorio, se utilizaron los siguientes estándares:

- Contenido de Humedad: ASTM D2216, NTP 339.127.
- Análisis Granulométrico por Tamizado: ASTM D422, NTP 339.128.

- Límite Líquido: ASTM D4318, NTP 339.129.
- Límite Plástico: ASTM D4318, NTP 339.129.
- Corte Directo: ASTM D3080, NTP 339.170.

Los instrumentos se seleccionaron en función de los ensayos mencionados:

- Análisis Granulométrico
- Contenido de Humedad
- Límites de Atterberg
- CBR

Los ensayos contaron con la supervisión de expertos en laboratorio de suelos, quienes utilizaron una cámara fotográfica y otros materiales para registrar y documentar el trabajo.

Cada ensayo de laboratorio se define de la siguiente manera:

- Contenido de Humedad (ASTM D-2216): Determina el porcentaje de agua durante las exploraciones.
- Peso Específico (ASTM D-854): Relación entre el peso y el volumen de la fase sólida.
- Límites de Consistencia (Límite Líquido ASTM D-4318, Límite Plástico ASTM D-4319): Evalúa la plasticidad de la muestra.
- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422): Cuantifica la distribución de granos del suelo hasta la malla N°200.
- Clasificación de Suelos SUCS (ASTM D-2487): Agrupa los suelos encontrados según criterios de ingeniería.
- Ensayo de Corte Directo (ASTM D-3080): Determina la resistencia al corte drenado de un suelo.

### III. Resultado:

#### Primer objetivo específico:

Se llevó a cabo un análisis del suelo para calcular el proctor y el CBR en el área de estudio del centro poblado de Toma, utilizando material recolectado de tres ubicaciones distintas.

**Tabla 3**

*Resutados de proctor modificado*

<i>PROCTOR MODIFICADO</i>						
<i>CALICATA</i>	<i>C-01</i>		<i>C-02</i>		<i>C-03</i>	
	<i>Densidad</i>	<i>Humedad</i>	<i>Densidad</i>	<i>Humedad</i>	<i>Densidad</i>	<i>Humedad</i>
	<i>Máxima</i>	<i>óptima (%)</i>	<i>Máxima</i>	<i>óptima</i>	<i>Máxima</i>	<i>óptima</i>
	<i>(gr/cm<sup>3</sup>)</i>		<i>(gr/cm<sup>3</sup>)</i>		<i>(gr/cm<sup>3</sup>)</i>	
<i>Terreno</i>	<i>2.132</i>	<i>5.5</i>	<i>2.149</i>	<i>5.3</i>	<i>2.183</i>	<i>6.2</i>
<i>Natural</i>						

*Fuente:* Informe de Mécanica de Suelos de Laboratorio “Universidad San Pedro”

Los hallazgos del Proctor Modificado se presentan en la Tabla N° 03. La calicata C-01 revela una densidad máxima seca de 2.132 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima del 5.5 %. La calicata C-02 exhibe una densidad máxima seca de 2.149 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 5.3%. Por otro lado, la calicata C-03 refleja una densidad máxima seca de 2.183 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 6.2 %. Estos datos resaltan la coherencia entre los valores obtenidos en las diferentes calicatas. El diagrama representa visualmente las similitudes y variaciones identificadas en las calicatas evaluadas respecto al Proctor Modificado.

**Tabla 4***Resultados de proctor modificado al 95% y 100%*

MUESTRA	NIVEL	PENETRACIÓN	C.B.R. AL 95%	C.B.R. AL 100%
			2.5 mm.	2.5 mm.
C – 1	TN	2.5mm.	34.8	48.5
C – 2	TN	2.5mm.	32.0	45.6
C – 3	TN	2.5mm.	26.1	36.0

*Fuente:* Informe de Mécanica de Suelos de Laboratorio “Universidad San Pedro”

La tabla N° 04 exhibe los resultados del CBR en el terreno natural, presentando valores para el 95% y 100% de la máxima densidad seca según la normativa del MTC. Según estos resultados, se determina que en las calicatas C-01, C-02 y C-03, el material es excelente al 100%, con valores de 48.5%, 45.6% y 36% respectivamente, según el manual de carreteras del MTC y AASHTO.

**Segundo objetivo específico:**

Se llevó a cabo la clasificación de los suelos en el Centro Poblado de Toma según las normativas AASHTO y SUCS, con el objetivo de zonificarlos. Se realizó la identificación y reconocimiento de estratos o capas en el área de estudio mediante la determinación del perfil estratigráfico. La descripción pormenorizada se basa en información recopilada a partir de las calicatas.

**Tabla 5***Resumen de resultados de las calicatas C-1, C-2 y C-3*

CALICATA N°		C - 1	C - 2	C - 3	
	Muestra	Unidad	M - 1	M - 1	M - 1
		Profundidad	1.50	1.50	1.50
NORMA ASTM	MTC D-110 D-4318	Límite (%) Líquido	25.53	25.53	25.53
	AASHTO-T89				
	MTC D-111 D-4318	Límite (%) Plástico	14.65	14.65	14.65
	AASHTO-T90				
	D-438	Índice (%) Plástico	10.88	10.88	10.88
	D-2487	Clasificación - SUCS	GC	GC	GC
		Clasificación - AASHTO	A-2-6	A-2-6	A-2-6

*Fuente:* Informe de Mecánica de Suelos de Laboratorio “Universidad San Pedro”

Toma muestras muestran resultados consistentes. Según la clasificación AASHTO, el material se cataloga como granular, variando de excelente a bueno como subgrado. En cuanto al tipo de suelo, corresponde al A-2-6, caracterizado por grava y arena con presencia de arcilla o limo. En la clasificación SUCS, se identifica como suelo de partículas gruesas con finos, específicamente GC, indicando grava arcillosa con arena.

- La calicata C-1 revela una disposición estratigráfica desde la superficie hasta una profundidad de 0.00 a 1.50 metros. De acuerdo con la clasificación SUCS, se cataloga como GP-GM, indicando la presencia de gravas arcillosas, una

combinación de grava, arena y arcilla. La compactación se describe como compacta y el estado del suelo va desde ligeramente húmedo hasta húmedo.

**Figura 4**

*Registro de Excavación de Calicata 1*

SOLICITA	MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN		
TESIS	ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA, TINCO, CARHUAZ, ANCASH 2023.		
UBICACIÓN	CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	25/10/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
GP-GM		1.50		De -0.00 a -1.50 m.  Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla., de compactidad compacto y en estado ligeramente húmedo a húmedo.


*Fuente:* Informe de Mécanica de Suelos de Laboratorio “Universidad San Pedro”

- En la Calicata C - 2, se observa una estratigrafía en el intervalo de 0.00 a 1.50 metros de profundidad. Según la clasificación SUCS, se identifica como GP-GM, indicando la presencia de gravas arcillosas y una combinación de grava, arena y arcilla. Su compactidad es compacta y se encuentra en un estado ligeramente húmedo a húmedo.

**Figura 5**

*Registro de Excavación de Calicata 2*

SOLICITA	MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN		
TESIS	ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA, TINCO, CARIHUAZ, ANCASH 2023.		
UBICACIÓN	CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	25/10/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
GP-GM		1.50		De -0.00 a -1.50 m.  Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla., de compacidad compacto y en estado ligeramente húmedo a húmedo.


*Fuente:* Informe de Mécanica de Suelos de Laboratorio “Universidad San Pedro”

- En la Calicata C - 3, se muestra una estratigrafía en el rango de 0.00 a 1.50 metros de profundidad. Según la clasificación SUCS, se identifica como GP-GM, indicando la presencia de gravas arcillosas y una combinación de grava, arena y arcilla. Su compacidad es compacta y se encuentra en un estado ligeramente húmedo a húmedo.

**Figura 6**

*Registro de Excavación de Calicata 3*

SOLICITA	MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN		
TESIS	ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA, TINCO, CARIHUAZ, ANCASH 2023.		
UBICACIÓN	CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	25/10/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 3	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
GP-GM		1.50		De -0.00 a -1.50 m.  Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla., de compacidad compacto y en estado ligeramente húmedo a húmedo.

*Fuente:* Informe de Mécanica de Suelos de Laboratorio “Universidad San Pedro”

Luego, se mostrará la clasificación de los tipos de suelos por medio de SUCS.

**Tabla 6**

*Clasificación de suelos SUCS del centro poblado de Toma*

Estudio	Zona de	Calicatas	Prof.(m)	Clasificación del suelo (SUCS)
	Centro	C – 1	1.50	GP-GM
	Poblado	C – 2	1.50	GP-GM
	De Toma	C – 3	1.50	GP-GM

*Fuente:* Elaboración propia

Donde:

GP-GM= Gravas arcillosas, mezclas grava, arena y arcilla.

Según la Tabla N° 06, se identificó que los tipos de suelo en las 3 calicatas del centro poblado de Toma se clasifican como gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla (GP-GM) según SUCS. Esto implica la presencia de grava arcillosa, combinaciones de grava, arena y arcilla, con una compacidad compacta y un estado que varía de ligeramente húmedo a húmedo.

**Tercer objetivo específico:**

Entender y detallar cómo se comporta y estructura el suelo según los datos obtenidos mediante la mecánica de suelos según el enfoque de AASHTO. Se llevó a cabo un diseño conforme a las pautas establecidas por AASHTO y el MTC, los cuales ofrecen criterios de diseño.

**Tabla 7**

*Clasificación de suelos por CBR y AASHTO para diseño de pavimentos.*

<i>CBR</i>	<i>Clasificación General</i>	<i>Usos</i>	<i>Sistema de Clasificación</i>	
			Unificado	AASHTO
0 – 3	Muy pobre	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A5.A6.A7
3 – 7	Pobre a regular	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 – 20	Regular	Sub.base	OL,CL,ML,SC,SM,SP	A2,A4,A6,A7
20 – 50	Bueno	Base, sub-base	GM,GC,W,SM,SP,GP	A1b,A2-5,A3 A2-6
> 50	Excelente	Base	GW,GM	A1-a,A2-4,A3

*Fuente: AASHTO 93*

**Tabla 8**

*Resultado obtenidos por CBR y AASHTO para diseño de pavimentos*

CALICATA	CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USO	SISTEMA CLASIFICADO		CBR DISEÑO
				SUCS	AASHTO	
C – 1	48.5		Base			
C – 2	45.6	Bueno	Sub-base	GP-GM	A2-6	43.4%
C – 3	36.0					

*Fuente: Elaboración propia*

Datos generales obtenidos

- CBR:  
43.4 %
- Vida útil en años  
n= 20 años
- Tasa de crecimiento  
r = 1.62 %
- Ciclo de lluvia  
n= 5 meses
- Tráfico  
IMDA= 60

- $W18 = \Sigma EE_i \cdot Fca \cdot 365$

- “Fca” Factor de crecimiento acumulado

$$Fca = (1 + r)^n - 1 / r \qquad Fca = 23.39$$

- Tráfico acumulado en el primer año, en ejes equivalentes

$$\Sigma EE_i = IMD_i \cdot Fd \cdot Fc \cdot Fvp \cdot Fp$$

$Fd = 0.5$       Cuadro 6.1 (Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño)

$Fc = 1$       Cuadro 6.1 (Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño)

$Fp = 1$       Cuadro 6.13 (Factor de ajuste por presión de neumático para ejes equivalentes)

Via: Una calzada, dos sentidos y un carril por sentido.

$$EE_{s1} = (P/6.6)^{4.1}$$

$$EE_{B2} (7/6.6)^{4.1} = 1.273$$

$$\Sigma EE_i = EE_{B2} \cdot Fd \cdot Fc \cdot Fp = 0.637$$

$$W18 = \Sigma EE_i \cdot Fca \cdot 365 \qquad W18 = 0.637 \cdot 23.39 \cdot 365 \qquad W18 = 5,438.292$$

- Módulo de reacción de la subrasante “K”

$$ME = 2555 \cdot CBR^{0.64} \qquad ME = 2555 \cdot (43.4)^{0.64} \qquad ME = 28,535.424$$

MR = 28,535.424

Desviación estándar  $S_o$

$S_o = 0.35$

Confiabilidad R

R = 90%

$$\log_{10} w_{t18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10} (SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}(\Delta PSI / 4.2 - 1.5)}{0.40 + (1094 / (SN+1))^{5.19}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Espesor de losa de concreto y subbase = 5.5 in = 13.97 cm. = 15cm.

### Figura 7

CBR  $\geq 30$  %

15 Cm.	Losa de concreto
15 Cm	Sub base granular

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 09 exhibe los CBRs conseguidos en cada calicata: C-1 con 48.5 %, C-2 con 45.6 % y C-3 con 36.0 %. Se considera en general como un rendimiento bueno, apto tanto para la base como para la subbase. La clasificación SUCS es GP-GM, mientras que en el sistema AASHTO es A2-6. El CBR de diseño obtenido es 43.4 %. La figura 07 ilustra una losa de concreto de 15 cm de espesor junto con una subbase

granular de igual grosor. Esta descripción se fundamenta en la clasificación de suelos según el CBR y las normas de diseño de pavimentos de AASHTO.

#### **IV. Análisis y Discusión**

El centro poblado de Toma se encuentra localizado al costado de la carretera central Huaraz-Caraz, la transitabilidad es exclusivo al centro poblado debido que no hay acceso de carretera a otro lugar, los vehículos que ingresan y salen del centro poblado de Toma es de algunos residentes y otros son los taxis como los station wagons, además vehículos menores como bicicletas y motos. El centro poblado urbanizado consta de cinco calles, cada calle con tres cuadras. Sobre la descripción de la zona de estudio hay poca información e inclusive en el despacho de la alcaldía, las mejoras como de la iglesia, de un campo deportivo entre otras es gracias al apoyo de los residentes nacionales y extranjeros. Como toda población de la sierra celebran a lo grande con orquestas, bandas y cantantes de renombre a nivel nacional e internacional en honor al patrón señor de los Auxilios. El centro poblado cuenta con el nivel inicial, primaria, secundaria y superior, esta última es un instituto tecnológico que tiene dos carreras que oferta enfermería y computación. La mayoría de los estudiantes después de acabar la secundaria optan por salir de la zona en busca de mejores oportunidades tanto por estudiar como laborales.

Para determinar el proctor y el CBR se recogió de tres puntos distribuidos en el área de estudio del centro poblado de Toma a cielo abierto, con una excavación de 1.00 \* 1.00 \* 1.50 cada calicata. Obteniendo en las tres calicatas una humedad óptima de 5.5%, 5.37% y 6.2%, además los resultados del CBR a nivel de terreno natural sobre la máxima densidad seca al 100% se obtuvo que el material es excelente, con los valores de 48.5%, 45,6% y 36%, basados en el manual de carreteras del MTC y AASHTO. Al contrastar con el estudio realizado por Cerna (2020) sobre la propuesta de cimentación en el AA.HH. Nuevo Horizonte en el Distrito de Nuevo Chimbote, se observaron variaciones significativas en el contenido de humedad, que osciló entre 1.62% y 5.66% en diferentes calicatas. Además, se identificó una variabilidad en la clasificación del suelo, siendo clasificado con una doble nomenclatura (SP -

SM), y se determinó una capacidad de 1.50 metros de profundidad. Dichas diferencias se dan por ser una investigación hecha en la costa y el otro en la sierra. Con respecto al estudio por Medrano (2020) Zonificación de los suelos para fines de pavimentación, donde obtuvo un elevado contenido de humedad, mientras que en el centro poblado de Toma se obtuvo un suelo de compactación compacta y en estado ligeramente húmedo a húmedo, habiendo una calidad de suelo diferente entre los dos estudios.

Se procedió a clasificar los tipos de suelo en el Centro Poblado de Toma según las normativas AASHTO y SUCS para la zonificación. Se llevó a cabo un análisis del perfil estratigráfico hasta una profundidad de 0.00 a 1.50 metros para identificar y caracterizar los estratos presentes en el área de influencia. Los resultados de las tres calicatas mostraron coherencia; de acuerdo con la clasificación AASHTO, el material se categorizó como granular de excelente a bueno para el subgrado, siendo de tipo A-2-6, que consiste en grava y arena con contenido arcilloso o limoso. Según la clasificación SUCS, el suelo fue identificado como GC, grava arcillosa con arena, con compactación compacta y un grado de humedad que va de ligeramente húmedo a húmedo. En comparación con el estudio de Cerna (2020) sobre la propuesta de cimentación en el AA.HH. Nuevo Horizonte en el Distrito de Nuevo Chimbote, se observó un rango de contenido de humedad entre 1.62% y 5.66% en el suelo del área de estudio. Además, mediante el análisis granulométrico por tamizado, se determinó la presencia de suelos clasificados como A-2-4 (grava y arena con contenido arcilloso o limoso) y A-3 (arena fina) según AASHTO, así como suelos de arena limosa (SM) y arena mal graduada con limo (SP - SM) y sin limo (SP) según SUCS. Se observa cierta similitud en la composición de ambos tipos de suelo, que incluyen grava y arena con contenido arcilloso o limoso. Con respecto al estudio realizado por Soriano (2019) Estudio de suelos para la zonificación geotécnica del camino vecinal Chirinos-Sillarume. Conciden por obtener doble simbología, la diferencia es en el tipo de suelo; el de Soriano está expuesto a sulfatos clasificado como severo, mientras el otro de suelo excelente

a bueno y con el estudio de Osorio (2019) Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos difieren ambos estudios por ser de Osorio en terreno inclinada o elevada, donde el objetivo es evitar el deslizamiento del suelo. En el centro poblado de Toma el terreno es plano y el propósito es con fines de pavimentación. De la misma manera con el estudio realizado por Diaz (2021) Zonificación geomecánica para la cimentación de la Relavera N° 5 en la quebrada 1, provincia de Bolivar se difiere por el tipo de suelo encontrado como andesitas, dacitas y diques de basalto con alteraciones de cloríticas y propilíticas, mientras que en el centro poblado de Toma se obtuvo gravas arcillosas.

Se analizó el suelo según AASHTO para describir su comportamiento. Se diseñó según AASHTO y el MTC. Los CBR obtenidos fueron: C-1 48.5%, C-2 45.6% y C-3 36.0%, clasificados como buenos. SUCS indica GP-GM, AASHTO A-2-6, y CBR diseño 43.4%. La losa tiene 15 cm y la subbase también. Basado en la Clasificación de suelos por CBR y AASHTO. Según Sánchez (2019), se zonificó la capacidad portante del suelo en San Francisco del Río Mayo, Cuñumbuque. Se formaron 2 zonas según propiedades mecánicas (ZONA I y II), y una zona CL según propiedades físicas, coincidiendo con capacidades portantes similares.

## V. Conclusiones

Para determinar el proctor y el CBR se recogió de tres puntos distribuidos en el área a cielo abierto, con una excavación de 1.00 \* 1.00 \* 1.50 cada calicata. Obteniendo en las tres calicatas una humedad óptima de 5.5%, 5.37% y 6.2%, además los resultados del CBR a nivel de terreno natural sobre la máxima densidad seca al 100% se obtuvo que el material es excelente, con los valores de 48.5%, 45,6% y 36%, basados en el manual de carreteras del MTC y AASHTO.

Se procedió a clasificar los suelos del Centro Poblado de Toma según AASHTO y SUCS para la zonificación. Se determinó el perfil estratigráfico hasta 1.50m de profundidad para identificar capas. Las 3 calicatas muestran resultados consistentes: AASHTO clasifica el material como granular de excelente a bueno, tipo A-2-6, y SUCS lo cataloga como GC, compacto y ligeramente húmedo a húmedo.

Se describió el comportamiento y estructura del suelo conforme a AASHTO. Los CBR obtenidos fueron: C-1 48.5%, C-2 45.6% y C-3 36.0%, considerados buenos para base y subbase. SUCS indica GP-GM, AASHTO A-2-6, y CBR diseño 43.4%. La losa de concreto tiene 15 cm y la subbase granular también. Información basada en la Clasificación de suelos por CBR y AASHTO para diseño de pavimentos.

## **VI. Recomendaciones**

Se recomienda a las autoridades competentes tener en cuenta el proctor y el CBR obtenido, porque tiene una humedad óptima y es de un material excelente.

De acuerdo con la norma AASHTO, el material es granular de calidad excelente a buena como subgrado y la clasificación SUCS identifica como un suelo de partículas gruesas con una cantidad de finos, compacto y con un nivel de humedad que va de ligeramente húmedo a húmedo. Por lo que se recomienda su utilización.

Se recomienda tener en cuenta el diseño propuesto de una losa de concreto de 15 cm de espesor y una subbase granular también de 15 cm.

## **VII. Agradecimiento**

A la universidad San Pedro, por su noble tarea como institución formadora de grandes profesionales. A mis profesores de las diferentes asignaturas, quienes compartieron sus conocimientos como sus experiencias para poder ayudarme en mi desarrollo profesional. A mi asesor por apoyarme en la culminación de mi tesis.

## Referencias bibliográficas

- Acuña, P. (2012). Consultoria en proyectos de Planeamiento urbano y regional. Universidad Nacional de Ingeniería – Perú. <https://urbanoperu.com/Las-barriadas-la-tarea-actual-del-urbanismo-y-los-planes-de-vivienda-en-el-peru>
- Alva, J. (2012). Diseño de cimentaciones. Instituto de la construcción y gerencia ICG. Fondo Editorial ICG. [https://www.academia.edu/39218001/Dise%C3%B1o\\_de\\_Cimentaciones\\_Dr\\_Ing\\_Jorge\\_E\\_Alva\\_Hurtado](https://www.academia.edu/39218001/Dise%C3%B1o_de_Cimentaciones_Dr_Ing_Jorge_E_Alva_Hurtado)
- American Society for Testing and Materials D420 ASTM (2016). Standard Guide for Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes. United States. <https://es.scribd.com/document/582098714/ASTM-D-420>.
- Botía, W. (2015). Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá – Colombia. Disponible en: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE SUELOS.pdf (unimilitar.edu.co).<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6239/MANUAL%20DE%20PROCEDIMIENTOS%20DE%20ENSAYOS%20DE%20SUELOS.pdf;jsessionid=172127C50D87CEB71EE4612E1ABA6A1E?sequence=1>.
- Braja, M. Das. (2001). Fundamentos de la ingeniería geotécnica. 4.a ed. México: Cengage Learning, 656 pp. ISBN: 9786075193731. [https://www.academia.edu/36776734/Fundamentos\\_de\\_ingenieria\\_geotecnica\\_braja\\_m\\_das\\_4ta\\_edicion](https://www.academia.edu/36776734/Fundamentos_de_ingenieria_geotecnica_braja_m_das_4ta_edicion).
- Crespo, C. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ta. ed. Limusa, México, 650 pp. ISBN: 9681864891.

<https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>.

Cerna, A. (2020). Propuesta de cimentación en el AA.HH. Nuevo Horizonte en el Distrito de Nuevo Chimbote. (Tesis de pregrado). Universidad San Pedro, Chimbote – Perú.  
<http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20449>.

Díaz, J. (2009). Caracterización dinámica de los suelos – ensayos de campo y laboratorio. Universidad Nacional Autónoma de México.  
<https://es.scribd.com/document/199733250/1-Caracterizacion-dinamica-de-suelos-Diaz-Rodriguez>.

García y Ramírez, (2006). Propuesta de un manual de laboratorio de mecánica de suelos conforme a la norma ASTM 2003. Universidad del Salvador.  
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/160575>.

Juárez, E., & Rico, A. (2005). Mecánica de Suelos. Tomo 1 Fundamentos de Mecánica de Suelos (Editorial). México, D.F.  
<https://www.udocz.com/apuntes/47646/mecanica-de-suelos-tomo-1-fundamentos-de-la-mecanica-de-suelos-juarez-badillo-y-rico-rodriguez>.

Medrano, E. (2020). Estudio de Zonificación de los Suelos para Fines de Cimentación Superficial del Sector Pómape del Distrito de Monsefú - Chiclayo.  
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7468>.

MTC, (2014). Manual de carreteras (Actual) Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Perú.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)

- Miranda, R. (2010). Deterioros en Pavimentos Flexibles y rígidos (Tesis de pregrado).  
 Universidad Austral de Chile.  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
- Osorio, L. (2019). Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos. Caso de Estudio: Nariño - Colombia (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia.  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69829/1030564924.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- 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.  
<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3318>.
- Soriano, J. (2019). “Estudio de suelos para la zonificación geotécnica del camino vecinal Chirinos – Sillarume – San Pedro, distrito de Chirinos - San Ignacio – Cajamarca - 2019”.  
<http://repositorio.udch.edu.pe/handle/UDCH/29/browse?type=subject&value=carretera>.
- Valverde, A. (2022). Zonificación de suelos en el AA.HH. Praderas de Luis Arroyo con fines de cimentación, Nuevo Chimbote – 2021. Universidad San Pedro, Chimbote – Perú.  
<http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/21120>.

## **Anexos y apéndices**

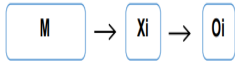
## **ANEXO 1**

### **Matriz de operacionalización de variables**

	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Zonificación de suelos	Alba (2016), es un proceso de sectorización de un área compleja, en superficies subjetivamente homogéneas, caracterizadas de consenso a los tipos de estratos localizados por sectores, en los cuales se especifican sus propiedades tanto físicas como mecánicas.	Sobrados (2018), la zonificación en estudio se determina de acuerdo a la clasificación de suelos, en donde es necesario el conocer las propiedades mecánicas del suelo, por medio del ensayo de granulometría del terreno, límites de consistencia; estos datos se obtienen mediante diversos ensayos de laboratorio sustentados técnicamente bajo las normas ASTM y NTP de modo que faciliten la clasificación de suelos según los sistemas SUCS y AASHTO.	Tipo de suelo	Análisis granulométrico
				Contenido de humedad
				Límite líquido
				Límite plástico
			Perfil estratigráfico	Índice de plasticidad
				Color
				Tamaño
Humedad				

**ANEXO 02**  
**Matriz de consistencia**

Problema	Variables	Objetivos	Hipótesis	Metodología
		<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el centro poblado de Toma, Tinco, Carhuaz, Ancash 2023.</p>	<p>La zonificación</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> No experimental descriptiva ya que se describirán sin manipular ninguna variable, y los resultados serán descritos tal cual. <b>Diseño de investigación.</b></p>

<p>¿Cuál es la zonificación del suelo en el centro poblado de Toma con fines de pavimentación, distrito de Tinco – 2023?</p>	<p>Zonificación de suelos</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b>  Localización y descripción de la zona de estudio.  Realizar el estudio de suelo con fines de determinar el proctor y el CBR de la zona de estudio.  Clasificar los tipos de suelo en el Centro Poblado de Toma de acuerdo a la norma AASHTO y SUCS, para la zonificación.  Conocer y describir el comportamiento y estructura del suelo conforme a los resultados obtenidos de mecánica de suelos por el método AASHTO.</p>	<p>de los suelos con fines de pavimentación en el Centro Poblado de Toma mejoraría la transitabilidad y el acceso a la zona.</p>	<div style="text-align: center;">  <p>M → Xi → Oi</p> </div> <p><b>Donde:</b>  M: Representa el área de estudio suelo del centro poblado de Toma.  Xi: Zonificación de suelos.  Oi: Resultados obtenidos en campo y laboratorio.</p> <p><b>Población:</b>  Centro poblado de Toma a lo largo y ancho del total del área.</p> <p><b>Muestra:</b>  Centro poblado de Toma.</p> <p><b>Técnica e Instrumento de recolección de datos:</b>  Observación científica – Guía de observación resumen.  Investigación documental – Fichas técnicas de ensayos de laboratorio.  Ensayos de laboratorio – Fichas de registro de datos.  Revisión de documentos - Fichas de resumen</p>
--	-------------------------------	---	--	---

ANEXO 03

CONTENIDO DE HUMEDAD



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
(ATTM) (CAMP 22 1 65 )

**SOLICITA :** MAUREL, ADELSON FLORES PASCOR  
**TESIS :** ZONIFICACIÓN DE ZONAS DE LOS CONOS DE SALVADORA EN LAS ESCALERAS Y PISAS DE FORMADO  
TRACO, CARHUAC, AMBROSIO  
**MUESTRA :** CALICOTAS  
**MUESTRAS :** TERRENO NATURAL  
**LUGAR :** CARHUAC - HUASNA - HUASNA  
**FECHA :** 25/10/2023

ENSAYO Nº	G-1	G-2	G-3
Peso de tara + M1	1018.00	1011.80	1001.80
Peso de tara + M2	25.12	25.12	25.12
Peso de tara	992.88	986.68	976.68
Peso del agua	15.50	25.12	15.50
M1	113.43	775.38	775.38
Contenido de humedad (%)	13.5	3.26	3.73

**NOTA :** La muestra fue recibida y recibida por el interesado en este Laboratorio.



## **ANEXO 4**

### **Relación de soporte - CBR**



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

SOLICITA : MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN  
 TESIS : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,  
 TINCÓ, CARHUAZ, ANCASH 2023.  
 MATERIAL : TERRENO NATURAL  
 CALICATA : .1  
 LUGAR : CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH  
 FECHA : 25/10/2023

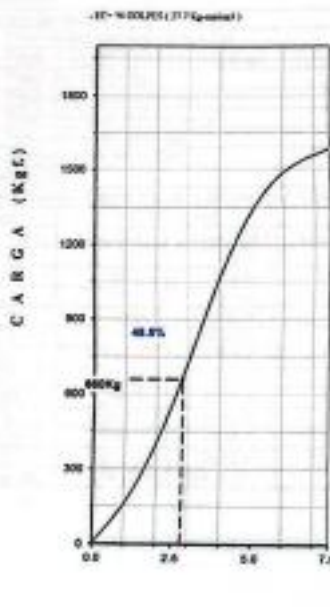
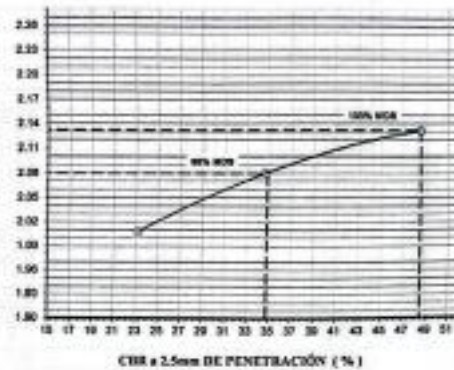
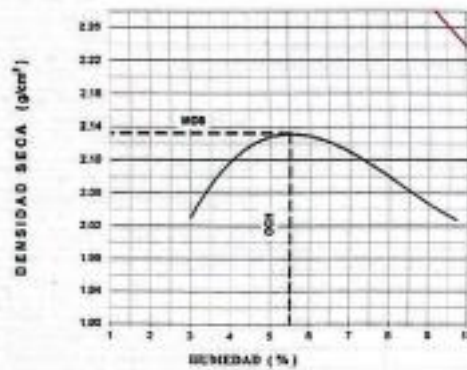
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	66		25		12	
Energía Compactación (kg-cm)/cm <sup>2</sup>	27.7		12.2		6.1	
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,868.0		8,865.0		8,676.0	
02 - Peso del molde (g)	4,137.4		4,153.8		4,140.5	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,828.6		4,711.4		4,535.5	
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,150,000		2,127,000		2,121,090	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.246		2.215		2.138	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	920.0		900.0		850.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	504.0		482.0		422.0	
09 - Peso del agua (g)	16.0		18.0		28.0	
10 - Peso del tarro (g)	204.0		204.0		190.0	
11 - Peso suelo seco (g)	300.0		278.0		432.0	
12 - Contenido de humedad (%)	5.3		6.5		6.5	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.132		2.080		2.008	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,828.6		4,711.4		4,535.5	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,094.4		9,011.0		8,650.6	
03 - Peso del molde (g)	4,137.4		4,153.8		4,140.5	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,957.0		4,857.4		4,710.1	
05 - Peso del agua absorbida (g)	128.4		148.0		174.8	
06 - Peso del suelo seco (g)	4,584.1		4,424.9		4,259.4	
07 - Absorción de agua (%)	2.8		3.3		4.1	
<b>Penetración</b>						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [66 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	20.0	112.9	10.0	70.4	6.0	53.4
1.3	45.0	219.1	25.0	154.1	12.0	78.9
1.9	83.0	380.6	42.0	205.4	23.0	125.7
2.5	120.0	537.82	51.0	244.63	45.0	219.13
3.2	180.0	792.8	110.0	495.3	80.0	367.9
3.8	245.0	1069.0	150.0	665.3	115.0	516.6
5.08	303.0	1315.4	192.0	843.8	170.0	750.3
7.6	370.0	1600.1	248.0	1081.7	205.0	899.0
10.16	510.0	2185.0	345.0	1493.9	255.0	1111.4
12.7	645.0	2768.6	455.0	1961.3	240.0	1047.7
Carga (%)	537.82 kgf. (39.5%)		244.63 kgf. (18%)		219.13 kgf. (16.1%)	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Manuel Solar Jara  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

NOMBRE : HANAL, ARISTEN FLORES RAMON	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	C
TÍTULO : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO Poblado DE TAMA, TIKOO, CARRIZAL, ANCOCH 2021	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2.152
MATERIAL : TERRENO NATURAL	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.5
CALICATA : 1	CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)	48.8
UBICACIÓN : CHIMBOTE - HUARAZ - ANCOCH	CBR AL 80% DE LA M.D.S. (%)	34.8
FECHA : 25-04-2021	BLCO : --	SP : --
	ASIENTO : 4.0cm	EXPANSIÓN : --
	ABSORCIÓN : 2.8 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 8.3 %



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



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

SOLICITA : MANUEL AGUSTIN FLORES PASIÓN  
 TESIS : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,  
 TINGO, CARHUAZ, ANCASH 2023.  
 MATERIAL : TERRENO NATURAL  
 CALICATA : 2  
 LUGAR : CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH  
 FECHA : 25/10/2023

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	55	25	12			
Energía Compactación (kg-cm/cm <sup>2</sup> )	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,052.0	8,910.0	8,810.0			
02 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.8	4,140.5			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,914.6	4,756.4	4,669.5			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,150,000	2,127,000	2,121,090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2,286	2,238	2,201			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	400.0	500.0	400.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	388.0	482.0	390.0			
09 - Peso del agua (g)	12.0	18.0	10.0			
10 - Peso del tarro (g)	200.0	187.0	200.0			
11 - Peso suelo seco (g)	188.0	315.0	190.0			
12 - Contenido de humedad (%)	6.4	5.7	5.3			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.148	2.115	2.091			
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,914.6	4,756.4	4,669.5			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,187.5	9,040.5	8,956.4			
03 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.8	4,140.5			
04 - Peso suelo embebido (g)	5,050.1	4,886.8	4,815.9			
05 - Peso del agua absorbida (g)	115.5	130.5	146.4			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,619.7	4,495.3	4,436.0			
07 - Absorción de agua (%)	2.5	2.9	3.3			
<b>Penetración</b>						
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	20.0	112.9	18.0	85.9	10.0	70.4
1.3	50.0	240.4	30.0	155.4	15.0	91.7
1.9	75.0	350.9	42.0	206.4	20.0	125.1
2.5	105.0	474.08	52.0	248.88	44.0	214.88
3.2	173.0	763.0	110.0	495.3	94.0	427.3
3.8	228.0	956.7	180.0	757.8	130.0	580.3
5.08	295.0	1281.4	190.0	835.3	170.0	750.3
7.8	380.0	1587.8	240.0	1047.7	210.0	925.2
10.16	458.0	1974.0	290.0	1280.2	280.0	1217.7
12.7	610.0	2619.9	440.0	1897.6	330.0	1430.1
Carga (%)	474.08 kgf. [34.8%]		248.88 kgf. [18.3%]		214.88 kgf. [15.8%]	

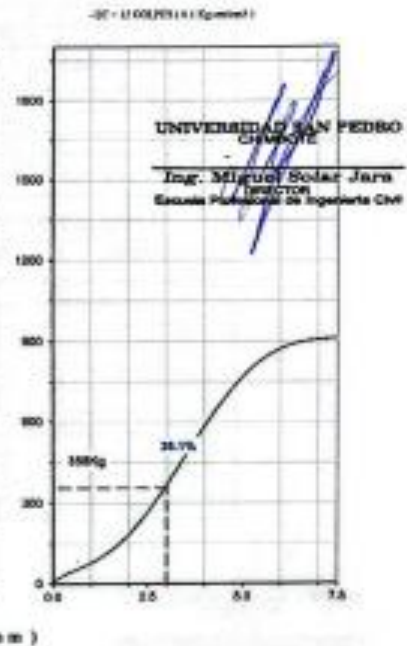
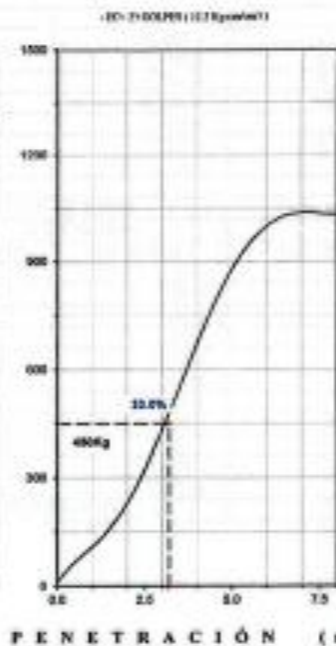
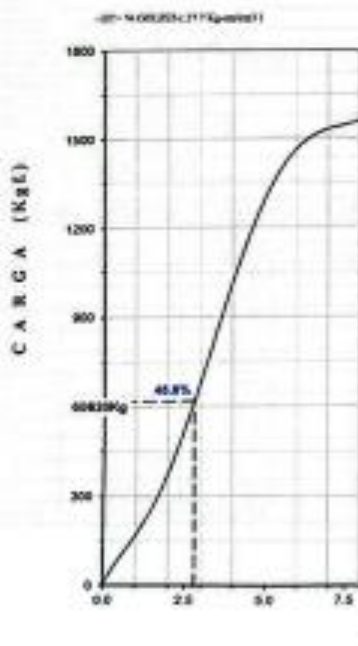
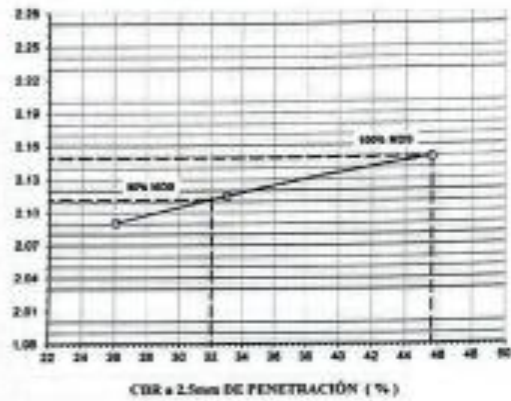
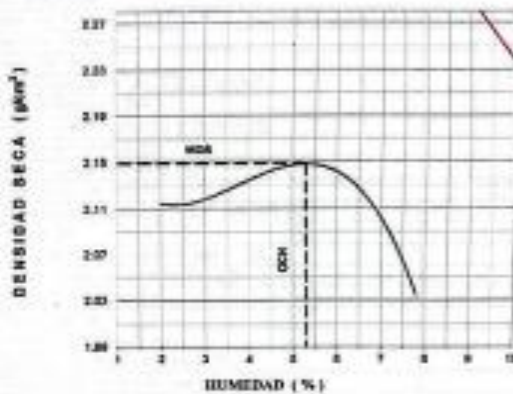
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Ing. Miguel Solar Jara  
 Inspector  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1553]

NOMBRE : MANUEL AGUIRRE FLORES PABON	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	C
TECNO : DENSIFICACIÓN DE SUELOS CON FORMA DE PAVIMENTACIÓN EN EL	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.146
DENTRO PUEBLO DE TOMA, TRUJILLO, GUANAZO, ANCAHUA 2005	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.3
	CBR A 100% DE LA M.D.S. (%)	45.6
	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	32.8
MATERIAL : TERREÑO NATURAL	SUCS	LL : -- P : -- G <sub>2</sub> : --
CALENTA : J	ANILITO	ABSORCIÓN : 2.5 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 7.8 %
UBICACIÓN : CHIMBOTE - HUAYAZ - BICASH	ABSORCIÓN : 2.5 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 7.8 %
FECHA : 20-03-2003		





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

SOLICITA : MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN  
 TESIS : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,  
 TINGO, CARHUAZ, ANCASH 2023.  
 MATERIAL : TERRENO NATURAL  
 CALICATA : 3  
 LUGAR : CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH  
 FECHA : 25/10/2023

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capes	5	5	5			
Numero de Golpe	58	25	12			
Energía Compactación (kg-cm/cm <sup>2</sup> )	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca (CBR)</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,066.0	8,008.0	8,844.0			
02 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.6			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,928.6	4,754.4	4,703.6			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,150,000	2,127,000	2,121,090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.292	2.235	2.217			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	450.0	430.0	412.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	438.0	418.0	400.0			
09 - Peso del agua (g)	12.0	12.0	12.0			
10 - Peso del tarro (g)	198.0	200.0	202.0			
11 - Peso suelo seco (g)	240.0	218.0	198.0			
12 - Contenido de humedad (%)	5.0	5.5	6.1			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.183	2.119	2.091			
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,928.6	4,754.4	4,703.6			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,159.9	8,016.2	8,972.6			
03 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.6			
04 - Peso suelo embebido (g)	5,022.5	4,862.6	4,832.1			
05 - Peso del agua absorbida (g)	83.9	108.2	128.6			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,683.9	4,506.3	4,434.7			
07 - Absorción de agua (%)	2.0	2.4	2.9			
<b>Penetración</b>						
Factor Anillo: Carga (kgf.) = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [58 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
0.83	18.0	104.4	12.0	78.9	8.0	61.9
1.3	35.0	176.6	24.0	129.9	18.0	104.4
1.9	55.0	261.6	34.0	172.4	24.0	129.9
2.5	80.0	410.34	55.0	261.62	46.0	223.38
3.2	126.0	563.3	80.0	367.9	60.0	262.9
3.8	180.0	790.8	110.0	495.3	80.0	357.9
5.08	230.0	1005.2	190.0	835.3	110.0	495.3
7.6	305.0	1302.7	240.0	1047.7	140.0	622.8
10.16	422.0	1821.1	270.0	1175.2	180.0	792.8
12.7	500.0	2152.5	340.0	1472.8	270.0	1175.2
Carga (%)	410.34 kgf. (30.2%)		261.62 kgf. (19.2%)		223.38 kgf. (16.4%)	

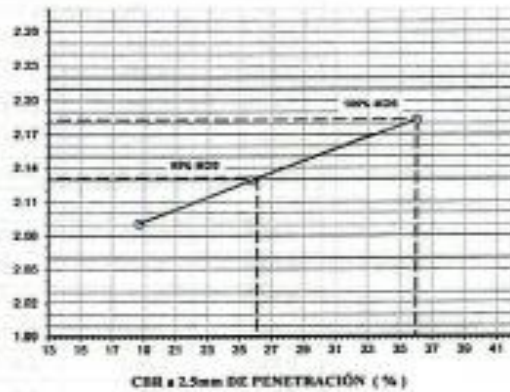
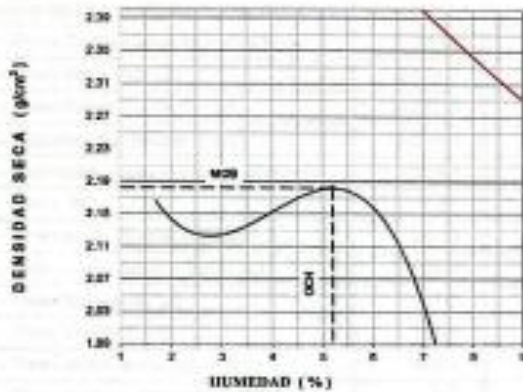
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solari Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACION DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

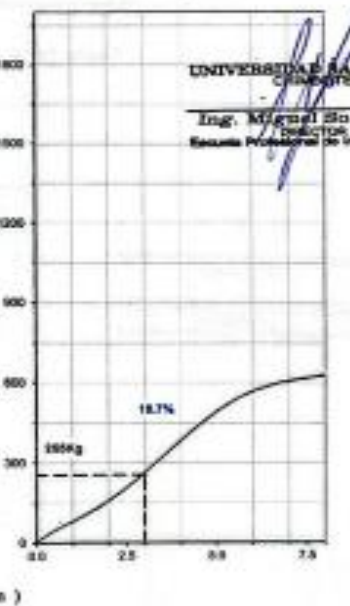
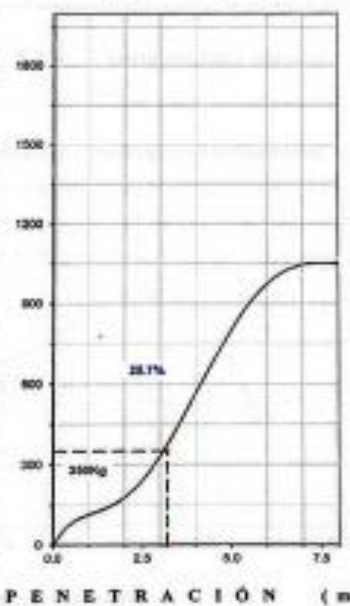
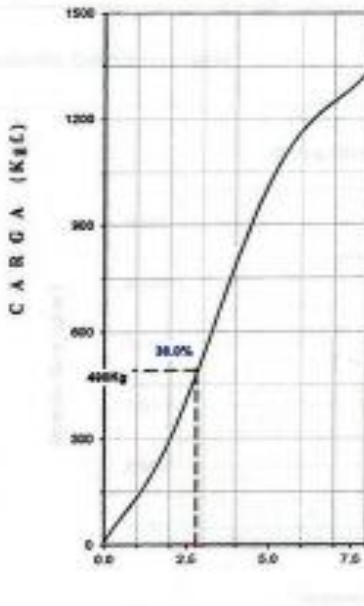
NOMBRE : RAMÓN AGUIRRE FLORES PASÓN		MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		C
TÍTULO : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )		2.162
CENTRO POBLADO DE TONÁ, TANGO, CAPULI, ANCASH 2004		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9.2
		CGR AL 100% DE L.A.M.D.E. (%)		36.0
		CGR AL 95% DE L.A.M.D.E. (%)		28.1
MATERIAL : TERREÑO NATURAL		SUELO :		U <sub>c</sub> :
CALCATA : 2		ASEDO :		EMBEJDO : 4 dias EXPANSIÓN :
UBICACIÓN : CHIMBOTE - HUAYAZ - ANCASH		ABSORCIÓN :		HUMEDAD DE PENETRACIÓN :
FECHA : 25-Oct-2022		2.0 %		7.2 %



(C) = 1400PSI (111.8kg/cm<sup>2</sup>)

(C) = 3100PSI (221.8kg/cm<sup>2</sup>)

(C) = 1100PSI (77.8kg/cm<sup>2</sup>)



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

## **ANEXO 5**

### **Proctor modificado**



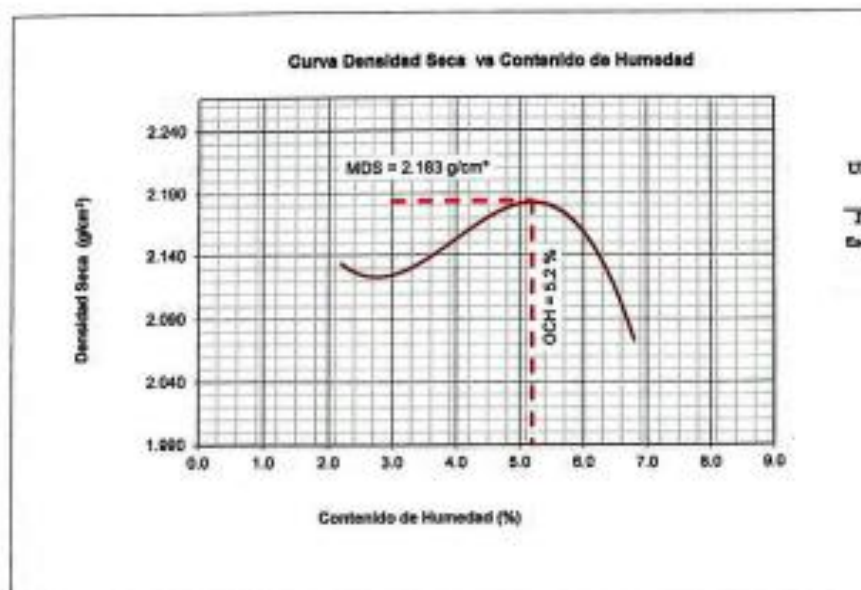
**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN  
 TESIS : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,  
 TINCO, CARHUJAZ, ANCASH 2023.  
 MATERIAL : TERRENO NATURAL  
 CALICATA : 3  
 LUGAR : CARHUJAZ - HUARAZ - ANCASH  
 FECHA : 25/10/2023

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes			56
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7542	7728	7810	7818	
02 - Peso del Molde (g)	2805.0	2805.0	2805.0	2805.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4937.0	5123.0	5205.0	5013.0	
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.181	2.283	2.299	2.214	
06 - Tarro N°	01	02	03	04	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	540.0	500.0	470.0	806.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	533.0	488.0	456.0	580.0	
09 - Peso del agua (g)	7.0	12.0	14.0	26.0	
10 - Peso del tarro (g)	212.0	214.0	200.0	198.0	
11 - Peso suelo seco (g)	321.0	274.0	266.0	382.0	
12 - Contenido de Humedad (%)	2.2	4.4	5.5	6.8	
13 - Densidad del Suelo Soco (g/cm <sup>3</sup> )	2.134	2.167	2.179	2.073	

Contenido Optimo Humedad                      5.2 %      Densidad Seca Maxima,      2.183 g/cm<sup>3</sup>



  
**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 Cusco  
 Ing. Miguel Bolívar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN  
 TESIS : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,  
 TINGO, CARHUAZ, ANCASH 2023.  
 MATERIAL TERRENO NATURAL  
 CALICATA : 2  
 LUGAR : CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH  
 FECHA : 25/10/2023

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup>		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7510	7586	7736	7660
02 - Peso del Molde (g)	2805.0	2805.0	2805.0	2805.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4905.0	4981.0	5131.0	5055.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.167	2.200	2.266	2.233
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	500.0	560.0	550.0	500.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	492.0	548.0	532.0	480.0
09 - Peso del agua (g)	8.0	12.0	18.0	20.0
10 - Peso del tarro (g)	166.0	202.0	206.0	206.0
11 - Peso suelo seco (g)	326.0	346.0	326.0	274.0
12 - Contenido de Humedad (%)	2.5	3.5	5.5	7.3
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.114	2.126	2.148	2.081

Contenido Optimo Humedad                      5.3 %    Densidad Seca Maxima,    2.149 g/cm<sup>3</sup>



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Aolar Jara  
 Profesor  
 Estado Profesional de Ingeniero Civil



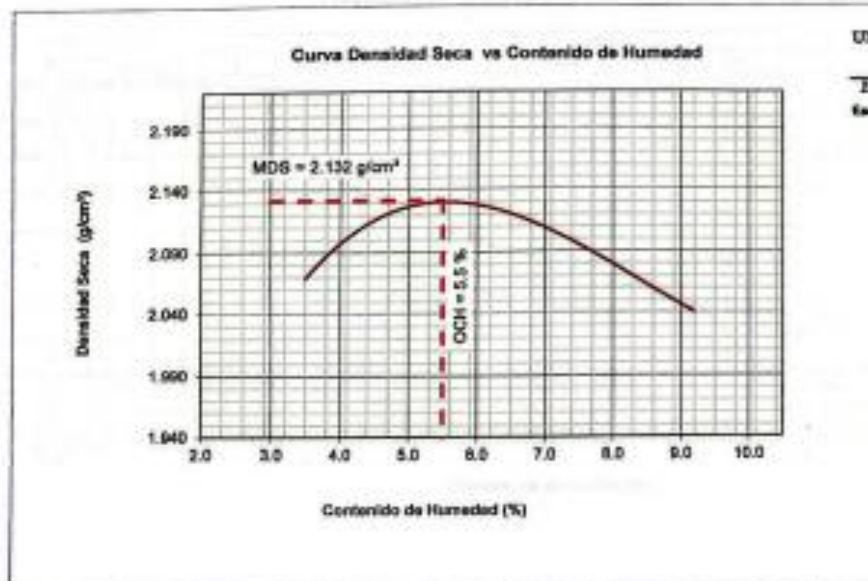
**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN  
 TESIS : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,  
 TINCO, CARHUAZ, ANCASH 2023.  
 MATERIAL : TERRENO NATURAL  
 CALICATA : 1  
 LUGAR : CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH  
 FECHA : 25/10/2023

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		58
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7452	7862	7708	7850
02 - Peso del Molde (g)	2805.0	2805.0	2805.0	2805.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4647.0	5057.0	5103.0	5045.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.141	2.234	2.254	2.228
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	682.0	540.0	550.0	501.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	666.0	524.0	524.0	474.0
09 - Peso del agua (g)	16.0	16.0	26.0	27.0
10 - Peso del tarro (g)	204.0	202.0	188.0	182.0
11 - Peso suelo seco (g)	462.0	322.0	358.0	292.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.5	5.0	7.3	9.2
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.069	2.127	2.101	2.041

Contenido Optimo Humedad                      5.5 %      Densidad Seca Máxima,      2.132 g/cm<sup>3</sup>



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

## **ANEXO 6**

### **Análisis granulométrico por tamizado**



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

SOLICITA : MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN  
 PROYECTO : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE FUNDAMENTACIÓN EN EL CENTRO ROBADDO DE TOMA, T:  
 TINCO, CARHUAZ, ANCASH 2023.  
 MUESTRA : CALICATA - 1 TERRENO NATURAL  
 LUGAR : NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 25/10/2023

Peso Seco Inicial	1102 gr.
Peso Seco Lavado	936.0 gr.
Peso perdido por lavado	166.0 gr.

CALICATA - 1
M - 1
PROF : 1.50

Tamiz/Apertura	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje (%)	Clasificación AASHTO
Nº					
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	A-2.6 Grava y arena arcillosa o limosa
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	128.0	11.6	88.4	Clasificación (S.U.C.S.)
1/2"	12.50	58.0	5.3	83.1	
3/8"	9.50	68.0	6.2	77.0	Suelo de partículas gruesas, Suelo de partículas gruesas con finos (suelo suizo)
1/4"	6.30	68.0	6.2	70.8	
Nº 4	4.75	48.0	4.4	66.4	Grava arcillosa o limosa (G)
Nº 10	2.00	118.0	10.5	55.9	
Nº 20	0.850	88.0	7.8	49.1	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 66.4
Nº 30	0.600	78.0	2.5	54.4	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 15.1
Nº 40	0.425	42.0	3.8	58.3	D60 (mm) : 3.00
Nº 60	0.250	49.0	4.4	62.7	D30 (mm) : 0.199
Nº 100	0.150	179.0	16.2	78.9	D10 (mm) :
Nº 200	0.075	66.0	6.0	84.9	Cu
< 200	166.0	15.1	100.0	0.0	Cc
Total	1102.0			100.0	

Límite líquido LL	25.53
Límite plástico PL	14.55
Índice de plasticidad IP	10.98

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Solar Jara  
 Docente - Laboratorio de Ingeniería Civil



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

SOLICITA : MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN  
 PROYECTO : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,  
 TINCO, CARHUAZ, ANCASH 2023.  
 MUESTRA : CALICATA - 2 TERRENO NATURAL  
 LUGAR : NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 25/10/2023

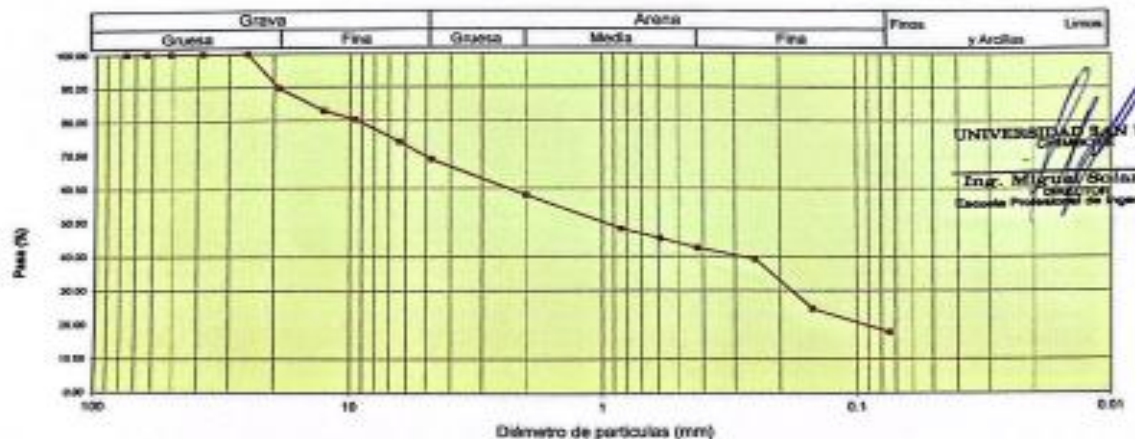
Peso Seco Inicial	1155	gr.
Peso Seco Lavado	950.0	gr.
Peso perdido por lavado	205.0	gr.

CALICATA - 2
M - 1
PROF : 1.50

Tamiz/Abertura	Peso Retenido (gr.)	Retenido Porcent (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				
2 1/2"	75.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2.6 Grava y arena arcillosa a limosa
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	120.0	10.4	89.6	
1/2"	12.50	78.0	6.7	93.3	Valor del índice de grupo (IG) : 0
3/8"	9.50	30.0	2.6	97.4	Clasificación (S.U.C.S.)
1/4"	6.30	78.0	6.6	93.4	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo suelto)
N° 4	4.75	60.0	5.2	94.8	Grava arcillosa con arena 60
N° 10	2.00	122.0	10.6	89.4	Pasa tamiz N° 4 (%) : 68.5
N° 20	0.850	114.0	9.9	90.1	Pasa tamiz N° 200 (%) : 17.8
N° 30	0.600	32.0	2.8	97.2	D60 (mm) : 2.53
N° 40	0.425	32.0	2.8	97.2	D30 (mm) : 0.175
N° 60	0.250	38.0	3.3	96.7	D10 (mm) :
N° 100	0.150	166.0	14.5	85.5	Cu
N° 200	0.075	60.0	6.9	93.1	Cc
< 200		205.0	17.8	82.2	
Total		1155.0		100.0	

Límite líquido (LL)	25.53
Límite plástico (LP)	14.65
Índice plasticidad (IP)	10.88

**CURVA GRANULOMÉTRICA:**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Soler Jara  
 Excmo. Profesional de Ingeniería CIVIL



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

SOLICITA : MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN  
 PROYECTO : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,  
 TINCO, CARHUAZ, ANCASH 2023.  
 MUESTRA : CALICATA - 3 TERRENO NATURAL  
 LUGAR : NUJEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 25/10/2023

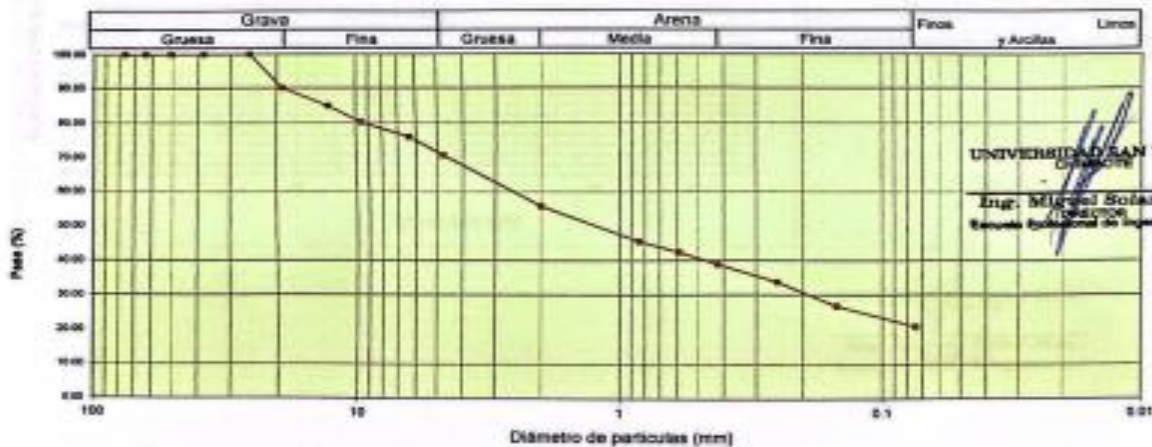
Peso Seco Inicial	1185	gr.
Peso Seco Lavado	938.0	gr.
Peso perdido por lavado	247.0	gr.

CALICATA - 3
M - 1
PROF : 1.50

Tamiz (Abertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3-6 Grava y arena arcillosa o limosa.
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	
2"	59.80	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	Valor del índice de grupo (IG) : 0
3/4"	19.00	1.6	0.8	90.2	
1/2"	12.50	6.2	5.2	85.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	6.0	4.7	80.3	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con fines (suelo suelto).
1/4"	8.30	5.2	4.4	75.9	Gravillas en arena OC
N° 4	4.75	6.4	5.4	70.5	Pasa tamiz N° 4 (%) : 70.5
N° 10	2.00	17.4	14.7	55.8	Pasa tamiz N° 200 (%) : 20.8
N° 20	0.850	120.0	10.1	54.3	D60 (mm) : 2.79
N° 30	0.600	38.0	3.2	57.6	D30 (mm) : 0.196
N° 40	0.425	42.0	3.5	61.1	D10 (mm) :
N° 60	0.250	60.0	5.1	66.2	Cu
N° 100	0.150	82.0	6.9	73.1	Cc
N° 200	0.075	72.0	6.1	79.2	
< 200		247.0	20.8	100.0	
Total	1185.0			100.0	

Límite líquido (LL)	25.53
Límite plástico (LP)	14.65
Índice de Plasticidad (PI)	10.88

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



## **ANEXO 7**

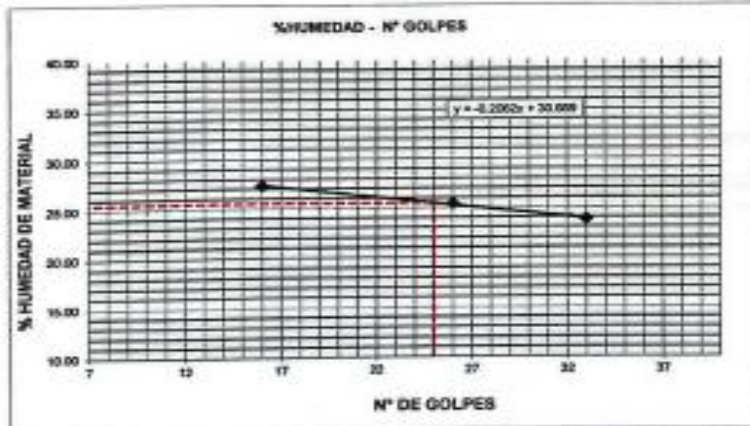
### **Límite líquido y límite plástico**



**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE ELASTICO**  
(MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T99)

SOLICITA : MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN  
 TESIS : ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,  
 TINCO, CARHUAZ, ANCASH 2023.  
 MUESTRA : CALICATAS 1, 2 Y 3  
 LUGAR : CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH  
 FECHA : 25/10/2023

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	55.22	55.40	52.90	23.56	22.80	26.60
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	48.94	48.01	45.60	22.66	22.23	26.17
PESO DE LA TARA (gr.)	16.37	18.97	18.90	18.10	18.30	21.90
PESO DEL AGUA (gr.)	7.28	7.39	7.30	0.70	0.57	0.63
PESO SUELO SECO (gr.)	30.57	29.04	26.70	4.78	3.93	4.27
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.81	25.45	27.34	14.71	14.50	14.75
Nro. DE GOLPES	33	26	18	14.65		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T99)	
LL :	% 25.53

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T99)	
LP :	% 14.65

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 10.88

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ingr. Miguel Solar Jara  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**ANEXO 8**  
**Registro de excavación**



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

SOLICITA	MANUEL AGUSTIN FLORES PASIÓ		
TEMA	ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,		
	TIMCO, CARHUAZ, ANCASH 2023.		
UBICACIÓN	CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	25/10/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
GP-GM		1.50		De -0.00 a -1.50 m.  Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla, de compacidad compacto y en estado ligeramente humedo a humedo.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Ing. *Miguel Solar Jara*  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

SOLICITA	MANUEL AGUSTIN FLORES PASIÓN		
TESIS	ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,		
	TINCO, CARIHUAZ, ANCASH 2023.		
UBICACIÓN	CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m)	N.P.
FECHA	25/10/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALCATA	C - 2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
GP-GM		1.50		De -0.00 a -1.50 m.  Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla., de compacidad compacto y en estado ligeramente humedo a humedo.

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



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

SOLICITA	MANUEL AGUSTÍN FLORES PASIÓN		
TERMS	ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA,		
	TINCO, CARHUAZ, ANCASH 2023.		
UBICACIÓN	CARHUAZ - HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	25/10/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALIGATA	G - 3	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
GP-GM		1.50		De -0.00 a -1.50 m.  Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla., de compactación compacta y en estado ligeramente húmedo a húmedo.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solís Jara  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

## **ANEXO 9**

### **Panel fotográfico**







**REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL**  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
FLORES PASIÓN MANUEL AGUSTIN		31668275	maflopa11@hotmail.com
Apellido y Nombre		DNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Grado Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional <sup>1</sup>			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segundo Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría
<input type="checkbox"/> Doctorado			
4. Título del Documento de Investigación			
ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE TOMA, TINCO, CARHUAS, ANCASH 2023.			
5. Programa Académico			
INGENIERIA CIVIL			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Acceso a todos <sup>2</sup> (http://repositorio.usp.edu.pe/)	<input type="checkbox"/> Acceso restringido <sup>3</sup> (mailto=requerimiento@repositorio.usp.edu.pe)		
<input type="checkbox"/> En caso de restringir su acceso marque:			

**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 COMMONS <sup>4</sup>**

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

Huella Digital 



Lugar: Chimbote Fecha: 05/06/24

**Notas:**

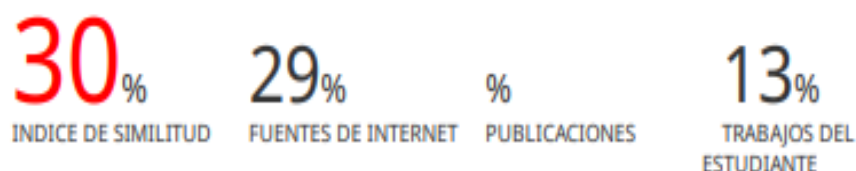
1. Según el Reglamento del Consejo Universitario (Decreto Ley N° 17713) el Reglamento de la Ley N° 17713, el Título de Investigación es un grado académico y Título Profesional es el grado académico.
2. Ley N° 27802 Ley que regula el Repositorio Institucional Digital de la USP. Fue promulgada el 20 de mayo de 2003 y publicada el 22 de junio de 2003.
3. El Autor debe el que de acceso restringido a todos los usuarios de la Universidad (en todo caso, la Universidad debe que el acceso restringido se haga de forma controlada y controlada en el Repositorio Institucional Digital. Resolviendo mediante el Consejo Universitario (Decreto Ley N° 17713) y el Reglamento de la Ley N° 17713).
4. De acuerdo con el artículo 17 del Reglamento de la Ley N° 17713, el Autor debe que el acceso restringido se haga de forma controlada y controlada en el Repositorio Institucional Digital. Resolviendo mediante el Consejo Universitario (Decreto Ley N° 17713) y el Reglamento de la Ley N° 17713.
5. Según el artículo 17 del Reglamento de la Ley N° 17713, el Autor debe que el acceso restringido se haga de forma controlada y controlada en el Repositorio Institucional Digital. Resolviendo mediante el Consejo Universitario (Decreto Ley N° 17713) y el Reglamento de la Ley N° 17713.

USP: 2024-06-05 10:00:00 AM



## Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Centro Poblado de Toma, Tinco, Carhuaz, Ancash 2023

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="https://publicaciones.usanpedro.edu.pe">publicaciones.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
5	<a href="https://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.udch.edu.pe">repositorio.udch.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://www.dspace.uce.edu.ec">www.dspace.uce.edu.ec</a> Fuente de Internet	

		1 %
10	<a href="http://vdocuments.es">vdocuments.es</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://repositorio.usmp.edu.pe">repositorio.usmp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.youtube.com">www.youtube.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
17	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	

		<1 %
21	<a href="http://repositorio.unal.edu.co">repositorio.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://www.dominiodelasciencias.com">www.dominiodelasciencias.com</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://www.lumensoft.pe">www.lumensoft.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to City University of New York System Trabajo del estudiante	<1 %
28	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
29	<a href="http://repository.unimilitar.edu.co">repository.unimilitar.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://www.natuweb.org">www.natuweb.org</a> Fuente de Internet	<1 %

31	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
32	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
33	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	www.mineranet.com.ar Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
36	boletin.imt.mx Fuente de Internet	<1 %
37	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
39	trabajosuelos2019.site123.me Fuente de Internet	<1 %
40	iris.unipv.it Fuente de Internet	<1 %
41	www.jove.com Fuente de Internet	<1 %

42	<a href="http://opac.unellez.edu.ve">opac.unellez.edu.ve</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://dokumen.site">dokumen.site</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://repositorio.puce.edu.ec">repositorio.puce.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://www.bsch.es">www.bsch.es</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://tesis.unsm.edu.pe">tesis.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
52	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
53	<a href="http://www.cptrt.org">www.cptrt.org</a> Fuente de Internet	<1 %

54 **orcid.org**  
Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas      Apagado      Excluir coincidencias < 6 words  
Excluir bibliografía      Activo