



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

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





FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Capacidad portante de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Junior Hans Alberca Carrasco

<https://orcid.org/0000-0002-1849-2299>

Eddy Hander Pardo Quispe

<https://orcid.org/0009-0000-8030-0182>

Asesor:

Ing. Dr. Serbando Soplopuco Quiroga

<https://orcid.org/0000-0002-0629-3532>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Capacidad portante de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín

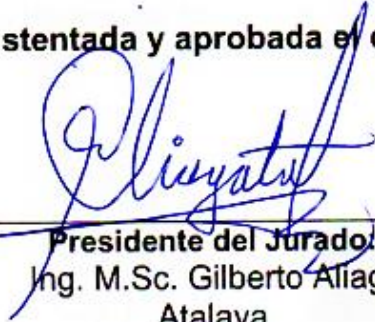
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

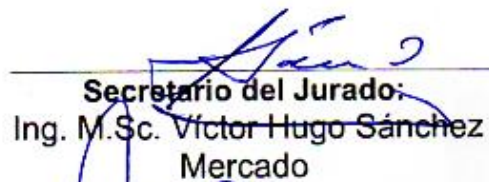
Junior Hans Alberca Carrasco

Eddy Hander Pardo Quispe

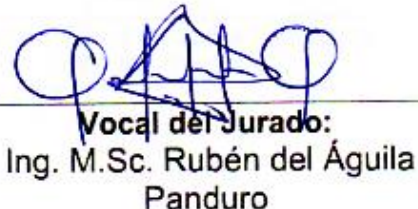
Sustentada y aprobada el día 8 de Agosto del 2023, por los jurados:



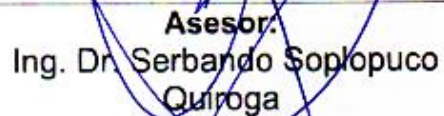
Presidente del Jurado:
Ing. M.Sc. Gilberto Aliaga
Atalaya



Secretario del Jurado:
Ing. M.Sc. Víctor Hugo Sánchez
Mercado



Vocal del Jurado:
Ing. M.Sc. Rubén del Águila
Panduro



Asesor:
Ing. Dr. Serbando Soplopuco
Quiroga

Tarapoto, Perú

2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTIN**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**



Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo

*Acta de Sustentación de Trabajo de
Investigación Para Título de
Ingeniero Civil N° ...778...*



Jurado reconocido con Resolución N° 106 -2021-UNSM/FICA-CF-NLU

Facultad: Ingeniería Civil y Arquitectura

Escuela profesional: Ingeniería Civil

A las 11:00 horas del día martes 08 de agosto del 2023, inició al acto público de sustentación del trabajo de investigación titulada: **"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"**, para optar el título de Ingeniero Civil, presentado por JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO y EDDY HANDER PARDO QUISPE, con la asesoría del Ing. Dr. SERBANDO SOPLOPUCO QUIROGA.

Instalada la Mesa Directiva conformada por Ing. MSc. GILBERTO ALIAGA ATALAYA presidente del jurado, Ing. MSc. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO secretario, Ing. MSc. RUBÉN DEL ÁGUILA PANDURO vocal; el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Circular N° 046-2023-UNSM/FICA.

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por los sustentantes y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

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

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG – CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue Dieciséis (...16...); tal como se deja constar en la siguiente descripción:

[Handwritten signatures and scribbles in blue ink on the left margin]



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**



Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es ¹⁶ y correspondiente a la calificación de ... APROBADO ... Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° ... 778 ... de Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y los autores del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las ... ^{12:30} ... hora el mismo día martes 08 de agosto del 2023.



Ing. MSc. Víctor Hugo
Sánchez Mercado
Secretario del Jurado



Ing. MSc. Gilberto Atiaga
Atalaya
Presidente del Jurado



Ing. MSc. Rubén del Águila
Panduro
Vocal del Jurado



Bach. Junior Hans
Alberca Carrasco
Autor



Bach. Eddy Hander
Pardo Quispe
Autor



Ing. Dr. Serbando Soplopucó
Quiroga
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Junior Hans Alberca Carrasco, con DNI N° 70427736 y **Eddy Hander Pardo Quispe**, con DNI N° 73119924, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: “**Capacidad portante de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín**”.

Declaramos bajo juramento que:



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

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

Tarapoto, 8 de agosto del 2023.



Junior Hans Alberca Carrasco
DNI N° 70427736



Eddy Hander Pardo Quispe
DNI N° 73119924

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Capacidad portante de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.</p>	<p>Área de investigación: Transportes</p> <p>Línea de investigación: Gestión integral y sostenible de los recursos naturales.</p> <p>Sub línea de investigación: Evaluación de calidad de suelos.</p> <p>Grupo de investigación: Dual</p> <p>Resolución N° 073-2021-UNSM/FICA-D-NLU</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor(es):</p> <p>Junior Hans Alberca Carrasco</p> <p>Eddy Hander Pardo Quispe</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil.</p> <p>https://orcid.org/0000-0002-1849-2299</p> <p>https://orcid.org/0009-0000-8030-0182</p>
<p>Asesor:</p> <p>Ing. Dr. Serbando Soplopuco Quiroga.</p>	<p>Dependencia local de soporte:</p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil.</p> <p>Laboratorio de Suelos y Pavimentos.</p> <p>https://orcid.org/0000-0002-0629-3532</p>

Dedicatoria

A nuestros padres, quienes han sido nuestro mayor apoyo a lo largo de nuestra vida académica. Gracias por su amor incondicional, paciencia y sacrificio. Su constante aliento y motivación han sido fundamentales para alcanzar este logro.

También agradecer a nuestros profesores y mentores, cuya guía y conocimientos nos han inspirado a superar nuestros propios límites. Su pasión por la enseñanza y su dedicación han dejado una huella indeleble en nuestra formación académica.

A nuestros amigos y seres queridos, les agradecemos su comprensión y apoyo durante este arduo proceso. Sus palabras de aliento, gestos de ánimo y momentos de distracción han sido un bálsamo en los momentos de estrés.

Por último, a todos aquellos que de alguna manera han contribuido a nuestro crecimiento personal y académico, nuestro más sincero agradecimiento. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo y queremos compartir este logro con cada uno de ustedes. ¡Gracias!

Los Autores.

Agradecimiento

Principalmente agradezco a Dios por guiarme y darme la fuerza para seguir adelante ante las adversidades.

A mi familia por su comprensión y aliento constante, y por su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Agradecer también a todas las personas que me han apoyado de alguna manera en este trabajo de investigación.

Junior Hans Alberca Carrasco

Agradezco especialmente a la Universidad Nacional de San Martín "UNSM", que me abrió las puertas de la formación profesional.

Gracias a mis maestros que enseñan de manera diferente y que me han animado de tantas maneras a seguir adelante, sin su apoyo esto no hubiera sido posible.

Gracias a todos los que siempre han estado a mi lado, y me apoyaron en las buenas y en las malas.

Eddy Hander Pardo Quispe.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de la investigación	18
2.2. Fundamentos teóricos.....	19
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	30
3.1.1 Contexto de la Investigación.....	30
3.1.2 Periodo de ejecución	31
3.1.3 Autorización y permisos.....	31
3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad	32
3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales	32
3.2. Sistema de variables	32
3.2.1 Variables principales.....	32
3.2.2 Variables secundarias	34
3.3 Procedimientos de la investigación	35
3.3.1 Objetivo específico 1	35
3.3.2 Objetivo específico 2	40
3.3.3 Objetivo específico 3	40
3.3.4 Objetivo específico 4	46
3.3.5 Objetivo específico 5	46

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1 Resultados del objetivo específico 1	53
4.2 Resultados del objetivo específico 2	56
4.3 Resultados del objetivo específico 3	57
4.3 Resultados del objetivo específico 4	57
4.3 Resultados del objetivo específico 5	58
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	67

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Descripción de variables en Objetivos Específicos</i>	33
Tabla 2. <i>Ubicación de las calicatas</i>	35
Tabla 3. <i>Características in-situ del muestreo de suelos</i>	37
Tabla 4. <i>Resultados del análisis granulométrico de los suelos</i>	39
Tabla 5. <i>Resultados del contenido de humedad</i>	40
Tabla 6. <i>Resultados de los límites de Atterberg y humedad natural de los suelos</i>	42
Tabla 7. <i>Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi N'_c, N'_q, N'_γ</i>	47
Tabla 8. <i>Resultados de los ensayos de características físicas de los suelos</i>	53
Tabla 9. <i>Resultados de la clasificación de los suelos</i>	56
Tabla 10. <i>Resultados del ensayo de compresión triaxial CU</i>	57
Tabla 11. <i>Resultados de los valores de la Capacidad Portante, según Terzaghi</i>	59

Índice de figuras

<i>Figura 1. Equipo para la determinación de límite líquido.</i>	<i>23</i>
<i>Figura 2. Esquema del aparato de resistencia al esfuerzo cortante directo.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 3. Falla por capacidad de carga en suelo bajo una cimentación rígida corrida.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 4. Mapa de Ubicación.</i>	<i>30</i>
<i>Figura 5. Dimensiones de zapata.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 6. Interfaz del software ArcMap 10.8.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 7. Importación de datos.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 8. Interpolación de datos.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 9. Datos procesados.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 10. Mapa virtual e interactivo de la zonificación de la capacidad portante de los suelos.</i>	<i>61</i>

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín con el propósito de obtener el título de Ingeniero Civil, teniendo como objetivo, el de determinar la capacidad portante del suelo de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín y elaborar un mapa virtual e interactivo de la zonificación de la capacidad portante de los suelos, según los resultados obtenidos de la misma zona urbana. La metodología seguida comenzó con la selección y determinación de 22 puntos de muestreo, realizando las excavaciones hasta una profundidad de 3.00m, tomándose las muestras inalteradas para ser llevadas a laboratorio, donde mediante los procedimientos establecidos se efectuaron los estudios para la determinación de las propiedades físicas de los suelos, con cuyos resultados se pudo determinar la clasificación de los suelos; asimismo, se efectuaron los ensayos de triaxial para las muestras seleccionadas para determinar parámetros que permitan la determinación de la capacidad portante buscada y que finalmente permitirían la elaboración del mapa requerido de zonificación. Como resultado se obtuvo información relevante para las diferentes muestras como son granulometría, límites de Atterberg, peso específico, clasificación SUCS y AASHTO de los suelos, resultados del ensayo triaxial que proporciona los valores del ángulo de fricción interna y cohesión, insumos claves para calcular la capacidad portante del suelo por el método de Terzaghi, cuyos valores varían de 0.58 kg/cm^2 y 1.76 kg/cm^2 ; luego, usando el software Arcgis y una escala de 0.25 kg/cm^2 como rango, ploteados a colores, se pudo graficar los diferentes puntos con los valores de capacidad portante obtenidos, lográndose elaborar el mapa virtual interactivo de capacidad portante para los suelos en estudio. Con esto, la hipótesis formulada para la investigación fue contrastada y respondida en forma positiva, con lo cual la misma fue validada.

Palabras clave: Ensayo triaxial, ángulo de fricción, cohesión, capacidad portante, mapa interactivo.

ABSTRACT

The present research was carried out at the Professional School of Civil Engineering of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martín with the purpose of obtaining the degree of Civil Engineer. The objective was to determine the bearing capacity of the soil in the urban area of the district of Habana, province of Moyobamba, department of San Martín, and to elaborate a virtual and interactive map corresponding to the zoning of the bearing capacity of the soils, according to the results obtained from the same urban area. The methodology used began with the selection and determination of 22 sampling points, carrying out excavations to a depth of 3.00m, taking the unaltered samples to be brought to the laboratory, where, through the established procedures, studies were carried out to determine the physical properties of the soils. The results were used to determine the classification of the soils; triaxial tests were also carried out on the selected samples to determine parameters that would allow the determination of the bearing capacity sought and that would finally allow the preparation of the required zoning map. As a result, relevant information was obtained for the different samples, such as granulometry, Atterberg limits, specific weight, SUCS and AASHTO classification of the soils, triaxial test results that provide the values of the angle of internal friction and cohesion, all key inputs to calculate the bearing capacity of the soil by the Terzaghi method, whose values vary from 0.58 kg/cm² and 1.76 kg/cm². Subsequently, using Arcgis software and a scale of 0.25 kg/cm² as a range, plotted in color, it was possible to plot the different points with the bearing capacity values obtained, thus creating an interactive virtual map of bearing capacity for the soils under study. With this, the hypothesis formulated for the research was contrasted and answered positively, there by validating it.

Keywords: Triaxial test, friction angle, cohesion, bearing capacity, interactive map.



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Toda obra de construcción civil, independientemente de su tamaño, se basa en la fundación (cimientos). Si el sitio es apropiado para la construcción, se puede ahorrar dinero en la excavación, reemplazo de suelos, menos compactación y un mayor margen de seguridad.

El diseño y construcción de las cimentaciones (zapatas, pilotes, etc.) debido a las interacciones existentes entre el suelo y la estructura, se pueden determinar mediante ensayos en el suelo de las edificaciones. Es importante hacer siempre una investigación seria y exhaustiva en la que se va a elaborar. Si la inspección del terreno no se lleva a cabo a tiempo, pueden surgir problemas que son muy difíciles de resolver una vez finalizada la construcción. Para comenzar una construcción segura y con las garantías adecuadas, es esencial realizar un estudio de suelos adecuado.

Realizamos un estudio preliminar de suelos para determinar las áreas más adecuadas para la construcción aprovechando la excepcional capacidad de carga del terreno. Esto nos permite desechar áreas con suelos de baja calidad y destinarlos a áreas verdes o espacios recreativos, ya que en zonas de parques no se requieren valores significativos de resistencia por parte del terreno.

No llevar a cabo una exploración del terreno y permitir que el ingeniero estructural tome los parámetros geotécnicos a su voluntad es un grave error de cálculo, esto sería una gran pérdida de dinero. Si esto falla, la edificación puede desarrollar grietas o fracturas por asentamiento, así como también serios problemas de estabilidad en la estructura principal.

Al igual que otras áreas de Perú que han experimentado cierto desarrollo urbano, comercial e industrial, la región de San Martín ha visto una afluencia significativa de migrantes en busca de mejores condiciones de vida de varias ciudades del país.

En el distrito de Habana, provincia de Moyobamba, el aumento constante de la población hace que se construyan estructuras sin cumplir con la norma técnica de edificación (E.050 suelos y cimentaciones), lo que expone a problemas de estabilidad de las edificaciones y a gastos excesivos para reforzar las cimentaciones de las viviendas. Por lo tanto, el estudio de la mecánica del suelo es fundamental durante una construcción porque ayudará a que las edificaciones se apoyen en suelos adecuados y con el sistema de cimentación correcto para garantizar la mejor transmisión de carga posible al suelo.

Mediante un estudio de suelo será posible obtener información sobre las características físicas y geológicas del suelo en la región urbana del distrito de Habana, incluyendo profundidad del agua subterránea, resistencia del suelo o roca y secuencia litológica, incluyendo capas y espesores. De lo mencionado anteriormente queda claro que el estudio de mecánica de suelos debe ser un requisito indispensable, sea cual fuere la magnitud del proyecto, especialmente si éste construye sobre suelos expansivos, dispersivos, colapsables o en general inestables, sin ser los requisitos de diseños adecuados. Por lo tanto, este estudio permitirá conocer el tipo de suelo al momento de planificar una construcción.

Es por eso que se ha tomado la decisión de llevar a cabo esta tesis para establecer la capacidad portante del terreno en la zona urbana del distrito de la Habana. Los hallazgos de esta investigación serán cruciales para la construcción de nuevas estructuras.

Esta tesis es un estudio que se ejecutará en la zona urbana del distrito de Habana, mismo que enmarca un desarrollo a gran escala en la construcción de edificaciones, dejando de lado los estudios fundamentales de mecánica del suelo para reducir los costos. Es fundamental informar a los constructores sobre el tipo y capacidad de carga del suelo para elegir una fundación adecuada.

Por lo mencionado anteriormente nos formulamos la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los valores de la capacidad portante de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín?; que se respondió con dos hipótesis, siendo la primera afirmativa que indica que los valores de la capacidad portante del terreno de la zona urbana del distrito de Habana, si se podrán conocer al efectuar los respectivos estudios de mecánica de suelos, permitiendo la elaboración de un mapa de zonificación de capacidad portante de suelos con información muy clasificada.

Y siendo la segunda una posible respuesta negativa, que indica que los valores de la capacidad portante del terreno de la zona urbana del distrito de Habana, no se podrán conocer al efectuar los respectivos estudios de mecánica de suelos, no permitiendo la elaboración de un mapa de zonificación de capacidad portante de suelos.

A partir del problema y la hipótesis dada se planteó como objetivo general, determinar la capacidad portante del suelo de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.

Para lograr este objetivo general se propuso los siguientes objetivos específicos, realizar los estudios de mecánica de suelos y geotecnia, para determinar las características y tipo de suelos en la zona urbana del distrito de Habana; efectuar la clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en la zona de estudio; efectuar el ensayo triaxial para obtener los parámetros necesarios sobre la capacidad portante del suelo de la zona en estudio; determinar la capacidad portante de los suelos obtenidos de los suelos en el área de estudio; elaborar un mapa virtual e interactivo de la zonificación de la capacidad portante de los suelos, según los resultados obtenidos de la zona urbana del distrito de Habana.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales:

Cárdenas y Quito (2020), en su tesis desarrollada en la Universidad de Cuenca, titulada “Análisis de la Capacidad Portante y la Susceptibilidad a Consolidación de un suelo fino en la Parroquia Borrero - Charasol, del Cantón Azogues”, evalúa para obtener información relevante sobre el comportamiento del terreno y conseguir resultados beneficioso para futuras aplicaciones, se examina un suelo fino en la parroquia Borrero – Charasol del cantón Azogues, evaluando su capacidad portante y tendencia a consolidarse (hundimiento). Finalmente, se mencionó que el tipo de suelo es el de limos de alta plasticidad con limos de baja plasticidad a una profundidad de 2 o 3 metros. En 3 metros, el peso específico seco promedio es de 1,19 gr/cm³; la profundidad es de 1,27/cm³. Los datos sobre los parámetros de peso específico de los sólidos son menores; las arcillas muestran un comportamiento cambiante que oscila entre 2.38 y 2.57.

2.1.2. Nacionales:

Córdova y Sánchez (2019), en su tesis “Zonificación geotécnica de los suelos de asentamiento urbano con fines de cimentación en el distrito de Samanco – provincia del Santa - departamento Ancash”, desarrollada para título de Pregrado, donde el objetivo principal fue llevar a cabo el desarrollo geoespacial de suelos en asentamientos urbanos que se utilizarán en el análisis de los cimientos del distrito de Samanco. Se encontró que los suelos predominantes en los asentamientos urbanos del distrito de Samanco son arena limosa (SM) y arena mal graduada (SP); se encontró la presencia de limos arenoso inorgánico de baja plasticidad (ML) y arcilla arenosa inorgánica de baja en los CC.PP. de Huambacho El Arenal, Huambacho La Huaca, Los Chimús y La Capilla esto se debe a que se ubican cerca de las márgenes del río Nepeña, donde colindan tierras de cultivo con estos asentamientos.

Astocondor Peñarrieta (2020), en su trabajo de tesis “Estudio de zonificación de los suelos para fines de cimentación superficial del sector Pómape del distrito de Monsefú – Chiclayo”, desarrollada para optar el título profesional de Ingeniero Civil, teniendo que, para establecer las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el área de Pómape del distrito de Monsefú. Dadas todas las solicitudes anteriores y las propiedades

mecánicas, físicas y químicas obtenidas, se pudo llevar a cabo el estudio de zonificación, concluyendo con la creación del mapa de zonificación del área de estudio a tres profundidades diferentes (1.00, 1.50 y 2.00 metros). Los suelos se clasifican según sus capacidades portantes admisibles y su salinidad.

Archenti (2018), desarrolló la tesis “Zonificación de la capacidad portante del suelo en la localidad de Lagunas distrito de Lagunas, Alto Amazonas - Región Loreto”, desarrollada para título de Pregrado. El objetivo de la investigación fue probar, evaluar e identificar los suelos de un área determinada y establecer su capacidad de carga para utilizarlos en la creación de un plano de zonificación que tenga en cuenta características físicas y mecánicas de los suelos, lográndose obtener resultados que demuestran ampliamente lo que se puede ganar al aplicar correctamente la teoría, y el análisis y los resultados finales se pueden usar para determinar la capacidad de carga.

2.1.3. Locales:

Vergara (2018), en su tesis “Estudio de la capacidad portante de los suelos cohesivos para cimentaciones superficiales de la zona urbana del distrito de Rumizapa, Provincia de Lamas, San Martín, Perú”, desarrollada para título de Pregrado (San Martín, Perú), donde el objetivo básico es de determinar la capacidad portante, al igual que investigar, identificar y reconocer los diferentes tipos de suelos de la zona urbana del distrito de Rumizapa, llegando a la conclusión de éstos son suelos adecuados para cimentaciones superficiales.

Sánchez (2019), en su tesis “Zonificación de la capacidad portante del suelo para construcción de edificaciones en la localidad de San Francisco del Río Mayo, distrito de Cuñumbuque, provincia de Lamas, departamento de San Martín”, para título de Pregrado, habiéndose concluido, que se completó con la creación de un plano de zonificación de las características mecánicas y físicas del suelo, determinando los lugares de capacidad de carga más baja y más alta del área de estudio. Se realizaron calicatas a una profundidad de 3.00 metros y se descubrió que la capacidad portante de la zona de estudio oscilaba entre 1.23 kg/cm^2 y 1.87 kg/cm^2 , según los estudios de suelos desarrollados.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Mecánica de suelos.

Es un campo de la ingeniería que estudia varios métodos para conocer el suelo en los terrenos donde se construirán estructuras de diversa naturaleza, ya sea directa o

indirectamente (Crespo, 1979).

2.2.2. Suelos.

Crespo (1979), en su libro “**Mecánica de suelos y cimentaciones**”, nos hace mención que, una fina capa de material llamada suelo cubre la superficie de la tierra y está compuesta de rocas que han sufrido cambios físicos, químicos y biológicos.

El término "geología" tiene una definición más amplia en ingeniería civil, particularmente en el campo de la mecánica de suelos, que incluye todas las partículas sueltas o cohesivas de tamaño mediano que se transportan y depositan, incluidas la grava, la arena, el limo y la arcilla (Castillo, 2017).

2.2.3. Origen del suelo.

La porción más expuesta de la corteza terrestre se llama suelo y está compuesta principalmente de materia orgánica y fragmentos de rocas que han sufrido diversos procesos físicos, químicos y de meteorización (Equipo editorial Etecé, 2021).

Berry y Reid (1996), en su libro “Mecánica de suelos”, nos describe los suelos con los nombres más utilizados por el ingeniero civil para identificarlos:

- Gravas.
- Arenas.
- Limos.
- Arcillas.

2.2.4. Relaciones volumétricas y gravimétricas.

Crespo (1979), en su libro “Mecánica de suelos y cimentaciones”, considera que: un suelo medio poroso suele estar formado por tres fases: sólido, líquido y gaseoso.

2.2.5. Obtención de muestras de suelo.

Según Crespo (1979), en su libro “Mecánica de suelos y cimentaciones”, para evaluar los parámetros físicos y mecánicos del suelo en el laboratorio de mecánica de suelos se debe tomar una muestra representativa. Tener una muestra completa y representativa es extremadamente importante, ya que es tan importante como las pruebas mismas.

2.2.6. Muestreo en campo.

Las muestras alteradas e inalteradas son diferentes. La muestra se considera modificada si no se encuentra en las mismas circunstancias que en la nación donde fue tomada; de lo contrario, se cree que permanece sin cambios (Crespo, 1979).

2.2.7. Propiedades geotécnicas de los suelos.

2.2.7.1. Análisis granulométrico.

Para Martínez (2003), en su libro "Manual de mecánica de suelos I", indica que, la medición de partículas (granulometría) es el estudio y la determinación de diferentes tamaños de partículas del suelo. La granulometría proporciona criterios para la clasificación de suelos en sistemas de clasificación de uso común con la posibilidad de utilizar la experiencia de otros estudios.

2.2.7.1.1. Análisis granulométrico por mallas.

Braja (1985), nos dice que: Para realizar el análisis de granulometría, la tierra seca que ha sido molida finamente se pasa a través de una serie de mallas progresivamente más finas con una plataforma en la parte inferior. El porcentaje acumulativo de suelo que pasa a través de cada celda de la cuadrícula se calcula midiendo la cantidad de suelo aún presente en cada celda de la cuadrícula y se conoce como el "porcentaje que pasa" y se usa con frecuencia en las pruebas de suelo.

2.2.7.1.2. Cálculos para el Análisis Granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

$$\%Pasa\ 0,074 = \frac{Peso\ Total - Peso\ retenido\ en\ el\ Tamiz\ de\ 0,074}{Peso\ Total} \times 100 \dots (2.1)$$

$$\%Retenido = \frac{Peso\ Retenido\ en\ el\ Tamiz}{peso\ total} \times 100 \dots (2.2)$$

$$\%Pasa = 100 - \%retenido\ acumulado \dots (2.3)$$

2.2.7.2. Contenido de humedad.

Crespo (1979), nos indica que: La humedad se mide pesando una muestra representativa de suelo húmedo, secando la muestra hasta peso constante en un horno

a 100-110 °C. El peso del agua en la muestra, representado como un porcentaje del peso seco de la muestra, muestra cuánto cambió el peso de la muestra antes y después de secarse en un horno.

2.2.7.2.1. Cálculos para Determinar el Contenido de Humedad.

1. Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W\% = \frac{\text{Peso de Agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100 \dots\dots\dots(2.4)$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100 \dots\dots\dots(2.5)$$

Donde:

- W = Es el contenido de humedad (%)
- M_{CWS} = Es el peso total del recipiente más el suelo húmedo (gr)
- M_{CS} = Es el peso del contenedor más el suelo secado en horno (gr)
- M_C = Es el peso del recipiente (gr)
- M_W = Es el peso del agua en gramos (gr)
- M_S = Es el peso de las partículas sólidas (gr)

2.2.7.3. Densidad del suelo en el terreno.

Medina et al. (2008), nos indica que la determinación de la densidad in situ es necesaria para un suelo natural o compactado. La mayoría de las veces, esta determinación se lleva a cabo mediante el método del cono de arena.

2.2.7.3.1. Cálculos para obtener la Densidad de Campo.

1. Cálculo de volumen de excavación:

$$V = \frac{M}{\gamma_{arena}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Donde:

- M = Es la cantidad de arena que se ha extraído durante la excavación.
- γ_{arena} = Esta es la densidad de arena.

2. Cálculo de la densidad húmeda:

$$\gamma_{hum} = \frac{W_{hum}}{V} \dots\dots\dots(2.7)$$

3. Cálculo de la masa seca del material que se extrajo del orificio de prueba de la siguiente manera:

$$\gamma_{seca} = \frac{\gamma_{hum}}{1+W} \dots \dots \dots (2.8)$$

Donde:

- W = Es el contenido de humedad extraído del orificio de prueba (%)
- γ_{hum} = Es la masa húmeda del material del hueco de ensayo en gr.
- γ_{seca} = Es la masa seca del material del hueco de ensayo en gr.

2.2.7.4. Plasticidad de los suelos.

Crespo (1979), manifiestas que, es la capacidad de los suelos para deformarse hasta cierto punto sin dañarse se conoce como plasticidad. Esta característica se utiliza para medir cómo se comportará el terreno con el tiempo. Esta característica aparece en diversos grados en la arcilla. Para evaluar la plasticidad del suelo se utiliza el límite de Atterberg.

De igual manera, Crespo (1979), hace mención que, Según Atterberg, un suelo es no plástico cuando tiene un índice plástico (IP) igual a cero; si tiene un índice plástico entre 7 y 17, se considera medianamente plástico; y si tiene un índice plástico superior a 17, se considera altamente plástico.

2.2.7.4.1. Límite líquido.

El suelo que se encuentra entre los estados de límite líquido y plástico se conoce como límite líquido por su contenido de humedad en porcentaje, (MTC, 2016, pág. 67).

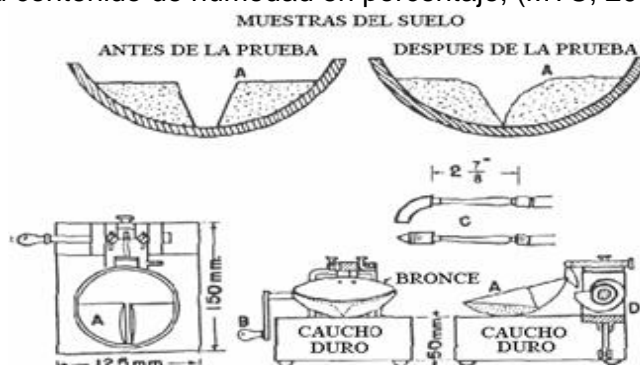


Figura 1.

Equipo para la determinación de límite líquido.

Nota. Martínez Quiroz, E. Manual de mecánica de suelos I, 2003.

2.2.7.4.2. Límite Plástico.

El límite de plástico es la humedad que hace que el mortero se convierta en plástico, es

decir, la humedad que permite amalgamar el suelo sin romperlo en moldes de 3 mm de diámetro. (Reunión de Ingenieros, 1975)

2.2.7.4.3. Índice de plasticidad.

Braja M. (1985, p. 16), indica que es lo que distingue el suelo plástico del líquido.

$$IP = LL - LP \dots\dots\dots(2.9)$$

2.2.8. Clasificación de los suelos.

Según Crespo (1979), ratifica que “dada la gran variedad de suelos que se presentan en la naturaleza, ha permitido a la mecánica suelos desarrollar algunos métodos de clasificación de los mismos “cada uno de estos métodos tiene, prácticamente, su campo de aplicación según la necesidad y uso que los haya fundamentado y así se tiene la clasificación de los suelos según el tamaño de sus partículas, la clasificación de la asociación americana de funcionarios de caminos públicos (American Association Stale Highway and Transportation Officials). La clasificación de Administración Aeronautic Civil (C.A.A.), el sistema unificado de la clasificación de suelos (S.U.C.S.).

2.2.8.1. Sistema AASHTO

Braja (1985), indica que el sistema de clasificación de suelos AASHTO fue propuesto originalmente por el Highway Research Boards Committee sobre la clasificación de materiales para subrasante caminos y caminos de tipo granular (1945).de acuerdo con la actual forma de este sistema, los suelos pueden clasificarse ocho grupos principales A-1al A-8, en base a la distribución granulométrica, limite liquido e índice de plasticidad. Los suelos comprendidos en los grupos A-1, A-2, y A-3 son materiales de grano grueso y aquellos en los grupos A-4, A-5, A-6, A-7 son de grano fino. La turba, el lodo y en otros suelos altamente orgánicos quedan clasificados en el grupo A-8. Estos son identificados por inspección visual.

2.2.8.2. Sistema Unificado

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, es una de las formas de clasificación de suelos, una de las más eficientes y más usadas, lo desarrolló Arthur Casagrande en plena Segunda Guerra Mundial. Fue aprobado en 1952. Actualmente lo estandarizaron en la norma ASTM D 2487-93, (Comité Técnico Permanente de Geotécnia, 1999).

Se basa en la identificación según sus características estructurales. La Plasticidad y su comportamiento como material de construcción, los suelos se separan en tres grupos,

los suelos de grano grueso, grano fino y altamente orgánicos, estos suelos se presentan mediante los símbolos definidos como son: “la grava (G), arena (S), limo (M), arcilla (C), limos orgánicos y arcilla (O), turba y suelos altamente orgánicos (PT), y se complementa con sus características como alta plasticidad (H), baja plasticidad (L), bien graduado (W) y mal graduado (P)”, (Das, 2001, pág. 19)

2.2.9. Resistencia al corte.

Braja (1985), explica que la resistencia al corte, s , de un suelo, en términos del esfuerzo efectivo, es:

$$s = c + \sigma' + \tan\theta \dots\dots\dots (2.10)$$

Donde:

- σ' = Es el esfuerzo normal efectivo en el plano de corte.
- c = Es la cohesión.
- $\tan\theta$ = Ángulo de fricción.

La ecuación (2.10), se define como el criterio de falla de Mohr-Coulomb. El valor de C para arcillas y arenas normalmente consolidadas es igual a cero. Para arcillas sobre consolidadas es $C > \text{cero}$.

Así mismo Braja (1985), indica que, para la mayoría de los trabajos de rutina, los parámetros de resistencia al corte de un suelo (es decir, C y θ), son determinados por medio de dos pruebas de laboratorio estándar ellas son:

- a) Prueba de corte directo.
- b) Prueba triaxial. Para el presente trabajo de investigación se usará la prueba Triaxial.

2.2.9.1. Prueba directa de Resistencia al Esfuerzo de Corte.

Juárez y Rico (1973), nos menciona que “durante muchos años, la prueba directa de resistencia al esfuerzo cortante fue prácticamente la única usada para la determinación de la resistencia de suelos”; hoy, aun cuando conserva interés práctico debido a su simplicidad, ha sido sustituida en buena parte por las pruebas de comprensión triaxial.

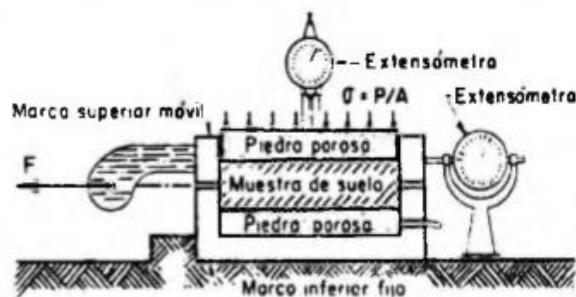


Figura 2.

Esquema del aparato de resistencia al esfuerzo cortante directo.

Nota. Juárez Badillo & Rico Rodríguez. Mecánica de suelos. Tomo I. 1973.

2.2.9.2. Ensayo de compresión triaxial consolidado – no drenado (ASTM D 2850-95)

Valerio (2011), en su publicación “**Ensayos triaxiales para suelos**”, menciona que la prueba de ensayo triaxial es uno de los métodos más confiables para determinar los parámetros de la resistencia al cortante.

Así mismo Valerio (2011), dice que en “un ensayo triaxial, un espécimen cilíndrico de suelo es revestido con una membrana de látex dentro de una cámara a presión”. La parte superior e inferior de la muestra tiene discos porosos, los cuales se conectan al sistema de drenaje para saturar o drenar el espécimen.

Este ensayo nos proporciona datos para la determinación de las propiedades de resistencia no drenadas y relaciones de esfuerzo-deformación de los suelos. Este método de ensayo permite la medición del esfuerzo total aplicado al espécimen.

2.2.10. Capacidad de carga última.

El asentamiento se incrementa bajo una carga aplicada gradualmente. Cuando la carga toma un valor de “qu” se produce una falla súbita del suelo que lo soporta a la cimentación, esta carga se denomina “capacidad de carga última de la cimentación” (Martínez, 2003, p. 63).

Así mismo, la capacidad de carga última se define como la máxima presión que soporta el suelo de antes de ocurrir una falla (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2006).

Se presentan 3 tipos de fallas por corte:

- Falla general por corte.
- Falla local por Corte.
- Falla de corte por Punzonamiento.

2.2.10.1. Teoría de la capacidad de Carga de Terzaghi.

Braja (1985, p. 156), indica que Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales. De acuerdo con esta, una cimentación es *superficial* si la profundidad, D_f (figura), de la cimentación es menor o igual que el ancho de la misma. Sin embargo, investigadores posteriores sugieren que cimentaciones con D_f igual a 3 o 4 veces el ancho de la cimentación puede ser definido como “*cimentaciones superficiales*”.

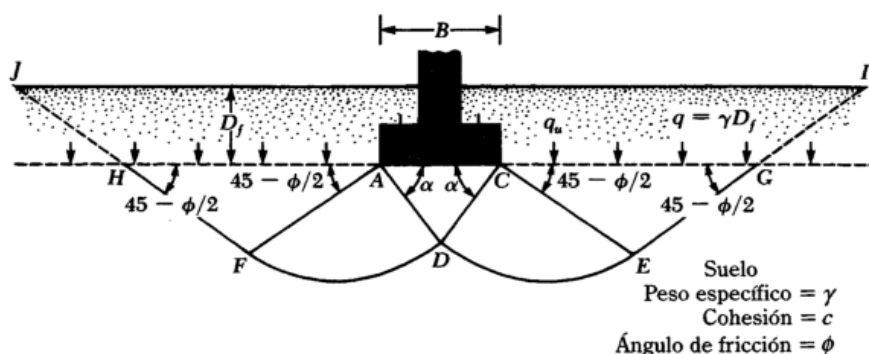


Figura 3.

Falla por capacidad de carga en suelo bajo una cimentación rígida corrida.

Nota. Braja M., D. Principios de ingeniería de cimentaciones, 1985.

Sobrecarga equivalente efectiva $q = \gamma D_f$ (Donde γ = Peso específico del suelo).

Terzaghi expresó la capacidad de carga última en la forma:

$$q_u = c N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \text{ (Cimentación corrida) (2.11)}$$

Donde:

c = Cohesión del suelo

γ = Peso específico del suelo

q = γD_f

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo ϕ de fricción de suelo.

Braja (1985), indica que para estimar la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas o circulares la ecuación (2.11) pueden modificarse a:

$$q_u = 1.3 c N_c + q N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \text{ (Cimentación cuadrada) (2.12)}$$

$$q_u = 1.3 c N_c + q N_q + 0.3 \gamma B N_\gamma \text{ (Cimentación circular) (2.13)}$$

En la ecuación (2.12), B es igual a la dimensión de cada lado; en la ecuación (2.13), B es igual al diámetro de la cimentación.

Braja (1985), indica “que el cálculo de la capacidad de carga bruta admisible de cimentaciones superficiales requiere de aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta”.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \dots\dots\dots (2.14)$$

Donde:

q_u = Capacidad de carga última.

FS = Factor de seguridad.

Así mismo Braja (1985), nos menciona que la capacidad de carga última neta se define como la presión última por unidad de área de la cimentación que es soportada por el suelo en exceso de la presión causada por el suelo que la rodea en el nivel de la cimentación:

$$q_{neta (u)} = q_u - q \dots\dots\dots (2.15)$$

Donde:

$q_{neta (u)}$ = Capacidad de carga última neta.

Si sabemos que: $q = \gamma D_f$

Entonces:

$$q_{neta (u)} = \frac{q_u - q}{FS} \dots\dots\dots (2.16)$$

El factor de seguridad, tal como se define por la ecuación (2.16) puede ser por lo menos de 3 en todos los casos.

2.2.11. Cohesión de suelos.

Martínez (2010), en su libro “Guía de Mecánica de Suelos II”, define la cohesión de los suelos como la atracción entre partículas, originada por las fuerzas moleculares y las películas de agua. Por lo tanto, la cohesión de un suelo variará si cambia su contenido de humedad. La cohesión se mide kg/cm^2 . Los suelos arcillosos tienen cohesión alta de $0,25 \text{ kg/cm}^2$ a 1.5 kg/cm^2 , o más. Los suelos limosos tienen muy poca, y en las arenas la cohesión es prácticamente nula.

Así mismo la cohesión en mecánica de suelos es utilizada para representar la resistencia al cortante producida por la cementación (Rosales, 2007).

2.2.12. Fricción interna.

La fricción interna es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre superficies de contacto de las partículas (Martínez, 2010). Depende de la granulometría y forma de sus partículas. Así tenemos:

- $\phi = 0^\circ$, Para arcillas plásticas.
- $\phi = 45^\circ$, Para gravas y arenas secas, compactas y de partículas angulares.
- $\phi = 30^\circ$, Para arenas.

2.2.13. La teoría de Meyerhof.

Jiménez (2010), indica que a partir de 1951 Meyerhof realizó importantes contribuciones al problema de capacidad de carga de los suelos. Básicamente la teoría de Meyerhof añadió la consideración de los esfuerzos cortantes que puedan desarrollarse en el terreno de cimentación por arriba del nivel de desplante de cimentación, cuyo efecto fue dejado de lado por la teoría de Terzaghi, excepto como sobrecarga. En la teoría de Meyerhof, el suelo que rodea al cimiento, por arriba del desplante es medio de propagación de superficie de deslizamiento.

La relación entre el ángulo de fricción interna de un suelo granular y la compacidad relativa del mismo es expresado por Meyerhof por medio de las siguientes expresiones:

- Para suelos granulares con más del 5% de arena fina y limo:

$$\phi = 25 + 0.15Cr \dots\dots\dots (2.17)$$

Cr, expresado en porcentaje

- Para suelos granulares con menos de 5% de arena fina y limo:

$$\phi = 30 + 0.15Cr \dots\dots\dots (2.18)$$

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1 Contexto de la Investigación

3.1.1.1 Ubicación política

La localidad de Habana se encuentra ubicada políticamente según el detalle siguiente:

- País : Perú
- Región : San Martín
- Provincia : Moyobamba
- Distrito : Habana

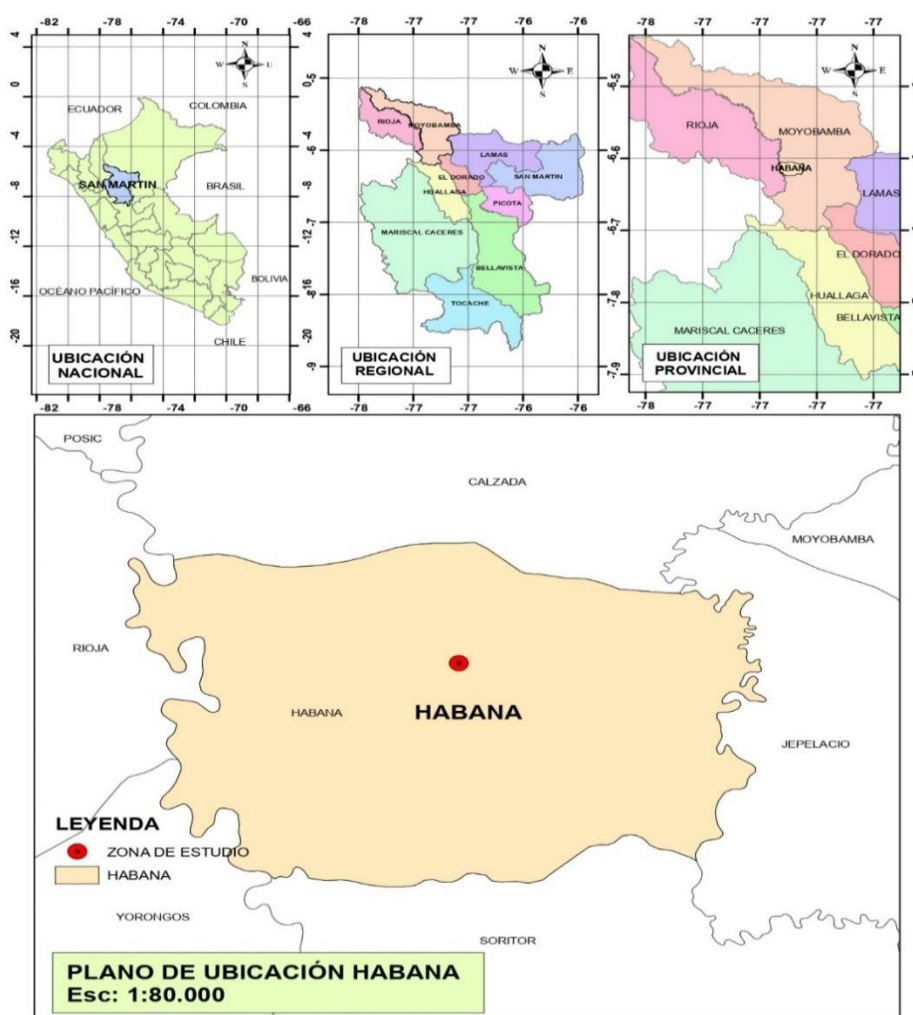


Figura 4.

Mapa de Ubicación.

Nota. Elaboración propia.

Límites del área de estudio, según el Google Earth 2023.

- Por el Norte : Colinda con el distrito de Calzada.
- Por el Sur : Colinda con el distrito de Soritor.
- Por el Este : Colinda con el distrito de Moyobamba.
- Por el Oeste : Río Tónchima (Rioja).

3.1.1.2 Ubicación Geográfica

Geográficamente el área investigada se localiza en el área urbana del distrito de Habana, cuya información resumida es la siguiente:

Latitud : 6° 4'50.70"S

Longitud : 77° 5'25.22"O

Altura : 844 m.s.n.m.

3.1.2 Periodo de ejecución

El Trabajo de investigación comenzó el 10 de octubre del 2022, donde se realiza la inspección del terreno y se marca la ubicación de las veintidós calicatas. La aprobación para la ejecución de la investigación fue otorgada con fecha 09 de julio del 2021 mediante la resolución N° 073-2021-UNSM/FICA-D-NLU, que oficializa el desarrollo de la presente investigación.

Se culmina con el procesamiento de datos y presentación ante la FICA de la UNSM-T, con fecha 03 de julio del 2023, haciendo un total de 8 meses y 21 días o 266 días calendarios que duro la ejecución de la presente investigación.

3.1.3 Autorización y permisos

3.1.3.1 Autorización de ejecución

La autorización para llevar a cabo la investigación fue emitida mediante acto resolutivo, por parte de la FICA de la UNSM-T, con N° 073-2021-UNSM/FICA-D-NLU y fecha 09 de julio del 2021.

Autorización de excavación de calicatas

Mediante una solicitud enviada por parte de los autores con fecha 26 de octubre del 2022, hacia la Municipalidad Distrital de Habana, con el asunto de "Solicitud de permiso para excavación de calicatas y apoyo con maquinaria", se nos respondió con fecha 03

de noviembre del 2022, mediante el oficio N° 037 – 2022 – MDH/A, donde nos autorizan a proceder con las excavaciones, se ubica en los anexos 2; 3 y 4.

3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad

3.1.4.1 Control Ambiental

Se realizó un control ambiental siguiendo los pasos descritos luego:

Inspección del área de estudio: Efectuando la identificación in situ del terreno, evitando la contaminación evitando la manipulación de la zona de estudio, realizando solo el reconocimiento visual; y, la ubicación de las calicatas.

Excavación y extracción de muestras: Excavación, efectuadas en lugares despejados sin generar un impacto forestal, sin afectar la transitabilidad en el área de estudio de la investigación; extracción de muestras, de manera manual sin perjudicar la estabilidad del terreno, procediendo a tapar las excavaciones al concluir.

Ensayos de laboratorio: Realizándose dichos ensayos siguiendo las normas vigentes sin afectar el medio con las muestras obtenidas.

3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales

Como autores de la presente investigación reconocemos las normas éticas generales, parcialmente los principios de integridad y totalidad; así como los sistemas de conducta que se debe ejercer permanentemente (Moreno, 2010).

Se respetó a las personas y al ecosistema (Hoyos, 2000). En la investigación se ha aplicado la cultura del no plagio mediante la inclusión de citas bibliográficas en cada uno de los textos, los estándares actuales, las revistas, los artículos, los informes y las páginas web que contribuyeron en la realización de nuestra investigación se han comparado con el software Turnitin.

3.2. Sistema de variables

3.2.1 Variables principales

3.2.1.1 Variable Independiente:

Estudio de laboratorio de la muestra del suelo de la zona urbana del distrito de Habana.

3.2.1.2 Variables Dependientes:

Valor de la Capacidad Portante del suelo de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento San Martín.

3.2.1.3 Operacionalización de variables dependientes.

Tabla 1.

Descripción de variables en Objetivos Específicos.

Objetivo específico N° 1: Realizar los estudios de mecánica de suelos y geotecnia, para determinar las características y tipo de suelos en la zona urbana del distrito de Habana.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Características de los suelos	Granulometría	Ensayo de granulometría	%
	Contenido de humedad	Ensayo de contenido de humedad	%
	Límites de Aterberg	Ensayo de límites de Aterberg	%
	Densidad seca	Ensayo de densidad seca	gr/cm ³
	Peso específico	Ensayo de peso específico	gr/cm ³
Objetivo específico N° 2: Efectuar la Clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en la zona de estudio.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Clasificación del suelo según SUCS	Suelos de grano grueso	Retención en tamices	mm, %
	Suelos de grano fino	Límite líquido relativamente alto o bajo	mm, %
	Suelos altamente orgánicos	Turba, humus, suelo de pantano	%
Objetivo específico N° 3: Efectuar el ensayo triaxial para obtener los parámetros necesarios sobre la capacidad portante del suelo de la zona en estudio.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Ensayo de compresión triaxial	Deformación	Ensayo, gráfico: 1 kg/cm ² , 2 kg/cm ² , 4 kg/cm ²	%
	Esfuerzo desviador		kg/cm ²
	Esfuerzo axial	Ensayo, gráfico: círculo de Mohr	kg/cm ²
	Esfuerzo de corte		kg/cm ²

	Deformación	Ensayo, gráfico: 1 kg/cm ² , 2 kg/cm ² , 4 kg/cm ²	%
	Presión de poros		kg/cm ²
	p	Ensayo, diagrama q vs p	kg/cm ²
	q		kg/cm ²
Objetivo específico N° 4: Determinar la capacidad portante de los suelos obtenidos de los suelos en el área de estudio.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Capacidad portante de los suelos	Cohesión del suelo	C	kg/cm ²
	Peso específico del suelo	γ	gr/cm ³
	Sobrecarga equivalente efectiva	$q = \gamma D_f$	kg/cm ²
	Ángulo de fricción interna	ϕ	Grado
	Factores de capacidad de carga	N_c, N_q, N_γ	Adimensional
	Capacidad de carga última	$q_u = c N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	kg/cm ²
Objetivo específico N° 5: Elaborar un mapa virtual e interactivo de la zonificación de la capacidad portante de los suelos, según los resultados obtenidos de la zona urbana del distrito de Habana.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Mapa de zonificación de capacidad portante	Selección de software	Digitación en el software	Decisión
	Alimentación de capacidad portante		Dato real
	Procesamiento		Automático
	Revisión		Chequeo
	<i>Mapa definitivo</i>		<i>Gráfico</i>

Nota. Elaboración propia.

3.2.2 Variables secundarias

3.2.2.1 Clima.

La topografía del área de estudio, que se ubica en la provincia de Moyobamba y es donde confluyen las cordilleras y valles del Alto Mayo, está muy influenciada por factores climáticos, transformándose en una zona de tipo bosque alpino con terreno escarpado (INDECI, 2004).

3.2.2.1.1 Temperatura.

La temperatura media anual es de 25°C, siendo la más baja de 21°C. (INDECI, 2004).

3.2.2.1.2 Humedad relativa.

Los niveles de humedad relativa promedio en las estaciones de Moyobamba, Rioja y Soritor oscilan entre el 78% y el 90% (INDECI, 2004).

3.2.2.1.3 Precipitaciones

Entre diciembre y mayo hay más lluvia, pero entre junio y noviembre hay menos. Las lluvias anuales siempre superan los 1,000 mm, y rara vez superan los 5,000 mm. La humedad atmosférica y la transpiración vegetal son altas durante todo el año. Las colinas al este de Moyobamba y en el lado este del cinturón subandino están más a menudo cubiertas por nubes, según datos del INGEOMIN (INDECI, 2004).

3.3 Procedimientos de la investigación

3.3.1 Objetivo específico 1: Realizar los estudios de mecánica de suelos y geotecnia, para determinar las características y tipo de suelos en la zona urbana del distrito de Habana.

Actividad 1: Reconocimiento en campo, que se realiza mediante la observación in situ del lugar de estudio. Se efectuó el recorrido de todas las calles del área urbana de Habana con el fin de ubicar los lugares precisos, según la geografía del terreno, con ayuda de un GPS la ubicación de las 22 calicatas en el sistema de coordenadas UTM. Los datos se presentan en la Tabla 2 y se detallan en los planos del Anexo 9.

Tabla 2.

Ubicación de las calicatas.

Calicata	Coordenadas	
	Norte	Este
C-01	9327716.05	269443.16
C-02	9327698.42	269577.21
C-03	9327339.39	269418.40
C-04	9327558.51	269262.84
C-05	9327483.80	268947.70
C-06	9327211.89	268986.10

C-07	9326973.40	268910.92
C-08	9327187.43	268791.29
C-09	9327164.47	268611.98
C-10	9327141.90	268432.74
C-11	9327400.08	268231.53
C-12	9327560.65	268117.86
C-13	9327592.98	268457.72
C-14	9327817.14	268398.53
C-15	9327942.14	268380.08
C-16	9327847.96	268783.21
C-17	9327550.55	268738.48
C-18	9327445.35	268579.32
C-19	9327369.60	268660.70
C-20	9327423.04	269348.91
C-21	9327264.07	268502.80
C-22	9327321.23	268405.96

Nota. Elaboración propia.

Actividad 2: Muestreo de suelos, que se realiza siguiendo las indicaciones de la norma ASTM D 420 y MTC E 101. El equipo y materiales requeridos depende del espécimen del material representativo, características del terreno, y para la investigación en el laboratorio. Entre ellos se utiliza el Barreno, excavadoras y palas para profundidades hasta 0.30-3.00 m, usando materiales apropiados para la toma de muestras, de vidrio, metal o plástico, además bolsas libres de material contaminante, y accesorios complementarios como GPS (MTC, 2016).

El procedimiento se realizó tomando las precauciones de seguridad necesarias. Con el uso de un registro de excavación se identificó las características de color, textura y profundidad de cada muestra. Se observa que los suelos se caracterizan en su mayoría por su color blanquecino y textura arcillosa la cual se describe en la Tabla 3. Para el traslado de la muestra se identifica mediante un código designado por los tesisistas y se guarda en un recipiente hermético para conservar su humedad natural, seguidamente fueron llevados al laboratorio para los ensayos respectivos.

Tabla 3.*Características in-situ del muestreo de suelos.*

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	CARACTERÍSTICAS IN-SITU	
		COLOR	TEXTURA
C-01	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Blanquecino	Arcilloso Inorgánico
C-02	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Blanquecino	Arcilloso Inorgánico
C-03	0.30	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Rojizo	Arcilloso Inorgánico
C-04	0.80	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Blanco rojizo	Arcilloso Inorgánico
C-05	0.30	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Rojizo	Arcilloso Inorgánico
C-06	0.30	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Blanco rojizo	Arcilloso Inorgánico
C-07	0.30	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Blanco rojizo	Arcilloso Inorgánico
C-08	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Amarillo blanquecino	Arcilloso Inorgánico
C-09	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Rojizo	Arcilloso Inorgánico
C-10	0.30	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Rojizo	Arcilloso Inorgánico
C-11	0.30	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Naranja blanquecino	Arcilloso Inorgánico
C-12	0.30	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Negrusco	Arcilla limosa
C-13	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Amarillo blanquecino	Arcilloso Inorgánico
C-14	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Blanco amarillento	Arcilloso Inorgánico

C-15	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Blanquecino	Arcilloso Inorgánico
C-16	0.30	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Amarillo blanquecino	Arcilloso Inorgánico
C-17	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Rojizo	Arcilloso Inorgánico
C-18	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Naranja blanquecino	Arcilloso Inorgánico
C-19	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Naranja blanquecino	Arcilloso Inorgánico
C-20	0.30	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Blanco rojizo	Arcilloso Inorgánico
C-21	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Amarillo blanquecino	Arcilloso Inorgánico
C-22	0.40	Negro	Arcilloso orgánico c/ gravas
	3.00	Naranja blanquecino	Arcilloso Inorgánico

Nota. Elaboración propia.

Actividad 3: Análisis granulométrico de los suelos, que se realizó siguiendo las indicaciones de las normas ASTM D - 422 y N.T.P. 400.012. Los equipos y materiales utilizados fueron una balanza, juego de tamices, un tamizador mecánico, envases, cepillos y brocha (MTC, 2016).

El procedimiento se inició con el cuarteo de la muestra en una bandeja galvanizada, para luego lavarlo en el tamiz N° 200, este material se recogió en un recipiente para luego secarlo durante 24 horas, utilizando 500 g de suelo seco. Con la muestra ya preparada se realizó el tamizado mecánico con la configuración de tamices ordenados desde el tamiz N° 4, N° 8, N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200, respectivamente. El tamizado mecánico se realizó en 10 minutos en movimiento constante, después se procedió a retirar del tamizador y cuidadosamente se desarmó la torre, después registramos el peso de cada fracción que queda en cada tamiz. Finalmente calculamos con la ecuación 2.1, 2.2 y 2.3 (MTC, 2016). Los resultados se enseñan con mejor detalle en la Tabla 4 y el resumen en la Tabla 8 de resultados, además el ensayo se detallará en el Anexo 6.

Tabla 4.*Resultados del análisis granulométrico de los suelos.*

CALICATA	MUESTRA	PROF. DE LA MUESTRA (m)	GRANULOMETRÍA			
			MALLA # 4	MALLA # 10	MALLA # 40	MALLA # 200
C-01	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.95%	98.79%
C-02	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.95%	97.02%
C-03	II	0.30-3.00	100.00%	100.00%	99.93%	99.70%
C-04	II	0.80-3.00	100.00%	100.00%	99.94%	98.70%
C-05	II	0.30-3.00	100.00%	99.81%	99.12%	87.46%
C-06	II	0.30-3.00	100.00%	100.00%	99.95%	99.28%
C-07	II	0.30-3.00	100.00%	100.00%	99.95%	99.85%
C-08	II	0.40-3.00	100.00%	99.99%	99.44%	79.73%
C-09	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.83%	95.20%
C-10	II	0.30-3.00	100.00%	100.00%	99.25%	89.15%
C-11	II	0.30-3.00	99.72%	99.38%	98.85%	95.72%
C-12	II	0.30-3.00	99.92%	99.59%	95.17%	65.44%
C-13	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.96%	97.49%
C-14	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.97%	98.52%
C-15	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.97%	98.37%
C-16	II	0.30-3.00	100.00%	100.00%	99.96%	98.31%
C-17	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.97%	97.72%
C-18	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.87%	78.63%
C-19	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.89%	90.46%
C-20	II	0.30-3.00	100.00%	100.00%	99.92%	98.64%
C-21	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.93%	97.11%
C-22	II	0.40-3.00	100.00%	100.00%	99.82%	81.06%

Nota. Elaboración propia.

Actividad 4: Contenido de humedad del suelo, que se hizo siguiendo las indicaciones de las normas ASTM 2216 y N.T.P. 339.127. Los equipos y materiales utilizados entre

otros tenemos el Horno de secado (MTC, 2016).

Según el procedimiento se utilizó una masa mínima de 100 gramos de muestra (según norma) para las partículas que pasan la malla N° 4, después se registró el peso de un recipiente, luego se registró el peso de la muestra húmeda más el recipiente, se enumeró a los recipientes y se colocó a secar durante un día, pasado el tiempo de secado se removió el contenedor y se ubicó en un desecador para el enfriamiento del material hasta la temperatura ambiente. Finalmente se pesó el recipiente con el material seco; para su cálculo se utilizó la ecuación 2.4, 2.5 (MTC, 2016). Los resultados varían entre el máximo 44.48 % y mínimo de 18.84 % de contenido de humedad, Los resultados se enseñan con mejor detalle en la Tabla 5 y el resumen en la Tabla 8 de resultados, además el ensayo se detallará en el Anexo 6.

Tabla 5.

Resultados del contenido de humedad.

CALICATA	MUESTRA	PROF. DE LA MUESTRA (m)	HUMEDAD NATURAL %
C-01	II	0.40-3.00	30.24
C-02	II	0.40-3.00	34.53
C-03	II	0.30-3.00	38.64
C-04	II	0.80-3.00	44.48
C-05	II	0.30-3.00	32.07
C-06	II	0.30-3.00	33.93
C-07	II	0.30-3.00	32.16
C-08	II	0.40-3.00	24.86
C-09	II	0.40-3.00	26.31
C-10	II	0.30-3.00	26.62
C-11	II	0.30-3.00	34.92
C-12	II	0.30-3.00	18.84
C-13	II	0.40-3.00	30.15
C-14	II	0.40-3.00	31.17
C-15	II	0.40-3.00	29.46

C-16	II	0.30-3.00	33.70
C-17	II	0.40-3.00	28.48
C-18	II	0.40-3.00	24.38
C-19	II	0.40-3.00	25.14
C-20	II	0.30-3.00	40.72
C-21	II	0.40-3.00	36.75
C-22	II	0.40-3.00	26.44

Nota. Elaboración propia.

Actividad 5: Límites de Atterberg, comenzando con el límite líquido del suelo utilizando el método de múltiples puntos. Se realizó siguiendo las indicaciones de las normas ASTM 4318 y la N.T.P. 339.129 (MTC, 2016).

Iniciamos con una muestra representativa que pasa el tamiz N.º 40, se mezcló las muestras en el contenedor utilizando una espátula y obtuvimos una fracción de la masa preparada, una porción se colocó en la copa de Casagrande, en el momento en que la copa de Casagrande reposa sobre su base, presionándola y esparciéndola en su punto más profundo, donde se formó un área horizontal, hasta una altura promedio de 10 mm.

Empleando el acanalador, se partió la muestra, formando una hendidura que sigue una línea que una el punto superior y el inferior sobre la orilla de la copa, seguidamente se levantó y soltó la copa de Casagrande rodando el manubrio a la velocidad de dos golpes por segundo hasta cerrar la ranura en una longitud de 13 mm; se anotó el número de golpes, después se sacó una fracción de suelo de extremo a extremo en ángulo recto a la ranura, seguidamente se puso en una vasija con peso conocido y se colocó a secar dentro del horno durante 24 horas, se realizando tres veces el mismo procedimiento (MTC, 2016).

Se calculó mediante un gráfico “semilogarítmico” y los resultados se representaron en números enteros con un máximo de 91% y un mínimo de 22% (MTC, 2016).

Luego se determinó el límite plástico, siguiendo las indicaciones de las normas ASTM 4318 y la NTP. 339.129, utilizando la placa vidrio grueso esmerilado (MTC, 2016).

El procedimiento se realizó siguiendo las normas y se rodó empleado los dedos con mucho cuidado en una superficie lisa, creando cilindros de 3.2 mm. En algunos casos el cilindro se desmoronó antes de llegar al diámetro necesario y se repitió el proceso hasta conseguirlo, luego se introdujo en un recipiente el cual se pesó y se puso a secar

durante 24 horas, finalmente se volvió a pesar la muestra seca (MTC, 2016). En el límite plástico se presentó un máximo de 39% y mínimo de 16%. Los resultados de los límites de Atterberg se muestran en la Tabla 6 y el resumen en la Tabla 8 de resultados, además el ensayo se detallará en el Anexo 6.

Tabla 6.

Resultados de los límites de Atterberg y humedad natural de los suelos.

CALICATA	MUESTRA	PROF. DE LA MUESTRA (m)	LÍMITES DE ATTERBERG		
			LL %	LP %	IP %
C-01	II	0.40-3.00	72	34	38
C-02	II	0.40-3.00	86	37	49
C-03	II	0.30-3.00	70	33	37
C-04	II	0.80-3.00	80	36	44
C-05	II	0.30-3.00	48	27	21
C-06	II	0.30-3.00	77	35	42
C-07	II	0.30-3.00	74	33	31
C-08	II	0.40-3.00	51	20	31
C-09	II	0.40-3.00	65	31	34
C-10	II	0.30-3.00	61	22	39
C-11	II	0.30-3.00	83	36	47
C-12	II	0.30-3.00	22	16	6
C-13	II	0.40-3.00	65	30	35
C-14	II	0.40-3.00	82	31	51
C-15	II	0.40-3.00	91	39	52
C-16	II	0.30-3.00	86	34	52
C-17	II	0.40-3.00	53	22	31
C-18	II	0.40-3.00	60	27	33
C-19	II	0.40-3.00	59	25	34
C-20	II	0.30-3.00	68	28	41
C-21	II	0.40-3.00	60	21	39
C-22	II	0.40-3.00	58	23	35

Nota. Elaboración propia.

Actividad 6: El peso específico relativo de los sólidos se determinaron en las calicatas C-01, C-02, C-03, C-05, C-8, C-10, C-12, C-14, C-15, C-17 Y C-18, las cuales representan según la clasificación de suelos los diferentes tipos que se encontraron en la zona de estudio. Se determinó la gravedad específica siguiendo las indicaciones de las normas ASTM D-854 y NTP 339.131, para lo cual se utilizó un picnómetro con una capacidad de 250 ml (MTC, 2016).

El procedimiento se realizó con una muestra seca de 100 gramos, conociendo el peso del picnómetro seco y limpio se llenó con agua destilada hasta por debajo del nivel de medición y se registró la temperatura. Después se añadió agua hasta un tercio y agitamos hasta formar una mezcla homogénea. Desaireando la mezcla con una bomba de vacío, medimos y registramos el peso del conjunto (picnómetro, suelo y agua). Finalmente se calcula utilizando las ecuaciones de la norma (MTC, 2016). Obteniéndose como resultado un máximo 1.85, se detalla los resultados en la Tabla 8 de resultados.

3.3.2 Objetivo específico 2: Efectuar la Clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en la zona de estudio.

Actividad 1: Clasificación de suelos, se realizó utilizando la información recabada de los ensayos de plasticidad y granulometría. Se analizó mediante el sistema de clasificación unificado de suelos; para este método utilizamos la carta de plasticidad y se identificó el tipo de suelo, según la simbología del sistema unificado que se muestran en el capítulo 2.2.8. Luego se clasificó por medio del sistema de clasificación AASHTO, que utiliza el tamaño de las partículas y el índice de plasticidad para clasificar a los suelos e identificarlos según la simbología de los grupos que se muestra el capítulo 2.2.8. Clasificación de Suelos (MTC, 2016). Todos los valores se registraron en la Tabla 9 de resultados.

3.3.3 Objetivo específico 3: Efectuar el ensayo triaxial para obtener los parámetros necesarios sobre la capacidad portante del suelo de la zona en estudio.

Actividad 1: Ensayo triaxial, que se describe como una sola actividad por cada muestra; procediéndose como sigue: Preparación del pedestal: Después de colocar la roca porosa en el soporte, la muestra se coloca encima de la roca porosa y se adhieren tiras de papel de filtro a los lados de la muestra para crear la vía de drenaje deseada.

Se coloca una película delgada e impermeable sobre la muestra utilizando un expansor de película al vacío; las juntas tóricas u otros anillos de sellado se colocan alrededor del

diafragma a la altura de la base para garantizar un sellado eficaz; Agregue tiras de filtro, roca porosa y la parte superior. Para un sellado eficaz en la parte superior de la muestra, coloque juntas tóricas u otro sellador alrededor de la membrana en la parte superior. Coloque el cilindro hueco en la base. Coloque el pistón de admisión en la cámara a través de las guías y bájelo hasta que entre en la ranura superior sin tocar. El pistón está fijado por un dispositivo de bloqueo.

La muestra y la cámara de prueba se colocan en el alimentador y se llenan de líquido. Antes de comenzar la prueba, limpie la línea de drenaje aspirando un drenaje y sumergiendo el otro extremo en agua. Esto hace que el aire atrapado entre la muestra y la membrana se extraiga y llene las líneas de drenaje del recipiente con agua. Las cabezas también deben estar impregnadas.

Para obligar al agua a fluir lentamente fuera de la línea de presión intersticial, cree una ligera contrapresión y una presión en la cámara de 1 a 2 psi (7 a 14 kPa) más alta que la contrapresión. Conecte la línea de presión intersticial al dispositivo de medición. Aumente gradualmente la contrapresión y la presión de la cámara hasta que las lecturas de presión intersticial muestren equilibrio en toda la muestra.

Para evitar el flujo entre la muestra y la membrana, mantenga la presión de la cámara aproximadamente 34,5 kPa (5 libras por pulgada) más alta que la contrapresión. Hasta que la respuesta de la presión de los poros muestre saturación, continúe aumentando la contrapresión y la presión de confinamiento. Esta etapa puede eliminarse si no se requieren medidas de presión de poros.

Luego, aumentar la presión de la cámara hasta que la presión de la cámara y la contrapresión sean iguales. Una envolvente de falla requiere al menos tres presiones de consolidación distintas para ser definida.

Luego, cierre la válvula entre la cámara y la bureta antes de aumentar la carga axial para que la muestra se corte sin secar. Debe medirse cualquier cambio de masa que se produzca durante la consolidación.

Para compensar los efectos individuales o combinados de la fricción del pistón o el empuje hacia arriba del pistón debido a la presión de la cámara, mueva el alimentador y déjelo funcionar durante unos minutos a la velocidad de prueba deseada. Cuando el pistón golpee la placa superior, registre un cero en el manómetro y la celda de carga.

En la prueba triaxial, la velocidad de deformación debe ser lo suficientemente alta como para igualar la presión intersticial (si se mide) de la muestra. Registre las lecturas de carga y deformación durante un período lo suficientemente corto como para generar

una curva de tensión-deformación precisa. Se han aplicado con éxito velocidades de deformación que van desde el 1 % por minuto para suelos dúctiles hasta el 0,3 % por minuto para suelos porosos.

Suponiendo un máximo, el criterio de error debe ser el valor máximo de la tensión de deflexión. Si no hay un máximo claro y la tensión de flexión continúa aumentando con la deformación, entonces se considera que falla la tensión de flexión correspondiente al 20% de la deformación. Factor de esfuerzo principal efectivo máximo que se puede usar como criterio de falla si se mide la presión intersticial.

En caso de falla, drene el líquido limitante de la cámara de prueba y libere toda la presión. Resuma el modo de falla después del desmontaje, pruebe la muestra y complete el desmontaje. Para determinar la humedad y la densidad, pese la muestra y colóquela en la secadora.

Proceso de cálculo: si la muestra se deforma uniformemente en todas las direcciones durante la consolidación, se puede usar la siguiente ecuación para calcular la longitud de la muestra después de la consolidación:

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{3} \varepsilon_v \dots \dots \dots (3.1)$$

Donde:

- ε_1 = Deformación axial = $\Delta L/L$.
- ε_v = Deformación del volumen = $\Delta V/V$.
- L = Longitud del espécimen determinado mediante medida física.
- ΔL = Cambio de longitud del espécimen durante la consolidación.
- V = Volumen original del espécimen.
- ΔV = Cambio de volumen medido con la bureta.

Luego, calcular la deformación axial para una carga aplicada:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots \dots \dots (3.2)$$

Donde:

- ΔL = Cambio de longitud del espécimen determinado a partir del indicador de deformación.
- L_0 = Longitud del espécimen después de la consolidación.

Se calcula la sección transversal media, A, para una carga dada así:

$$A = \frac{A_0}{(1-\varepsilon)} \dots \dots \dots (3.3)$$

Donde:

A_0 = Área inicial de la sección transversal promedio del espécimen.
 ε = Deformación axial para una carga dada.

Si la superficie de la muestra lo permite, el área "A" también se puede calcular a partir de las dimensiones obtenidas por medición directa con la cánula.

El esfuerzo desviador, por área unitaria, para una carga dada es:

$$\sigma_d = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3-4)$$

Donde:

P = Carga desviadora aplicada.
 A = Área promedio de la correspondiente sección transversal.

Gráfico: si se mide la presión intersticial, cree un gráfico que muestre la relación entre la presión intersticial y la deformación. Además, se ha presentado un gráfico que muestra la relación entre la tensión de deflexión unitaria (llamada ordenada) y la deformación unitaria.

Como detalle sobre el ensayo triaxial consolidado no drenado (CU), se presenta los cálculos en el anexo 7, que contiene 5 formatos en los que se describe en forma muy detallada el ensayo de compresión con esfuerzos axiales de 1, 2 y 4 kg/cm² y los gráficos de deformación vs esfuerzo desviador, esfuerzo axial vs esfuerzos de corte (Círculo de Mohr); esfuerzo axial vs presión de poros y q vs p. Los resultados del ensayo triaxial consolidado no drenado (CU) se muestran en la Tabla 10 de resultados.

3.3.4 Objetivo específico 4: Determinar la capacidad portante de los suelos obtenidos en el área de estudio.

Actividad 1: Capacidad portante de los suelos, se determinaron aplicando la teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (Das, 2001). Para la investigación se consideró una falla local por corte en los suelos, debido a que nuestros suelos son arcillas blandas, es decir son arcillas de "alta compresibilidad" y tienden a experimentar varias deformaciones bajo cargas aplicadas. Según Terzaghi (Das, 2001) para cimentaciones que tienen la característica de falla local por corte, sugirió utilizar la siguiente expresión:

Cimentación cuadrada:

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma \dots\dots\dots (3.5)$$

Dónde:

- c' = Cohesión del suelo
 γ = Peso específico del suelo
 q = γD_f , para fines de investigación $D_f = 1.50$ m
 N'_c, N'_q, N'_γ = Factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo ϕ de fricción de suelo.

Tabla 7.

Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi N'_c, N'_q, N'_γ .

ϕ'	N'_c	N'_q	N'_γ	ϕ'	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30

22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Nota. Das, 2001, adaptado por los autores.

Para la investigación se consideró, según Braja (2011), que, para la capacidad portante total, se debe aplicar el factor de seguridad (FS) para determinar la capacidad portante permisible de la cimentación superficial.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \dots\dots\dots (3.6)$$

Donde:

q_u = Capacidad de carga última.

FS = Factor de seguridad.

Cálculo de capacidad portante de la Calicata C-01 (Jr. Lima – Jr. Pachacútec):

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma \dots\dots\dots (3.5')$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \dots\dots\dots (3.6')$$

El diseño se realizará considerando las siguientes dimensiones para las zapatas:

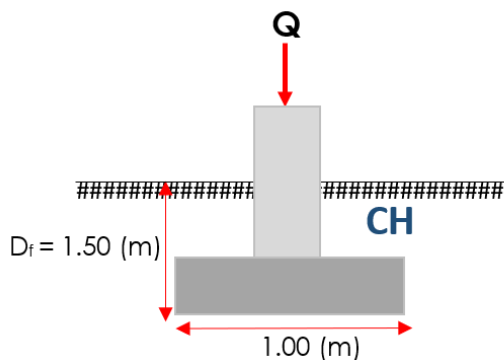


Figura 5.
Dimensiones de zapata.
Nota. Elaboración propia.

Datos:

- Ángulo de fricción interna : $\phi' = 16.70^\circ$
- Cohesión : $c' = 0.10 \text{ kg/cm}^2$
- Peso específico del suelo : $\gamma = 0.00181 \text{ kg/cm}^3$
- Nivel freático : NP

Profundidad de desplante	:	$D_f = 1.50 \text{ m} = 150 \text{ cm}$
Factores de carga (Ver tabla 7)	:	$N'_c = 10.347$ $N'_q = 3.067$ $N'_\gamma = 0.733$
Ancho del cimiento	:	$B = 1.00 \text{ m} = 100 \text{ cm}$
Factor de seguridad	:	$FS = 3$ (Por considerarse de falla local)

Reemplazando datos en la ecuación de Terzaghi:

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$$

$$q_u = 0.867 \times 0.10 \times 10.347 + 0.00181 \times 150 \times 3.067 + 0.4 \times 0.00181 \times 100 \times 0.733$$

$$q_u = 1.783 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = \frac{1.783}{3}$$

$$q_{adm} = 0.59 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Finalmente, de la misma forma se realiza el cálculo de capacidad portante para las demás zapatas, teniendo en cuenta sus parámetros de resistencia respectivos. Obteniéndose como resultado un máximo de 1.76 kg/cm², se detalla los resultados en la Tabla 11 de resultados.

3.3.5 Objetivo específico 5: Elaborar un mapa virtual e interactivo de la zonificación de la capacidad portante de los suelos, según los resultados obtenidos de la zona urbana del distrito de Habana.

Actividad 1: Mapa virtual e interactivo, el mismo que se elabora usando el software computacional ArcMap 10.8 (Arcgis), que utiliza sistemas de información geográfica (SIG), una herramienta para la recopilación, gestión y análisis de datos. Varios tipos de datos se integran en SIG, que se basa en la ciencia geográfica. Utilizando mapas y escenas 3D, analiza la ubicación espacial y organiza capas de información para su visualización. (Esri, 2023)

ArcMap 10.8, mediante sus diversas herramientas nos ayudan con la interpolación de datos (Capacidades Portantes) para crear un mapa de zonificación. Como resultado, ArcMap puede ejecutar cualquier secuencia de comandos o modelo de

geoprocesamiento y mostrar e interactuar con los resultados en la pantalla del mapa. Puede utilizar el geoprocesamiento para analizar y automatizar muchas tareas comunes, como la creación de libros de mapas, la reparación de enlaces de datos rotos en un conjunto de documentos de mapas y el procesamiento de datos. (Esri, 2023)

El mapa de zonificación contará con puntos que corresponden a valores de la capacidad de carga obtenida en cada una de las calicatas, también con las zonas resultantes de la interpolación de datos y además la información necesaria para el entendimiento del mapa, que cuya finalidad es mostrar la zonificación de la capacidad portante de los suelos, según los resultados obtenidos de la zona urbana del distrito de Habana. El procedimiento y uso del programa se realiza de la siguiente manera:

1. Abrir programa ArcMap 10.8 (Arcgis). Se procede a ingresar a la interfaz (ventana gráfica del programa), para iniciar con la importación de datos.

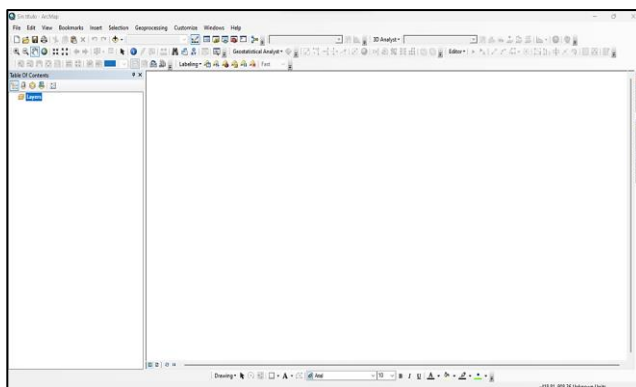


Figura 6.
Interfaz del software ArcMap 10.8.
Nota. Elaboración propia.

2. Importación de datos. Se procede a importar del software Excel, los valores de las capacidades portantes, junto con sus coordenadas para su correcta georreferenciación. Se importa también del software AutoCad 2021, los archivos del polígono y plano catastral del área de estudio.

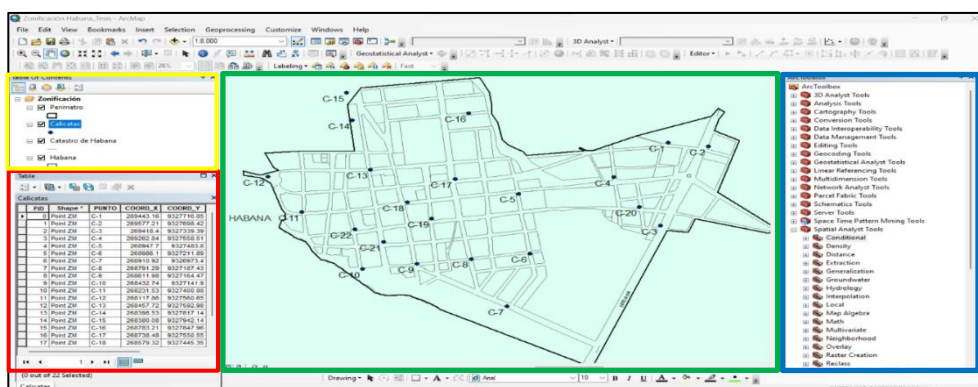


Figura 7.
Importación de datos.
Nota. Elaboración propia.

De la Figura 7, se tiene que el recuadro de color amarillo muestra las capas de los archivos importados. El recuadro de color rojo, es la tabla de los datos de las capacidades portantes.

El recuadro de color azul, muestra las herramientas que nos brinda el software de ArcMap 10.8 y en el recuadro de color verde, se observa los datos de los archivos importados (Capacidades portantes, polígono y plano catastral de Habana).

3. Interpolación de datos. En la barra de herramientas ArcToolbox, se selecciona la herramienta Spatial Analyst Tools > Interpolation > Spline, que nos permitirá interpolar una superficie ráster a partir de puntos mediante la técnica de spline de curvatura mínima bidimensional. (Esri, 2023)

El método de interpolación de la herramienta Spline estima los valores utilizando una fórmula matemática que produce una superficie suave que pasa con precisión a través de los puntos de entrada al minimizar la curvatura general de la superficie. (Esri, 2023). Es decir, la herramienta usa los datos de las capacidades portantes (coordenadas y valores) para la interpolación y luego generar las curvas de zonificación, limitadas por el polígono del área de estudio. También es necesario mencionar que la equidistancia o intervalos con los que se generó las curvas son de 0.25 kg/cm^2 .

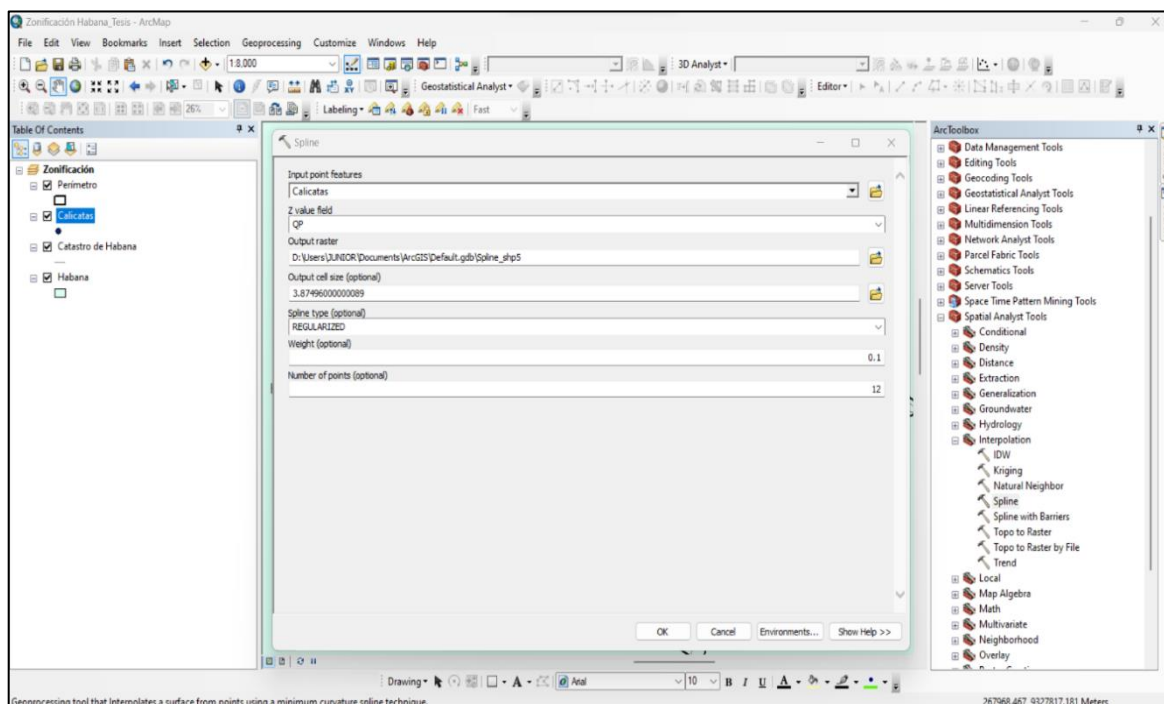


Figura 8.

Interpolación de datos.

Nota. Elaboración propia.

4. Datos procesados. Luego de la interpolación, se obtiene el mapa de zonificación de capacidad portante con intervalos de 0.25 kg/cm^2 , diferenciados por colores, siendo la zona más desfavorable la de color rojo y la más favorable la de color verde.

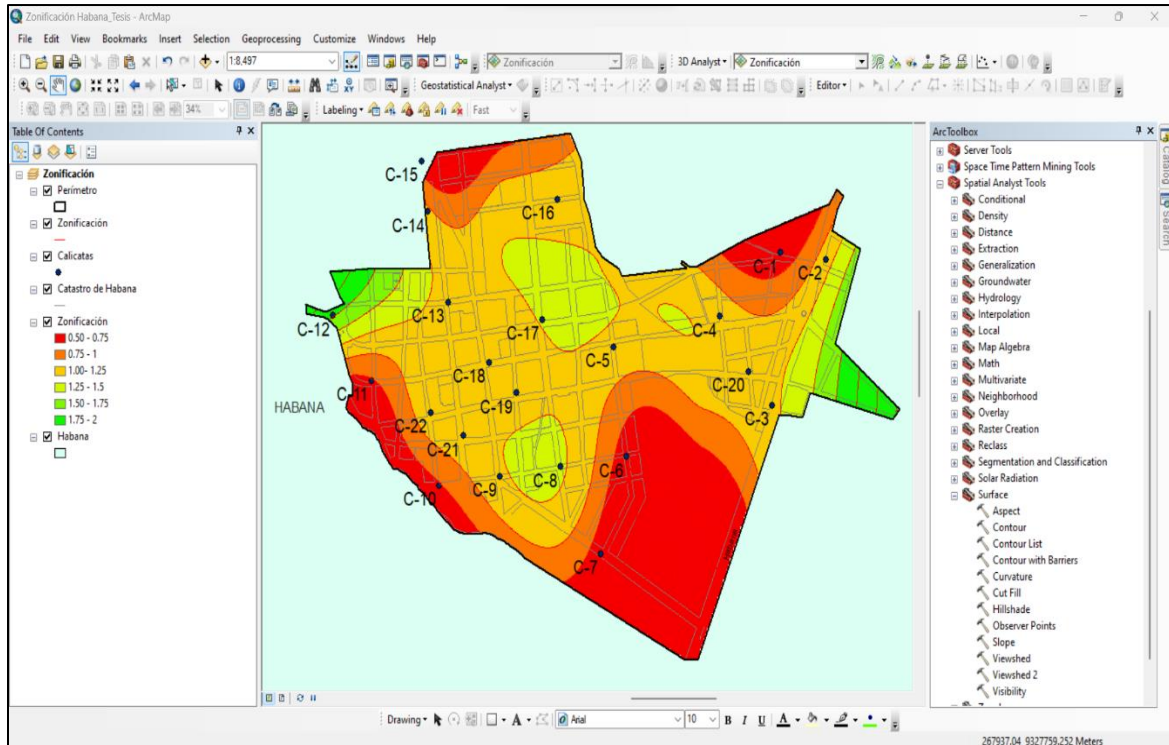


Figura 9.

Datos procesados.

Nota. Elaboración propia.

5. Exportar mapa. Se procede a realizar la exportación del mapa a un formato de archivo de imagen (JPG), para su uso correspondiente.
6. Almacenamos en Drive el mapa virtual e interactivo, para el acceso público. En el siguiente enlace se puede visualizar:

https://drive.google.com/file/d/1KQ_EGEadxUikzFjfujllmehFxsPXN5Y1/view?usp=drive_link

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del objetivo específico 1: Realizar los estudios de mecánica de suelos y geotecnia, para determinar las características y tipo de suelos en la zona urbana del distrito de Habana.

Descripción.

Se identificó y caracterizó físicamente mediante ensayos de campo y laboratorio a los suelos de la zona urbana del distrito de Habana. A continuación, se presenta el resumen de los resultados.

Tabla 8.

Resultados de los ensayos de características físicas de los suelos.

N°	MUESTRA	ALTURA MUESTR A (m)	COORDENADAS UTM		W%	GRANULOMETRÍA % PASA		LÍMITES DE ATTERBERG			PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	TIPO DE SUELOS	
			NORTE	ESTE		TAMIZ N° 4	TAMIZ N° 200	LL (%)	LP (%)	IP (%)		SUCS	AASHTO
C-01	II	0.40-3.00	9327716	269443	30.24	100.00%	98.79%	72	34	38	1.81	CH	A-7-5(20)
C-02	II	0.40-3.00	9327698	269577	34.53	100.00%	97.02%	86	37	49	1.83	CH	A-7-5(20)
C-03	II	0.30-3.00	9327339	269418	38.64	100.00%	99.70%	70	33	37	1.85	CH	A-7-5(20)
C-04	II	0.80-3.00	9327558	269262	44.48	100.00%	98.70%	80	36	44	1.83	CH	A-7-5(20)
C-05	II	0.30-3.00	9327483	268947	32.07	100.00%	87.46%	48	27	21	1.82	CL	A-7-6(14)

C-06	II	0.30-3.00	9327211	268986	33.93	100.00%	99.28%	77	35	42	1.81	CH	A-7-5(20)
C-07	II	0.30-3.00	9326973	268910	32.16	100.00%	99.85%	74	33	31	1.81	CH	A-7-5(20)
C-08	II	0.40-3.00	9327187	268791	24.86	100.00%	79.73%	51	20	31	1.80	CH	A-7-6(18)
C-09	II	0.40-3.00	9327164	268611	26.31	100.00%	95.20%	65	31	34	1.85	CH	A-7-5(20)
C-10	II	0.30-3.00	9327141	268432	26.62	100.00%	89.15%	61	22	39	1.80	CH	A-7-6(20)
C-11	II	0.30-3.00	9327400	268231	34.92	99.72%	95.72%	83	36	47	1.83	CH	A-7-5(20)
C-12	II	0.30-3.00	9327560	268117	18.84	99.92%	65.44%	22	16	6	1.75	CL-ML	A-4(6)
C-13	II	0.40-3.00	9327592	268457	30.15	100.00%	97.49%	65	30	35	1.83	CH	A-7-6(20)
C-14	II	0.40-3.00	9327817	268398	31.17	100.00%	98.52%	82	31	51	1.83	CH	A-7-5(20)
C-15	II	0.40-3.00	9327942	268380	29.46	100.00%	98.37%	91	39	52	1.83	CH	A-7-5(20)
C-16	II	0.30-3.00	9327847	268783	33.70	100.00%	98.31%	86	34	52	1.81	CH	A-7-5(20)
C-17	II	0.40-3.00	9327550	268738	28.48	100.00%	97.72%	53	22	31	1.82	CH	A-7-6(19)
C-18	II	0.40-3.00	9327445	268579	24.38	100.00%	78.63%	60	27	33	1.82	CH	A-7-6(20)
C-19	II	0.40-3.00	9327369	268660	25.14	100.00%	90.46%	59	25	34	1.83	CH	A-7-6(20)
C-20	II	0.30-3.00	9327423	269348	40.72	100.00%	98.64%	68	28	41	1.83	CH	A-7-6(20)
C-21	II	0.40-3.00	9327264	268502	36.75	100.00%	97.11%	60	21	39	1.83	CH	A-7-6(20)
C-22	II	0.40-3.00	9327321	268405	26.44	100.00%	81.06%	58	23	35	1.83	CH	A-7-6(20)

Nota. Elaboración propia.

Discusión.

Durante la investigación al identificar las características físicas de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana mediante los ensayos de campo y laboratorio, se encontró que, de los suelos en las calicatas con su índice de plasticidad y su granulometría, se clasificó a los suelos como arcillosos de alta plasticidad (CH), predominantemente, con uno arcilloso de baja plasticidad (CL) (calicata C-05), arcillosos de baja plasticidad de consistencia rígida (CL) asociado a un limoso (ML) de baja plasticidad (calicata C-12). No se identificaron características de suelos arenosos (SC, SM); además de su máximo contenido de humedad (44.48 %) y densidad seca (1.85 g/cm³). Esto nos indica que los suelos predominantes son los arcillosos de plasticidad alta; además, se observa que su alto contenido de humedad tiende a reducir su densidad seca. A partir de esta información podemos relacionar lo que concluye Vergara Reátegui (2018), cuando dice que podríamos tener inconvenientes en las cimentaciones cuando existen contenidos altos de humedad, que nos lleva a deducir que existe presencia de nivel freático muy próximo.

4.2 Resultados del objetivo específico 2: Efectuar la Clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en la zona de estudio.

Descripción.

Se determinó la Clasificación del suelo del área urbana del distrito de Habana según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en la zona de estudio, adicionando la clasificación AASHTO, los mismos que se presentan en la Tabla que sigue:

Tabla 9.

Resultados de la clasificación de los suelos.

CALICATA	MUESTRA	PROF. DE LA MUESTRA (m)	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
			SUCS	AASHTO
C-01	II	0.40-3.00	CH	A-7-5(20)
C-02	II	0.40-3.00	CH	A-7-5(20)
C-03	II	0.30-3.00	CH	A-7-5(20)
C-04	II	0.80-3.00	CH	A-7-5(20)
C-05	II	0.30-3.00	CL	A-7-6(14)
C-06	II	0.30-3.00	CH	A-7-5(20)
C-07	II	0.30-3.00	CH	A-7-5(20)
C-08	II	0.40-3.00	CH	A-7-6(18)
C-09	II	0.40-3.00	CH	A-7-5(20)
C-10	II	0.30-3.00	CH	A-7-6(20)
C-11	II	0.30-3.00	CH	A-7-5(20)
C-12	II	0.30-3.00	CL-ML	A-4(6)
C-13	II	0.40-3.00	CH	A-7-6(20)
C-14	II	0.40-3.00	CH	A-7-5(20)
C-15	II	0.40-3.00	CH	A-7-5(20)
C-16	II	0.30-3.00	CH	A-7-5(20)
C-17	II	0.40-3.00	CH	A-7-6(19)
C-18	II	0.40-3.00	CH	A-7-6(20)

C-19	II	0.40-3.00	CH	A-7-6(20)
C-20	II	0.30-3.00	CH	A-7-6(20)
C-21	II	0.40-3.00	CH	A-7-6(20)
C-22	II	0.40-3.00	CH	A-7-6(20)

Nota. Elaboración propia.

Discusión.

La clasificación de los suelos según la clasificación SUCS se puede aclarar más fácilmente con esta tabla, indicando la predominancia de los suelos arcillosos de alta plasticidad (CH). Lo descrito líneas arriba es corroborado por la clasificación AASHTO [A-7-5(20)].

Sobre estos resultados podemos decir que están ampliamente relacionados con lo que indica Martínez (2003), sobre la clasificación de los suelos en función de sus características estructurales, plasticidad y posición respecto a su comportamiento como materiales de construcción, especialmente arcillas. Los suelos de grano fino se clasifican en arcillosos (M) y arcillosos (C), los cuales se dividen en dos subgrupos dependiendo de si el suelo es relativamente bajo (L = bajo) o alto (H = alto), agregándoles propiedades adicionales. En el gráfico, estos suelos tienen puntuaciones de rendimiento y resultados del índice de rendimiento por debajo de la línea "A".

4.3 Resultado del objetivo específico 3: Efectuar el ensayo triaxial para obtener los parámetros necesarios sobre la capacidad portante del suelo de la zona en estudio.

Descripción.

Se efectuó el ensayo de compresión triaxial a 11 muestras para 11 calicatas siguiendo el procedimiento explicado, cuyos resultados se llevaron a formularios establecidos para el método, obteniéndose los parámetros de resistencia que permitieron más luego obtener los valores de la capacidad de carga en la zona de estudio. Se presenta el resumen de todos los ensayos realizados en la tabla que se tiene a continuación:

Tabla 10.

Resultados del ensayo de compresión triaxial CU.

	PARÁMETROS TOTALES	PARÁMETROS EFECTIVOS
--	-------------------------------	---------------------------------

CALICATA	MUESTRA	PROF. DE LA MUESTRA (m)	\varnothing	C Kg/cm ²	\varnothing'	C' Kg/cm ²
C-01	II	0.40-3.00	12.80	0.12	16.70	0.10
C-02	II	0.40-3.00	13.70	0.25	26.40	0.11
C-03	II	0.30-3.00	12.50	0.41	14.70	0.34
C-04	II	0.80-3.00				
C-05	II	0.30-3.00	18.70	0.34	21.30	0.21
C-06	II	0.30-3.00				
C-07	II	0.30-3.00				
C-08	II	0.40-3.00	15.60	0.37	16.70	0.33
C-09	II	0.40-3.00				
C-10	II	0.30-3.00	15.80	0.11	19.50	0.11
C-11	II	0.30-3.00				
C-12	II	0.30-3.00	27.00	0.30	27.80	0.22
C-13	II	0.40-3.00				
C-14	II	0.40-3.00	7.00	0.40	8.50	0.40
C-15	II	0.40-3.00	13.30	0.25	16.20	0.10
C-16	II	0.30-3.00				
C-17	II	0.40-3.00	3.70	0.61	4.00	0.61
C-18	II	0.40-3.00	7.00	0.40	8.50	0.40
C-19	II	0.40-3.00				
C-20	II	0.30-3.00				
C-21	II	0.40-3.00				
C-22	II	0.40-3.00				

Nota. Elaboración propia.

Discusión.

En la investigación se determinó los parámetros de resistencia (ángulo de fricción interna y cohesión) totales y efectivos, mediante el ensayo triaxial consolidado no drenado (CU).

Según (Bowles, 1997), nos indica que los parámetros de resistencia obtenidos son propios de arcillas, siendo congruente con los resultados de la clasificación SUCS y AASHTO. De los resultados podemos también decir que el ángulo de fricción de la Calicata C-12 (27.0°), es indicativo de que es un suelo arcillosos de baja plasticidad de consistencia rígida (CL) asociado a un limoso (ML) de baja plasticidad.

Cómo se puede observar en la Tabla 10, algunas calicatas no tienen resultados con respecto al Ensayo de compresión triaxial CU por motivo de que entre algunas de ellas existe semejanza de las Propiedades Índice (Granulometría y Límites de Atterberg), y en tanto también en su Clasificación (SUCS y AASHTO); es por ello que se consideró agruparlas para el desarrollo de los Ensayos de compresión triaxial CU, lo cual nos permitió ampliar el conocimiento del comportamiento del suelo a zonificar.

4.4 Resultado del objetivo específico 4: Determinar la capacidad portante de los suelos obtenidos en el área de estudio.

Descripción.

Se efectuó el cálculo de la capacidad portante del suelo de la zona urbana del distrito de Habana, aplicando la teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (Das, 2001). Se presenta un resumen detallado de los valores obtenidos en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 11.

Resultados de los valores de la Capacidad Portante, según Terzaghi.

CALICATA	MUESTRA	PROF. DE LA MUESTRA (m)	Q_{adm} Kg/cm²
C-01	II	0.40-3.00	0.59
C-02	II	0.40-3.00	1.14
C-03	II	0.30-3.00	1.20
C-04	II	0.80-3.00	1.14
C-05	II	0.30-3.00	1.18
C-06	II	0.30-3.00	0.59
C-07	II	0.30-3.00	0.59
C-08	II	0.40-3.00	1.28

C-09	II	0.40-3.00	1.20
C-10	II	0.30-3.00	0.73
C-11	II	0.30-3.00	0.73
C-12	II	0.30-3.00	1.76
C-13	II	0.40-3.00	1.14
C-14	II	0.40-3.00	1.04
C-15	II	0.40-3.00	0.58
C-16	II	0.30-3.00	1.14
C-17	II	0.40-3.00	1.27
C-18	II	0.40-3.00	1.04
C-19	II	0.40-3.00	1.14
C-20	II	0.30-3.00	1.14
C-21	II	0.40-3.00	1.14
C-22	II	0.40-3.00	1.14

Nota. Elaboración propia.

Discusión.

Con el fin de precoisar la capacidad de los suelos en estudio, se realizó el cálculo de capacidad de carga utilizando la teoría de Terzaghi, teniendo como resultados una capacidad máxima de carga de 1.76 kg/cm² y una mínima de 0.58 kg/cm². De la interpretación de los datos se tiene que existe presencia de zonas y/o áreas con condiciones más desfavorables, es decir con capacidad de carga baja, constituidas por las calicatas C-1, C-6, C-7 y C-15; y también zonas con condiciones bastantes favorables, siendo la más favorable la constituida por la calicata C-12. Esto quiere decir que los suelos del área urbana del distrito de Habana, están en condición para edificar viviendas habitables con seguridad.

4.5 Resultado del objetivo específico 5: Elaborar un mapa virtual e interactivo de la zonificación de la capacidad portante de los suelos, según los resultados obtenidos de la zona urbana del distrito de Habana.

Descripción.

Con la información obtenida, se procedió a dibujar el mapa virtual e interactivo de la zonificación de la capacidad portante de los suelos, en el cual podemos leer los diferentes valores de capacidad portante en diferentes ubicaciones de la zona urbana del distrito de Habana. Se presenta un plano a escala reducida para centrar la información, dejando la presentación a escala mayor en el mapa que se encuentra en el anexo 11.

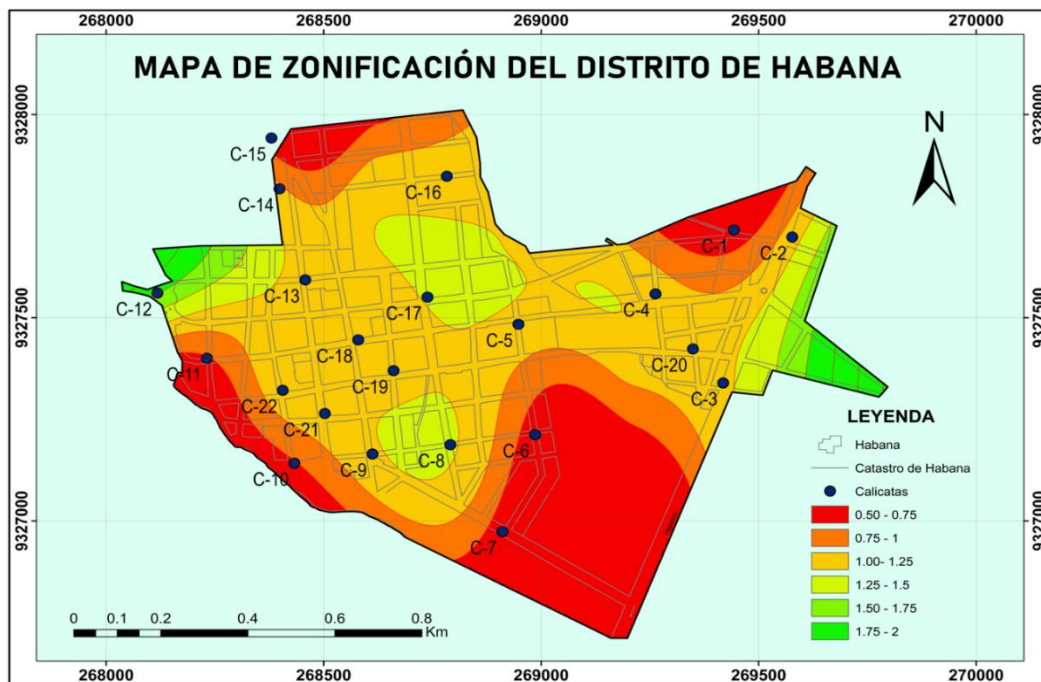


Figura 10.

Mapa virtual e interactivo de la zonificación de la capacidad portante de los suelos.

Nota. Elaboración propia.

Discusión.

Consolidando la investigación, este mapa de zonificación nos permite identificar y delimitar las áreas específicas, representando un intervalo de capacidad portante, de acuerdo a los resultados de la Tabla 15 que muestra los valores de la capacidad portante. Los intervalos de capacidad portante son de 0.25 kg/cm^2 , expresados en 6 diferentes zonas: Zona I ($0.50 \text{ kg/cm}^2 - 0.75 \text{ kg/cm}^2$), Zona II ($0.75 \text{ kg/cm}^2 - 1.00 \text{ kg/cm}^2$), Zona III ($1.00 \text{ kg/cm}^2 - 1.25 \text{ kg/cm}^2$), Zona IV ($1.25 \text{ kg/cm}^2 - 1.50 \text{ kg/cm}^2$), Zona V ($1.50 \text{ kg/cm}^2 - 1.75 \text{ kg/cm}^2$) y Zona VI ($1.75 \text{ kg/cm}^2 - 2.00 \text{ kg/cm}^2$).

De acuerdo al mapa de zonificación se puede concluir que:

- Zona I, se encuentran las calicatas: C-01, C-06, C-07, C-10, C-11 y C-15.
- Zona II, no contiene ninguna calicata, por lo tanto, es zona de transición.

- Zona III, se encuentran las calicatas: C-02, C-03, C-04, C-05, C-09, C-13, C-14, C-16, C-18, C-19, C-20, C-21 y C-22.
- Zona IV, se encuentra las calicatas: C-08 y C-17.
- Zona V, no contiene ninguna calicata, por lo tanto, es zona de transición.
- Zona VI, se encuentra la calicata: C-12.

Contrastación de la hipótesis:

Los datos obtenidos indican que se pueden realizar ensayos mecánicos de suelos para determinar las propiedades y tipos de suelos, clasificarlos y mediante ensayos triaxiales se obtuvo los parámetros necesarios para obtener la capacidad de carga en cada zona ensayada; y con la información encontrada es posible elaborar un mapa de zonificación virtual e interactivo de la capacidad portante del suelo del área metropolitana de La Habana. En estas condiciones, nuestra hipótesis positiva se confirma porque es consistente con los resultados y por lo tanto no confirma la hipótesis negativa.

CONCLUSIONES

1. Se logró realizar los estudios de mecánica de suelos que permitió determinar las características y tipos de suelos de la zona urbana del distrito de Habana.
2. Se efectuó la clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y también AASHTO, pudiendo identificar la calidad de los suelos en los diferentes puntos de estudio.
3. Se efectuó el ensayo triaxial para las diferentes muestras tomadas para la obtención de los parámetros necesarios referidos a la capacidad de carga del suelo del área en estudio.
4. Mediante la aplicación de las fórmulas respectivas y usando los parámetros que nos proporciona el ensayo triaxial, se determinó la capacidad portante de los suelos obtenidos del área urbana del distrito de Habana.
5. Después de obtener los valores de capacidad portante, se ha elaborado un mapa virtual e interactivo de la zonificación de la capacidad portante de los suelos, de la zona urbana del distrito de Habana.

RECOMENDACIONES

1. Ampliar la investigación desarrollando más estudios de capacidad portante en otros puntos de la zona urbana del distrito de Habana para copar la zona de transición.
2. Realizar estudios de capacidad portante de los mismos suelos usando el ensayo de corte directo o el ensayo SPT.
3. Desarrollar acciones de proyección social socializando la información encontrada con la Municipalidad del distrito de Habana.
4. Facilitar los datos técnicos de la presente investigación como antecedente para futuros proyectos e investigaciones en el distrito de Habana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archenti Zegarra , J. F. (2018). Zonificación de la capacidad portante del suelo en la localidad de Lagunas distrito de Lagunas, Alto Amazonas - región de Loreto. Tarapoto, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/3139>
- Astocondor Peñarrieta , D. (2020). Estudio de zonificación de los suelos para fines de cimentación superficial del sector Pómape del distrito de Monsefú - Chiclayo. Lima, Perú: UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/7468>
- Berry, P. L., & Reid, D. (1996). Mecánica de suelos. (B. Caicedo H. , Trad.) Colombia: LIBROS MCGRAW-HILL DE COLOMBIA S.A. Recuperado el 28 de Mayo de 2023
- Bowles, J. (1997). Foundation Analysis and Design (Quinta ed.). Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Bowles, J. E. (1981). Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil. (G. Aquiles Arrieta , Trad.) México: LIBROS MCGRAW-HILL DE MÉXICO S.A. Recuperado el 18 de Octubre de 2020
- Braja M., D. (2013). Fundamentals of Geotechnical Engineering (Fourth ed.). (J. León Cárdenas , Trad.) Ciudad de México, México: Cengage Learning Editores.
- Cárdenas Sanmartín, F. M., & Quito Ramón, P. E. (2020). Análisis de la Capacidad Portante y la Susceptibilidad a Consolidación de un suelo fino en la Parroquia Borrero-Charasol, del Cantón Azogues. Cuenca, Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34547>
- Castillo Castillo, M. F. (2017). Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la Parroquia La Matriz del Cantón Patate provincia de Tungurahua. Ambato, Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25755>
- Comité Técnico Permanente de Geotécnia. (1999). Norma Técnica Peruana (NTP) 339.134 - SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). Lima: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.
- Córdova Quiñones, L. J., & Sánchez Abanto, J. M. (2019). Zonificación geotécnica de los

suelos de asentamiento urbano con fines de cimentación en el distrito de Samanco - provincia del Santa - departamento Ancash. Chimbote, Perú : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA . Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3414>

Crespo Villalaz, C. (1979). Mecánica de suelos y cimentaciones (Primera ed.). Mexico: EDITORIAL LIMUSA, S.A. .

Das, B. M. (2001). Principles of Foundation Engineering (Cuarta ed.). (J. De la Cera Alonso, Trad.) Ciudad de Mexico, Mexico: © International Thomson Editores. Obtenido de https://www.academia.edu/18553128/Principios_De_Ingeniería_De_Cimentaciones_Braja_M_Das_4ta_Edición

Equipo editorial, Etecé. (5 de Agosto de 2021). Suelo. Recuperado el 6 de Junio de 2023, de Concepto.de: <https://concepto.de/suelo/>

Esri. (24 de Mayo de 2023). Qué es ArcMap. Obtenido de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/main/what-is-arcmap-.htm>

Esri. (25 de Mayo de 2023). Spline (Analista espacial). Obtenido de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/spline.htm>

Hoyos, J. G. (2000). Principios Éticos de la Investigación en seres Humanos y en Animales. Artículo Especial, Universidad del Valle, Colombia, 255-258. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1d65awTpnPUUx8XdcY4y6Q-bkVPu5u9F7/view?usp=sharing>

INDECI. (18 de Agosto de 2004). Plan de uso del suelo y medidas de mitigación ante desastres Ciudad de Moyobamba. Recuperado el 25 de Abril de 2023, de INDECI: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_San_Martin/moyobamba/moyobamba_pus.pdf

Instituto de la Construcción y Gerencia . (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones . Lima: EL PERUANO. Obtenido de <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

Jiménez Flores, J. (2010). Zonificación de la capacidad portante del suelo del distrito de la Banda de Shilcayo. Tarapoto, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/294>

Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (1973). Mecánica de Suelos (Segunda ed., Vol. I). México: EDITORIAL LIMUSA S.A. Obtenido de

https://www.academia.edu/43300523/MECANICA_DE_SUELOS_TOMO_I_JUAR_EZ_BADILLO

Martínez Quiroz, E. (2010). Guía de Mecánica de Suelos II (Vol. II). Tarapoto, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO. Obtenido de <https://es.slideshare.net/alexanderdiazhurtado/234729564-guiaticamecanicadesuelosii>

Martínez Quiroz, E. N. (2003). Guía de Mecánica de Suelos I (Vol. I). Tarapoto, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/324666397/Mecanica-de-Suelos-1-Guia#>

Medina Dávila, P., Barra Rivera, E., & Guzmán Meza, L. (2008). Guía de Laboratorio de Geotecnia. Santiago de Chile, Chile: UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CHILE. Obtenido de <https://es.slideshare.net/yajairadbz/guia-lab-geotecnia>

Moreno, J. M. (2010). El principio de totalidad y sus aplicación: Una notable aportación del P. Fernandex Díaz-Nava en defensa de la persona. Madrid-Salamanca: Universidad Pontificias Comillas. Obtenido de <https://revistas.comillas.edu/index.php/miscelaneacomillas/article/view/827/697>

MTC. (2016). Manual de Ensayos de Materiales. Lima-Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Reunión de Ingenieros. (1975). Mecánica de suelos (Primera ed.). (J. J. Sanz Llano, Trad.) Barcelona, España: EDITORES TÉCNICOS ASOCIADOS, S.A.

Rosales Bermúdez, R. (2007). Variación de la cohesión y el ángulo de fricción interna obtenidos por los ensayos de corte directo y triaxial con materiales granulares y arcillosos. Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2749_C.pdf

Sánchez Ruiz, W. (2019). Zonificación de la capacidad portante del suelo para construcción de edificaciones en la localidad de San Francisco del Río Mayo, distrito de Cuñumbuque, provincia de Lamas, departamento de San Martín. Tarapoto, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/3318>

Valerio Salas, O. (2011). Ensayos triaxiales para suelos (Vol. 1). Recuperado el 18 de Octubre de 2020, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6240951.pdf>

Vergara Reátegui , L. K. (2018). Estudio de la capacidad portante de los suelos cohesivos para cimentaciones superficiales de la zona urbana del distrito de Rumizapa, provincia de Lamas, San Martín, Perú. Tarapoto, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/2919>

ANEXOS 01

Tabla 12.

Matriz de consistencia.

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVO	OPERACIONALIZACIÓN		METODOLOGÍA
			VARIABLE	INDICADORES	
<p>Formulación del problema:</p> <p>¿Cuáles son los valores de la capacidad portante de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín?</p>	<p>H1: Los valores de la capacidad portante del terreno de la zona urbana del distrito de Habana, si se podrán conocer al efectuar los respectivos estudios de mecánica de suelos, permitiendo la elaboración de un mapa de zonificación de capacidad portante de suelos con información muy clasificada.</p> <p>H2: Los valores de la capacidad portante del terreno de la zona urbana del distrito de Habana, no se podrán conocer al efectuar los respectivos estudios de mecánica de suelos, no permitiendo la elaboración de un mapa de zonificación de capacidad portante de suelos.</p>	<p>Objetivos generales:</p> <p>Determinar la capacidad portante del suelo de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.</p> <p>Objetivo específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar los estudios de mecánica de suelos y geotecnia, para determinar las características y tipo de suelos en la zona urbana del distrito de Habana Efectuar la Clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en la zona de estudio. Efectuar el ensayo triaxial para obtener los parámetros necesarios sobre la capacidad portante del suelo de la zona en estudio. Determinar la capacidad portante de los suelos obtenidos de los suelos en el área de estudio. Elaborar un mapa virtual e interactivo de la zonificación de la capacidad portante de los suelos, según los resultados obtenidos de la zona urbana del distrito de Habana. 	<p>Independiente:</p> <p>Estudio de laboratorio de la muestra del suelo.</p> <p>Dependientes:</p> <p>Valor de la capacidad portante del suelo del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, región San Martín.</p>	<p>Independientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Contenido de humedad Límites de Atterberg Análisis granulométrico. Clasificación de los suelos Peso específico Ensayo de Triaxial <p>Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad portante. 	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Experimental y Cuantitativa.</p> <p>Niveles de investigación:</p> <p>Aplicativos: Realizar las pruebas de laboratorio para determinar las propiedades físicas y químicas de los suelos y su capacidad portante.</p> <p>Diseño de Investigación:</p> <p>Método: Estudio de diseño experimental</p> <p>Diseño: Experimental.</p> <p>Población y Muestra:</p> <p>Población: Todos los suelos, de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.</p> <p>La Muestra: Las 22 calicatas</p>

Nota. Elaboración propia.

ANEXO 02

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Serbando Soplopucó Quiroga, Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, identificado con DNI N° 16475624, Asesor del Proyecto de tesis titulado: “Capacidad portante de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín”, de los autores **Junior Hans Alberca Carrasco y Eddy Hander Pardo Quispe**.

Declaro bajo juramento que:

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

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

Tarapoto, 03 de julio de 2023



Dr. Ing. Serbando Soplopucó Quiroga

DNI N° 16475624

ANEXO 03



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



“Año del Fortalecimiento y la Soberanía Nacional”

Habana, 26 de Octubre de 2022

Señor

Wilmer Constantino Fernández

Alcalde Distrital de Habana – Moyobamba

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE	
HABANA	
Hora	09:30 Pm
Fecha	26-10-2022
Pase a	Alcalde
Nº Exp	
FIRMA	

ASUNTO: Solicitud de permiso para excavación de calicatas y apoyo con maquinaria.

Presente .-

De mis consideraciones:

Por la presente es grato dirigirme a usted, deseándole éxitos en su gestión y sus actividades cotidianas, al mismo tiempo aprovecho en manifestarle mi petición:

Muy comedidamente, solicito a usted, el permiso para realizar excavaciones para veintidós (22) calicatas ubicadas de forma dispersa en las calles del Distrito de Habana, con la finalidad de desarrollo de la Tesis, titulada **“CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**, presentado por los Bachilleres **Junior Hans Alberca Carrasco** y **Eddy Hander Pardo Quispe**. Cabe precisar que este Proyecto de Tesis servirá de precedente para futuras investigaciones y proyectos, además brindará una zonificación y clasificación de los suelos del distrito de Habana.

También solicito a usted, apoyo de una maquinaria (retroexcavadora) para poder realizar las excavaciones de las calicatas, nosotros los tesisistas costearíamos el gasto del combustible de ser posible.

En espera de sus importantes decisiones y procedimientos de la Ley.

De ante mano quedo de usted muy agradecido, por la atención prestada.

JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO

EDDY HANDE PARD QUISPE

ANEXOS 04



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HABANA
PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTÍN
“Bicentenario de la Batalla de Habana”



“Año del Fortalecimiento y la Soberanía Nacional”

Habana, 03 de Noviembre de 2022

OFICIO N°037-2022-MDH/A

Señores:

JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO
EDDY HANDER PARDO QUISPE

ASUNTO: Respuesta a Solicitud de permiso para excavación de calicatas y apoyo con maquinaria.

Presente .-

De mis consideraciones:

Tengo a bien dirigirme a usted para saludarlo muy cordialmente y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que, en la fecha 26 de Octubre del 2022 se recepcionó el documento descrito en referencia, remitido por los Egresados, JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO y EDDY HANDER PARDO QUISPE, ambos de la carrera de Ing. Civil de la Universidad Nacional de San Martín, Los mismos que buscan dar inicio de su ejecución y desarrollo de Proyecto de Investigación **“CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**.

En tal sentido, por lo señalado en el párrafo precedente esta Entidad Autoriza para que se realicen los trabajos de excavación manuales y/o calicatas para obtener muestras del suelo teniendo autorizado también el uso de la maquinaria de la Municipalidad Distrital de Habana.

Sin otro particular, me suscribo de usted, y aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL
 DE HABANA

 Lic. Wilmer Constantino Fernández
 ALCALDE

ANEXO 05



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 Jr. Amorarca 3^{ra} Cuadra Teléfono 042-52-1402
 MORALES - PERU



CONSTANCIA DE INGRESO Y EJECUCION DE ENSAYOS DE LABORATORIO

EL QUE SUSCRIBE

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

HACE CONSTAR:

Que los Bachilleres JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO y EDDY HANDER PARDO QUISPE han ingresado y han ejecutado ensayos de laboratorio las cuales son:

Contenido de Humedad Natural

Límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico)

Ensayo granulométrico por tamizado.

Ensayo triaxial consolidado no drenado

Ensayos para poder concluir con su Tesis Titulado: **“CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**. Aprobado con resolución decanal N°073-2021-UNSM/FICA-DN-NLU.

Se expide el presente a solicitud de los interesados.

Tarapoto 06 de junio del 2,023









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



[Firma]
 Robert Navarro Mori
 TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL: ESP. 0219

TEC. VERIFICO INGRESO Y ENSAYOS
 REALIZADO POR TESISTA

ANEXO 06

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS Teléfono 522544 -fax 521402 - Anexo 119 Tarapoto - Perú 											
REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		BACHILLERES JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO Y EDDY HANDER PARDO QUISPE						Elaboro :		BACHILLERES	
TESIS :		CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN						Coord :		N:9327716 E:269443	
Ubicación:		DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN						Fecha :		20/10/2022	
Calicata N°	C-01 M II	Nivel freático N.P.	Prof. Exc.	3.00	(m)	Cota As.	844.00	(msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	FOTO
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo				CLASIFICACION			(m)	(%)	
						AASHTO	SUCS	SIMBOLO			
844.00	I	Suelo arcilloso color negro con olor característico, con presencia de raíces que se profundizan hasta los 0.15 m, suelo organico, con presencia de gravas hasta 2" de diámetro				A-8	CL-Pt		0.40	15.65	
843.60											
	II	Suelo arcilloso inorgánico de plasticidad elevada, color blanquecino de compresibilidad alta, consistencia dura, resistencia en seco alta con dilatancia nula, tenacidad alta, con presencia de finos en un 98.79% con LL = 72% y IP = 38%, con resistencia al corte deficiente en estado saturado, con presencia de arena en un 1.22% del total de la muestra				A-7-5(20)	CH		2.60	30.24	
841.00											
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)											

ANEXO 07

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN			
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA			
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS			
Tesis : <u>CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN</u>			
Localización de la Tesis:	<u>DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN</u>		Ubicación: <u>JR LIMA - JR PACHACUTEC</u>
Descripción del Suelo:	<u>ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD</u>		Profundidad de la Muestra: <u>0.40 -3.00 m</u>
Identificación de la Muestra :	<u>C-01 M II</u>	Operador : <u>BACH. J.H.A.C. Y.E.H.P.Q.</u>	Calicata: <u>C-01 M II</u> Fecha: <u>20/10/2022</u>
Tipo de Muestra :	Alterada <input type="checkbox"/>	No alterada <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeada <input type="checkbox"/>
Extracción de Muestra :	Tesistas <input checked="" type="checkbox"/>	Técnico UNSM <input type="checkbox"/>	Coordenadas Punto Muestreo: <u>N:9327716</u> <u>E:269443</u>
Determinación del contenido de humedad de un suelo Norma ASTM D2216-19			
	Método de Prueba :	Método A método B	----- X
Número de laboratorio	1		
Contenedor/Número de tapa	1	2	3
Masa del contenedor, g (M _c)	84.63	84.56	84.52
Contenedor + Masa de muestra húmeda, g (M _{cms})	374.60	374.82	374.77
Masa inicial de la muestra seca + Contenedor, g	307.27	307.43	307.35
Contenedor secundario Masa de muestra seca, g	307.28	307.44	307.35
Recipiente final Masa de muestra seca, g M _{cds}	307.28	307.45	307.36
Masa de agua, g, M _w = M _{cms} - M _{cds}	67.32	67.37	67.41
Masa de sólidos, g, Ms = M _{cds} - M _c	222.65	222.89	222.84
Contenido de agua, %, w = (M _w /M _s)x100	30.24	30.23	30.25
Promedio de contenido de humedad, %	30.24		
Simbolo de grupo de clasificación de suelo unificado (visual)	CH	CH	CH
Tamaño de partícula máximo aproximado (visual)	-	-	-
Temperatura del horno si es diferente a 110± 5°C	-	-	-
Observaciones :			
Tipo de Muestra :	Alterada <input checked="" type="checkbox"/>	No alterada <input type="checkbox"/>	Remoldeada <input type="checkbox"/>
Extracción de Muestra :	Cliente <input type="checkbox"/>	Técnico UNSM <input checked="" type="checkbox"/>	
Determinación del peso específico relativo de las partículas solidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131)			
Picnómetro N°			
VOL. DEL FRASCO A 20° C.			
Método de remoción del aire			
Peso del picnómetro + agua + suelo			
Temperatura °C			
Peso del picnómetro + agua grs.			
Plato Evaporado N°			
Peso del Plato evaporado + suelo seco grs.	N.R.		
Peso del suelo seco grs.			
Volumen de solidos cm ³			
Peso esp.rel. de las part. solidas del suelo gr/cm ³			
Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³			
Factor de Corrección			
Gravedad Especifica sin corrección			
Gravedad Especifica aparente a 20°C			
PROMEDIO Gs			



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN

Localización de la Tesis: DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.40 -3.00 m

Identificación de la Muestra : C-01 M II Operador : BACH. J.H.A.C. Y E.H.P.C Calicata: C-01 M II Fecha: 20/10/2022

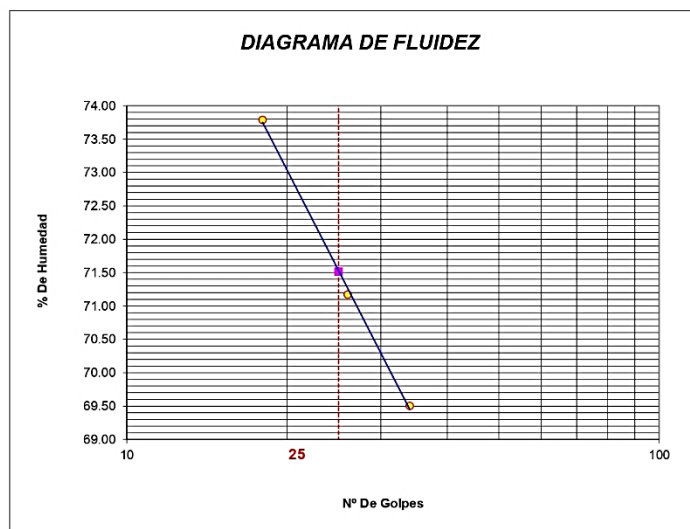
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada Coordenadas Punto Muestreo: N:9327716 E:269443

Extracción de Muestra : Tesistas Técnico UNSM

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

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

Recipiente N°	59	61	66
Peso del recipiente grs.	20.56	20.46	20.34
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	40.65	40.59	40.85
Peso del suelo seco + recipiente grs.	32.12	32.22	32.44
Peso del agua grs.	8.53	8.37	8.41
Peso del suelo seco grs.	11.56	11.76	12.10
Contenido de Humedad %	73.79	71.17	69.50
Numero de Golpes	18	26	34



Límite Líquido (%)	72
Límite Plástico (%)	34
Índice de Plasticidad Ip (%)	38

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

Recipiente N°	911	912
Peso del recipiente grs.	20.56	20.53
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	26.07	26.08
Peso del suelo seco + recipiente grs.	24.68	24.68
Peso del agua grs.	1.39	1.40
Peso del suelo seco grs.	4.12	4.15
Contenido de humedad	33.74	33.73
Promedio del contenido de humedad LP	33.74	



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



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

A.- DATOS GENERALES

Tesis : CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN

Localización de la Tesis : DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: 0.40 -3.00 m

Hecho Por : BACH. J.H.A.C. Y E.H.P.Q. Calicata: C-01 M II

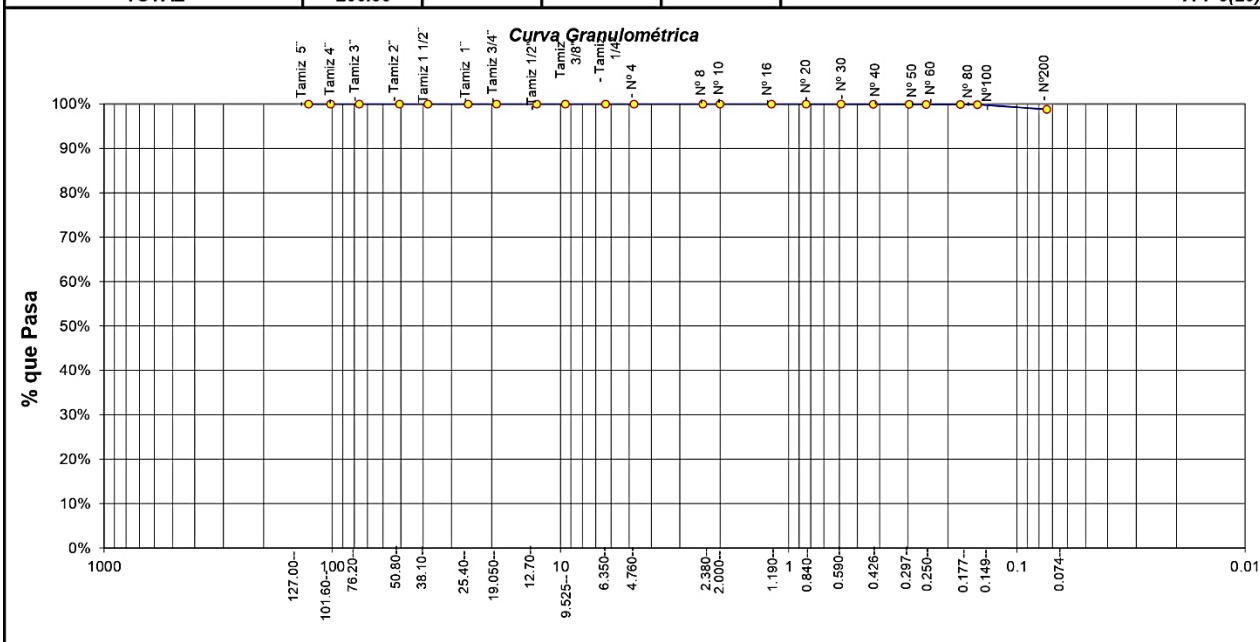
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Testistas Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9327716 E:269443

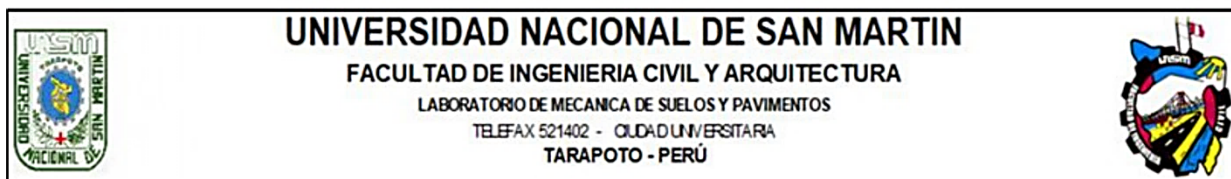
B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO N.T.P. 339.128

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS	
Ø	(mm)						
Tamiz 5"	127.00					Numero del recipiente :	1
Tamiz 4"	101.60					Peso del recipiente :	84.63
Tamiz 3"	76.20					Peso del recipiente + suelo seco :	284.63
Tamiz 2"	50.80					Peso del suelo seco antes del lavado :	200
Tamiz 1 1/2"	38.10					Resultados Obtenidos:	
Tamiz 1"	25.40					Contenido de humedad natural =	30.24
Tamiz 3/4"	19.050					Limite Liquido =	72
Tamiz 1/2"	12.700					Limite Plástico =	34
Tamiz 3/8"	9.525					Índice Plástico =	38
Tamiz 1/4"	6.350					Grava =	0.00%
Nº 4	4.760					Arena =	1.22%
Nº 8	2.380					Limos y arcillas =	98.79%
Nº 10	2.000					Porcentajes que pasan :	
Nº 16	1.190				100.00%	% Pasa el Tamiz Nº 4	100.00%
Nº 20	0.840	0.03	0.02%	0.02%	99.99%	% Pasa el Tamiz Nº 10	100.00%
Nº 30	0.590	0.03	0.02%	0.03%	99.97%	% Pasa el Tamiz Nº 40	99.95%
Nº 40	0.426	0.04	0.02%	0.05%	99.95%	% Pasa el Tamiz Nº 200	98.79%
Nº 50	0.297	0.03	0.02%	0.07%	99.94%	D ₆₀ :	=
Nº 60	0.250	0.03	0.02%	0.08%	99.92%	D ₃₀ :	=
Nº 80	0.177	0.05	0.03%	0.11%	99.90%	D ₁₀ :	=
Nº 100	0.149	0.08	0.04%	0.15%	99.86%	Cc (Coeficiente de curvatura) :	
Nº 200	0.074	2.14	1.07%	1.22%	98.79%	Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	
Fondo	0.01	197.57	98.79%	100.00%	0.00%	Clasificación S.U.C.S. :	CH
TOTAL	200.00					Clasificación AASHTO :	A-7-5(20)



ANEXO 08

**ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL**

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

Informe N° : UNSM-TESIS-2022 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022
 Solicitante : BACHILLERES JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO Y EDDY HANDER PARDO QUISPE
 Proyecto : CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN
 Ubicación : ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN

Sondaje : C - 01 Hoja : 1 de 5
 Muestra : M - 2 AASHTO : A-7-5 (20)
 Profundidad (m) : 0.40 - 3.00 SUCS : CH // Arcilla gruesa con arena
 Estado : Remoldeado Velocidad : 0.2 mm/min

ESFUERZO AXIAL : 1 kg/cm²

Presión de celda (σ_3) : 2 kg/cm² Esfuerzo efectivo inicial ($\bar{\sigma}_3$) : 1 kg/cm²
 Contra presión : 1 kg/cm² Parámetro "B" : 95 %

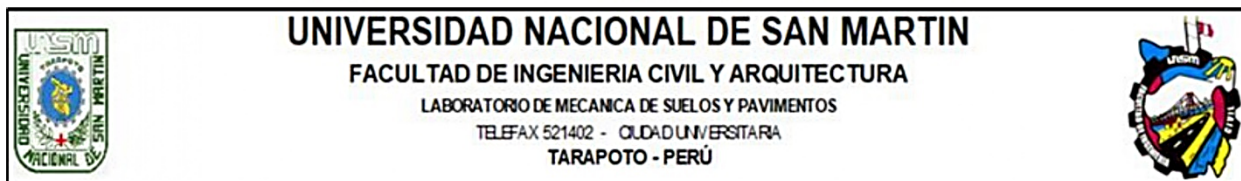
Etapa	Instalación del espécimen	Especímen consolidado	Final de la compresión
Diámetro (cm)	5.00	4.79	---
Altura (cm)	10.00	9.52	8.38
Humedad (%)	30.0	---	46.5
Densidad seca (g/cm ³)	1.42	1.45	---

Cuadro de detalle al aplicar el esfuerzo desviador

Deformación (%)	Esf. Desv. (kg/cm ²)	Presión Poros (kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_3$ (kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_1$ (kg/cm ²)	p (kg/cm ²)	q (kg/cm ²)	q/p	Oblicuidad ($\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$)
0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.26	0.01	0.99	1.25	1.12	0.13	0.12	1.27
0.10	0.26	0.03	0.97	1.23	1.10	0.13	0.12	1.27
0.20	0.26	0.05	0.95	1.21	1.08	0.13	0.12	1.28
0.35	0.33	0.06	0.94	1.27	1.11	0.17	0.15	1.35
0.50	0.33	0.07	0.93	1.26	1.10	0.17	0.15	1.36
0.75	0.40	0.09	0.91	1.31	1.11	0.20	0.18	1.44
1.00	0.46	0.10	0.90	1.36	1.13	0.23	0.20	1.51
1.25	0.46	0.11	0.89	1.35	1.12	0.23	0.21	1.52
1.50	0.53	0.15	0.85	1.38	1.11	0.26	0.24	1.62
1.75	0.53	0.16	0.84	1.37	1.10	0.26	0.24	1.63
2.00	0.53	0.18	0.82	1.35	1.08	0.26	0.24	1.64
2.50	0.59	0.21	0.79	1.38	1.09	0.30	0.27	1.75
3.00	0.59	0.23	0.77	1.36	1.07	0.30	0.28	1.77
3.50	0.66	0.25	0.75	1.41	1.08	0.33	0.31	1.88
4.00	0.66	0.26	0.74	1.40	1.07	0.33	0.31	1.89
4.50	0.66	0.26	0.74	1.40	1.07	0.33	0.31	1.89
5.00	0.73	0.26	0.74	1.47	1.10	0.36	0.33	1.98
6.00	0.73	0.27	0.73	1.46	1.09	0.36	0.33	2.00
7.00	0.79	0.29	0.71	1.50	1.11	0.40	0.36	2.12
8.00	0.79	0.30	0.70	1.49	1.10	0.40	0.36	2.13
9.00	0.79	0.31	0.69	1.48	1.09	0.40	0.36	2.15
10.00	0.86	0.31	0.69	1.55	1.12	0.43	0.38	2.25
11.00	0.86	0.31	0.69	1.55	1.12	0.43	0.38	2.25
12.00	0.86	0.31	0.69	1.55	1.12	0.43	0.38	2.25

Observaciones :

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Humedad remoldeable = 30.00%, densidad seca = 1.42 gr/cm³. Los datos de remoldeo son responsabilidad del solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TELEFAX 521402 - CIUDAD UNIVERSITARIA

TARAPOTO - PERÚ

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

Informe N° : UNSM-TESIS-2022 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022
 Solicitante : BACHILLERES JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO Y EDDY HANDER PARDO QUISPE
 Proyecto : CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN
 Ubicación : ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN

Sondaje : C - 01 Hoja : 2 de 5
 Muestra : M - 2 AASHTO : A-7-5 (20)
 Profundidad (m) : 0.40 - 3.00 SUCS : CH // Arcilla gruesa con arena
 Estado : Remoldeado Velocidad : 0.2 mm/min

ESFUERZO AXIAL : 2 kg/cm²

Presión de celda (σ_3) : 3 kg/cm² Esfuerzo efectivo inicial ($\bar{\sigma}_3$) : 2 kg/cm²
 Contra presión : 1 kg/cm² Parámetro "B" : 96 %

Etapa	Instalación del espécimen	Especímen consolidado	Final de la compresión
Diámetro (cm)	5.00	4.72	---
Altura (cm)	10.00	9.38	8.25
Humedad (%)	30.0	---	46.6
Densidad seca (g/cm ³)	1.42	1.45	---

Cuadro de detalle al aplicar el esfuerzo desviador

Deformación (%)	Esf. Desv. (kg/cm ²)	Presión Poros (kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_3$ (kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_1$ (kg/cm ²)	p (kg/cm ²)	q (kg/cm ²)	q/p	Oblicuidad ($\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$)
0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.25	0.01	1.99	2.24	2.11	0.12	0.06	1.12
0.10	0.25	0.02	1.98	2.23	2.10	0.12	0.06	1.13
0.20	0.30	0.03	1.97	2.27	2.12	0.15	0.07	1.15
0.35	0.40	0.04	1.96	2.36	2.16	0.20	0.09	1.20
0.50	0.45	0.06	1.94	2.39	2.16	0.22	0.10	1.23
0.75	0.55	0.09	1.91	2.46	2.18	0.27	0.13	1.29
1.00	0.60	0.11	1.89	2.49	2.19	0.30	0.14	1.32
1.25	0.70	0.14	1.86	2.56	2.21	0.35	0.16	1.37
1.50	0.75	0.16	1.84	2.59	2.21	0.37	0.17	1.41
1.75	0.80	0.18	1.82	2.62	2.22	0.40	0.18	1.44
2.00	0.84	0.20	1.80	2.64	2.22	0.42	0.19	1.47
2.50	0.89	0.25	1.75	2.64	2.20	0.45	0.20	1.51
3.00	0.99	0.29	1.71	2.70	2.21	0.50	0.23	1.58
3.50	1.04	0.33	1.67	2.71	2.19	0.52	0.24	1.62
4.00	1.09	0.36	1.64	2.73	2.19	0.55	0.25	1.67
4.50	1.14	0.39	1.61	2.75	2.18	0.57	0.26	1.71
5.00	1.19	0.42	1.58	2.77	2.18	0.60	0.27	1.75
6.00	1.24	0.48	1.52	2.76	2.14	0.62	0.29	1.82
7.00	1.29	0.53	1.47	2.76	2.12	0.65	0.31	1.88
8.00	1.39	0.57	1.43	2.82	2.13	0.70	0.33	1.97
9.00	1.44	0.60	1.40	2.84	2.12	0.72	0.34	2.03
10.00	1.44	0.64	1.36	2.80	2.08	0.72	0.35	2.06
11.00	1.44	0.66	1.34	2.78	2.06	0.72	0.35	2.08
12.00	1.44	0.69	1.31	2.75	2.03	0.72	0.35	2.10

Observaciones :

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Humedad remoldeable = 30.00%, densidad seca = 1.42 gr/cm³. Los datos de remoldeo son responsabilidad del solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TELEFAX 521402 - CIUDAD UNIVERSITARIA

TARAPOTO - PERÚ

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

Informe N° : UNSM-TESIS-2022 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022
 Solicitante : BACHILLERES JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO Y EDDY HANDER PARDO QUISPE
 Proyecto : CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN
 Ubicación : ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN

Sondaje : C - 01 Hoja : 3 de 5
 Muestra : M - 2 AASHTO : A-7-5 (20)
 Profundidad (m) : 0.40 - 3.00 SUCS : CH // Arcilla gruesa con arena
 Estado : Remoldeado Velocidad : 0.2 mm/min

ESFUERZO AXIAL : 4 kg/cm²

Presión de celda (σ_3) : 5 kg/cm² Esfuerzo efectivo inicial ($\bar{\sigma}_3$) : 4 kg/cm²
 Contra presión : 1 kg/cm² Parámetro "B" : 97 %

Etapa	Instalación del espécimen	Especímen consolidado	Final de la compresión
Diámetro (cm)	5.00	4.68	---
Altura (cm)	10.00	9.41	8.28
Humedad (%)	30.0	---	46.5
Densidad seca (g/cm ³)	1.42	1.45	---

Cuadro de detalle al aplicar el esfuerzo desviador

Deformación (%)	Esf. Dev. (kg/cm ²)	Presión Poros (kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_3$ (kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_1$ (kg/cm ²)	p (kg/cm ²)	q (kg/cm ²)	q/p	Oblicuidad ($\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$)
0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.30	0.01	3.99	4.29	4.14	0.15	0.04	1.07
0.10	0.35	0.01	3.99	4.34	4.16	0.17	0.04	1.09
0.20	0.60	0.02	3.98	4.58	4.28	0.30	0.07	1.15
0.35	0.70	0.02	3.98	4.68	4.33	0.35	0.08	1.17
0.50	1.04	0.06	3.94	4.98	4.46	0.52	0.12	1.26
0.75	1.24	0.09	3.91	5.15	4.53	0.62	0.14	1.32
1.00	1.39	0.12	3.88	5.27	4.58	0.70	0.15	1.36
1.25	1.54	0.16	3.84	5.38	4.61	0.77	0.17	1.40
1.50	1.64	0.19	3.81	5.45	4.63	0.82	0.18	1.43
1.75	1.74	0.22	3.78	5.52	4.65	0.87	0.19	1.46
2.00	1.84	0.25	3.75	5.59	4.67	0.92	0.20	1.49
2.50	1.94	0.31	3.69	5.63	4.66	0.97	0.21	1.53
3.00	2.09	0.37	3.63	5.72	4.67	1.04	0.22	1.58
3.50	2.19	0.42	3.58	5.77	4.67	1.09	0.23	1.61
4.00	2.24	0.47	3.53	5.77	4.65	1.12	0.24	1.63
4.50	2.29	0.52	3.48	5.77	4.62	1.14	0.25	1.66
5.00	2.34	0.56	3.44	5.78	4.61	1.17	0.25	1.68
6.00	2.39	0.65	3.35	5.74	4.54	1.19	0.26	1.71
7.00	2.44	0.72	3.28	5.72	4.50	1.22	0.27	1.74
8.00	2.49	0.79	3.21	5.70	4.45	1.24	0.28	1.77
9.00	2.53	0.86	3.14	5.67	4.41	1.27	0.29	1.81
10.00	2.58	0.92	3.08	5.66	4.37	1.29	0.30	1.84
11.00	2.58	0.98	3.02	5.60	4.31	1.29	0.30	1.86
12.00	2.58	1.01	2.99	5.57	4.28	1.29	0.30	1.86

Observaciones :

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Humedad remoldeable = 30.00%, densidad seca = 1.42 gr/cm³. Los datos de remoldeo son responsabilidad del solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TELEFAX 521402 - CIUDAD UNIVERSITARIA

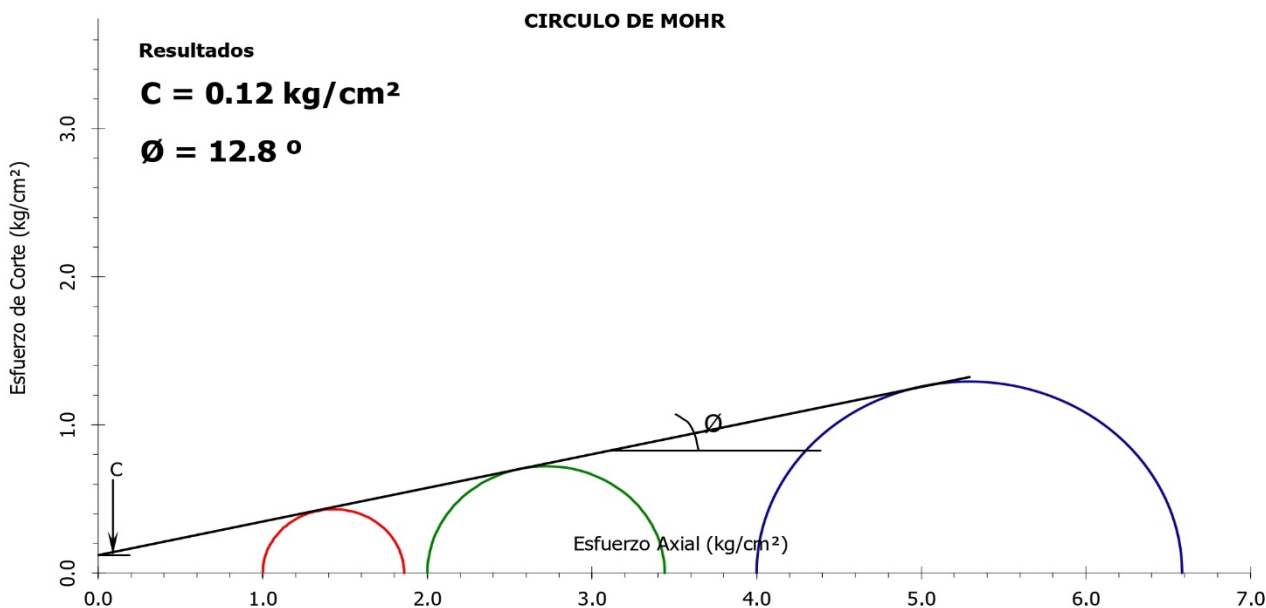
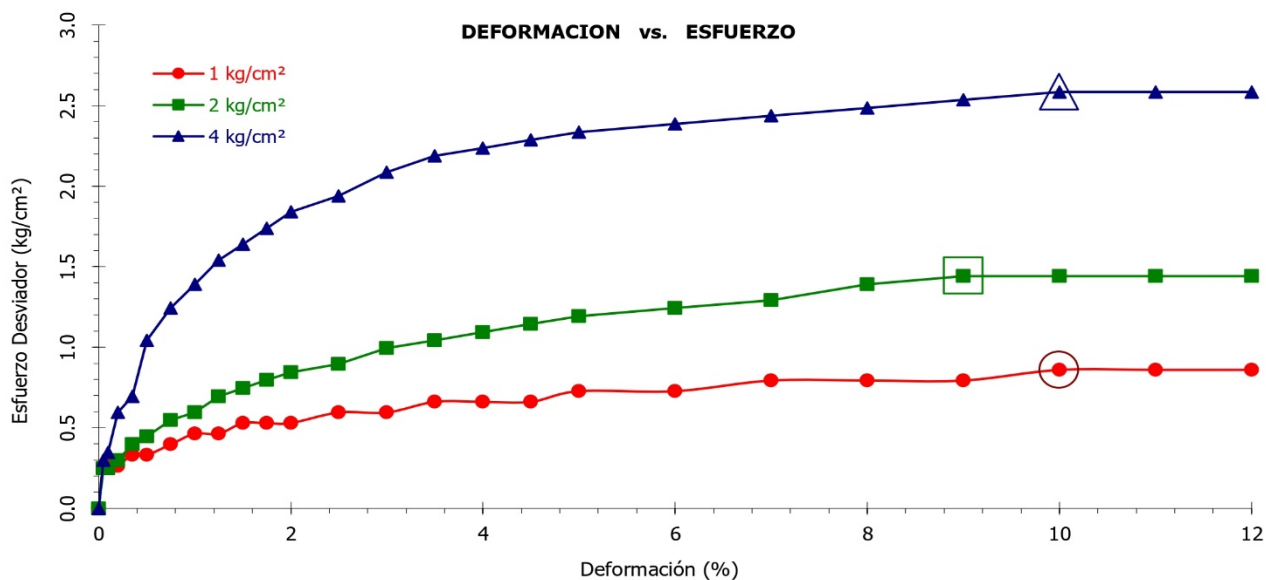
TARAPOTO - PERÚ

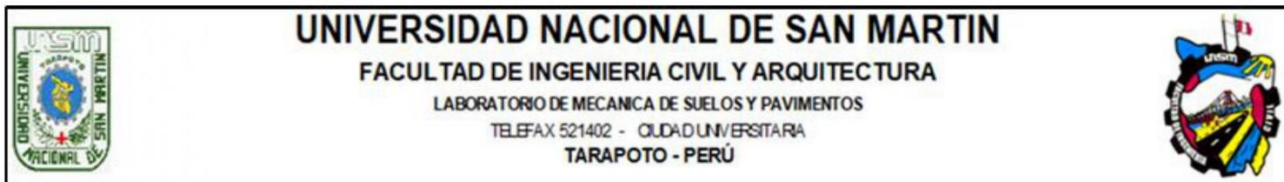
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

Informe N° : UNSM-TESIS-2022 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022
 Solicitante : BACHILLERES JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO Y EDDY HANDER PARDO QUISPE
 Proyecto : CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN
 Ubicación : ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN

Sondaje : C - 01 Hoja : 4 de 5
 Muestra : M - 2 AASHTO : A-7-5 (20)
 Profundidad (m) : 0.40 - 3.00 SUCS : CH // Arcilla gruesa con arena
 Estado : Remoldeado Velocidad : 0.2 mm/min





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TELEFAX 521402 - CIUDAD UNIVERSITARIA

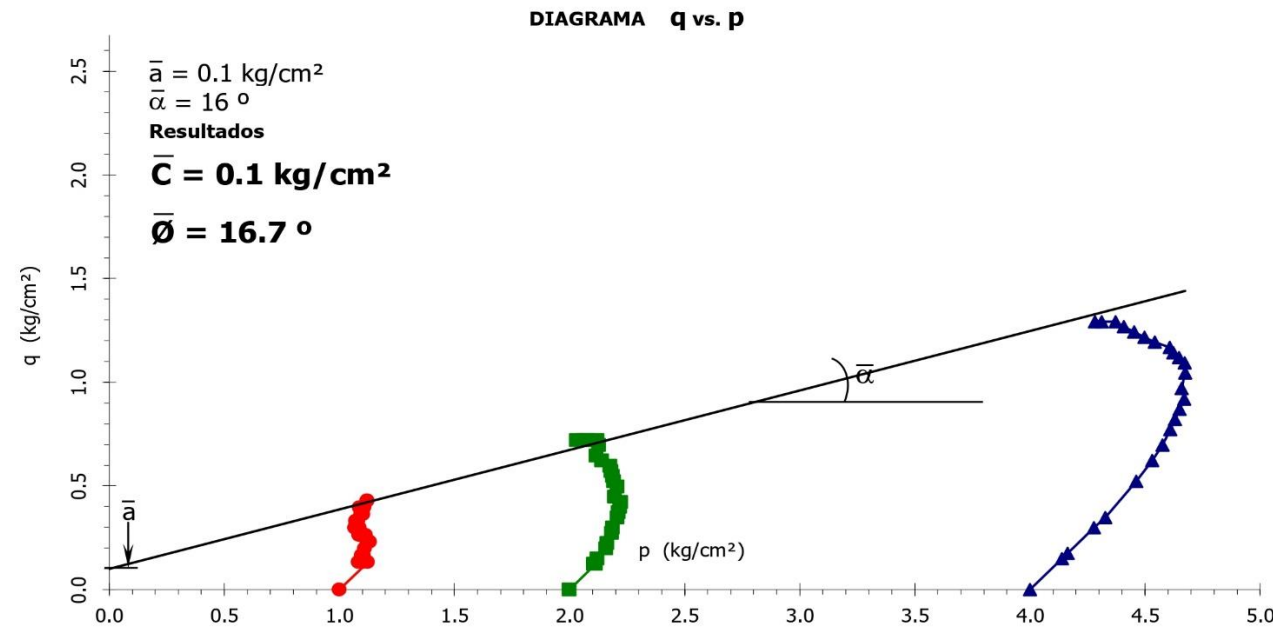
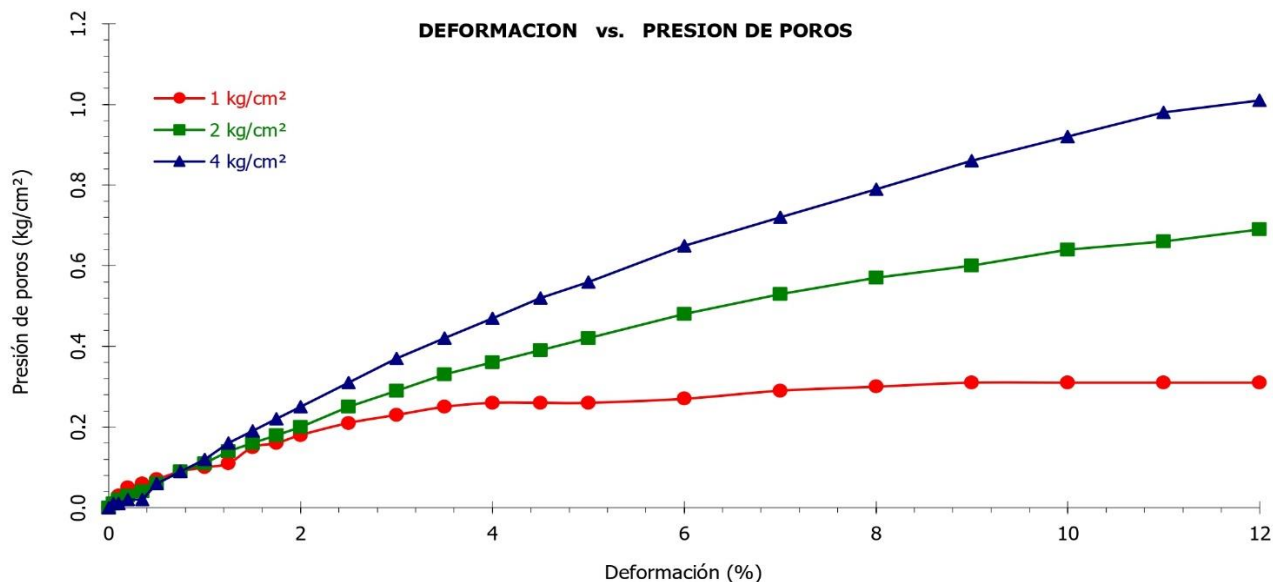
TARAPOTO - PERÚ

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Consolidado - No Drenado (CU) // ASTM - D4767

Informe N° : UNSM-TESIS-2022 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022
 Solicitante : BACHILLERES JUNIOR HANS ALBERCA CARRASCO Y EDDY HANDER PARDO QUISPE
 Proyecto : CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN
 Ubicación : ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DPTO SAN MARTIN

Sondaje : C - 01 Hoja : 5 de 5
 Muestra : M - 2 AASHTO : A-7-5 (20)
 Profundidad (m) : 0.40 - 3.00 SUCS : CH // Arcilla gruesa con arena
 Estado : Remoldeado Velocidad : 0.2 mm/min



ANEXO 09

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N° 1. Excavación de calicatas, para la extracción de muestras.



Foto N° 2. Extracción de muestras (Muestra Inalterada en Bloque) para ensayos de Laboratorio.



Foto N° 4. Se observa el proceso del secado de la muestra para el ensayo de Contenido de Humedad.



Foto N° 6. Se observa el desarrollo de los ensayos de los límites de Atterberg.



Foto N° 7. Se observa el desarrollo del ensayo Triaxial CU (consolidado no drenado).

ANEXOS

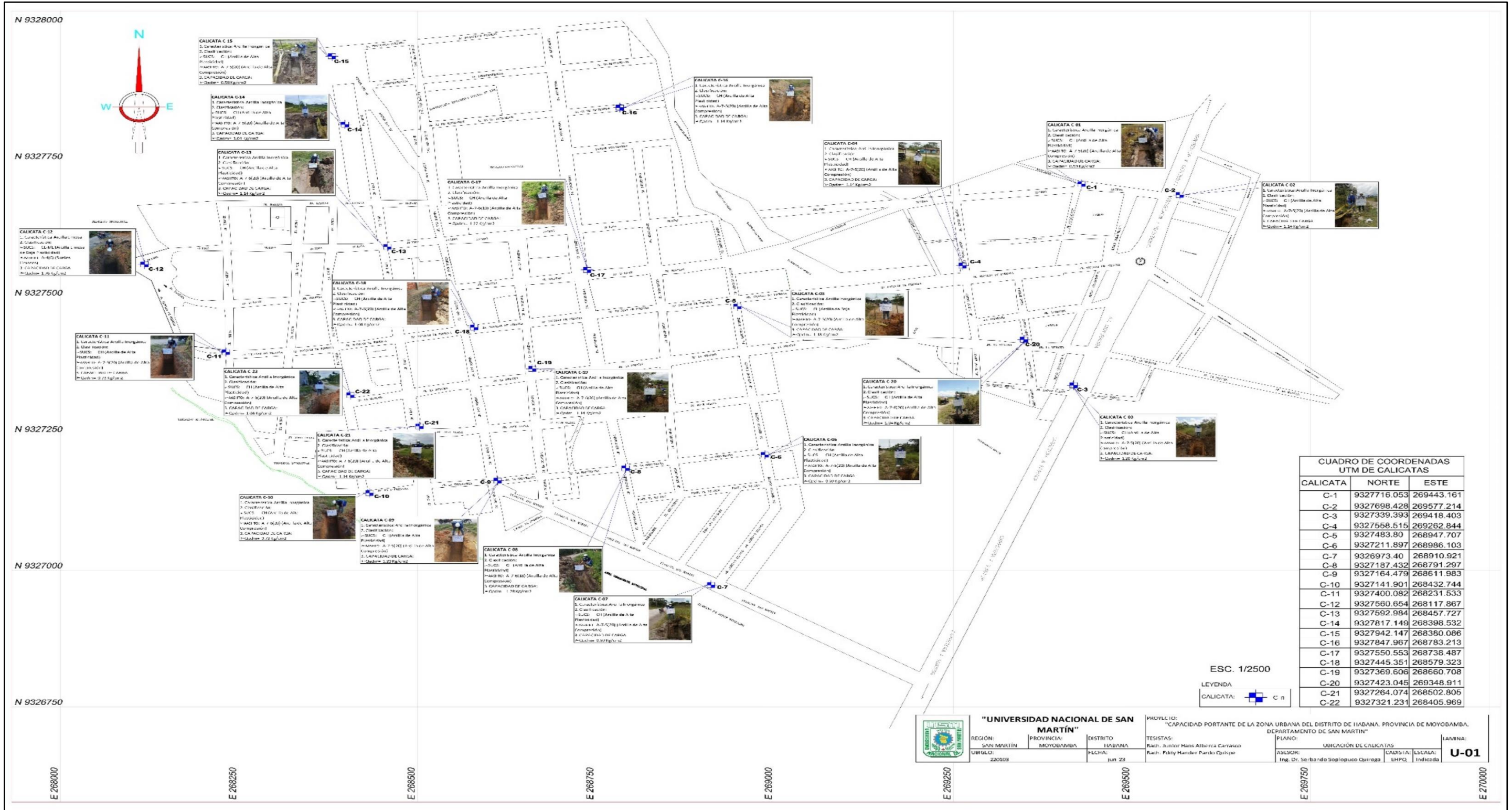
PLANOS

ANEXO 10: PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS

ANEXO 11: PLANO ESTRATIGRÁFICO DE CALICATAS

ANEXO 12: MAPA DE ZONIFICACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE

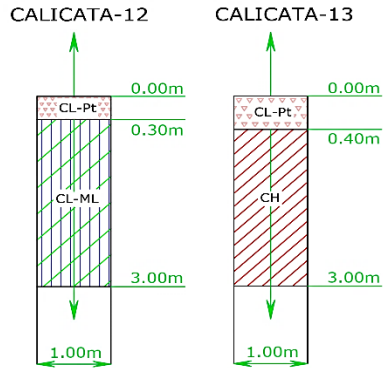
ANEXO 10 PLAN DE UBICACIÓN DE CALICATAS



CALICATA	NORTE	ESTE
C-1	9327716.053	269443.161
C-2	9327698.428	269577.214
C-3	9327339.393	269418.403
C-4	9327558.515	269262.844
C-5	9327483.80	268947.707
C-6	9327211.897	268986.103
C-7	9326973.40	268910.921
C-8	9327187.432	268791.297
C-9	9327164.479	268611.983
C-10	9327141.901	268432.744
C-11	9327400.082	268231.533
C-12	9327560.654	268117.867
C-13	9327592.984	268457.727
C-14	9327817.149	268398.532
C-15	9327942.147	268360.086
C-16	9327847.967	268783.213
C-17	9327550.553	268738.487
C-18	9327445.351	268579.323
C-19	9327369.606	268660.708
C-20	9327423.045	269348.911
C-21	9327264.074	268502.806
C-22	9327321.231	268405.969

ANEXO 11 PLANO ESTRATIGRÁFICO DE CALICATAS

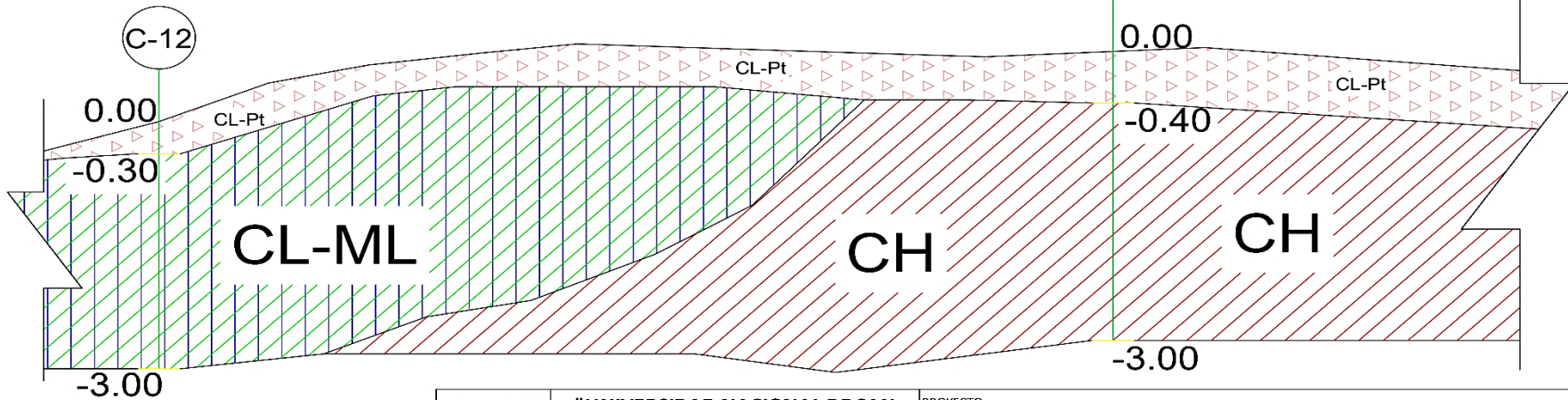
PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LAS CALICATAS: C-12 Y C-13



LEYENDA

SIMBOLO	CLASIFICACION	
	AASHTO	SUCS
	A-8	CL-Pt
	A-7-6 (18-20)	CH
	A-4(6)	CL-ML

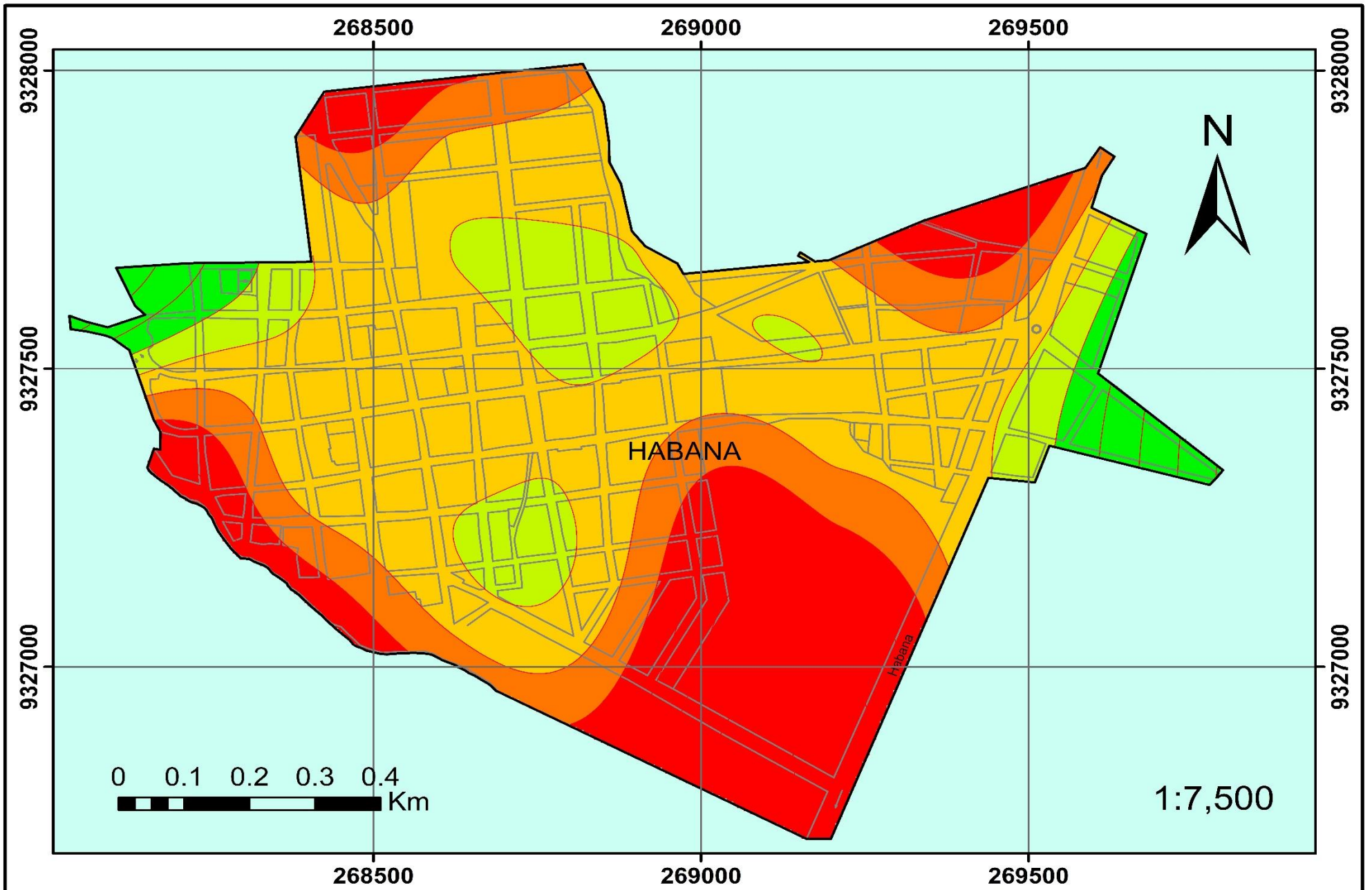
**C-12 :JR.LIMA/JR.NICOLAS DE PIEROLA
C-13 :JR.GRAU/JR.LIMA**











	"UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN"			PROYECTO: "CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA. PROVINCIA DE MOYOBAMBA. DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN"				
	REGIÓN: SAN MARTÍN	PROVINCIA: MOYOBAMBA	DISTRITO: HABANA	TESISTAS: Bach. Junior Hans Alberca Carrasco Bach. Eddy Hander Pardo Quispe		PLANO: PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SUELOS		LAMINA:
	UBIGEO: 220103		FECHA: jun-23			ASESOR: Ing. Dr. Serbando Soplopuco Quiroga	CADISTA: JHAC	ESCALA: Indicada


PES-01

ANEXO 12
MAPA DE ZONIFICACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE



LEYENDA

-  Habana
-  Catastro de Habana
-  0.50 - 0.75
-  0.75 - 1
-  1.00- 1.25
-  1.25 - 1.5
-  1.50 - 1.75
-  1.75 - 2

	"UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN"			PROYECTO: "CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE HABANA. PROVINCIA DE MOYOBAMBA. DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"			
	REGIÓN: SAN MARTÍN	PROVINCIA: MOYOBAMBA	DISTRITO: HABANA	TESISTAS: Bach. Junior Hans Alberca Carrasco	PLANO: ZONIFICACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE		LAMINA:
	UBIGEO: 220103		FECHA: Jul-23	Bach. Eddy Hander Pardo Quispe	ASESOR: Ing. Dr. Serbando Soplopuco Quiroga	CADISTA: JHAC	ESCALA: 1/7,500

Z-01

Capacidad portante de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín

por Junior Hans Alberca Carrasco

Fecha de entrega: 05-oct-2023 01:35p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2186699357

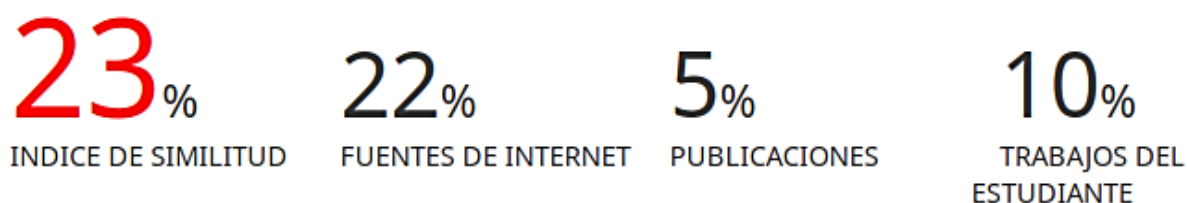
Nombre del archivo: TESIS_FINAL_ALBERCA_Y_PARDO_Arreglado_1.docx (40.36M)

Total de palabras: 15355

Total de caracteres: 82998

Capacidad portante de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	documentop.com Fuente de Internet	1%
5	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	vsip.info Fuente de Internet	<1%