

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el
Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Solorzano Cruz, Jhunnior Oscar

Asesor:

Urrutia Vargar, Segundo

Código ORCID: 0000-0003-4415-0484

Chimbote – Perú

2024

Índice

Índice	2
Índice de Tablas.....	3
Índice de Figuras	4
Título.....	6
Resumen	7
Abstract	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. METODOLOGÍA	22
III. RESULTADOS	26
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	33
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES	38
VII. AGRADECIMIENTO	39
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	39
IX. ANEXOS	40

Índice de Tablas

Tabla N°1: Normas técnicas de mecánica de suelos	24
Tabla N° 2: Clasificación de tipos de suelo según norma AASHTO y SUCS.....	26
Tabla N°3: Resultados del contenido de humedad en el Barrio Tacllan Bajo - Huaraz	27
Tabla N°4: Limites de consistencia en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz.....	28
Tabla N°5: Resultados del análisis granulometría en la Barrio Tacllan Bajo-Huaraz	29
Tabla N°6: Resultados obtenidos del CBR (relación de soporte california)	30
Tabla N°7: Resultado obtenidos del Proctor Modificado	31
Tabla N°8: Resultado obtenidos para ESAL	32
Tabla N°9: Cálculo de espesores - Método AASHTO 93.....	33

Índice de Figuras

Figura N°1: Contenido de humedad del suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz ...27

Figura N°2: Análisis granulométrico del suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz...29

Palabras clave:

Tema : Zonificación de suelos
Especialidad : Mecánica de suelos

Key words:

Theme : Soil zoning
Speciality : Soil mechanics

Línea Construcción y Gestión de la Construcción

Área Ingeniería Civil

Sub-área Ingeniería Civil

Disciplina Ingeniería Civil

Línea de investigación - OCDE



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 Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024"** del (a) estudiante: **SOLORZANO CRUZ JHUNNIOR OSCAR**, identificado(a) con Código N° **1412100322**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **27%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 08 de agosto 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 Barrio Tacllan Bajo-
Huaraz-2024

Resumen

Este estudio de investigación se titula “Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024”, tiene como objetivo general establecer la zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, con esto se busca proporcionar parámetros de condición adecuados para una futura estructura de pavimento en los asentamientos humanos.

El enfoque de la investigación adoptado fue descriptivo, enfocándose en recopilar datos sin modificar la situación real. Se utilizaron formatos de laboratorio y fichas técnicas para la recolección de información. La investigación se llevó a cabo de manera voluntaria y gratuita, siendo una iniciativa propia del investigador.

El proceso de recolección de muestras y pruebas de laboratorio llevado a cabo en campo ha sido fundamental para obtener información detallada y precisa sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz. Esta información ha permitido realizar una clasificación adecuada del suelo según los estándares SUCS y AASHTO, lo que es esencial para el diseño y la construcción de pavimentos seguros y duraderos. La clasificación del suelo como CL según SUCS y A-6 según AASHTO, indica que se trata de un suelo con características específicas que deben ser consideradas al diseñar el pavimento. Estos valores de clasificación son fundamentales para determinar el espesor de recubrimiento requerido en cada capa del pavimento, así como para seleccionar los materiales y técnicas de construcción adecuados que garantizarán la estabilidad, resistencia, y durabilidad del pavimento en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz

Abstract

This research study is titled “Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024”, has the general objective of establishing the zoning of soils for paving purposes in the Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, this seeks to provide adequate condition parameters for a future pavement structure in human settlements.

The research approach adopted was descriptive, focusing on collecting data without modifying the real situation. Laboratory formats and technical sheets were used to collect information. The research was carried out voluntarily and free of charge, being the researcher's own initiative.

The process of sample collection and laboratory tests carried out in the field has been essential to obtain detailed and accurate information on the physical and mechanical properties of the soil in the Barrio Tacllan Bajo-Huaraz. This information has allowed for proper soil classification according to SUCS and AASHTO standards, which is essential for the design and construction of safe and durable pavements. The soil classification as SP according to SUCS and A-6 according to AASHTO indicates that it is a soil with specific characteristics that must be considered when designing the pavement. These classification values are essential to determine the required coating thickness in each layer of the pavement, as well as to select the appropriate materials and construction techniques that will guarantee the stability, resistance, and durability of the pavement in the Barrio Tacllan Bajo-Huaraz

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el diseño en capas permite una distribución eficiente de las cargas y una adaptación a diferentes condiciones geotécnicas y de tráfico. Sin embargo, para maximizar sus beneficios y prolongar su vida útil, es crucial realizar un diseño adecuado, seleccionar materiales de alta calidad y llevar a cabo un mantenimiento regular. Con estos principios, los pavimentos flexibles pueden proporcionar un servicio confiable y duradero, mejorando la infraestructura vial y contribuyendo al desarrollo económico y social.

La zonificación de suelos es una práctica esencial en la ingeniería de pavimentos a nivel internacional. Utilizando sistemas de clasificación estandarizados y avanzados métodos de análisis, los ingenieros pueden diseñar pavimentos que sean seguros, duraderos y adaptados a las condiciones locales. La incorporación de nuevas tecnologías y enfoques sostenibles continúa mejorando la precisión y eficacia de la zonificación de suelos, contribuyendo a la construcción de infraestructuras más robustas y resilientes en todo el mundo.

En América Latina, la zonificación de suelos es un proceso fundamental para el desarrollo de infraestructuras viales y urbanas. Dada la diversidad geológica y climática de la región, la zonificación precisa de suelos es crucial para diseñar y construir pavimentos que sean duraderos y adecuados para las condiciones locales.

En el Barrio Tacllan, la población y los nuevos pobladores en el barrio no tienen vías de transitabilidad de acuerdo a la norma, por lo que genera problemas de salud a la población. Esto dio a pie a comenzar la investigación para aprender a zonificar el suelo de acuerdo a su tipo con el propósito de bosquejar una pavimentación apropiada, se deberá considerar dentro de Huaraz, en el Barrio Tacllan, donde la indagación va a ser para conocer si el suelo tiene consistencia o buena resistencia, servirá de base primordial para un conveniente dimensionamiento de la pavimentación trazadas para la creación de vías de transitabilidad seguras para los habitantes del Barrio Tacllan y proporcionar de planos de zonificación asentados en las propiedades físico-mecánicas del suelo de la zona en estudio.

De los estudios realizados en relación a nuestra variables en estudio, se tuvo que recolectar información de otras investigaciones denominadas antecedentes, dentro de estos trabajos previos se consideró en el contexto internacional, Arregui y Romero (2016).“Diseño de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la vía del Cantón Montalvo – intersección Tres Bocas Provincia de los Ríos”, siguiendo los pasos de la metodología calculó y halló los factores que permitieron tener como resultado los espesores de las capas que servirán para diseñar la estructura del pavimento flexible. Realizando su investigación llegó a la conclusión que el tipo de suelo natural debería ser mejorada por una capa de 35 cm, a través del diseño da como resultado lo siguiente: 20cm de sub-base,15cm de base y 10 cm de carpeta asfáltica, las cuales componen las capas del pavimento flexible. Este proyecto al poder ejecutarse eleva el confort a los habitantes brindándoles una infraestructura vial estable y eficaz, por otro lado, permite mayor facilidad de traslado de un sitio a otro y fomenta el comercio en la zona incrementando así el nivel socio económico de la zona

En el contexto nacional, Gonzales y Manay (2020).“Diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Priale, Distrito de José Leonardo Ortiz Provincia de Chiclayo- Departamento de Lambayeque”, obteniendo como resultado el diseño del pavimento flexible. Por consiguiente, usaron los criterios de la metodología dando como resultado los espesores de las capas del pavimento flexible, considerándose lo siguiente: 60 cm de sub base,36 cm de base y 6 cm de capa superficial, estos espesores salieron debido al alto volumen de tráfico ya que se tiene un ESAL de 16 624 751 KN, así mismo por el tipo de suelo que tiene, ya que este cuenta con un CL arcilla de baja plasticidad con arena considerándose un tipo de suelo regular-malo. Esta investigación nos brinda información de respaldo para nuestra realización de nuestro proyecto.

Gallardo y Pescoran. (2019). “Análisis Comparativo Del Diseño Estructural Del Pavimento Flexible Y Pavimento Rígido Para La Avenida Larco Tramo Avenida Huamán Y Avenida Huamán Y Avenida Fátima De La Ciudad De Trujillo”. Se llegó a la conclusión que los espesores de pavimento flexible obtenidos según la metodología AASHTO-93 son de 15 cm para la subbase, 20 cm para base y 10 cm

para capa asfáltica; los espesores para pavimento rígido, aplicando la misma metodología son de, 15 cm para la base y 20 cm para la losa de concreto.

Bermúdez y Henríquez (2019). “Diseño de pavimento flexible para mejoramiento y restauración de la transitabilidad Av. Uno y prolongación Sinchi Roca”. De acuerdo con el estudio de mecánica de suelos, el CBR promedio obtenido es de 27,62% a 95% de MDS, mientras que calicata C-3 tiene CBR promedio de 27,28% a 95% de MDS, que puede clasificar como suelos de buena calidad. En conclusión, el diseño de un pavimento flexible con un ciclo de vida de 20 años, de acuerdo con las recomendaciones del método AASTHO-93, la estructura del pavimento es la siguiente: el espesor de la base es de 15 cm y el espesor de la base es de 15 cm. El grosor de una carpeta de 20 cm es de 5 cm.

Astocondor, D (2020). “Estudio de zonificación de los suelos para fines de cimentación del sector Pómapea del distrito de Monsefú – Chiclayo”, empleó la metodología deductiva apoyado de investigación de campo o área de estudio según normas técnicas peruanas existentes que se aplica a los ensayos de laboratorio. Para los resultados, se realizaron ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia, porcentaje de sales totales y corte directo. Los resultados mostraron que los suelos tienen un alto contenido de humedad debido a la cercanía del nivel freático al terreno natural. También se encontró que los suelos están compuestos por arcillas de baja plasticidad (CL) y arenas arcillosas (SC) en un 38.89%, seguido de arcillas de alta plasticidad (CH) en un 22.22%. Además, se determinó que a una profundidad de 1.00 m, la capacidad portante admisible varía de 0.50 a 0.93 kg/cm²; a una profundidad de 1.50 m, la capacidad portante admisible varía de 0.60 a 1.11 kg/cm²; y a una profundidad de 2.00 m, la capacidad portante admisible varía de 0.74 a 1.30 kg/cm².

A nivel local, Osorio (2019). “Zonificación de suelos en el asentamiento humano José Sánchez Milla con fines de pavimentación, Nuevo Chimbote-Áncash-2019”. El tipo de investigación fue descriptivo, empleando formatos de laboratorio y fichas técnicas para la recaudación de datos, siendo la investigación libre. En conclusión, se indica que la calicata C-02 obtuvo una máxima densidad seca de 1.776 gr/cm³ con una humedad óptima de 13.1%. La calicata C-07 presentó una densidad

máxima seca de 1.65 gr/cm³ con una humedad óptima del 10.97%, la calicata C-09 obtuvo una densidad máxima seca de 1.709 gr/cm³ con una humedad óptima de 11.6%, y la calicata C-13 registró una densidad máxima seca de 1.698 gr/cm³ con una humedad óptima de 11.9%

Pacheco (2021). “Diseño del Pavimento Flexible del Jr. Túpac Amaru – Jr. Pasco en el P.J. Miraflores Alto según Zonificación en Chimbote”. Se concluyó que, al determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo del P.J. Miraflores Alto, la humedad del suelo varía entre 7.98% y 12.19%, y no presenta límites de consistencia. Se concluye que, al identificar la zonificación del suelo según las clasificaciones SUCS y AASHTO, se encontraron varios tipos de suelo. Según la clasificación SUCS, el suelo está compuesto por arena limosa (SM), que es un suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio); arena mal graduada (SP), que es un suelo de partículas gruesas (suelo limpio); y limo arenoso (ML), que es un suelo de partículas más pequeñas y suaves. Según la clasificación AASHTO, el suelo se clasifica como suelos limosos de arena, sedimentos y finos de baja compresión A-4(0); arenas finas A-3(0); y suelos granulares arcillosos o barrocos con presencia de arenas y gravas con un alto contenido de finos A-2-4.

Norabuena (2022). Zonificación de suelos en el AA.HH. Independencia del distrito de Nuevo Chimbote, utilizaron la metodología aplicada-no experimental, con una muestra de 3 calicatas. De este modo, se tuvo una humedad natural de 1.80% a 2.18%, la granulometría indicó un porcentaje elevado de las arenas, con un porcentaje mayor 87.8%, y un mínimo 85%. Así mismo, la arcilla o/y limo se tuvo mínimos 12.2%-15% de porcentajes, además se consideró que no existen valores de sulfatos solubles ni límites de consistencia.

Para mejorar lo evidenciado en los antecedentes, es fundamental establecer un sólido fundamento científico. Esto implica elaborar conceptos clave relacionados con la investigación.

La zonificación implica dividir un área compleja en secciones que se consideran subjetivamente similares, cada una especializada según un tipo de capa específica, y proporcionando descripciones minuciosas de sus propiedades físicas y mecánicas (Alba, 2016, p. 21).

El suelo está formado por la descomposición o cambio tanto físico como químico de rocas y residuos (Crespo, 2004, p. 18).

La clasificación de suelos se refiere a cómo se comportan los suelos en comparación con otras áreas de una categoría similar, agrupándolos según características afines. Uno de los sistemas más comunes para esta clasificación es el sistema SUCS (Gualán, 2014, p. 26).

La grava es un trozo de piedra que contiene partículas que varían entre 2 mm y 3” (7,62 cm). Cuando se transporta por agua, la grava se redondea debido a la fricción (Crespo, 2004, p. 19).

La arena consiste en partículas pequeñas con un tamaño que varía entre 2 mm y 0.05 mm, surgidas tanto de la descomposición natural de rocas como de la trituración deliberada (Briones e Irigoien, 2015, p. 27).

El limo consiste en partículas extremadamente finas con un tamaño de grano que oscila entre aproximadamente 0.05 mm y 0.005 mm. Se distinguen dos tipos de limo: el limo inorgánico, generado en canteras, y el limo orgánico, que tiene propiedades plásticas y se encuentra comúnmente en los lechos de los ríos (Crespo, 2004, p. 19).

La arcilla puede adquirir una consistencia maleable al humedecerse y se distingue por tener un tamaño de partícula inferior a 0.005 mm. (Jaramillo, 2018, p. 13).

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

Suelo grueso: este sistema toma suelo grueso y fino y los diferencia tamizando el material con un tamaño de malla #200. Los suelos gruesos son de mayor tamaño que la malla antes mencionada, y los suelos más finos son de menor o menor tamaño (Juárez, 2005, p. 153).

Los suelos de textura fina se clasifican en tres categorías: el primer grupo comprende limos y arcillas con un límite líquido menor al 50%; el segundo abarca aquellos con un límite líquido mayor al 50%; y el tercer grupo está constituido por suelos finos con una alta concentración de materia orgánica. (Crespo, 2004, p. 92).

Otro criterio fundamental son las propiedades físicas y mecánicas del suelo, que se utilizan para seleccionar materiales, describir la construcción y guiar las

intervenciones de calidad. Para obtener esta información, se recolectan muestras del suelo para identificar su tipo en el laboratorio de mecánica de suelos (Gualán, 2014, p. 30).

Para las propiedades físicas y mecánicas del suelo se requieren ensayos para determinar los siguientes valores:

Exactamente, el contenido de humedad es un factor clave que influye significativamente en las propiedades y la resistencia del suelo. Un suelo con un alto contenido de humedad suele ser menos resistente a las cargas y puede experimentar deformaciones y asentamientos bajo cargas aplicadas, lo que puede afectar la estabilidad y la durabilidad de las estructuras construidas sobre él. La posición del nivel freático puede variar según las condiciones climáticas, la estación del año, la geología y la topografía del área, entre otros factores. Un nivel freático alto puede resultar en un alto contenido de humedad en el suelo, mientras que un nivel freático bajo puede llevar a un contenido de humedad más bajo (Escriba, 2016, p. 8).

Equipamiento y materiales requeridos incluyen: muestras de suelo húmedo, estufa de secado, balanza digital con precisión de aproximadamente 0.1 g, recipientes y paños industriales.

Primero, se pesa el recipiente sin contenido y luego se pesa con la muestra. Después, se coloca el recipiente con la muestra en un horno a una temperatura de 100 ± 5 °C y se deja deshidratar durante un período de 24 horas.

Después de que la muestra ha terminado de secarse, se extrae el recipiente del horno y se permite que se enfríe hasta llegar a la temperatura ambiente. Luego, se vuelve a pesar la muestra para obtener su peso final, lo que permite calcular la cantidad de agua que se ha evaporado.

El análisis del tamaño de partículas mediante tamizado se centra en determinar el tamaño de las partículas de un conjunto de muestras, evaluando la distribución de tamaños basada en el peso relativo de las partículas no uniformes que pasan a través de las aberturas de las mallas utilizadas en el proceso (MTC, 2016, p. 44).

Para llevar a cabo el análisis de tamaño de partículas mediante tamizado, se requieren los siguientes equipos y materiales: tamices de malla cuadrada en tamaños de 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 4, N° 10, N° 20, N° 30, N° 40, N° 60, N° 100 y N°

200; una balanza con sensibilidad de 0,1 g; un horno de secado; bandejas; cepillos y brochas. El procedimiento comienza con el secado de la muestra en el horno.

Una vez enfriada, se pesa la muestra y se registra su peso en gramos. Luego, se coloca la muestra en un contenedor y se cubre con suficiente agua. Se deja la muestra en remojo hasta que se desintegre completamente.

Después, se mezcla el contenido del tanque y se coloca en la malla #200. Se enjuaga la malla con agua hasta que esté completamente limpia. Deje la muestra en el tamiz dentro del horno por 24 horas y vuelva a pesarla después de su secado.

Realice ensayos de tamizado con la muestra previamente lavada y secada. El juego de tamices incluye tamaños de boca de 2", 1 ½", 1", ½", 3/8", N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 50, N° 100 y N° 200. Agite vigorosamente los tamices durante un período de 5 a 10 minutos. Luego, pese por separado las fracciones retenidas por cada tamiz.

Coloque estas porciones en recipientes individuales y almacénelas para su uso posterior en el ensayo.

El límite líquido es un elemento fundamental para entender las características de los suelos. Este límite indica el nivel de humedad en el que el suelo cambia de ser líquido a plástico. Es el punto en el que el suelo pasa de comportarse como un fluido a mostrar propiedades plásticas, aumentando su cohesión (MTC, 2016, p. 34).

Se necesita equipo y materiales, para almacenar la muestra se requiere un recipiente, un vaso Casa Grande y una balanza con una sensibilidad de 0,01 g, estufa y espátula.

Procedimiento, se prepara los materiales y se coloca una sección en el florero y luego se prensa y desarrolla, procurando que no suelte burbujas de aire; luego, la ranura se pasa a lo largo de la superficie de la cacerola de arriba a abajo, y la ranura se hace lo más suave posible; luego se activa el platillo a una velocidad aproximada de 2 golpes por segundo; se cuenta el número de disparos necesarios hasta que la tronera se cierra en 13 mm; A continuación, retire parte de la muestra del plato y colóquela en un recipiente. Luego se limpian la ranuradora y el tostador y se realizan dos pruebas más.

Finalmente, se registra el peso total del contenedor junto con la fracción de material, y se seca en una estufa a aproximadamente 110°C. Una vez retirada la

muestra del horno, anote el peso de la muestra y del contenedor. Es importante entender el número de golpes en los siguientes rangos: 25-35, 20-30 y 15-25.

El límite de plasticidad es la humedad más baja a la que se puede formar una barra de suelo de aproximadamente 3 mm (1/8") de diámetro sin desmoronarse haciendo rodar la tierra entre la palma de la mano y una superficie lisa. (Crespo, 2004, p. 40).

Para realizar estos ensayos, se requieren los siguientes equipos y materiales: una báscula con una precisión cercana a 0.01g, un horno de secado, un calibrador con una exactitud de 0.1 cm, una superficie de vidrio esmerilado lo bastante amplia para facilitar el manejo de la muestra, una espátula y un recipiente para determinar la humedad.

En cuanto al procedimiento, se elige una muestra que oscile entre 1.5 y 2.0 g del material previamente preparado. Posteriormente, se forman rollos al pasar esta porción de muestra entre la palma de la mano y una superficie de vidrio esmerilado, aplicando una presión constante. El objetivo es lograr un rollo con un diámetro aproximado de 3,2 mm. Si el rollo no muestra grietas ni fracturas al llegar a este tamaño, indica que el material tiene una humedad superior a su límite plástico. En este caso, se junta todo el material, se moldea en una esfera y se manipula manualmente para favorecer su secado. Se repite este procedimiento hasta que, al llegar a un diámetro de 3,2 mm, el material empiece a agrietarse y desmoronarse. Finalmente, se coloca la muestra en un recipiente y se anota su peso total, incluyendo el contenedor.

El índice de plasticidad se refiere al rango de contenido de agua, representado como un porcentaje del peso seco del suelo, en el que el material muestra propiedades plásticas (Valbuena, 2013, p. 59).

El coeficiente de curvatura se utiliza para establecer si la curva de distribución del tamaño de grano es cóncava o convexa (Puga, 2012, p. 10).

El coeficiente de uniformidad evalúa la uniformidad o la distribución de tamaños en función de la distancia entre D60 y D10. A medida que esta distancia crece, el coeficiente de uniformidad se incrementa, indicando un material bien graduado.

Si son muy similares, el material tendrá una calificación baja. El coeficiente de uniformidad viene dado por: $Cu = D60 / D10$ (Puga, 2012, p. 9).

D60: Diámetro o tamaño de la partícula por debajo del cual queda el 60% del suelo en peso. D10: Diámetro o tamaño de la partícula por debajo del cual queda el 10% del suelo en peso. Los suelos con $C_u < 3$ se consideran suelos uniformes.

Un perfil estratigráfico es una representación de cómo se organizan las capas del suelo a través del tiempo, mostrado en forma de estratos o capas. Este perfil ofrece detalles sobre el espesor de cada capa y su ordenación. Además, está relacionado con el tiempo, ya que cada estrato se forma en un periodo determinado que puede coincidir o solaparse según el tipo de suelo y su nivel de compactación (Puga, 2012, p. once).

El corte directo, también referido como ensayo de corte simple o prueba de corte directo, es uno de los métodos esenciales y clásicos empleados en geotecnia. Esta prueba busca determinar la resistencia y la deformación de una muestra de suelo bajo cargas de compresión y/o cortante, replicando las condiciones de carga a las que el suelo estará expuesto en la vida real.

Este ensayo se lleva a cabo con un aparato de corte directo que consta de un marco inferior inmóvil y un marco superior que puede rotar horizontalmente. La muestra de suelo a analizar se coloca en el marco superior (García y Ramírez, 2006, p. 26).

El corte directo, también referido como ensayo de corte simple o prueba de corte directo, es uno de los métodos esenciales y clásicos empleados en geotecnia. Esta prueba busca determinar la resistencia y la deformación de una muestra de suelo bajo cargas de compresión y/o cortante, replicando las condiciones de carga a las que el suelo estará expuesto en la vida real.

Este ensayo se lleva a cabo con un aparato de corte directo que consta de un marco inferior inmóvil y un marco superior que puede rotar horizontalmente. La muestra de suelo a analizar se coloca en el marco superior (García y Ramírez, 2006, p. 26).

Pavimento, consiste en varias capas de material escogido que soportan directamente el peso del tráfico y lo distribuyen hacia las capas inferiores de manera dispersa, ofreciendo una superficie de rodadura que debe operar de manera eficiente.

Las condiciones necesarias para un correcto funcionamiento, se deben proveer una superficie de rodadura cómoda, segura, uniforme y duradera para el tránsito vehicular, de acuerdo con su vida útil proyectada y con el mantenimiento adecuado, también resistir los esfuerzos generados por el paso de vehículos, distribuyéndolos de manera que la magnitud de las cargas transmitidas al suelo sea inferior a la resistencia de estos materiales y ser capaces de soportar las condiciones ambientales, especialmente la acción del agua y las temperaturas extremas.

El pavimento se caracteriza por ser funcional (PSI) índice de servicio del pavimento, estructural, teniendo como características la regularidad superficial, que causa movimientos verticales en la suspensión de los vehículos, lo que genera mayor incomodidad para los usuarios y aumenta los costos de operación vehicular. Además, impacta la seguridad, ya que las deformaciones pueden descontrolar al conductor y dificultar el desalojo del agua de la superficie de rodadura, incrementando el riesgo de acuaplan, la resistencia al derrapamiento debe proporcionar un coeficiente de fricción adecuado para permitir una operación eficiente de los vehículos a la velocidad prevista para la vía, incluso en condiciones de lluvia, el drenaje superficial es la combinación de una superficie regular, una pendiente transversal adecuada y una textura apropiada debe prevenir la formación de una capa de agua sobre el pavimento, ya que esta puede facilitar el fenómeno de acuaplan y el rocío generado por las llantas de un vehículo al circular reduce la visibilidad de los conductores que lo siguen.

Asimismo, el pavimento flexible se denominan así porque, en teoría, deben ser capaces de soportar un cierto nivel de deformación elástica sin fracturarse. La superficie de rodadura está compuesta por una mezcla asfáltica, y la transmisión de esfuerzos generados por las cargas vehiculares se realiza según las características mecánicas de los materiales utilizados en las distintas capas del pavimento. Teniendo en cuenta la clasificación del pavimento flexible convencional, full Depth y larga duración.

La realización del diseño de un pavimento es mayormente influenciada por los parámetros factores de diseño como las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento, la resistencia de los materiales, las características de la sub-rasante sobre

la que se asienta el pavimento, las características de la subrasante y las condiciones ambientales; por lo tanto, la forma como se consideran estos dos parámetros dependerá de la metodología que se emplee para el diseño.

El diseño estructural de pavimentos urbanos, requiere utilizar cualquier método de diseño estructural sustentado en teorías y experiencias a largo plazo, tales como las metodologías del Instituto del Asfalto, de la AASHTO-93 y de la PCA, comúnmente empleadas en el Perú, siempre que se utilice la última versión vigente en su país de origen y que al criterio del PR, sea aplicable a la realidad nacional. El uso de cualquier otra metodología de diseño obliga a incluirla como anexo a la Memoria Descriptiva.

El Periodo de Diseño a ser empleado para diseño de pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad.

La conceptualización de las variables identificó algunas definiciones importantes para el diseño de este estudio. Como variable independiente, tenemos las zonificaciones de suelo.

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Zonificación de suelos	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 especifica sus propiedades tanto físicas como mecánicas (Alba, 2016, p. 21).	La zonificación de suelos en estudio se determinará de acuerdo a su clasificación, en donde es necesario conocer propiedades del mismo, como granulometría, límites de atterberg y perfil estratigráfico, parámetros que se obtienen a través de la observación directa y diferentes ensayos de laboratorio basadas técnicamente por las normas ASTM y NTP de manera que faciliten la clasificación de suelo por medio de SUCS.	Tipo de suelo	Análisis granulométrico
				Contenido de humedad
				Límite líquido
				Límite plástico
				Índice de plasticidad
			Perfil estratigráfico	Color
				Tamaño
				Humedad

Fuente: Elaboración Propia

De este modo, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la zonificación del suelo en el Barrio Tacllan Bajo con fines de pavimentación, Huaraz-2024? Por otra parte, surgió la necesidad de solucionar el problema encontrado, por medio de la hipótesis si la zonificación de los suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz mejoraría la transitabilidad vehicular de la población en la zona de estudio.

Asimismo, la presente investigación planteó como objetivo general: Establecer la Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, para lo cual se planificaron seis objetivos específicos:

- Clasificar los tipos de suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz de acuerdo a la norma AASHTO y SUCS, para interpretar adecuadamente los resultados obtenidos.
- Establecer propiedades físicas y mecánicas para verificar la resistencia de soporte de un suelo con el CBR, en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz.

- Conocer el comportamiento del suelo donde se apoyará la estructura del pavimento de acuerdo a la norma AASHTO.
- Realizar una propuesta de diseño de pavimento rígido, semirrígido y flexible, comparar resultados

II. METODOLOGÍA

El enfoque de esta investigación es correlacional, ya que busca establecer una relación entre dos variables con respecto a los desafíos del crecimiento poblacional en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz. Esta se establecerá de forma principal en los descubrimientos de las propiedades del suelo de la zona en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz para su zonificación y una propuesta de pavimentación.

La tipología empleada en este estudio está diseñada para proporcionar una comprensión directamente relevante a los desafíos de transporte en el AA.HH. Vista al Mar-Nuevo Chimbote. Se fundamentará principalmente en la investigación de las características del suelo de la zona, con el fin de una propuesta de pavimentación. El diseño de investigación es no experimental a nivel explicativo ya que investigará las propiedades mecánicas y físicas del tipo de suelo en el AA.HH. Vista al Mar-Nuevo Chimbote, se descubre cavando un hoyo para zonificar el terreno encontrado. Nos basaremos en pruebas realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad de San Pedro, donde los investigadores participarán en las pruebas y planificarán para lograr resultados de acuerdo a sus objetivos.

El diseño de investigación será:



Donde:

M1: Muestra Control, Muestras de suelo en el Barrio Tacllan Bajo

X1: Variable Independiente, se obtiene mediante la extracción de muestras y ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

X2: Variable Dependiente, Diseño de pavimentación.

Con finalidad de zonificar el suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz y poder determinar una propuesta de pavimentación se utilizará los mejores métodos de exploración de suelos. La unidad de análisis principal será el suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz

Para este estudio, la población y muestra seleccionada fue el suelo en el Barrio Tacllan Bajo, ubicado en el distrito de Huaraz. En este contexto, se han efectuado 3 calicatas para cubrir el área de investigación. De estas, se extraerán 100 kilogramos de muestra y se guardará con seguridad para no alterar las muestras. Posteriormente, se llevarán a cabo los ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos en la Universidad San Pedro.

En cuanto a las técnicas e instrumentos de investigación empleados, se utilizó la técnica de observación, que permite obtener información detallada de la muestra de estudio de suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz. Además, registrar los resultados que se logren de los ensayos de laboratorio de los modelos de suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz

Protocolo de laboratorio, serán tomados con relación a los ensayos que se indicaron en la observación científica:

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

En los ensayos a realizar contaremos con expertos en laboratorio de suelos, para lo cual se manipularán elementos como cámara fotográfica y demás materiales que aprobarán registrar y evidenciar lo planteado en el presente perfil del proyecto.

Para los cálculos y para el análisis de los resultados arrojados en el laboratorio mecánica de suelos nos basaremos con la ayuda de los programas AutoCAD 2016 y Excel 2018.

Con ello definimos cada ensayo de laboratorio:

- Contenido de Humedad ASTM D-2216. Determinar el contenido de agua en porcentaje al momento de realizar las exploraciones.

- Peso Específico ASTM D-854 Relación del peso de la fase sólida entre el volumen de la fase sólida.
- Límites de Consistencia (Límite Líquido ASTM D-4318, Límite Plástico ASTM D-4319). Determina el grado de plasticidad de la muestra.
- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422. Cuantificar la distribución estadística de los granos del suelo menor a 3" hasta la malla N°200.
- Clasificación de suelos SUCS ASTM D-2487 Agrupar a los suelos encontrados dentro de una clasificación usados en ingeniería
- Ensayo de corte directo ASTM D-3080 Para determinar la resistencia al corte consolidado drenado de un suelo en corte directo.

Simultáneamente, se siguió un protocolo de laboratorio para obtener los datos geotécnicos sobre las propiedades físico-mecánicas del suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, tomando como guía las especificaciones de las normas técnicas actuales, detalladas en la Tabla N°1.

Tabla N°1: Normas técnicas de mecánica de suelos

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

Fuente: NTP E.050 Suelos y Cimentaciones, 2018

Para asegurar la validez y confiabilidad en la zonificación de suelos, se emplearon técnicas de observación y se utilizaron formatos de laboratorio preexistentes. La clasificación se estableció mediante el método AASHTO 93, avalado por las directrices del MTC en suelos y geología de 2016, que se encuentran actualmente en vigor.

Para el tratamiento y análisis de los datos, se optó por un enfoque descriptivo. El análisis se llevó a cabo utilizando procedimientos integrados en el software Excel 2016 para determinar los resultados. Durante la etapa de observación, se coordinó la localización de los suelos para las pruebas de laboratorio, facilitados por la Universidad de San Pedro, lo que nos permitió satisfacer los requerimientos y obtener las muestras de suelo mencionadas en nuestro estudio.

Para llevar a cabo la zonificación del pavimento, es necesario primero determinar el área de excavación para conocer el área relevada, dado que la excavación en esta fase se efectúa manualmente con la asistencia de dos técnicos. Además, se realizó el conteo vehicular durante una semana en los horarios especificados en los formatos del MTC.

El procedimiento se mantuvo descriptivo, dado que los resultados no se verán afectados y las variables permanecen estables. Se utilizaron fichas y protocolos de laboratorio diseñados por especialistas en el ámbito de suelos y pavimentos para garantizar un análisis preciso de los datos recogidos en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz. Como paso inicial, se realizó la extracción manual de muestras de campo al descubierto en dos ubicaciones, a una profundidad de 1.50 metros, considerando las características particulares del terreno.

Por último, en el laboratorio se llevan a cabo ensayos estandarizados específicos para pavimentos. Se utiliza un formato de laboratorio para procesar la información recolectada en el campo. Esto incluye la primera clasificación mediante el sistema de clasificación unificado (SUCS), la determinación del contenido de humedad, el análisis químico y el cálculo de la capacidad de carga del suelo utilizando el índice CBR. Finalmente, se aplica el método AASHTO para diseñar el espesor óptimo del pavimento.

III. RESULTADOS

En este capítulo inicial se examinó la zonificación de suelos y el diseño de pavimentación, posibilitando los estándares técnicos de pruebas de laboratorio y clasificación a través de AASHTO 93, lo cual fue confirmado por el MTC de suelos y geología de 2016.

En la aplicación del **primer objetivo específico** (Clasificar de acuerdo a la norma AASHTO y SUCS los tipos de suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz), se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla N° 1: Clasificación de tipos de suelo según norma AASHTO y SUCS

Calicata	Ubicación	Muestra	Profundidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
C-01	P.j.NN 202	M-1	1.5 mts.	CL	A-6
C-02	P.j. NN 207	M-1	1.5 mts.	CL	A-6
C-03	P.j. NN 208	M-1	1.5 mts.	CL	A-6

Fuente: Elaboración propia

Descripción:

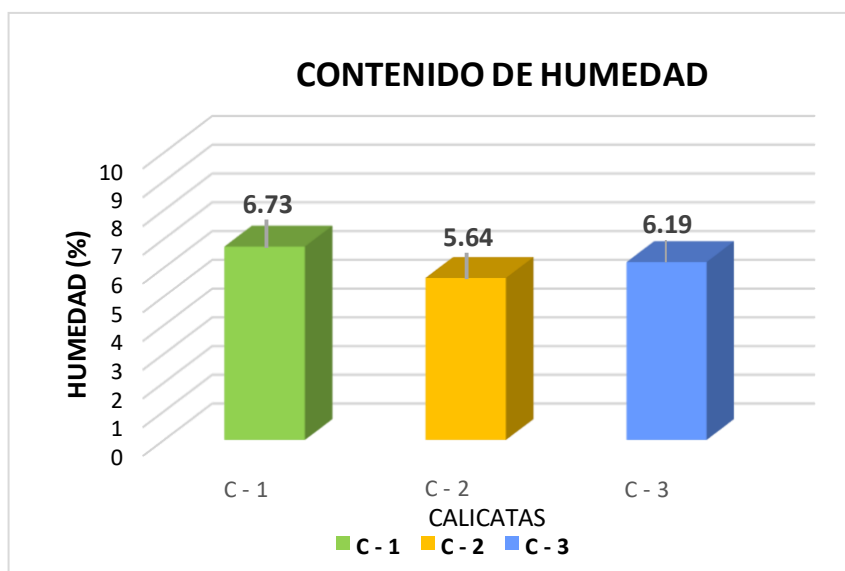
De acuerdo a la Tabla N° 2, los resultados muestran la Clasificación de tipos de suelo según norma AASHTO y en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, indicando que para la norma AASHTO es de tipo A-6, y para la norma SUCS es de tipo CL, para las tres calicatas.

Tabla N°2: Resultados del contenido de humedad en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz

LUGAR DE ESTUDIO	CALICATAS	PROF. (m)	HUMEDAD DEL TERRENO (%)
Barrio Tacllan Bajo-Huaraz	C - 1	1.5	6.73
	C - 2	1.5	5.64
	C - 3	1.5	6.19

Fuente: Elaboración propia

Figura N°1: Contenido de humedad del suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

De acuerdo con la Tabla N°3 y el Figura N°1, se muestra el contenido de humedad del suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, evidenciando un elevado porcentaje de humedad natural que varía entre 5.64 y 6.73%.

Al mismo tiempo, se logró determinar los límites de consistencia que presenta el suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, en la siguiente tabla.

Tabla N°3: Limites de consistencia en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz

LUGAR DE ESTUDIO	CALICATAS	PROF. (m)	LIMITES DE CONSISTENCIA		
			L.L	L.P.	I.P.
Barrio Tacllan Bajo-Huaraz	C - 1	1.5	38.79	21.92	16.87
	C - 2	1.5	38.79	21.92	16.87
	C - 3	1.5	38.79	21.92	16.87

Fuente: Elaboración propia

Descripción:

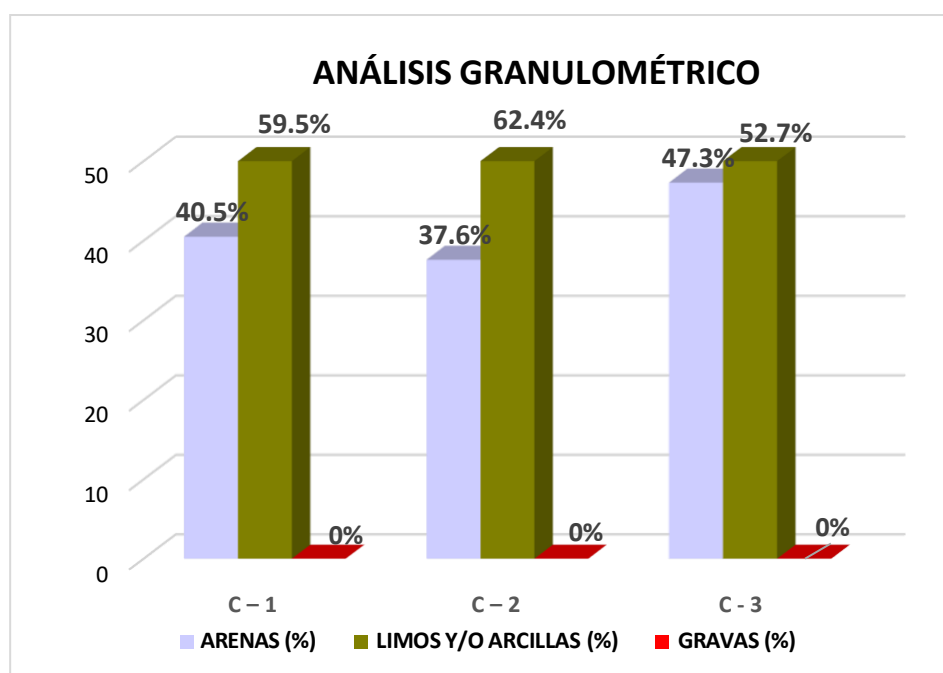
De acuerdo con la Tabla N°4, que muestra los resultados de los límites de consistencia, se concluyó que el suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz presenta el mismo valor mayor de límite líquido en las tres calicatas de 38.79% , también cuentan con valores iguales de límite plástico las tres calicatas de 21.92% y del mismo modo para el índice de plasticidad de 16.87%, en tal sentido existe límite de consistencia en las tres calicatas de la zona. Al mismo tiempo, se pudo identificar la granulometría que exhibe en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz , la cual se detalla en la tabla siguiente.

Tabla N°4: Resultados del análisis granulometría en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz

LUGAR DE ESTUDIO	CALICATAS	PROF. (m)	DISTRIBUCIÓN		
			ARENAS (%)	LIMOS Y/O ARCILLAS (%)	GRAVAS (%)
Barrio Tacllan Bajo-Huaraz	C – 1	1.5	40.5	59.5	0
	C – 2	1.5	37.6	62.4	0
	C - 3	1.5	47.30	52.7	0

Fuente: Elaboración propia

Figura N°2: Análisis granulométrico del suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

De acuerdo con la Tabla N°5 y la Figura N°2, se muestran los resultados del análisis granulométrico sintetizado de las tres calicatas realizadas en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz a una profundidad de 1.50 metros, se destaca un elevado porcentaje de arenas, que varía entre 37.6% y 47.3%. Por otra parte, se evidencia un bajo porcentaje de limos y/o arcillas, con un rango entre 52.7% y 62.4%. Asimismo, se constata una ausencia total de grava, con un valor del 0%. Es relevante mencionar que no se encontraron límites de consistencia en el suelo y que no se identificó la presencia del nivel freático.

De esta manera, el desarrollo del **segundo objetivo específico** (establecimiento de propiedades) físicas y mecánicas para verificar la resistencia de soporte de un suelo con el CBR) dio como resultado la siguiente tabla.

Tabla N°5: Resultados obtenidos del CBR (relación de soporte californiana)

Calicata	Ubicación	Muestra	NIVEL	HUMEDAD DE PENETRACION (%)	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)
C-01	P.j. NN 202	E-1	TN	9.0	12.0	18.4
C-02	P.j. NN 207	E-1	TN	7.7	13.0	17.6
C-03	P.j. NN 208	E-1	TN	7.5	10.3	15.1

Fuente: Elaboración propia

Descripción:

En la Tabla N° 6 se presentan los resultados del CBR para el terreno natural, que reflejan valores entre el 95% y el 100% de la máxima densidad seca, conforme a la normativa del MTC. Basándonos en estos resultados de CBR, se concluye que en las calicatas C-1, C-2 y C-3, el material es de buena calidad, alcanzando un 100%, con valores de 18.4%, 17.6% y 15.1%, respectivamente. Estos datos se ajustan a los criterios establecidos por el manual de carreteras del MTC y la AASHTO.

Además, se avanzó en el cumplimiento del **tercer objetivo específico**, que consiste en entender el comportamiento del suelo sobre el cual se instalará la estructura del pavimento, siguiendo el método AASHTO. Los resultados correspondientes se detallan en la tabla siguiente.

Tabla N°6: Resultado obtenidos del Proctor Modificado

CALICATAS	METODO DE COMPACTACION	NUMERO DE GOLPES	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-1	A	25	1.694	8.0
C-2	A	25	1.781	7.3
C-3	A	25	1.657	6.5

Fuente: Elaboración propia

Descripción:

En la Tabla N°7, se visualizan los resultados del ensayo Proctor Modificado, donde la calicata C-1 muestra una Max.Densidad seca de 1.694 gr/cm3 con un contenido de humedad óptimo del 8.0%. Por otro lado, la calicata C-2 exhibe una Max. Densidad seca de 1.781 gr/cm3 con un contenido de humedad óptimo del 7.3% y finalmente, la calicata C-3 muestra una Max.Densidad seca de 1.657 gr/cm3 con un contenido de humedad óptimo de 6.5%. Se observa que los resultados se encuentran dentro de rangos similares entre ambas calicatas.

A continuación, se presenta los resultados del **cuarto objetivo específico** de describir la estructura del pavimento con base en los resultados obtenidos en la mecánica de suelos siguiendo los métodos AASHTO. Para lograr este objetivo, se realizan diseños y se proporcionan parámetros de diseño de acuerdo con los estándares AASHTO y MTC. El primer punto, conteo de vehículos en un período de tiempo determinado para diseñarse. ESAL nos permite fijar el índice de tráfico de vehículos. A continuación, se muestra el método AASHTO, que de acuerdo a tipo de suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz.

Tabla N°7: Resultado obtenidos para ESAL

CALCULO DE ESAL - PAVIEMENTO FLEXIBLE		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	4.7 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados $Factor\ Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$	Fca	32.04
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL)		
$\#EE = 365 * (\Sigma f.IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL	8 061 053

Fuente: Ficha Técnica MTC

Tabla N°8: Cálculo de espesores - Método AASHTO 93

ESTRUCTURA	ESPEJOR
ESPEJOR CARPETA ASFÁLTICA (cm)	5
ESPEJOR BASE GRANULAR (cm)	10
ESPEJOR SUB BASE GRANULAR (cm)	20

Descripción:

En la Tabla N°8 se presentan los datos del conteo vehicular y los ESAL, con un valor de IDMA=8061053. Además, se muestran dos diseños de estructura de pavimento basados en el método AASHTO. La Tabla N°9 detalla que la carpeta tendrá un espesor de 5 cm, mientras que la base de 10cm y la sub-base serán ambas de 20 cm, siguiendo el método AASHTO 93.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para el análisis y discusión de la clasificación del tipo de suelo en el AA.HH. Vista al Mar-Nuevo Chimbote, siguiendo las normativas AASHTO y SUCS, se consultó la Tabla N°2. los resultados muestran la Clasificación de tipos de suelo según norma AASHTO y en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, indicando que para la norma AASHTO es de tipo A-6, y para la norma SUCS es de tipo CL, para las tres calicatas. Este perfil estratigráfico se extiende desde la superficie hasta una profundidad de 1.50 metros. De acuerdo al autor, Gonzales y Manay (2020). “Diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Prialé, Distrito de José Leonardo Ortiz Provincia de Chiclayo-Departamento de Lambayeque”, así mismo por el tipo de suelo que tiene, ya que este cuenta con un CL arcilla de baja plasticidad con arena considerándose un tipo de suelo regular-malo Esta investigación nos brinda información de respaldo para nuestra realización de nuestro proyecto.

Los resultados de la prueba de humedad según la Tabla N°3 y el Figura N°1, se muestra el contenido de humedad del suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, evidenciando un elevado porcentaje de humedad natural que varía entre 5.64 y 6.73%. Contrarrestando con el autor Pacheco (2021) en su tesis “Diseño del Pavimento Flexible del Jr. Túpac Amaru – Jr. Pasco en el P.J. Miraflores Alto según Zonificación en Chimbote” Se concluyó que, al determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo del P.J. Miraflores Alto, la humedad del suelo varía entre 7.98% y 12.19%, y no presenta límites de consistencia; por lo tanto, se deduce que un suelo con bajo contenido de humedad en nuestros resultados puede ser más estable y menos susceptible a problemas como la expansión y contracción, lo que puede ser beneficioso para la durabilidad y la eficiencia de las estructuras construidas sobre él.

Los límites de consistencia son parámetros esenciales que nos ayudan a entender las propiedades y el comportamiento del suelo, especialmente en términos de su plasticidad y cohesión. Según los resultados presentados en la Tabla N°4, el suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz presenta el mismo valor mayor de límite líquido en las tres calicatas de 38.79% , también cuentan con valores iguales de límite plástico las tres calicatas de 21.92% y del mismo modo para el índice de plasticidad de 16.87%, en tal sentido existe límite de consistencia en las tres calicatas de la zona.

De acuerdo con la Tabla N°5 y la Figura N°2, se muestran los resultados del análisis granulométrico sintetizado de las tres calicatas realizadas en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz a una profundidad de 1.50 metros, se destaca un elevado porcentaje de arenas, que varía entre 37.6% y 47.3%. Por otra parte, se evidencia un bajo porcentaje de limos y/o arcillas, con un rango entre 52.7% y 62.4%. Asimismo, se constata una ausencia total de grava, con un valor del 0%. Es relevante mencionar que no se encontraron límites de consistencia en el suelo y que no se identificó la presencia del nivel freático. Asimismo, Norabuena (2022). Zonificación de suelos en el AA.HH. Independencia del distrito de Nuevo Chimbote, indica que la granulometría indicó un porcentaje elevado de las arenas, con un porcentaje mayor 87.8%, y un mínimo 85%. Así mismo, la arcilla o/y limo se tuvo mínimos 12.2%-15% de porcentajes, además se consideró que no existen valores de sulfatos solubles ni límites de consistencia. Se deduce que, no se encontraron límites de consistencia en el suelo y que no se identificó la presencia del nivel freático mientras que los autores indicaron que el suelo es de tipo fino.

En la Tabla N° 6 se presentan los resultados del CBR para el terreno natural, que reflejan valores entre el 95% y el 100% de la máxima densidad seca, conforme a la normativa del MTC. Basándonos en estos resultados de CBR, se concluye que en las calicatas C-1, C-2 y C-3, el material es de buena calidad, alcanzando un 100%, con valores de 18.4%, 17.6% y 15.1%, respectivamente. Estos datos se ajustan a los criterios establecidos por el manual de carreteras del MTC y la AASHTO. Comparando con los autores Bermúdez y Henríquez (2019) en su tesis “Diseño de

pavimento flexible para mejoramiento y restauración de la transitabilidad Av. Uno y prolongación Sinchi Roca”. Indica que el CBR promedio obtenido es de 27,62% a 95% de MDS, mientras que calicata C-3 tiene CBR promedio de 27,28% a 95% de MDS; es decir se puede clasificar como suelos de buena calidad.

En la Tabla N°7, se visualizan los resultados del ensayo Proctor Modificado, donde la calicata C-1 muestra una Max.Densidad seca de 1.694 gr/cm³ con un contenido de humedad óptimo del 8.0%. Por otro lado, la calicata C-2 exhibe una Max. Densidad seca de 1.781 gr/cm³ con un contenido de humedad óptimo del 7.3% y finalmente, la calicata C-3 muestra una Max.Densidad seca de 1.657 gr/cm³ con un contenido de humedad óptimo de 6.5%. Según Osorio (2019). “Zonificación de suelos en el asentamiento humano José Sánchez Milla con fines de pavimentación, Nuevo Chimbote-Áncash-2019”, En conclusión, se indica que la calicata C-02 obtuvo una máxima densidad seca de 1.776 gr/cm³, la calicata C-07 presentó una densidad máxima seca de 1.65 gr/cm³, la calicata C-09 obtuvo una densidad máxima seca de 1.709 gr/cm³ y la calicata C-13 registró una densidad máxima seca de 1.698 gr/cm³, se deduce que los resultados tienen similitud con los resultados obtenidos en nuestra investigación para el diseño de un pavimento flexible.

En la Tabla N°8 se presentan los datos del conteo vehicular y los ESAL, con un valor de IDMA=8061053. Además, se muestran dos diseños de estructura de pavimento basados en el método AASHTO. La Tabla N°9 detalla que la carpeta tendrá un espesor de 5 cm, mientras que la base de 10cm y la sub-base serán ambas de 20 cm, siguiendo el método AASHTO 93. En comparación con el estudio realizado por Gonzales y Manay (2020) en su tesis “Diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Priale, Distrito de José Leonardo Ortiz Provincia de Chiclayo-Departamento de Lambayeque”, obtuvo un resultado debido al alto volumen de tráfico ya que se tiene un ESAL de 16 624 751 KN; es decir nos brinda información de respaldo para nuestra realización de nuestro proyecto. Asimismo, Arregui y Romero (2016) en su tesis “Diseño de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la vía del Cantón Montalvo – intersección Tres

Bocas Provincia de los Ríos” llegó a la conclusión que el tipo de suelo natural debería ser mejorada por una capa de 35 cm, a través del diseño da como resultado lo siguiente: 20cm de sub-base, 15cm de base y 10 cm de carpeta asfáltica, las cuales componen las capas del pavimento flexible. Este proyecto al poder ejecutarse eleva el confort a los habitantes brindándoles una infraestructura vial estable y eficaz, por otro lado, permite mayor facilidad de traslado de un sitio a otro y fomenta el comercio en la zona incrementando así el nivel socio económico de la zona.

En conclusión, los datos obtenidos en este estudio y su comparación con el trabajo de Osorio proporcionan una base sólida para el diseño y la construcción del pavimento en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, asegurando así una estructura de pavimento adecuada y duradera.

V. CONCLUSIONES

Se identificó el terreno en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, utilizando el sistema SUCS, resultando en un tipo de suelo CL. Según la clasificación AASHTO, se clasificó como A-6, abarcando el 100% del total de la muestra. Además, los niveles de humedad de estos suelos varían entre un 5.64% como valor mínimo y un 6.73% como valor máximo. Esto sugiere que el suelo se encuentra en estado saturado.

Determinar los límites de consistencia para el suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, presenta el mismo valor mayor de límite líquido en las tres calicatas de 38.79%, también cuentan con valores iguales de límite plástico las tres calicatas de 21.92% y del mismo modo para el índice de plasticidad de 16.87%, en tal sentido existe límite de consistencia en las tres calicatas de la zona. Al mismo tiempo, se pudo identificar la granulometría que exhibe en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz.

La resistencia del suelo se determinó mediante pruebas CBR de diseño de laboratorio al 100% y se obtuvieron los siguientes valores: en la C-1 de 18.4%, C-2 de 17.6% y en la C-3 de 15.1%. El MTC considera que el material es bueno para subrasante y, por lo tanto, adecuado para su instalación de acuerdo con el Manual de Carreteras de MTC y la AASHTO.

Se concluye, que, los perfiles estratigráficos suelo en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz, este presenta una estratigrafía a una profundidad de 0.00 – 1.50 m con presencia arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas y arcillas limosas de color beige claro y en estado saturado.

VI. RECOMENDACIONES

Revisar y actualizar los mapas de zonificación del suelo periódicamente para reflejar cambios en las condiciones del suelo y nuevos datos recolectados y implementar un sistema de monitoreo continuo para detectar y responder a cambios en el comportamiento del suelo.

Realizar más estudios de mecánica de suelos mientras se realiza un proyecto de pavimento, ya sea rígido o flexible, ya que esto será necesario para obtener las capacidades de carga del terreno.

Utilizando la información proporcionada en este estudio, se determinó que el terreno era apto para la construcción de una estructura pavimentada que beneficiaría a los residentes en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz y se mencionó la existencia de esta información y discutió en la reunión cómo podría ser utilizada en beneficio de todos los pobladores.

Cumplir con las normativas y regulaciones locales y nacionales relacionadas con la zonificación y el uso del suelo.

VII. AGRADECIMIENTO

En todo mi proceso de estudio de investigación hasta la culminación han existido personas valiosas que merecen las gracias porque sin su importante aportación no hubiera sido posible esta investigación, en especial que me brindaron su apoyo y aliento para seguir adelante y también a dios por todo lo que me pudo dar.

A mis padres y mi hermana que me apoyaron incondicionalmente y confiaron en mi como nadie lo hubiese hecho.

A mi familia, amigos y a ti por apoyarme y alentarme para poder seguir con mis estudios.

A las personas que pasaron en mi vida y me han brindado su cariño y me ayudaron a forjarme como la persona que soy ahora, a ellos va dedicado mi esfuerzo del presente trabajo de investigación, el cual aportara a mi desarrollo profesional.

Solorzano Cruz, Jhunnior Oscar

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Alva, J. (2016). Diseño de cimentaciones. Instituto de la construcción y gerencia ICG. Fondo Editorial ICG.
- Astocondor, D. (2020). Estudio de zonificación de los suelos para fines de cimentación del sector Pómape del distrito de Monsefú – Chiclayo (Tesis de Pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Lima – Perú.
- Arregui, W. y Romero J. (2016). Diseño de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la vía del cantón Montalvo-Intersección Tres Bocas Provincia de los Ríos. Guayaquil, Ecuador.
- Bermúdez, C., y Henríquez, J.P. (2019). Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la prolongación Av. Uno y la prolongación Sinchi Roca (tesis pregrado). Universidad Antenor Orrego, Trujillo-Perú.
- Crespo, V. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones. 5.a ed. México: Limusa, 650 pp. ISBN: 9681864891.
- Gallardo, M. & Pescoran, M. (2019). Análisis Comparativo Del Diseño Estructural Del Pavimento Flexible Y Pavimento Rígido Para La Avenida Larco Tramo Avenida Huamán Y Avenida Fátima De La Ciudad De Trujillo (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Perú
- Gonzales,O. y Manay,D. (2020).“Diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Prialé, Distrito de José Leonardo Ortiz Provincia de Chiclayo-Departamento de Lambayeque (Tesis de Ingeniero Civil).Universidad San Martin de Porres,Lima-Perú.
- Ministerio de transportes y comunicaciones (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima: MTC, 1269 pp.
- Norabuena.(2022). “Zonificación de suelos en el AA.HH Independencia con fines de cimentación, Nuevo Chimbote”. (Tesis de pregrado).Universidad San Pedro, Chimbote-Perú.

- Osorio,L. (2019).Zonificación de suelos en el asentamiento humano José Sánchez Milla con fines de pavimentación, Nuevo Chimbote-Áncash-2019.(Tesis de pregrado).Universidad Cesar Vallejo, Nuevo Chimbote.
- Pacheco,J.G. (2021). Diseño del Pavimento Flexible del Jr. Túpac Amaru – Jr. Pasco en el P.J. Miraflores Alto según Zonificación en Chimbote (Título de Ingeniero civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú.
- Puga, P. (2012). Estudio experimental del coeficiente de permeabilidad en arenas. Tesis (Título de Ingeniero civil). Concepción: Universidad Católica de la Santísima Concepción.

IX. ANEXOS

ANEXO N°1 Contenido de Humedad



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Solorzano Cruz Jhunnior Oscar
TESIS : ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO
TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024
MUESTRA : CALICATAS
LUGAR : TACLLAN BAJO - HUARAZ - ANCASH
FECHA : 04/06/2024

ENSAYO N°	C-1	C-2	C-3
Peso de tara + MH	802.30	825.30	702.30
Peso de tara + MS	782.30	792.30	671.20
Peso de tara	168.00	207.20	168.80
Peso del agua	40.00	33.00	31.10
MS	594.30	585.10	502.40
Contenido de humedad (%)	6.73	5.64	6.19

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guimerindo Flores Rojas
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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

ANEXO N°2

Análisis Granulométrico



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : Solorzano Cruz Jhunnior Oscar
TESIS : ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO
TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024
LUGAR : TACLLAN BAJO - HUARAZ - ANCASH
FECHA : 04-06-2024

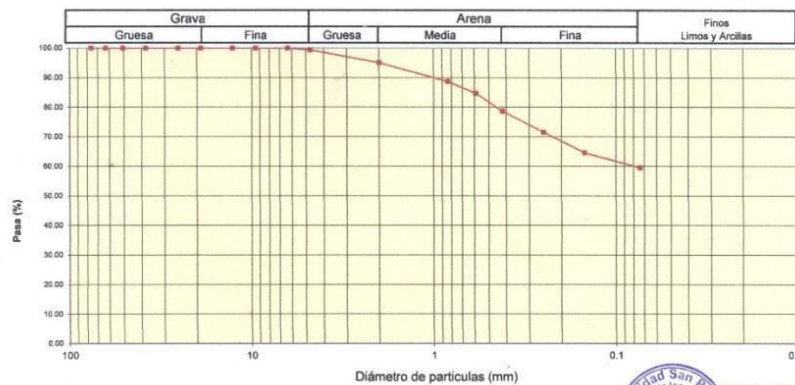
Peso Seco Inicial	706.5	gr.
Peso Seco Lavado	285.8	gr.
Peso perdido por lavado	420.7	gr.

CALICATA : C-1
MUESTRA : M-1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	N°	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AAHSTO
2 1/2"		76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso
2"		50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"		37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"		25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"		19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"		12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas finas. Arcilla media plasticidad arenosa CL
3/8"		9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"		6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4		4.75	4.5	0.6	0.6	99.4	
N° 10		2.00	30.4	4.3	4.9	95.1	
N° 20		0.850	44.5	6.3	11.2	88.8	Pasa tamiz N° 4 (%) : 99.4
N° 30		0.600	28.6	4.0	15.3	84.7	Pasa tamiz N° 200 (%) : 59.5
N° 40		0.425	42.3	6.0	21.3	78.7	D60 (mm) : 0.08
N° 60		0.250	50.2	7.1	28.4	71.6	D30 (mm) :
N° 100		0.150	49.3	7.0	35.4	64.6	D10 (mm) :
N° 200		0.075	36.0	5.1	40.5	59.5	Cu
< 200			420.7	59.5	100.0	0.0	Cc
Total			706.5			100.0	

Limite líquido LL	38.79
Limite plástico LP	21.92
Indice plasticidad IP	16.87

CURVA GRANULOMÉTRICA



www.usanpedro.edu.pe

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



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : Solorzano Cruz Jhunnior Oscar
TESIS : ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO
TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024
LUGAR : TACLLAN BAJO - HUARAZ - ANCASH
FECHA : 04-06-2024

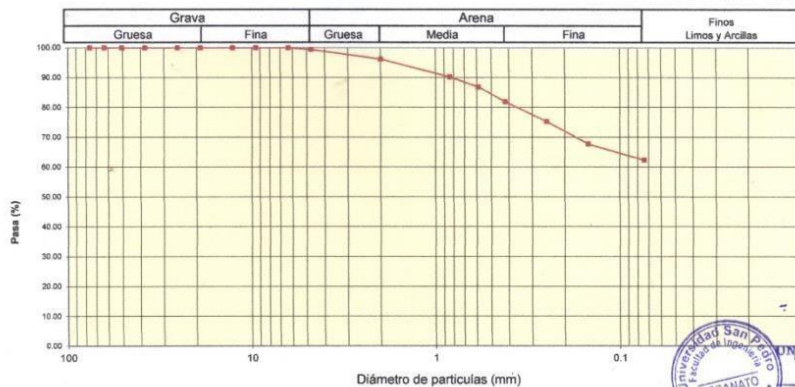
Peso Seco Inicial	602.3	gr.
Peso Seco Lavado	226.6	gr.
Peso perdido por lavado	375.7	gr.

CALICATA : C-2
MUESTRA : M-1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	N°	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG): 9 Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas finas: Arcilla media plasticidad arenosa CL
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	3.5	0.6	0.6	99.4	
N° 10	2.00	19.3	3.2	3.8	96.2	
N° 20	0.850	36.0	6.0	9.8	90.2	Pasa tamiz N° 4 (%) : 99.4
N° 30	0.600	20.2	3.4	13.1	86.9	Pasa tamiz N° 200 (%) : 62.4
N° 40	0.425	29.9	5.0	18.1	81.9	D60 (mm) :
N° 60	0.250	39.8	6.6	24.7	75.3	D30 (mm) :
N° 100	0.150	45.4	7.5	32.2	67.8	D10 (mm) :
N° 200	0.075	32.5	5.4	37.6	62.4	Cu
< 200		375.7	62.4	100.0	0.0	Cc
Total		602.3			100.0	

Límite líquido LL	38.79
Límite plástico LP	21.92
Índice plasticidad IP	16.87

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guercando Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : Solorzano Cruz Jhunnior Oscar
TESIS : ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO
TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024
LUGAR : TACLLAN BAJO - HUARAZ - ANCASH
FECHA : 04-06-2024

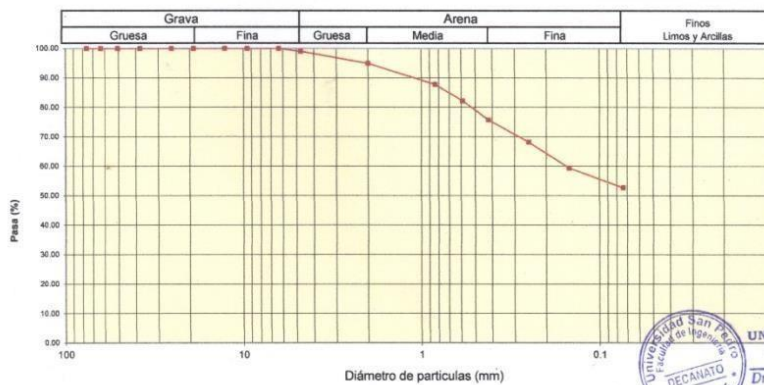
Peso Seco Inicial	652.3	gr.
Peso Seco Lavado	308.4	gr.
Peso perdido por lavado	343.9	gr.

CALICATA : C-3
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	N°	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG) : 6
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas finas.
N° 4	4.75	6.5	1.0	1.0	99.0	Arcilla media plasticidad arenosa CL
N° 10	2.00	26.5	4.1	5.1	94.9	
N° 20	0.850	46.5	7.1	12.2	87.8	Pasa tamiz N° 4 (%) : 99.0
N° 30	0.600	36.5	5.6	17.8	82.2	Pasa tamiz N° 200 (%) : 52.7
N° 40	0.425	42.2	6.5	24.3	75.7	D60 (mm) : 0.16
N° 60	0.250	48.8	7.5	31.7	68.3	D30 (mm) :
N° 100	0.150	57.9	8.9	40.6	59.4	D10 (mm) :
N° 200	0.075	43.5	6.7	47.3	52.7	Cu
< 200		343.9	52.7	100.0	0.0	Cc
Total		652.3			100.0	

Límite líquido LL	38.79
Límite plástico LP	21.92
Índice plasticidad IP	16.87

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Generando Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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

ANEXO N°3
Registro de Excavación



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	Solorzano Cruz Jhunnior Oscar		
TESIS	ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO		
	TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024		
LUGAR	TACLLAN BAJO - HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREATICO (m.)	NP
FECHA	04/06/2024	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
CL		1.50	E-1	1.658 gr/cm3	De -0.00 a -1.50 m. Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.en estado saturado color beigs claro



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Gumercindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	Solorzano Cruz Jhunnior Oscar		
TESIS	ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO		
	TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024		
LUGAR	TACLLAN BAJO - HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREATICO (m.)	NP
FECHA	04/06/2024	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
CL		1.50	E-1	1.658 gr/cm ³	De -0.00 a -1.50 m. Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas en estado saturado color beige claro



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Gumercindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	Solorzano Cruz Jhunnir Oscar		
TESIS	ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO		
	TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024		
LUGAR	TACLLAN BAJO - HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREATICO (m.)	NP
FECHA	04/06/2024	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 3	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
CL		1.50	E-1	1.658 gr/cm3	De -0.00 a -1.50 m. Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.en estado saturado color beigs claro



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guimerindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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

ANEXO N°4

CBR



PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : Solorzano Cruz Jhunnior Oscar
 TESIS : ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO
 TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024
 MATERIAL : C-1
 FECHA : 04/06/2024

Características			
Numero de Molde	1	2	3
Numero de Capas	5	5	5
Numero de Golpe	56	25	12
Energía Compactación [kg-cm/cm²]	27.7	12.2	6.1
Densidad Seca [CBR]			
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,910.0	7,620.0	7,302.0
02 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0
03 - Peso suelo humedo (g)	3,810.0	3,520.0	3,352.0
04 - Volumen de molde, cm³	2,082.000	2,059.000	2,041.000
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	1.830	1.710	1.642
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	455.4	677.0	705.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	437.0	641.8	667.9
09 - Peso del agua (g)	18.4	35.2	37.1
10 - Peso del tarro (g)	208.0	202.0	204.6
11 - Peso suelo seco (g)	229.0	439.8	463.3
12 - Contenido de humedad (%)	8.0	8.0	8.0
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.694	1.583	1.521
Saturación			
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial
			Lec. Dial
			Lec. Dial
			Lec. Dial
			Lec. Dial
			Lec. Dial
			Lec. Dial
Expansión, %			0.0
Absorción			
Numero de molde	1	2	3
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,810.0	3,520.0	3,352.0
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	7,945.3	7,750.4	7,426.1
03 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0
04 - Peso suelo embebido (g)	3,845.3	3,650.4	3,476.1
05 - Peso del agua absorbida (g)	35.3	130.4	124.1
06 - Peso del suelo seco (g)	3,526.6	3,259.1	3,103.5
07 - Absorción de agua (%)	1.0	4.0	4.0
Penetración			
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial*4.2491345+27.92018			
Molde	1 [56 Golpes]		3 [12 Golpes]
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial
0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	6.0	53.4	5.0
1.3	15.0	91.7	11.0
1.9	28.0	146.9	14.0
2.5	48.0	231.88	23.0
3.2	60.0	282.9	30.0
3.8	79.0	363.6	40.0
5.08	89.0	406.1	49.0
7.6	115.0	516.6	69.0
10.16	134.0	597.3	77.0
12.7	144.0	639.8	84.0
Carga [kgf.]	231.88 kgf. [17%]	125.65 kgf. [9.2%]	100.16 kgf. [7.4%]



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Dr. Gumercindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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



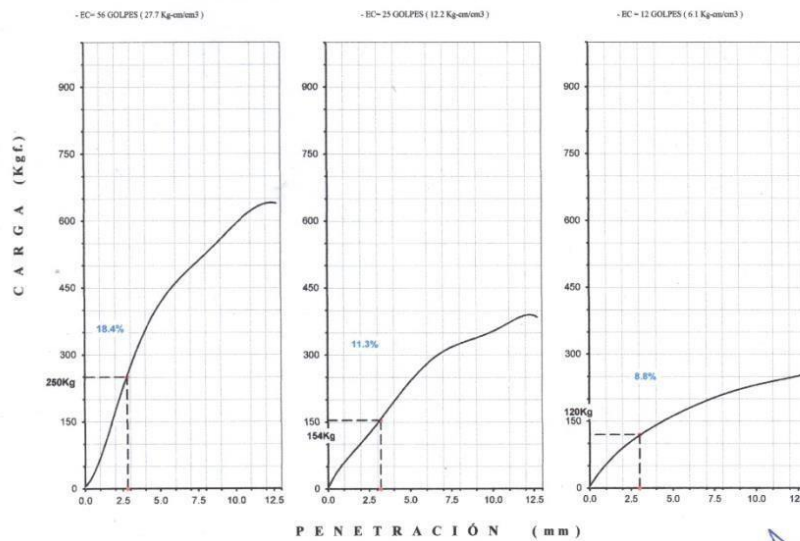
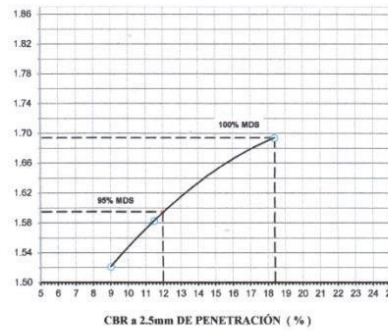
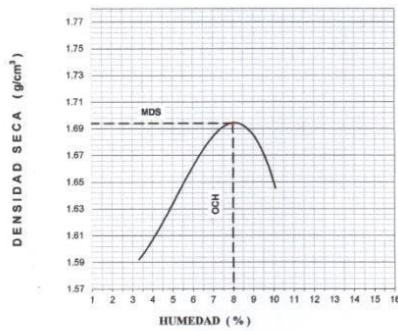
UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

SOLICITA	Bolensana Cruz, Junior Oscar	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO EN EL BARRIO TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.694
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.0
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	18.4
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	12.0
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-1	EMBEBIDO	4 DIAS
	FECHA: 04-Jun-2024	EXPANSIÓN	
		ABSORCIÓN	1.0 %
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN	9.0 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guimerindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : Solorzano Cruz Jhunnior Oscar
TESIS : ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO
TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024
MATERIAL : C-2
FECHA : 04/06/2024

Características					
Numero de Molde	1	2	3		
Numero de Capas	5	5	5		
Numero de Golpe	56	25	12		
Energía Compactación (kg-cm)/cm³	27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR]					
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,095.0	7,899.0	7,498.0		
02 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0		
03 - Peso suelo humedo (g)	3,995.0	3,799.0	3,548.0		
04 - Volumen de molde, cm³	2,082.000	2,059.000	2,041.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	1.919	1.845	1.738		
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	688.4	700.0	651.0		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	654.2	664.4	618.9		
09 - Peso del agua (g)	34.2	35.6	32.1		
10 - Peso del tarro (g)	208.0	202.0	204.6		
11 - Peso suelo seco (g)	446.2	462.4	414.3		
12 - Contenido de humedad (%)	7.7	7.7	7.7		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.782	1.713	1.613		
Saturación					
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01					
Dia 02					
Dia 03					
Dia 04					
Expansión, %					
Absorción					
Numero de molde	1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,995.0	3,799.0	3,548.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,109.8	7,920.2	7,517.8		
03 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0		
04 - Peso suelo embebido (g)	4,009.8	3,820.2	3,567.8		
05 - Peso del agua absorvida (g)	14.8	21.2	19.8		
06 - Peso del suelo seco (g)	3,710.6	3,527.4	3,292.9		
07 - Absorción de agua (%)	0.4	0.6	0.6		
Penetración					
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018					
Molde 1 [56 Golpes] 2 [25 Golpes] 3 [12 Golpes]					
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	8.1	62.3	6.2	54.3	5.1
1.3	18.2	105.3	10.3	71.7	7.2
1.9	36.0	180.9	15.0	91.7	11.0
2.5	48.0	231.88	22.0	121.40	15.0
3.2	56.0	265.9	28.0	146.9	23.0
3.8	65.0	304.1	39.0	193.6	27.0
5.08	79.0	363.6	43.0	210.6	30.0
7.6	90.0	410.3	57.0	270.1	42.0
10.16	100.0	452.8	59.0	278.6	44.0
12.7	107.2	483.4	65.0	304.1	56.0
Carga [%]	231.88 kgf. [17%]		121.4 kgf. [8.9%]		91.66 kgf. [6.7%]



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Gumerindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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



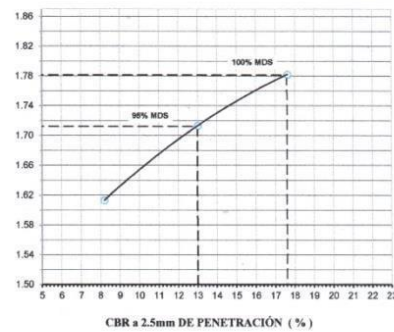
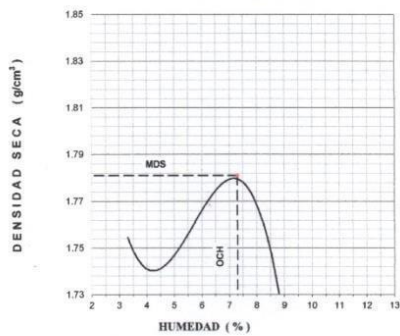
UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

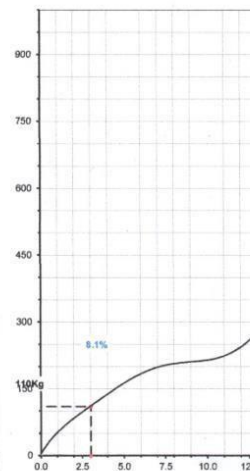
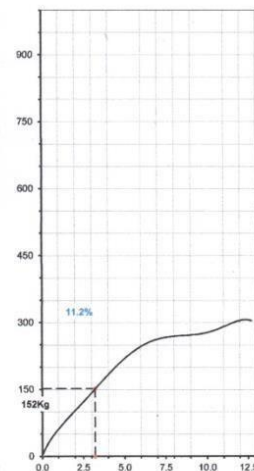
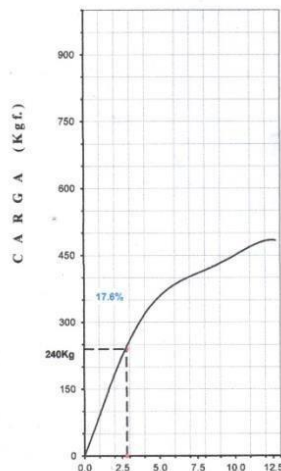
SOLICITA	Solizano Cruz, Juanito Oscar	MÉTODO DE COMPACTACIÓN: (ASTM D-1557)	A
TESIS	ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.781
EN EL BARRIO TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.3
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	17.6
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-2	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	13.0
	FECHA: 04-Jun-2024	EMBEBIDO: 4 DIAS	EXPANSIÓN:
		ABSORCIÓN: 0.4 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 7.7 %



-EC- 56 GOLPES (77.7 Kg-cm/m²)

-EC- 25 GOLPES (12.2 Kg-cm/m²)

-EC- 12 GOLPES (6.1 Kg-cm/m²)



PENETRACIÓN (mm)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Gumercindo Flores Reyes
DECANATO
FACULTAD DE INGENIERÍA

www.usanpedro.edu.pe

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



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : Solorzano Cruz Jhunnior Oscar
TESIS : ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO
TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024
MATERIAL : C-3
FECHA : 04/06/2024

Características					
Numero de Molde	1	2	3		
Numero de Capas	5	5	5		
Numero de Golpe	55	25	12		
Energía Compactación [kg-cm]/cm³	27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR]					
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,785.0	7,490.0	7,142.0		
02 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0		
03 - Peso suelo humedo (g)	3,685.0	3,390.0	3,192.0		
04 - Volumen de molde, cm³	2,082.000	2,059.000	2,041.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	1.770	1.646	1.564		
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	566.7	489.0	511.7		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	535.2	462.4	484.2		
09 - Peso del agua (g)	31.5	26.6	27.5		
10 - Peso del tarro (g)	70.0	65.0	79.0		
11 - Peso suelo seco (g)	465.2	397.4	405.2		
12 - Contenido de humedad (%)	6.8	6.7	6.8		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.658	1.543	1.465		
Saturación					
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01		5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 02		5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 03		5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 04		5.00PM	0.00	0.00	0.00
Expansión, %			0.0	0.0	0.0
Absorción					
Numero de molde	1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,685.0	3,390.0	3,192.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	7,819.5	7,531.3	7,171.9		
03 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0		
04 - Peso suelo embebido (g)	3,719.5	3,431.3	3,221.9		
05 - Peso del agua absorbida (g)	34.5	41.3	29.9		
06 - Peso del suelo seco (g)	3,451.3	3,177.3	2,989.1		
07 - Absorción de agua (%)	1.0	1.3	1.0		
Penetración					
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018					
Molde					
1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	10.0	70.4	8.0	61.9	7.0
1.3	14.0	87.4	11.0	74.7	9.0
1.9	28.0	146.9	17.0	100.2	10.0
2.5	38.0	189.39	20.0	112.90	12.0
3.2	49.0	236.1	29.0	151.1	20.0
3.8	61.0	287.1	39.0	193.6	27.0
5.08	73.0	338.1	42.0	206.4	32.0
7.6	91.0	414.6	55.0	261.6	44.0
10.16	107.0	482.6	69.0	321.1	46.0
12.7	127.0	567.6	83.0	380.6	55.0
Carga [%]	189.39 kgf. [13.9%]		112.9 kgf. [8.3%]		78.91 kgf. [5.8%]



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guercindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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



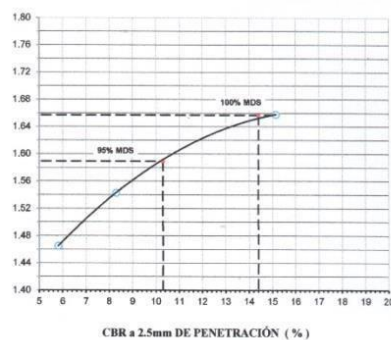
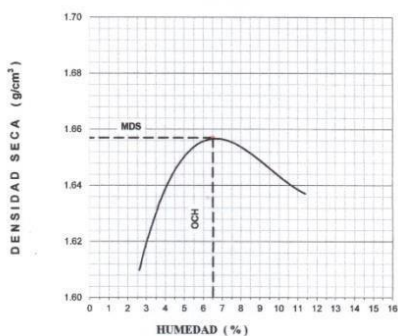
UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

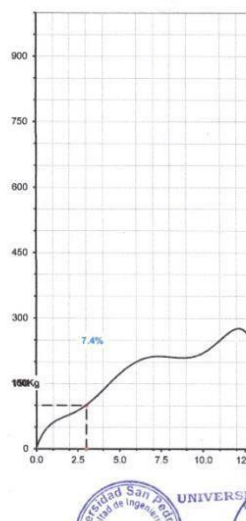
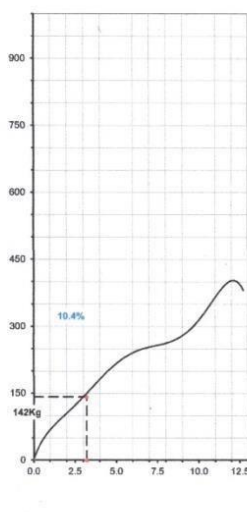
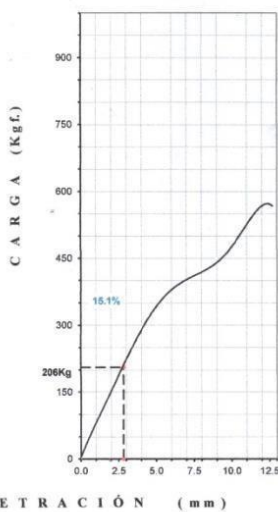
SOLICITA	Sotolano Cruz, Jhuvier Oscar	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ZONIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO EN EL BARRIO TAGLLAN BAJO - HUARAZ - 2024	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.867
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.5
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	15.1
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	10.3
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-3	EMBEBIDO	4 DIAS
	FECHA: 04-Jun-2024	EXPANSIÓN	S/E
		ABSORCIÓN	1.0 %
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN	7.5 %



- EC= 56 GOLPES (27.7 Kg-cm/cm²)

- EC= 25 GOLPES (12.2 Kg-cm/cm²)

- EC= 12 GOLPES (6.1 Kg-cm/cm²)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBO
Dr. Guimerindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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

ANEXO N°5
PROCTOR MODIFICADO



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : Solorzano Cruz Jhunnior Oscar

TESIS : ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO
TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024

MATERIAL : C - 1

FECHA : 04-06-2024

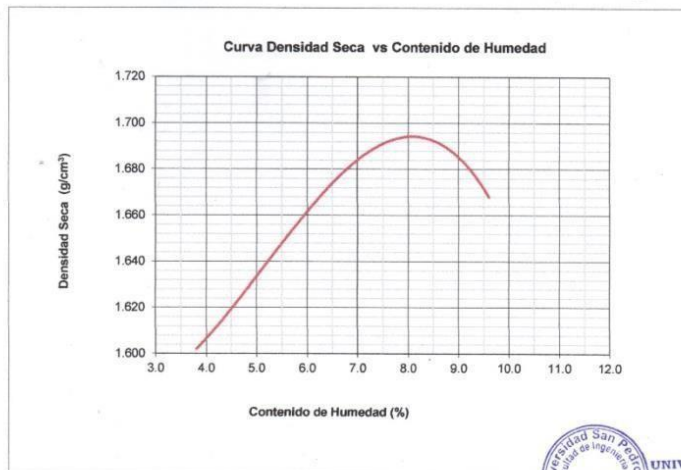
Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	(600 KN-m/m ³ (12 400 pie-lbf/pie ³))			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3745	3845	3920	3920
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1766.0	1866.0	1941.0	1941.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.663	1.757	1.828	1.828
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	780.0	700.0	705.0	685.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	759.0	672.0	668.0	640.0
09 - Peso del agua (g)	21.0	28.0	37.0	45.0
10 - Peso del tarro (g)	205.0	200.0	200.0	170.0
11 - Peso suelo seco (g)	554.0	472.0	468.0	470.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.8	5.9	7.9	9.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.602	1.659	1.694	1.668

Contenido Optimo Humedad

8.0 %

Densidad Seca Maxima,

1.694 g/cm³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guimerindo Flores Reyes
DECANATO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO
NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : Solorzano Cruz Jhunnior Oscar

TESIS : ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO
TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024

MATERIAL : C - 2

FECHA : 04-06-2024

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	(600 KN-m/m ³ (12 400 pie-lbf/pie ³))			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3900	3950	4010	3905
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1921.0	1971.0	2031.0	1926.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.809	1.856	1.912	1.814
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	611.0	575.0	670.0	685.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	596.0	555.0	637.0	640.0
09 - Peso del agua (g)	15.0	20.0	33.0	45.0
10 - Peso del tarro (g)	205.0	200.0	200.0	170.0
11 - Peso suelo seco (g)	391.0	355.0	437.0	470.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.8	5.6	7.6	9.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.743	1.758	1.777	1.655

Contenido Optimo Humedad **7.3 %** Densidad Seca Maxima, **1.781 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Gumercindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

www.usanpedro.edu.pe

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



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : Solorzano Cruz Jhunnior Oscar

TESIS : ZONIFICACION DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO

TACLLAN BAJO - HUARAZ - 2024

MATERIAL : C - 3

FECHA : 04-06-2024

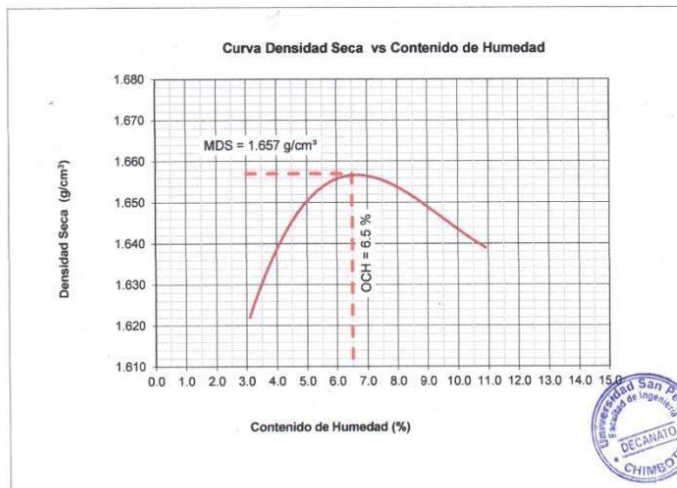
Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3755	3845	3883	3909
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1776.0	1866.0	1904.0	1930.0
04 - Volumen del Molde (cm³)	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.672	1.757	1.793	1.817
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	543.0	535.1	559.7	631.4
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	532.9	516.4	531.8	590.5
09 - Peso del agua (g)	10.1	18.7	27.9	40.9
10 - Peso del tarro (g)	209.2	210.2	205.9	216.5
11 - Peso suelo seco (g)	323.7	306.2	325.9	374.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.1	6.1	8.6	10.9
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.622	1.656	1.651	1.639

Contenido Optimo Humedad

6.5 %

Densidad Seca Maxima,

1.657 g/cm³



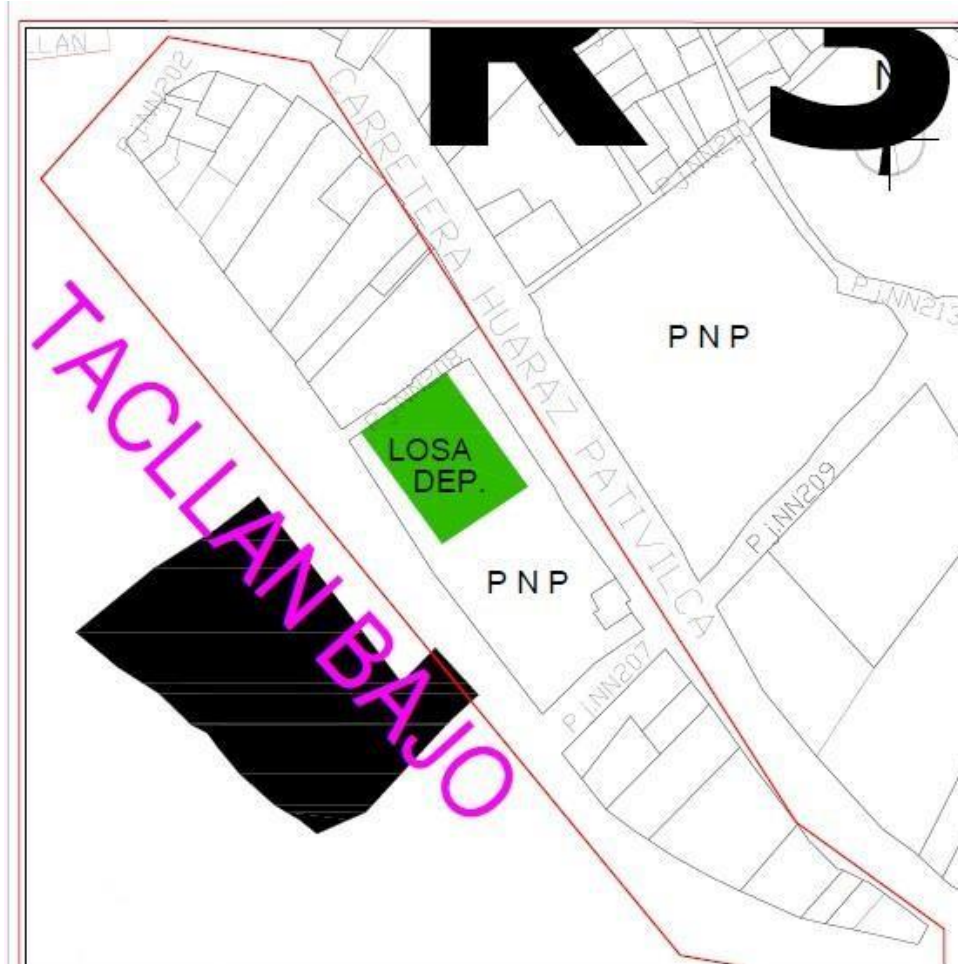
www.usanpedro.edu.pe

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



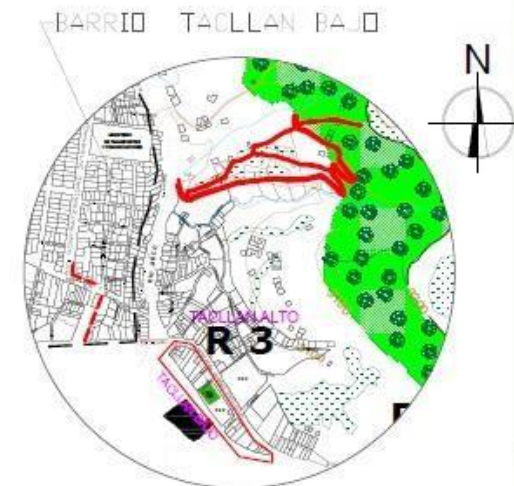
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Gumercindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

ANEXO N°6
PLANO DE UBICACIÓN



PLANO DE UBICACIÓN

ESCALA: 1/50



PLANO DE LOCALIZACIÓN

ESCALA: 1/200

CUADRO DE LEYENDA	
Símbolos	Descripción
	Montañas
	Perímetro de terreno
	Norte magnético



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL

UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

TÍTULO:
DETERMINACIÓN DE RUILOS CON PREES DE
#avulsión en el Supramaculán Bajo
HUARAZ-2014

UBICACIÓN: DISTRITO: HUANUCAY
DISTRITO: HUANUCAY
CANTÓN: HUANUCAY

ASESOR:
Ing. Urteaga Vargas, Segundo

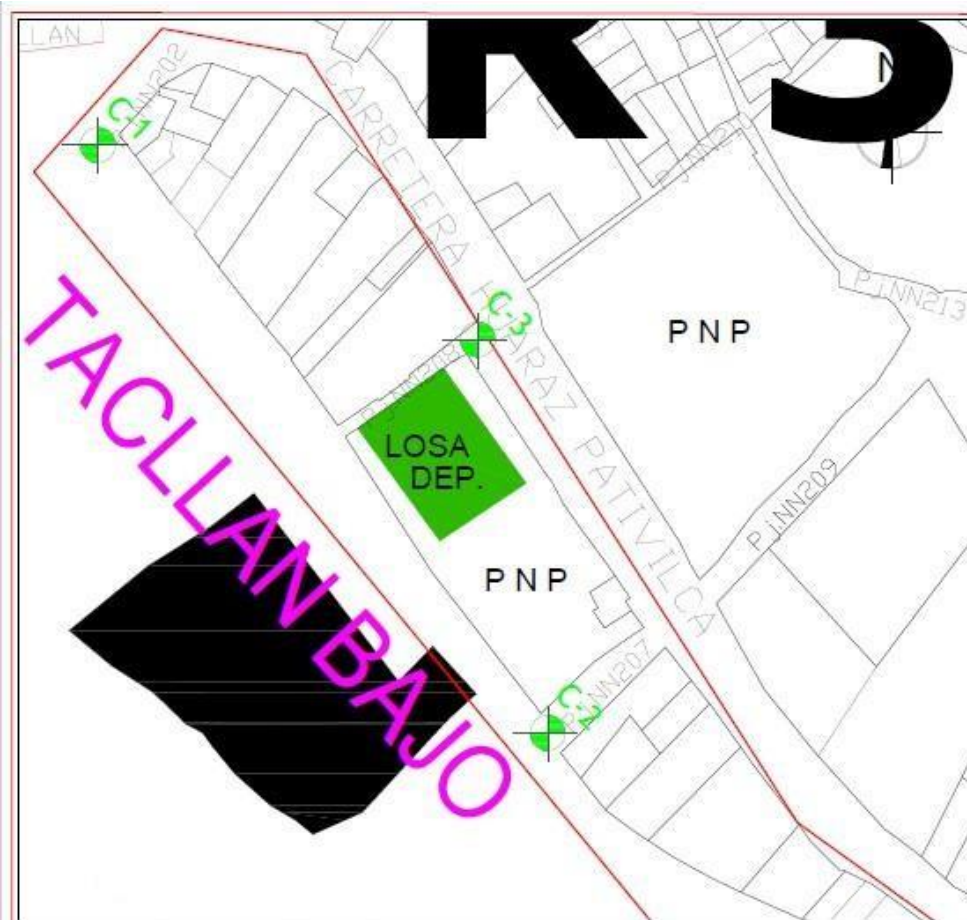
ESCALA: INDICADA

AUTOR:
Solórzano Cruz, Bismar Ocar

FECHA:
2014

UL-01

ANEXO N°7
PLANO DE CALICATAS

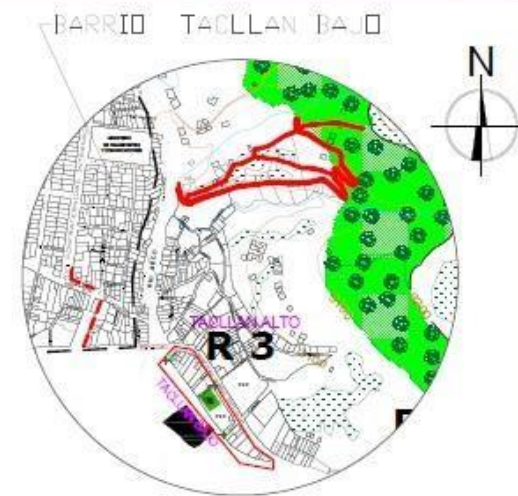


PLANO DE CALICATAS

ESCALA: 1/50

CUADRO TÉCNICO

Calicata	Profundidad	Ubicación y elevación
C-1	1.50m	P.J.NN 202
C-2	1.50m	P.J.NN 207
C-3	1.50m	P.J.NN 208



PLANO DE LOCALIZACIÓN

ESCALA: 1/200

CUADRO DE LEYENDA

Símbolos	Descripción
[Empty box]	Marcas
[Red line]	Perímetro de terreno
[Green circle]	Calicatas
[Cross symbol]	Norte magnético



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TÍTULO: DETERMINACIÓN DE SUELOS CON FINES DE FUNDAMENTACIÓN DEL PUERTO TACLLAN BAJO

ASesor: Ing. Verónica Vargu, Segundo

AUTOR: Solorzano Cruz, Junior Oscar

FECHA: 2014

INDICADA: CA-01

ANEXO N°8
FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	BARRIO TACLLAN BAJO		
TESISTA	Solorzano Cruz, Jhunnior Oscar		

ESTACION	HUARAZ			
CODIGO DE LA ESTACION				
DIA Y FECHA	DOMINGO	5	5	2024

HORA	SEN- DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLER			
DIAGRA- VEH.																				
00-01	E S																			
01-02	E S																			
02-03	E S																			
03-04	E S																			
04-05	E S																			
05-06	E S																			
06-07	E S	8 12				6 3														
07-08	E S	5 5	5 3			4 2														
08-09	E S	5 9	1																	
09-10	E S	11 6	2																	
10-11	E S	9 8	1 2	2																
11-12	E S	5 5		1																
12-13	E S	8 4																		
13-14	E S	3 4	1			1 3														
14-15	E S	1 5	2																	
15-16	E S	8 7		2	3															
16-17	E S	5 4	3	3		3														
17-18	E S	3 1	3			2														
18-19	E S	1 2	3	3		4														
19-20	E S	6 4	2			3														
20-21	E S	2 3	4	2 2		4 5														
21-22	E S	1 1																		
22-23	E S																			
23-24	E S																			

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	BARRIO TACLLAN BAJO		
TESISTA	Solorzano Cruz, Jhunnior Oscar		

ESTACION	HUARAZ		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	LUNES	6	5 2024

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

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024		
SENTIDO	E	←	S →
UBICACIÓN	BARRIO TACLLAN BAJO		
TESISTA	Solorzano Cruz, Jhunnior Oscar		

ESTACION	HUARAZ			
CODIGO DE LA ESTACION				
DIA Y FECHA	MARTES	7	5	2024

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

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	BARRIO TACLLAN BAJO		
TESISTA	Solorzano Cruz, Jhunnior Oscar		

ESTACION	HUARAZ		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	MIÉRCOLES	8	5 2024

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

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024		
SENTIDO	E	←	S →
UBICACIÓN	BARRIO TACLLAN BAJO		
TESISTA	Solórzano Cruz, Jhunnior Oscar		

ESTACION	HUARAZ		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	JUEVES	9	5 2024

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

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024			
SENTIDO	E	←	S	→
UBICACIÓN	BARRIO TACLLAN BAJO			
TESISTA	Solrzano Cruz, Jhunnior Oscar			

ESTACION	HUARAZ		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	VIERNES	10	5 2024

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

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TESIS		Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024										ESTACION		HUARAZ		
SENTIDO		E ← S →										CODIGO DE LA ESTACION				
UBICACIÓN		BARRIO TACLLAN BAJO										DIA Y FECHA		SABADI 11 5 2024		
TESISTA		Solorzano Cruz, Jhunnior Oscar														

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

ANEXO N°9
DISEÑO DE PAVIMENTO

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	8 061 053
Suelo de la subrasante	CBR=	11.8 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	Mr (psi)= 12376.82
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP9
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	90.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-1.282
Desviación estándar combinado	So	0.45
Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pf	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	ΔPSI	1.5

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{0.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número estructural requerido	Calcular SN	SNR=	2.145
------------------------------	-------------	------	-------

Coefficientes estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
0.170	0.054	0.047

Coefficientes de drenaje para Bases y SubBases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	1
m3	1

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Cálculo de espesores de las capas

d1	5 cm	Capa superficial
d2	10 cm	Base
d3	20 cm	SubBase

SNR (Requerido)	2.145	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	2.33	SI CUMPLE

ANEXO N°9
PANEL FOTOGRÁFICO













A. Originalidad del Archivo Digital

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS ⁵

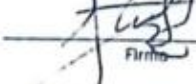
Huella Digital

Lugar
Chimbote

Dir
15

Fes
08

Año
24


Firma

Importance

- [illegible]

Fonte: *Fórum de Fatores* em sua edição de 1996, sob o título de "Acordo a legítima", pp. 17-18, pp. 17-18.

Zonificación de suelos con fines de pavimentación en el Barrio Tacllan Bajo-Huaraz-2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

27 %	26 %	%	7 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	10 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	6 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
5	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	