

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA



CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA CON FINES DE CIMENTACIÓN
DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL
HUARAZ

TESIS

Presentada por:

Bach. Rubén Darío Aranda Leiva
ORCID: 0000-0003-4943-6385

Asesor:

Dr. Samuel Huaquisto Cáceres
ORCID: 0000-0002-9294-6359

Para obtener el grado académico de:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA

TACNA – PERÚ
2023

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA

Tesis

“CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA CON FINES DE CIMENTACIÓN DEL
CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL HUARAZ”

Presentada por:

Bach. Ruben Darío Aranda Leiva

Tesis sustentada y aprobada el 19 de diciembre de.2023; ante el siguiente jurado
examinador:

PRESIDENTE: **Dr. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ**

SECRETARIO: **Dr. MARTÍN PAUCARA ROJAS**

VOCAL: **Mtro. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO**

ASESOR: **Dr. SAMUEL HUAQUISTO CÁCERES**

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Ruben Darío Aranda Leiva, en calidad de bachiller de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en Geotecnia de la Escuela de Postgrado de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI N° 45589645.

Soy autor (a) de la tesis titulada:

“CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA CON FINES DE CIMENTACIÓN DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL HUARAZ”, con asesor: Dr. Samuel Huaquisto Cáceres.

DECLARO BAJO JURAMENTO

Ser el único autor del texto entregado para obtener el grado académico de MAESTRO EN INGENIERIA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA, y que tal texto no ha sido entregado ni total ni parcialmente para obtención de un grado académico en ninguna otra universidad o instituto, ni ha sido publicado anteriormente para cualquier otro fin.

Así mismo, declaro no haber trasgredido ninguna norma universitaria con respecto al plagio ni a las leyes establecidas que protegen la propiedad intelectual.

Declaro, que después de la revisión de la tesis con el software Turnitin se declara 20% de similitud, además que el archivo entregado en formato PDF corresponde exactamente al texto digital que presento junto al mismo.

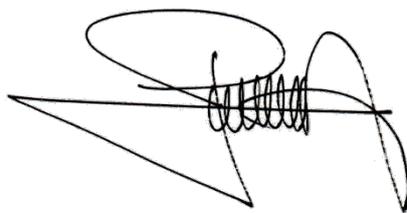
Por último, declaro que para la recopilación de datos se ha solicitado la autorización respectiva a la empresa u organización, evidenciándose que la información presentada es real y soy conocedor (a) de las sanciones penales en caso de infringir las leyes del plagio y de falsa declaración, y que firmo la presente con pleno uso de mis facultades y asumiendo todas las responsabilidades de ella derivada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del

contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha: Huaraz – Diciembre del 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'R' followed by a series of loops and a long horizontal stroke.

RUBEN DARIO ARANDA LEIVA

DNI N° 45589645

DEDICATORIA

A mi esposa Olinda Bazán por su apoyo y comprensión.

A mi hijo Mathías Aranda, por ser mi motor y motivo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Escuela de Postgrado de la Universidad privada de Tacna por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios y concluirla de manera adecuada, también a mi asesor el Dr. Samuel Huaquisto Caceres por su apoyo y a mis trabajadores de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L. por confiar en mí siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. CAPITULO I: EL PROBLEMA	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1 Interrogante Principal	4
1.2.2 Interrogantes Secundarias	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
II. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	7
2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	10
2.3 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS	14
III. CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.....	16
3.1 HIPOTESIS.....	16
3.1.1 Hipotesis General.....	16
3.1.2 Hipotesis Especificas.....	16
3.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	16
3.2.1 Identificación de la variable	16
3.2.2 Variables intervinientes	16
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	17
3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	17
3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	18
3.6 ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
3.7 POBLACIÓN Y MUESTRA	19
3.7.1 Unidad de Estudio.....	19
3.7.2 Población	19
3.7.3 Muestra.....	19
3.8 PROCEDIMIENTO, TECNICAS E INSTRUMENTOS	19
3.8.1 Procedimiento	19
3.8.2 Técnicas.....	20

3.8.3 Instrumentos	20
IV. CAPITULO IV: RESULTADOS.....	21
4.1 DESCRIPCION DEL TRABAJO DE CAMPO.....	21
4.2 DISEÑO DE LA PRESENTACION DE LOS RESULTADOS.....	26
4.3 RESULTADOS	27
4.4 PRUEBA ESTADISTICA	42
4.5 COMPROBACION DE HIPOTESIS.....	53
4.6 DISCUSION DE RESULTADOS.....	60
CONCLUSIONES.....	70
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS	73
APÉNDICE	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01	: <i>Operacionalización de Variables</i>	17
Tabla N° 02	: <i>Coordenadas de las Calicatas Ubicadas en el Área de Estudio</i>	27
Tabla N° 03	: <i>Resultado de las propiedades físicas</i>	28
Tabla N° 04	: <i>Resultado de los Propiedades Mecánicas</i>	34
Tabla N° 05	: <i>Resultado de Capacidades Portantes Método Terzaghi</i>	38
Tabla N° 06	: <i>Resultado de Capacidades Portantes según la Norma E050</i>	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>: Ámbito de Estudio y Ubicación de Calicatas dentro de los 17 mil m² de Área</i>	18
Figura 2	<i>: Plano topográfico del área de estudio</i>	21
Figura 3	<i>: Plano de Ubicación de Calicatas dentro del Área de Estudio.....</i>	22
Figura 4	<i>: Vista Panorámica del Ingreso Principal al Terreno en Estudio y trabajos de exploración directa.....</i>	23
Figura 5	<i>: Trabajos de muestro y exploración dentro del área de estudio ...</i>	24
Figura 6	<i>: Ensamblaje y saturación de la Muestra para el Ensayo Triaxial</i>	25
Figura 7	<i>: Ficha de recolección de datos.....</i>	26
Figura 8	<i>: Mapa de la Variación del Contenido de Humedad en el Área de Estudio.....</i>	30
Figura 9	<i>: Mapa de la Variación del Limite Liquido en el Área de Estudio.....</i>	31
Figura 10	<i>: Mapa de la Variación del Índice de Plasticidad en el Área de Estudio.....</i>	32
Figura 11	<i>: Mapa de la Variación del Peso Específico en el Área de Estudio.....</i>	33
Figura 12	<i>: Mapa de la Variación de la cohesión en el Área de Estudio.....</i>	36
Figura 13	<i>: Mapa de la Variación del ángulo de fricción en el Área de Estudio.....</i>	37
Figura 14	<i>: Mapa de la Variación de la capacidad portante con Df= 1.50 m Y B = 1.50 m usando el método de Terzaghi.....</i>	40
Figura 15	<i>: Mapa de la Variación de la capacidad portante con Df= 1.50 m Y B = 2.00 m usando el método de Terzaghi.....</i>	41
Figura 16	<i>: Mapa de la Variación de la capacidad portante con Df= 1.20 m Y B = 1.20 m usando el método de Terzaghi.....</i>	44

Figura 17 : <i>Mapa de la Variación de la capacidad portante con $D_f= 1.80$ m Y $B = 2.00$ m usando el método de Terzaghi.....</i>	43
Figura 18 : <i>Mapa de la Variación de la capacidad portante con $D_f= 1.50$ m Y $B = 1.50$ m usando el método indicado en la norma E050.....</i>	46
Figura 19 : <i>Mapa de la Variación de la capacidad portante con $D_f= 1.50$ m Y $B = 2.00$ m usando el método indicado en la norma E050.....</i>	47
Figura 20 : <i>Mapa de la Variación de la capacidad portante con $D_f= 1.20$ m Y $B = 1.20$ m usando el método indicado en la norma E050.....</i>	48
Figura 21 : <i>Mapa de la Variación de la capacidad portante con $D_f= 1.80$ m Y $B = 2.00$ m usando el método indicado en la norma E050.....</i>	49
Figura 22 : <i>Verificación de Normalidad de las propiedades físicas</i>	50
Figura 23 : <i>Verificación de Normalidad de las propiedades mecánicas.....</i>	51
Figura 24 : <i>Verificación de Normalidad de capacidad portantes.....</i>	52
Figura 25 : <i>Prueba de Hipótesis Indicador Contenido de Humedad usando la prueba T de Student</i>	53
Figura 26 : <i>Prueba de Hipótesis Indicador Índice de Plasticidad usando la prueba T de Student</i>	54
Figura 27 : <i>Prueba de Hipótesis Indicador Peso Especifico usando la prueba T de Student</i>	55
Figura 28 : <i>Prueba de Hipótesis Indicador Cohesión usando la prueba T de Student</i>	56
Figura 29 : <i>Prueba de Hipótesis Indicador Angulo de Fricción usando la prueba T de Student</i>	57
Figura 30 : <i>Prueba de Hipótesis Indicador Capacidad Portante con según la norma E050 con $D_f=1.50$ y $B = 1.50$ m usando la prueba T de Student.....</i>	58
Figura 31 : <i>Imagen Satelital del año 2018 del área de estudio donde se aprecia la zona de un color verde indicando la presencia de material de relleno</i>	60
Figura 32 : <i>Variación del contenido de humedad en las calicatas analizadas</i>	61

Figura 33 : <i>Variación del límite Líquido e Índice de plasticidad en las calicatas analizadas.....</i>	62
Figura 34 : <i>Variación del peso específico en las calicatas analizadas.....</i>	63
Figura 35 : <i>Variación de la cohesión y el ángulo de fricción en las calicatas analizadas</i>	64
Figura 36 : <i>Comparación de la capacidad portante para $D_f = 1.50$ m y $B = 1.50$ m.....</i>	65
Figura 37 : <i>Comparación de la capacidad portante para $D_f = 1.50$ m y $B = 2.00$ m.....</i>	66
Figura 38 : <i>Comparación de la capacidad portante para $D_f = 1.20$ m y $B = 1.20$ m.....</i>	67
Figura 39 : <i>Comparación de la capacidad portante para $D_f = 1.80$ m y $B = 2.00$ m.....</i>	68

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1	: Matriz de consistencia del Informa Final de Tesis.....	75
Apéndice 2	: Instrumentos Utilizados.....	76

RESUMEN

Teniendo en cuenta la actividad sísmica que se tiene en el departamento de Ancash, la importancia de las estructuras que se van construir y la cantidad de personas que albergara el campus de la universidad privada Cesar Vallejo filias Huaraz, la investigación planteo la caracterización geotécnica para ser usada con fines de cimentación, cuyo principales objetivo es la creación de mapas donde se han plasmado la variación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo dentro del campus, para ello se planteó una investigación de tipo básica, con un nivel descriptivo, un diseño no experimental, teniendo como población y muestra el área del campus. Para el desarrollo de la tesis se realizó trabajos como topografía, geología, exploración geotécnica en base a la excavación de 25 calicatas adecuadamente distribuidas para lograr la caracterización. Los resultados de las propiedades físicas indican que dentro de campus existe una variación del contenido de humedad del 14% al 18%, se tiene una variación de limite liquido de 21% a 35%, una variación de 6% al 12% en el índice de plasticidad y el peso específico varía entre 1.812 a 1.824 tn/m^3 , de igual modo se encontró una variación en las propiedades mecánicas como la cohesión presenta una variación de 6.17 a 9.76 Kpa y una variación de 27.5° a 28.3° del ángulo de fricción. También se encontró una variación de la capacidad portante calculado mediante la norma E050, a una profundidad de cimentación de 1.50 m y con un ancho de cimentación de 1.50 m en el terreno la capacidad varia desde 1.526 a 1.975 kg/cm^2 , con un ancho de 2.0 m y a la misma profundidad de cimentación la capacidad varia de 1.629 a 2.15 kg/cm^2 y para estructuras menos importantes considerando la profundidad mínima de cimentación a 1.20 m la capacidad varia de 1.197 a 1.595 kg/cm^2 . Por lo tanto, se concluye que el campus de la universidad privada Cesar Vallejo Filias Huaraz presenta variación de las propiedades del suelo y se evidencio una influencia de estas, para la caracterización geotécnica que se realizó en la investigación.

PALABRAS CLAVES: Caracterización Geotécnica, Propiedades físicas de suelos y propiedades mecánicas.

ABSTRACT

Taking into account the seismic activity that occurs in the department of Ancash, the importance of the structures that will be built and the number of people that the campus of the private university Cesar Vallejo affiliates Huaraz will house, the research proposed the geotechnical characterization to be used for foundation purposes, whose main objective is the creation of maps where the variation of the physical and mechanical properties of the soil within the campus has been captured, for this a basic type of research was proposed, with a descriptive level, a design not experimental, having the campus as population and sample. For the development of the thesis, work such as topography, geology, and geotechnical exploration was carried out based on the excavation of 25 properly distributed pits to achieve characterization. The results of the physical properties indicate that within the campus there is a variation in moisture content from 14% to 18%, there is a variation in liquid limit from 21% to 35%, a variation from 6% to 12% in the index of plasticity and the specific weight varies between 1,812 to 1,824 tn/m³, in the same way a variation was found in the mechanical properties such as cohesion presents a variation of 6.17 to 9.76 Kpa and a variation of 27.5° to 28.3° of the friction angle . A variation in the bearing capacity calculated using E050 theory was also found, at a foundation depth of 1.50 m and with a foundation width of 1.20 m in the ground, the capacity varies from 1.526 to 1.975 kg/cm², with a width of 2.0 m and at the same foundation depth the capacity varies from 1.269 to 2.15 kg/cm² and for less important structures considering the minimum foundation depth at 1.20 m the capacity varies from 1.197 to 1.595 kg/cm². Therefore, it is concluded that The campus of the private university Cesar Vallejo Filias Huaraz presents variation in soil properties and an influence of these was evident for the geotechnical characterization that was carried out in the research.

KEY WORDS: Geotechnical characterization, physical properties of soils and mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

El nuevo campus de la universidad Cesar Vallejo filial Huaraz está ubicada en una zona donde no se tiene mucha información del suelo de cimentación, pero también se sabe que la provincia y la región si presentan alta actividad sísmica, además que este campus albergará estructuras de más de 5 niveles, pero se desconoce la variación de las propiedades del suelo sobre el cual se construirá dichas estructuras. El desconocimiento y la falta de mapas que reflejen la variación de las propiedades del suelo podría generar algún tipo de desastre frente a la ocurrencia de un sismo. La finalidad de la investigación es caracterizar las propiedades de los suelos y estos ser plasmados en mapas geotécnicos que ayuden a conocer la variación de las propiedades para ayudar a planificar futuras edificaciones que sean construidas con seguridad.

Para poder cumplir con el objetivo planteado la investigación está conformada por los siguientes capítulos:

Capítulo I: El Problema: en este capítulo se podrá encontrar la justificación y los objetivos que conllevan a realizar la presente investigación.

Capítulo II: Marco Teórico: en este apartado se encontrará la información que respaldara la investigación, que es factible realizarlo.

Capítulo III: Marco Metodológico: en este apartado se describe el procedimiento e instrumentos que utilizaran para la recolección de datos.

Capítulo IV: Resultados: en este capítulo se describirá los resultados encontrados de acuerdo a los instrumentos de medición planteados, además de presentar los mapas geotécnicos de cada una de las propiedades.

Capítulo V: Conclusiones: finalmente en este apartado se redactará los resultados encontrados que demostraran que los objetivos planteados inicialmente fueron cumplidos.

I. CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Internacionalmente los sismos son fenómenos naturales que ocasionan la mayor cantidad de muertes, cuando se tienen construcciones inseguras, pero debido a que estas construcciones han sido edificadas sin conocer las propiedades físicas, mecánicas y quizás dinámicas del suelo, ya que en muchos lugares del mundo no se tienen actualizadas las zonas geotécnicas, que ayudarían enormemente en lograr construcciones seguras.

En Perú se tiene un retraso en investigaciones relacionadas a investigación y zonificaciones geotécnicas en otros países si se tienen avances relacionados en el tema, por ejemplo, Guettouche, A. (2021) en su investigación “Geotechnical Valorization of the Berhoum Area (Algeria) Geological Map for Preparing a Geotechnical Map for Construction” desarrollada en Algeria, utilizo como información inicial la geología local, parámetros físicos y geomecánicos, logrando una clasificación de diferentes terrenos obteniendo un mapa geotécnico que será empleado para construcciones que será de mucha importancia frente a futuras construcciones y fenómenos naturales como el sismo.

Así mismo Khan M. (2021) en su investigación Geotechnical property modeling and construction safety zoning based on GIS and BIM integration, en base a la preocupación del incremento de población que se conlleva a una gran demanda de construcción, con la finalidad de satisfacer necesidades sociales y económicas, exploraron el sub suelo y con la información encontrada integraron usando el GIS y BIM obteniendo mapas 3D digital geotécnico donde brindan información del tipo de suelo, variación de las propiedades con la profundidad y cálculo de volúmenes, permitiendo mejores prácticas en la construcción.

En Perú, el último sismo considerable que se tuvo fue el sismo de Pisco en el año 2007 con una magnitud de 7.9 Mw, a la fecha la población y el lugar aun no pueden reconstruirse, según los estudios post-sismo, se evidenciaron zonas de suelos arenosos que sufrieron el efecto de licuación, esto condujo a que se tenga problemas en las edificación y por ende pérdidas humanas, todo esto se hubiera podido evitar si se hubiera contando con una adecuada zonificación geotécnica y

que las estructuras construidas hubieran tenido el adecuado tipo de cimentación de acuerdo a las propiedades del suelo que se tiene en el lugar.

Todas consecuencias de no contar con una zonificación o con mapas geotécnicos lo describen Matsuzaki S. et al (2014) en la investigación titulada *Evaluation of seismic vulnerability of buildings based on damage survey data from the 2007 Pisco, Peru earthquake*, realizaron ensayos de microtremos identificando tres zonas en función al periodo predominante de vibración finalmente realizaron mapas geotécnico y curvas de fragilidad para viviendas de adobe y mampostería que fueron las más devastadas.

El sismo es un proceso natural de la evolución de la tierra por ende en otros países se desarrollan mapas de riesgo o zonificación sísmica como por ejemplo Sreejaya K.P. et al (2022) realizaron un análisis probabilístico del riesgo sísmico de la India y regiones cercanas, con el fin de obtener un mapa nacional de amenazas sísmicas. En los mapas observa valores de riesgo más elevados en las regiones de Hindukush-Pamir y el noreste de la India, mientras que el centro de la India y las regiones del sur de la península son menos propensos a la amenaza sísmica, el aporte de la investigación son los mapas que se usaran en el diseño sísmico de estructuras, vulnerabilidad, y como insumo para actualizar las disposiciones del código existente. Así mismo Acevedo A. et al (2020) realizó una investigación de riesgo sísmico para el parque residencial de los tres centros metropolitanos más grandes de Colombia: Bogotá, Medellín y Cali. Para las tres ciudades se utilizó la metodología uniforme para el desarrollo de la amenaza sísmica, la vulnerabilidad, y modelos de exposición. La investigación generó funciones de fragilidad estructural desarrolladas como parte del Modelo Global de Riesgo Sísmico de GEM, plasmados en mapas temáticos.

En Ancash y en Huaraz el último sismo que dejó muchas pérdidas humanas y la destrucción total de la zona céntrica de Huaraz fue el último 31 de mayo del 1970, al año 2023, tenemos un silencio sísmico de más de 52 años, hoy en día contamos con una zonificación sísmica en el distrito de Huaraz y ya se exige que las futuras construcciones tengan la adecuada cimentación para el tipo de suelo donde se va construir, esto se ha logrado gracias a trabajos de investigación para ir

completando la zonificación geotécnica.

Sabemos que la universidad de Cesar Vallejo, debido a su crecimiento estudiantil en la provincia de Huaraz, ha adquirido un terreno ubicado en la zona del Pinar del distrito de Independencia, dicha zona aun no cuenta con investigaciones o zonificaciones geotécnicas al ser una zona de expansión urbana, motivo por el cual es la preocupación principal de la presente investigación, conocer las propiedades físicas, mecánicas y tipo de suelo sobre la cual se van a construir las futuras estructuras, de tal forma que lleva a plantearnos la siguiente pregunta de investigación.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Interrogante Principal

- ¿De qué manera influye la caracterización geotécnica para las cimentaciones del campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz?

1.2.2 Interrogantes Secundarias

- ¿De qué manera influyen las propiedades físicas de los suelos en la caracterización geotécnica con fines de cimentación en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz?
- ¿Como influyen las propiedades mecánicas en la caracterización geotécnica con fines de cimentación en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Justificación Social: la presente investigación se realizará para conocer la zonificación geotécnica de los suelos que se tiene en el lugar donde se va construir el campus de la universidad Cesar Vallejo filial Huaraz, donde se elaborara mapas de tipos de suelos y mapas de capacidades portantes para que las futuras construcciones sean edificadas con seguridad y puedan tener un comportamiento estructural adecuado, salvaguardando la integridad física de la población estudiantil

y administrativa. Generando una nueva información de la zona donde se va construir el campus de la universidad ya que la zona es una zona de expansión urbana y a la fecha la entidad local no cuenta con información geotécnica de dicha zona.

Justificación Científica: La información nueva que se aportara serán los mapas de tipos de suelos, mapas de valores de capacidad portante y el informe de exploración de suelos a detalle, con la cual se aportara para que la universidad plantee la mejor alternativa de cimentación cuando decida construir alguna estructura dentro de su área o ciudad universitaria.

Con la investigación resolveremos la problemática del desconocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, sobre el cual se construirán las futuras edificaciones para que estas sean construidas con seguridad y tengan adecuado comportamiento estructural.

La investigación se realizara porque se sabe que próximamente se construirán estructuras y estas estructuras tiene una clasificación de uso según la norma E030 de muy importantes ya que albergaran estudiantes por lo tanto su comportamiento estructural debe ser el adecuado, sabiendo que la zona de Huaraz es altamente sísmica, por lo tanto es importante conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelos, y deben ser agrupadas, para ser presentadas en mapas para que queden adecuadamente zonificadas y que puedan servir para otras construcciones en el futuro.

De acuerdo a las exigencias de la norma E050 suelos y cimentaciones, la investigación estará respaldada por ensayos especiales como el ensayo triaxial UU y triaxial CU, que darán mayor veracidad a los parámetros mecánicos que se obtendrán, brindando así un aporte adicional puesto que se usarán equipos modernos para obtener dichos valores y que la zonificación geotécnica sea lo más real posible para lograr construir estructuras seguras y sismorresistentes.

Justificación Económica: de acuerdo a lo indicado en las justificaciones científicas y sociales, con la nueva información proporcionada la institución privada podrá reducir los costos en construcción de sus nuevas edificaciones, al conocer las propiedades ya no realizara estudios de mecánica de suelos tan a detalles y las cimentaciones de las nuevas estructuras serán optimizadas y diseñadas de forma más adecuada y económicamente.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

- Determinar la caracterización geotécnica con fines de cimentación del campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz, 2023.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas e índice de los suelos existentes en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz, 2023.
- Determinar las propiedades mecánicas de los tipos de suelos existentes en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz, 2023.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

2.1.1 Antecedentes Internacionales

En el estudio que realizaron López y Robayo (2007) preocupados que dicho año de estudio la ciudad de Barrancabermeja contaba con una población mayor a los 250000 habitantes, decidieron realizar como principal objetivo la zonificación geotécnica tomando en cuenta que la zona mencionada es una zona andina, que presenta condiciones muy particulares que podrían generar inestabilidades en las cimentaciones de las futuras construcciones. Para ello usaron la metodología de la investigación de campo y a su vez tomaron la información existente de algunos estudios que la municipalidad fue recabando desde el año de 1995 al 2005 en los distintos proyectos que se fueron construyendo, con el procesamiento realizado pudieron zonificar la ciudad en 05 zonas, dichas zonas fueron separadas teniendo en cuanta sus propiedades mecánicas y la altura del nivel freático. Las 05 zonas fueron rotuladas desde la zona A hasta la zona E, donde las zonas A y C son las zonas más vulnerables debido a que se encuentran sobre un suelo blando y con niveles freáticos superficiales, la zona B es una zona intermedia presentando características de suelos medianamente duros con niveles freáticos de 2 a 5 m. Las mejores zonas son la D y E conformado por suelos granulares y con niveles freáticos de profundidades mayores a 10 m.

En el artículo publicado por Palacio et al. (2021) utilizando algunas herramientas modernas como los sistemas de información geográfica se propusieron lograr la zonificación geotécnica de la ciudad de Valledupar, para lo cual realizaron ensayos de campo y ensayos de laboratorio, obteniendo como resultados que la ciudad está conformado en su mayoría por suelos arenosos y gravas, además se encontró que la ciudad es rica en aguas subterráneas al encontrarse el nivel freático a 1.2 m de profundidad. Finalmente llegaron a la conclusión que los suelos con mayor incidencia son los de tipo SC, GW, ML, GP-GM, SP-SM, SM y SC-SM, de acuerdo a estos tipos de suelos se podría construir

edificaciones de más de 10 niveles considerándose que la profundidad de cimentación tendría que ser mayor a los 4 m. a su vez recomiendan seguir realizando la actualización de los mapas con las futuras investigaciones que se podrían generar en la ciudad.

En el artículo publicado por Zambrano et al. (2021), en dicho artículo buscaron realizar la caracterización geotécnica, que también se entendería como una zonificación geotécnica, el lugar donde realizaron la investigación fue la ciudad de Calceta en la provincia de Manabí, en el país de Ecuador. Realizaron ensayos básicos y ensayos de campo como SPT, Al evaluar las propiedades físicas y mecánicas en la ciudad de Calceta, concluyeron que la ciudad está enmarcada en dos zonas la primera presenta suelos tipo CL, ML, MH, presentando compacidades de media a muy compactas y en la segunda zona conformada por suelos no cohesivos presentan compacidades de suelta a densas es por ello que la ciudad de Calceta se asienta en estratos y zonas variables.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

En el estudio que realizo Condori (2022) busco obtener la Zonificación geotécnica para luego utilizarlo en el diseño de cimentación superficial, en las futuras construcciones de la urbanización Villa los Triunfadores Caracoto, para lograr dicha zonificación lo primero que realizo fueron 18 calicatas y proceso las muestras obtenidas a 3 m de profundidad para luego realizar ensayos básicos y especiales a cada una de las muestras. Los resultados de la clasificación de suelos de acuerdo al sistema unificado SUCS le pudieron obtener arcillas de plasticidad baja (CL), arcillas de plasticidad elevada (CH) Limos de Alta Plasticidad (MH), Limos de Baja Plasticidad (ML) y Suelos Orgánicos de Baja Plasticidad (OL), así mismo con las propiedades mecánicas puedo realizar la zonificación. Finalmente concluyo que la urbanización Villa los Triunfadores Caracoto se puede zonificar en 4 zonas de acuerdo a la profundidad de cimentación y a su valor de capacidad portante, dicha zonificación quedo de la siguiente forma, en la Zona I, $D_f=1.50\text{m}$ la capacidad portante es 0.98 kg/cm^2 . En la Zona II, $D_f=2.00\text{m}$ la capacidad portante

es 1.09 kg/cm². En la Zona III, Df=2.50m la capacidad portante es 1.03 kg/cm². En la Zona IV Df=3.00m es 0.98 kg/cm².

En la investigación presentada por Avilés y Gamarra (2021) realizaron la zonificación geotécnica del centro poblado de Pichari, cuyo principal objetivo fue realizar los estudios geotécnicos donde se identificarían las propiedades físicas y mecánicas realizándose 24 exploraciones directas y luego toda la información fuera procesada en un sistema SIG. La metodología luego de tener toda la información, así como interpretación se utilizó la herramienta geoestadística para conjugar y obtener como resultado los mapas de distribución de suelos obteniéndose 05 zonas geotécnicas. Finalmente concluyeron describiendo cada una de las zonas, zona I es una zona apta para poder construir donde la capacidad portante varía de 2.5 kg/cm² a 4.00 kg/cm², la zona II está formada en su mayoría por gravas y arenas donde la capacidad portante varía de 1.6 kg/cm² a 3.8 kg/cm², la zona III se encuentra formada por arenas y tiene una variación de capacidad portante de 1.5 kg/cm² a 1.9 kg/cm², la zona IV está formada por suelos finos en su mayoría con presencia de plasticidad cuya capacidad portante varía de 0.70 kg/cm² a 1.0 kg/cm² y la zona V esta zona no es apta para la edificaciones puesto que está conformada por rellenos.

Quispe (2020) presentó su tesis zonificación geotécnica aplicado en el distrito de Yanaoca, ubicada en el provincia de Canas del departamento de Cusco, su objetivo principal fue obtener mapas en función a los tipos de suelos según SUCS y en función a los valores de capacidad portante, únicamente con fines de cimentación, la metodología que usó fueron la realización de exploraciones directa donde hizo 60 calicatas y 4 ensayos SPT, de acuerdo a los resultados obtenidos solo encontró 02 tipos de suelos como arcillas inorgánicas de plasticidad baja (CL) y arcillas inorgánicas de plasticidad elevada (CH), esto llevó a que pueda concluir indicado que el distrito de Yanaoca solo presenta 2 zonas geotécnicas bien distribuidas, la zona I representa el 48.43% del área total y es la zona con mejores características y la zona II representa el 51.57% del área total y es la que tiene características más desfavorables para la construcción.

2.1.3 Antecedente Regional

En el estudio realizado por Córdova y Sánchez (2019) en un asentamiento humano en el distrito de Samanco, de la provincia del Santa, plantearon una zonificación geotécnica, únicamente con fines de cimentación, cuyo objetivo principal fue brindar un mapa para que las futuras construcciones puedan considerar para el análisis de sus cimentaciones. Dentro de este distrito se consideraron como unidad de muestras 06 centros poblados, en cada lugar se realizaron investigaciones de campo y se tomaron muestras para ensayos básicos y especiales de laboratorio como el corte directo. Como resultado pudieron obtener que la mayoría de los tipos de suelos está comprendida desde arenas limosas y arenas mal graduadas, con algunas zonas con limos y arcillas inorgánicas de plasticidad media a baja.

Finalmente concluyeron que lograron zonificar en función a la capacidad portante del suelo, en cada centro poblado se realizó el cálculo, por lo tanto, el centro poblado con mejores valores de capacidad fue San Pedrito, los centros poblados con capacidad portante media son Huambacho, el Arenal, La Huaca, la Capilla y Samanco, mientras que las zonas con valores bajos de capacidad portante fueron los centros poblados de Chimus y también algunas zonas de Samanco.

2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

2.2.1 Exploraciones de campo

2.2.1.1 Pozos o Calicatas y Trincheras

“Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento” (Norma E050, 2018, p. 13). Estas excavaciones deben ser supervisadas por profesionales que ya tienen experiencia para evitar problemas con el personal que realice las excavaciones, se recomienda su uso en cualquier tipo de suelo, pero se debe tener mayor cuidado cuando se realice en suelos arenosos y con presencia de nivel freático.

2.2.1.2 Muestras Inalteradas y Muestras Alteradas

Muestra Inalterada: es aquella muestra que se obtiene luego del trabajo de campo, la principal característica de este tipo de muestra es que se puede trasladar en bloque sin alterar sus propiedades físicas y mecánicas, dicha muestra solo se puede obtener cuando se tiene un suelo cohesivo o suelos finos pero que presenten cierto valor de cohesión.

Muestra alterada: es aquella muestra que se obtiene luego del trabajo de campo, esta se obtiene de la mayoría de los suelos, y es la forma más común de trasladar las muestras, solo se debe de trasladar tratando de no alterar mucho sus propiedades físicas y mecánicas de los suelos.

2.2.1.3 Ensayos básicos de mecánica de suelos

Para lograr las adecuadas propiedades físicas, se emplearán los siguientes ensayos y sus respectivas normas peruanas para su ejecución:

- Contenido de Humedad: se aplicará de acuerdo a la norma NTP 339.127.
- Análisis Granulométrico: se aplicará de acuerdo a la norma NTP 339.128.
- Límites de Consistencia: se aplicará de acuerdo a la norma NTP 339.129.
- Peso Específico Relativo de las partículas sólidas: se aplicará de acuerdo a la norma NTP 339.131.
- Clasificación de Suelos según SUCS: se aplicará de acuerdo a la norma NTP 339.134.

2.2.1.4 Ensayos Especiales de mecánica de suelos

a.- Ensayo de Corte Directo

El equipo de prueba consiste en una caja de corte de metal en la que se coloca la muestra de suelo. Las muestras de suelo pueden ser cuadradas o circulares. El tamaño de las muestras utilizadas generalmente es alrededor de 20 a 25 cm² de sección transversal y de 25 a 30 mm de altura. La caja se divide horizontalmente en dos mitades. La fuerza normal sobre la muestra se aplica desde la parte superior de la caja de corte. El esfuerzo normal sobre las muestras puede ser tan grande como

1000 kN/m². La fuerza cortante se aplica moviendo una mitad de la caja con respecto a la otra para provocar una falla en la muestra de suelo. (Braja, 2013).

Según Braja (2013) indica que, dependiendo del equipo, la prueba de corte puede ser de esfuerzo controlado o deformación controlada. En las pruebas de esfuerzo controlado, la fuerza de corte es aplicada en incrementos iguales hasta que la muestra falla y ésta ocurre a lo largo del plano de división de la caja de corte. Después de la aplicación de cada carga incremental, el desplazamiento cortante de la mitad superior de la caja se mide con un indicador horizontal. El cambio en la altura de la muestra (y por lo tanto el cambio de volumen) durante la prueba se puede obtener a partir de las lecturas de un indicador que mide el movimiento vertical de la placa superior de carga.

b.- Ensayo Triaxial UU

Para Valerio (2011) considera que la prueba de ensayo triaxial es uno de los métodos más confiables para determinar los parámetros de la resistencia al cortante. 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. En estas pruebas se pueden variar las presiones actuantes en tres direcciones ortogonales sobre el espécimen de suelo, efectuando mediciones sobre sus características mecánicas en forma completa. Los especímenes usualmente están sujetos a presiones laterales de un líquido, generalmente agua.

En la prueba rápida - Prueba sin consolidación y sin drenaje (UU), para Valerio (2011) indica que en este tipo de prueba no se permite en ninguna etapa la consolidación de la muestra. La válvula de comunicación entre el espécimen y la bureta permanece siempre cerrada impidiendo el drenaje. En primer lugar, se aplica al espécimen una presión hidrostática y de inmediato, se falla el suelo con la aplicación rápida de la carga axial. Los esfuerzos efectivos en esta prueba no se conocen bien.

El ensayo UU es usualmente llevado a cabo sobre especímenes de arcilla, enmarcando la realización del ensayo dentro del concepto de resistencia para suelos cohesivos saturados, en donde se expresan los resultados en términos de esfuerzos totales. La envolvente de falla para los criterios de Mohr del esfuerzo total se convierte en una línea horizontal, con una condición de $\varphi = 0^\circ$ (ángulo de fricción) y $\tau_f = C_u$, siendo C_u la resistencia al cortante no drenada, la cual es igual al radio de los círculos de Mohr (Valerio, 2011).

c.- Ensayo Triaxial CU

Para Valerio (2011) considera que, en este tipo de prueba, el espécimen se consolida primeramente bajo la presión hidrostática; así el esfuerzo llega a ser efectivo, actuando sobre la fase sólida del suelo. En seguida, la muestra se lleva a la falla por un rápido incremento de la carga axial, de manera que no se permita cambio de volumen. El hecho esencial de este tipo de prueba es el no permitir ninguna consolidación adicional durante el periodo de falla, de aplicación de la carga axial. Esto se logra fácilmente en una cámara de compresión triaxial cerrando la válvula de salida de las piedras porosas a la bureta.

En la segunda etapa de una prueba rápida consolidada podría pensarse que todo el esfuerzo desviador fuera tomado por el agua de los vacíos del suelo en forma de presión neutral, ello no ocurre así y se sabe que parte de esa presión axial es tomada por la fase sólida del suelo, sin que, hasta la fecha, se hayan dilucidado por completo ni la distribución de esfuerzos, ni las razones que lo gobiernan. De hecho, no hay ninguna razón en principio para que el esfuerzo desviador sea íntegramente tomado por el agua en forma de presión neutral, si la muestra estuviese lateralmente confinada, como el caso de una prueba de consolidación (Valerio, 2011).

El ensayo CU (consolidado-no drenado) se realiza generalmente con medición de la presión de poros o neutra con el fin de determinar los parámetros de “c” y “ φ ” en términos de esfuerzos totales y esfuerzos efectivos (Valerio, 2011).

2.2.1.5 Zonificación Geotécnica

Para López y Robayo (2007). Las zonificaciones geotécnicas se presentan como un importante instrumento técnico que permite definir aspectos como: estimación de grado de amenaza por factores naturales, caracterización geotécnica de suelos y rocas, identificación y caracterización de las fuentes de materiales de construcción, definición de la estabilidad posible de cada zona ante obras civiles como edificios o vías, y llegar al uso recomendado del suelo desde el punto de vista de estabilidad.

Según Forero y Dueñas (1994), el término zonificación se puede entender como la subdivisión de un área bajo un criterio establecido, produciéndose una sectorización de acuerdo con los niveles o valores de ese criterio. La zonificación geotécnica consiste en delimitar sectores relativamente homogéneos, con características físico-mecánicas similares, donde se identifican parámetros fundamentales que prevén algunos problemas constructivos que pueden presentarse, además permite conocer la aptitud del terreno para los diferentes usos desde el punto de vista del desarrollo urbano.

2.3 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

- Zonificación Geotécnica: consiste en generar sub áreas que guarden igualdad en ciertas características o propiedades geotécnicas, dentro un área más grande o general.
- Triaxial UU: “En este tipo de prueba no se permite en ninguna etapa la consolidación de la muestra. La válvula de comunicación entre el espécimen y la bureta permanece siempre cerrada impidiendo el drenaje” (Valerio, 2011).
- Triaxial CU: En este tipo de prueba, el espécimen se consolida primeramente bajo la presión hidrostática; así el esfuerzo llega a ser efectivo, actuando sobre la fase sólida del suelo. En seguida, la muestra se lleva a la falla por un rápido incremento de la carga axial, de manera que no se permita cambio de volumen. (Valerio, 2011).
- Sistemas de Información Geográfica (SIG): Sistema de información geográfica, metodología que nos permitirá la creación de los mapas con lo cual

se logrará la zonificación geotécnica.

- Limite Líquido: frontera convencional entre los estados semilíquido y plástico; es el contenido de humedad, en porcentaje de peso del suelo seco. (Huanca, 1996)
- Limite Plástico: frontera convencional entre los estados plástico y semisólido; es el contenido de humedad más bajo, para el cual el suelo comienza a fracturarse, cuando es amasado en rollitos de 3 mm. de diámetro. (Huanca, 1996)
- Cohesión: componente de la resistencia al corte del suelo dada por el término c en la ecuación de Coulomb. La cohesión es una característica propia de los materiales que presentan resistencia al corte bajo un esfuerzo normal nulo, que puede estimarse como la mitad de la resistencia a la compresión simple. (Orozco & Ramírez, 2020)
- Ángulo de Fricción: ángulo entre el eje de esfuerzos normales y la tangente a la envolvente de Mohr en un punto que representa una condición dada de esfuerzo de ruptura de un material sólido. El ángulo de fricción interna del suelo corresponde al ángulo cuya tangente es el coeficiente promedio de fricción entre las partículas de un suelo. (Orozco & Ramírez, 2020)
- Peso Específico: relación numérica entre peso unitario de un cuerpo y el peso unitario del agua en las mismas condiciones de presión y de temperatura. (Orozco & Ramírez, 2020)

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1 HIPOTESIS

3.1.1 Hipotesis General

- La caracterización geotécnica influye para las cimentaciones del campus de la universidad Cesar Vallejo filial Huaraz, 2023”.

3.1.2 Hipotesis Especificas

- Las propiedades físicas de los suelos si influyen en la caracterización geotécnica con fines de cimentación en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz, 2023.
- Las propiedades mecánicas inciden en la caracterización geotécnica con fines de cimentación en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz, 2023.

3.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

3.2.1 Identificación de la variable: Caracterización Geotécnica

3.2.1.1 Dimensiones: Propiedades físicas y propiedades mecánicas.

3.2.1.2 Escala para la medición de la variable: Razón de propiedades como cohesión, ángulo de fricción, humedad, índice de plasticidad, peso específico, capacidad portante.

3.2.2 Variables intervinientes

En el área de estudio se identificó que las condiciones climáticas como la temperatura y precipitaciones vienen a ser variables intervinientes.

Tabla 1
Operacionalización de Variables.

Variable	Dimensión	Indicador	Escala	Rango / Medición
V: Caracterización Geotécnica	Propiedades Físicas	Contenido de Humedad	Razón	14 a 35 %
		Peso unitario de suelo	Razón	1.6 a 1.80 tn/m ³
		Índice de Plasticidad	Razón	>7 %
		Tipo de Suelo - SUCS	Nominal	Tamaño de Partícula
	Propiedades Mecánicas	Cohesión	Razón	1.0 a 2.50 tn/m ²
		Angulo de Fricción	Razón	10° a 20°
		Capacidad Portante	Razón	0.50 a 1.20 kg/cm ²

Variables Intervinientes: Contenido de Humedad, granulometría, límites de consistencia,

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación de acuerdo a su finalidad fue básica, ya que se logró la caracterización geotécnica de los suelos en el campus de la universidad Cesar Vallejo con fines de cimentación, mediante la observación y a su vez se usaron las técnicas de exploración y los ensayos establecidos en las normas vigentes que ayudaron a resolver el problema de desconocimiento del tipo de suelo.

3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación fue descriptivo, ya que el propósito de la investigación fue caracterizar los suelos donde se va construir el campus de la universidad Cesar Vallejo, la cual se logró describiendo las propiedades físicas y mecánicas de los suelos.

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación presento un diseño no experimental, transversal, ya que la obtención de los datos para la investigación fue realizada en un único periodo de tiempo.

3.6 ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

El ámbito de estudio se encuentra dentro de la provincia de Huaraz, en el distrito de Independencia, la universidad Cesar Vallejo, muestra un incremento en la cantidad de estudiantes en los niveles de pre grado y posgrado, luego de haber realizado su estudio de mercado con una proyección a los próximos años, decidieron adquirir un terreno en las afueras de la ciudad de Huaraz, una zona que no cuenta con estudios de micro zonificación ya que es una nueva zona poblada relativamente, motivo por el cual al tener futuras construcciones muy importantes que albergaran personas de distintas edades es de vital importancia conocer el tipo de suelo y sus propiedades. El área abarca aproximadamente 17 mil m².

Figura 1

Ámbito de Estudio y Ubicación de Calicatas dentro de los 17 mil m² de Área.



3.7 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.7.1 Unidad de Estudio

3.7.2 Población

Estuvo conformado por todo el terreno o los suelos donde se construirán todas las estructuras de la universidad Cesar Vallejo.

3.7.3 Muestra

Se usaron muestras no probabilísticas, que estuvo conformada por 25 calicatas de 3 m de profundidad distribuidas adecuadamente dentro del terreno de la universidad Cesar Vallejo.

3.8 PROCEDIMIENTO, TECNICAS E INSTRUMENTOS

3.8.1 Procedimiento

- Se realizó el levantamiento topográfico del área de estudio para la obtención del área y las curvas de nivel y la forma del terreno.
- Se realizaron la ubicación y georreferenciación de las 25 calicatas y su excavación mediante el uso de maquinaria, todas las calicatas deberán de tener una profundidad mínima de 3.00 m.
- Se sacaron muestras alteradas e inalteradas para su traslado al laboratorio.
- Se realizaron los ensayos básicos como: contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, gravedad específica de sólidos, y clasificación de suelos según SUCS.
- Se realizaron los ensayos de corte directo a las muestras alteradas.
- Se realizaron los ensayos de triaxiales preferentemente a las muestras inalteradas.
- Se calcularon los valores de capacidad portante de suelo.
- Se dibujaron los mapas de suelos, capacidad portante haciendo uso de un sistema de información geográfica.

3.8.2 Técnicas

- Observación: a través de una visita y hacer un recorrido por todo el terreno en estudio para poder plantear las ubicaciones de las calicatas y realizar la exploración geotécnica.

3.8.3 Instrumentos

- Fichas de recolección de datos de campo: se usaron para anotar el perfil estratigráfico y las propiedades físicas que se encontraran en cada una de las calicatas.
- Fichas de recolección de datos de laboratorio: se usarán para anotar los datos de los ensayos que se realizarán además de anotar alguna ocurrencia.
- Equipo de Corte Directo: se usaron para la obtención de los parámetros de corte como cohesión y ángulo de fricción.
- Equipo de Triaxial: se usaron para realizar 2 tipos de ensayos y obtener parámetros de corte.

II. CAPITULO IV: RESULTADOS

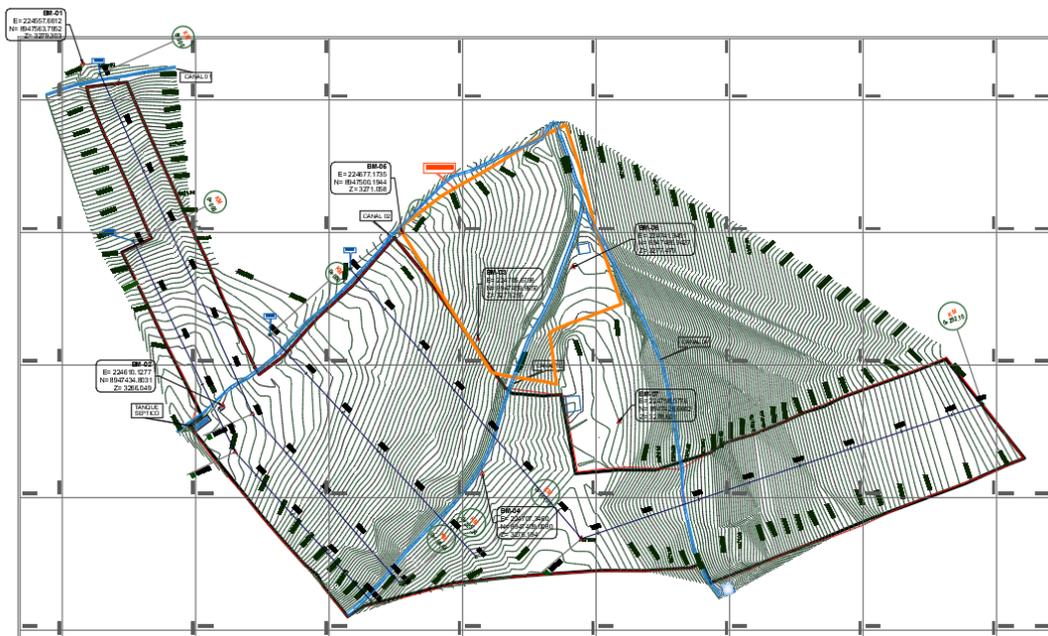
4.1 DESCRIPCION DEL TRABAJO DE CAMPO

4.1.1 Trabajos Topográficos

Las actividades topográficas fueron planificadas para conocer la delimitación del terreno en estudio, así como el área y perímetro, se puede observar que el terreno presenta una forma irregular, con zonas de pendientes planas y elevadas, así como se muestra en el plano topográfico:

Figura 2

Plano topográfico del área de estudio.



Como resultado del levantamiento topográfico se llegó a calcular los siguientes datos:

Área Total: 26300 m²

Área a Construir: 17000 m²

Perímetro Total: 1400 m

4.1.2 Exploración Geotécnica

Las actividades para la exploración geotécnica, fue en calcular la cantidad de calicatas a realizarse y su ubicación dentro del área como se muestra en el siguiente plano de ubicación:

Figura 3

Plano de Ubicación de Calicatas dentro del Área de Estudio.

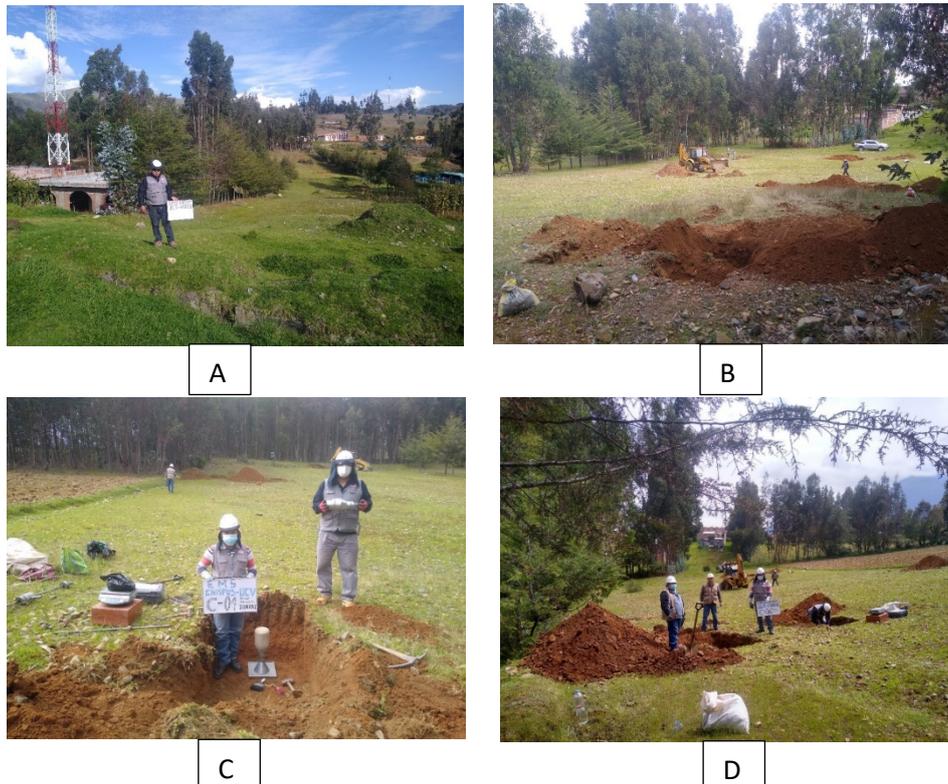


En la figura anterior se puede ver la distribución y cantidad de calicatas que se realizaron para la investigación, la cantidad de calicatas fue calculada de acuerdo a la norma E050 Suelos y cimentaciones, según la norma para el terreno que tiene un área de 17000 m² y ubicando una calicata cada 900 m² se requiere 19 calicatas como mínimo, pero en la investigación se realizó 25 calicatas en total, cumpliendo la exigencia de la norma.

Las profundidades alcanzadas en las calicatas todas son mayores a 3.00 m, cumpliendo también lo que indica la norma E050 suelos cimentaciones con respecto a la profundidad mínima de exploración.

Figura 4

Vista Panorámica del Ingreso Principal al Terreno en Estudio y trabajos de exploración directa.



En la figura 4.A se puede ver el ingreso principal al área de estudio, se nota una capa superficial de material de relleno con raíces y de color verde, en la figura 4.B se nota la distribución de las calicatas dentro del área de estudio, así como el avance de las excavaciones, para poder llegar a mayor profundidad y realizar un mejor estudio se utilizó una maquinaria, la ventaja fue que se pudo tener un mejor perfil estratigráfico. En la figura 4.C se puede ver dos ensayos de campo, el primero es la medición del contenido de humedad insitu con el humidómetro de Speedy y el segundo es el ensayo de densidad de campo, que nos da valores de la densidad natural del terreno con el cual podremos remoldear las muestras para los ensayos especiales. En la figura 4.D se puede ver al equipo técnico realizando el muestro respectivo.

Figura 5

Trabajos de muestro y exploración dentro del área de estudio.



A



B



C

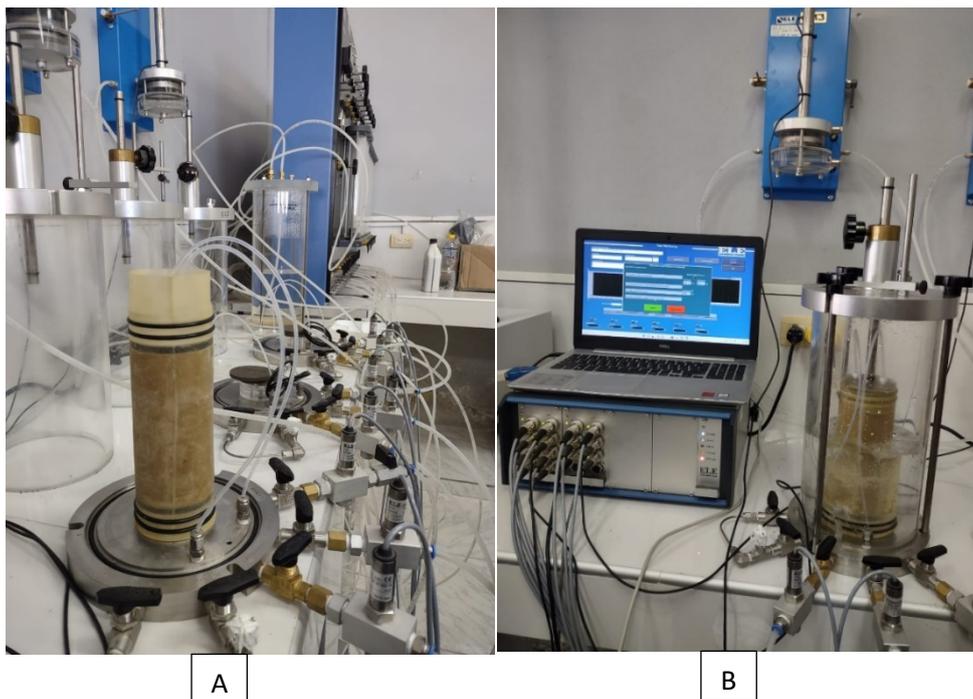


D

En la figura 5.A se puede ver la profundidad alcanzada, el perfil estratigráfico y la toma de muestra en la parte más profunda, se nota que hay continuidad de estrato. En la figura 5.B se puede ver el muestreo en otra zona del área de estudio se aprecia una capa superficial de material de relleno con presencia de raíces. En la figura 5.C se puede ver la verificación de la profundidad alcanzada, así como el color del material, se nota color rojizo este es un indicador la presencia de plasticidad en la zona. Finalmente, en la figura 5.D se puede ver la el rotulado y ubicación de otra calicata dentro del área de estudio.

Figura 6

Ensamblaje y saturación de la Muestra para el Ensayo Triaxial.



En la figura 6.A se puede ver el ensamblaje de la muestra para el ensayo triaxial, además se puede ver todos componentes del equipo, en la figura 6.B se puede ver la saturación de la muestra como parte ya del ensayo a aplicarse, se aprecia una saturación controlada para luego lograr una distribución uniforme de esfuerzos, posterior a ello se realizó la compresión de la muestra en el marco de carga.

4.2 DISEÑO DE LA PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

Los datos de campo serán recolectados tomando en cuenta la siguiente ficha que se describe en la siguiente figura, donde se anotara los valores que se encuentren en campo y laboratorio:

Figura 7

Ficha de recolección de datos.

FICHA RESUMEN DE RECOLECCION DE DATOS			CALICATA N° 01					
TITULO DE LA INVESTIGACION:			ESTRATO N° 01		ESTRATO N° 02		ESTRATO N° 03	
"CARACTERIZACION GEOTECNICA CON FINES DE CIMENTACION DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL HUARAZ"			Profundiad : 0 a 1 m		Profundiad : 1 a 2 m		Profundiad : 2 a 3 m	
			Tipo de Muestra		Tipo de Muestra		Tipo de Muestra	
			MAB	MIB	MAB	MIB	MAB	MIB
DIMENSIONES	INDICADOR	SUB-INDICADOR						
PROPIEDADES FISICAS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	HUMEDOMETRO SPEEDY POR SECADO EN HORNO						
	PESO UNITARIO DE SUELO	CONO DE ARENA PARAFINA						
	PLASTICIDAD	LL %						
		LP % IP %						
GRANULOMETRIA (%de grava, arena y finos)	VISUAL %							
	POR TAMIZADO							
PROPIEDADES MECANICAS	COHESION	DPL						
		ENSAYO TRIAXIAL						
	ANGULO DE FRICCION	ENSAYO DE CORTE DIRECTO						
		DPL						
	ENSAYO TRIAXIAL							
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO							

4.3 RESULTADOS

4.3.1 Resultados de Topografía

Aprovechando las actividades topográficas, se ubicaron las calicatas y se tomaron algunos datos como se muestra a continuación:

Tabla 2

Coordenadas de las Calicatas Ubicadas en el Área de Estudio.

CALICATA	X	Y	Z	ALTURA DE RELLENO (m)	PROFUNDIDAD DE INVESTIGACION (m)
C-1	224455.00	8947112.00	3269.00	0.60	3.30
C-2	224476.00	8947089.00	3274.00	0.30	3.10
C-3	224486.00	8947077.00	3275.00	0.40	3.00
C-4	224490.00	8947059.00	3277.00	0.50	3.10
C-5	224482.00	8947041.00	3276.00	0.70	3.15
C-6	224466.00	8947056.00	3273.00	0.50	3.00
C-7	224456.00	8947085.00	3271.00	0.50	3.20
C-8	224434.00	8947096.00	3267.00	0.70	3.10
C-9	224458.00	8947010.00	3285.00	0.90	3.10
C-10	224428.00	8947013.00	3281.00	0.40	3.20
C-11	224441.00	8947041.00	3280.00	0.50	3.30
C-12	224422.00	8947075.00	3280.00	0.50	3.20
C-13	224397.00	8947046.00	3263.00	0.60	3.10
C-14	224374.00	8947082.00	3266.00	0.50	3.00
C-15	224345.00	8947174.00	3268.00	0.50	3.00
C-16	224373.00	8947111.00	3267.00	0.40	3.10
C-17	224428.00	8947005.00	3262.00	0.60	3.00
C-18	224421.00	8947056.00	3265.00	0.50	3.20
C-19	224438.00	8947069.00	3265.00	0.50	3.00
C-20	224490.00	8947085.00	3268.00	0.40	3.00
C-21	224500.00	8947104.00	3272.00	0.20	3.00
C-22	224474.00	8947116.00	3270.00	0.30	3.10
C-23	224450.00	8947128.00	3273.00	0.40	3.00
C-24	224495.00	8947147.00	3268.00	0.40	3.00
C-25	224505.00	8947127.00	3271.00	0.50	3.10

Nota. Esta tabla muestra las coordenadas de las calicatas, así como las alturas de relleno y la profundidad alcanzada en los trabajos de exploración directa.

4.3.1 Resultados de Propiedades Físicas

De acuerdo a lo establecido en los indicadores de la investigación, se analizó las propiedades físicas, que en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos para cada una de las calicatas a una profundidad de 3.00 m.

Tabla 3

Resultado de las propiedades físicas.

CALICATA	CLASIFICACION SUCS	HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	INDICE PLASTICIDAD (%)	PESO ESPECIFICO (tn/m ³)
C-1	GC-GM	18.31	22.40	6.12	1.82
C-2	GC-GM	18.80	30.85	6.23	1.81
C-3	GC	18.69	32.80	8.15	1.80
C-4	GC	18.53	34.95	10.60	1.79
C-5	GC	15.36	29.00	7.76	1.84
C-6	GC	18.06	34.40	8.66	1.82
C-7	GC-GM	16.32	22.25	9.31	1.84
C-8	GC-GM	21.36	22.00	6.76	1.83
C-9	GC	16.21	34.20	14.41	1.83
C-10	GC	18.20	33.10	8.61	1.79
C-11	GC	18.20	33.90	8.84	1.82
C-12	GC-GM	15.10	20.80	6.23	1.84
C-13	GC-GM	17.98	20.85	5.00	1.82
C-14	GC-GM	17.27	24.34	5.90	1.83
C-15	SC	15.61	29.95	8.75	1.82
C-16	SC	13.19	28.10	9.54	1.82
C-17	SC	11.28	30.20	9.76	1.82
C-18	SM-SC	17.03	27.22	6.78	1.81
C-19	SC	10.67	23.22	8.16	1.81
C-20	SC	8.82	31.90	9.64	1.83
C-21	GC	6.69	32.30	8.21	1.81
C-22	GM	11.07	22.85	3.89	1.84
C-23	GC	13.39	23.50	8.13	1.80
C-24	SC	15.38	30.60	10.22	1.80
C-25	SC	14.61	32.68	12.41	1.82
Media		15.45	28.33	8.32	1.82
Desv. Estándar		3.536	4.899	2.281	0.015

Nota. Esta tabla muestra los resultados de los ensayos estándar aplicado a las muestras de suelos analizadas.

En los resultados que se muestra en la tabla anterior se observa una variación en los resultados del contenido de humedad, presentando una media de 16.21% con una desviación estándar de 3.536.

Así mismo luego de realizar los ensayos de límites de consistencia, cada una de las calicatas analizadas presentan variación en sus resultados, es así que los valores de limite liquido presentaron una media de 29.95% con una desviación estándar de 4.899, de igual modo vario el índice de plasticidad encontrándose presentando una media de 8.21% y una desviación estándar de 2.281.

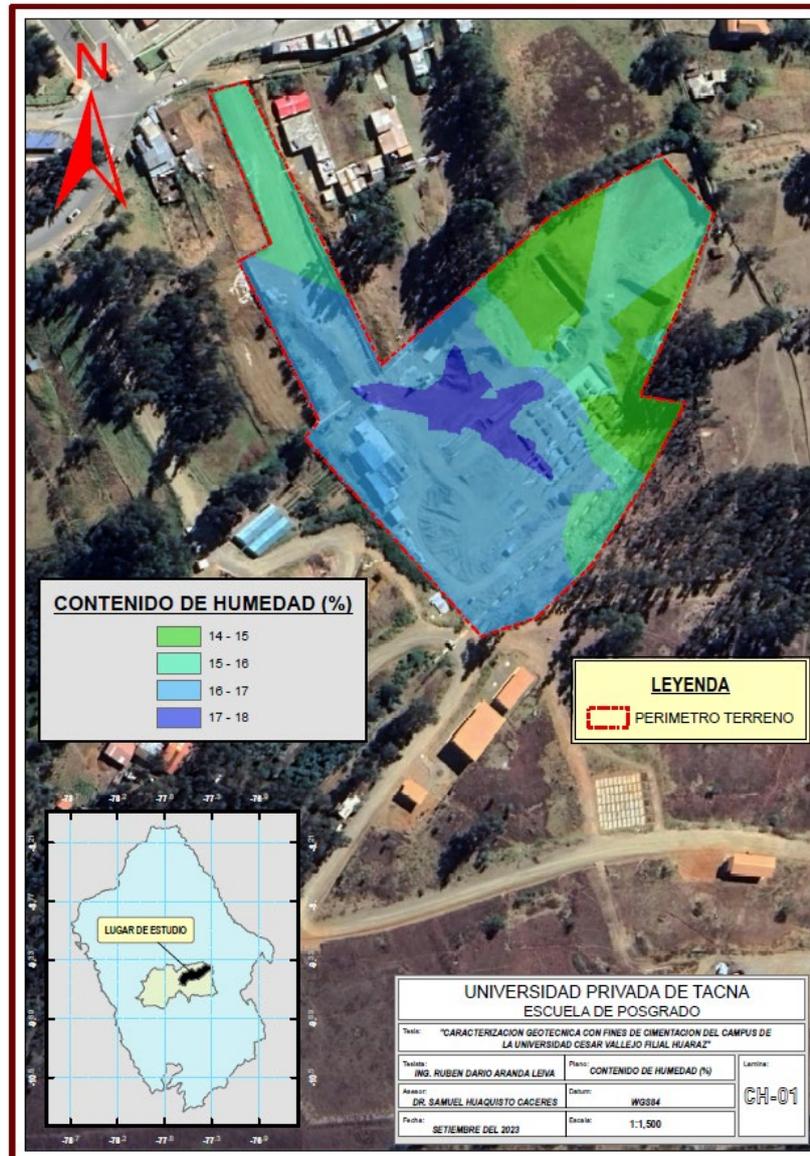
Finalmente se evaluó el peso específico de cada muestra, se observa que existe variación, presentando una media de 1.82 tn/m^3 y una desviación estándar de 0.015.

De acuerdo a los resultados estadísticos se obtuvieron datos con variación, se puede notar que existe una variación de las propiedades físicas en el área de trabajo y que estas influyen en las cimentaciones de las estructuras, por lo que será de mucha utilidad el dibujo de mapas para la toma de decisiones para futuras estructuras.

A continuación, se mostrará los resultados encontrados en mapas temáticos que caracterizan las propiedades geotécnicas físicas encontrados.

Figura 8

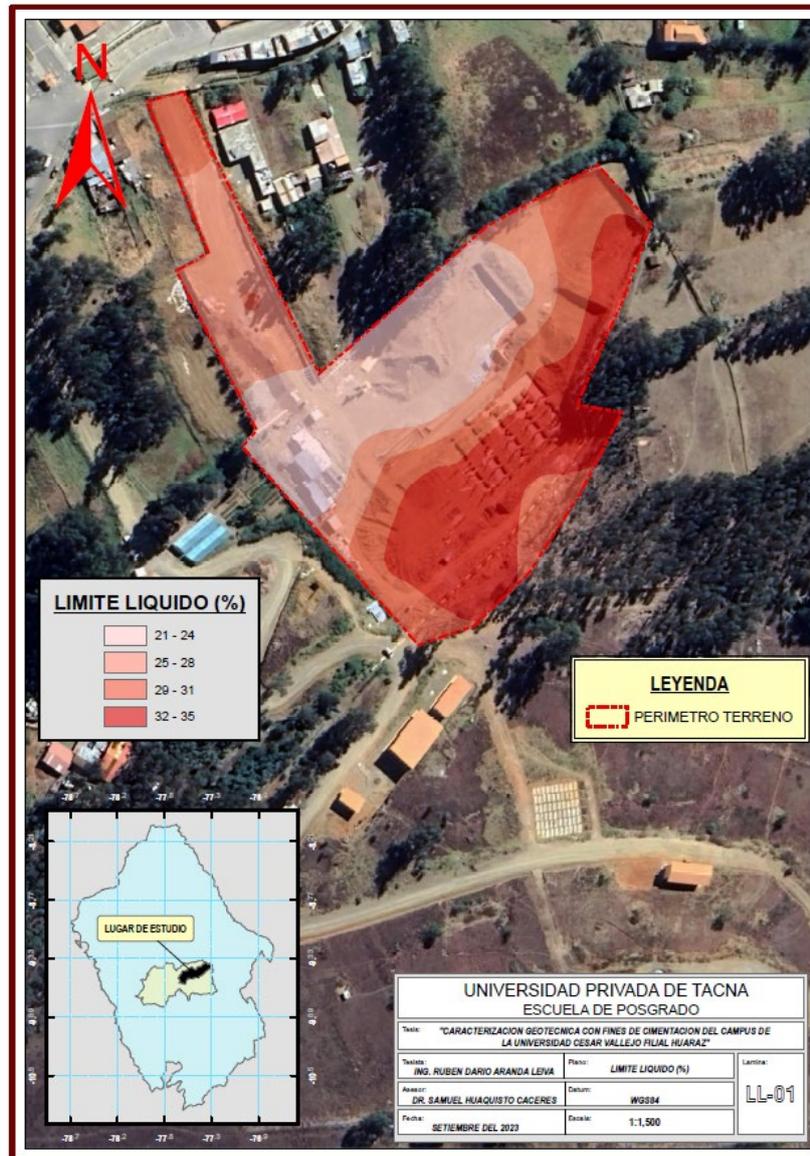
Mapa de la Variación del Contenido de Humedad en el Área de Estudio



En el mapa de contenido de humedad que se muestra se puede ver una zona de mayor área de color celeste y azul donde el contenido de humedad es de 16% a 18%, es la zona que ocupada mayor área, esta área es más plana, las otras zonas tienen mayor pendiente, por lo tanto, cuando llueve todas escurren hacia la zona plana, acumulándose más agua y por lo tanto el contenido de humedad es mayor en dicha área.

Figura 9

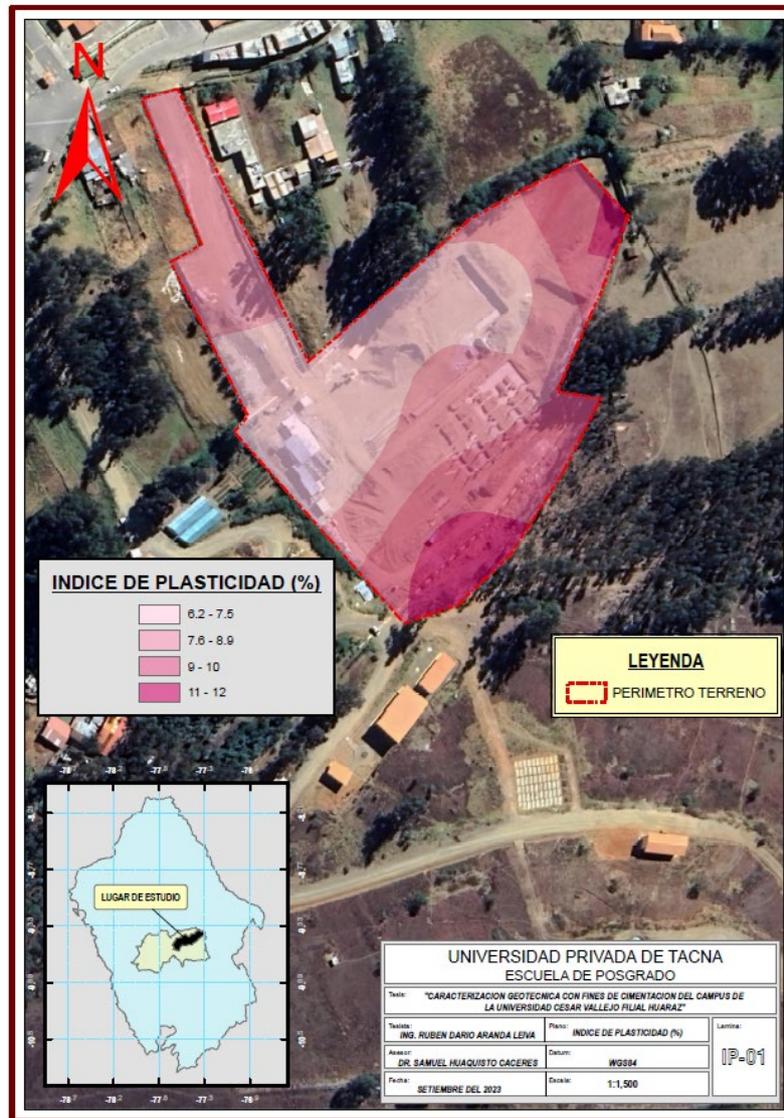
Mapa de la Variación del Limite Liquido en el Área de Estudio



En el mapa de limite liquido se aprecia que el color rojo más oscuro se encuentra en mayor área en la parte posterior, esta parte es una ladera con mayor pendiente, al ser una ladera y no tener problemas de deslizamientos, es indicador de la presencia de suelos con presencia de plasticidad, esto lo comprobamos con el color del suelo mostrados en las figuras de los trabajos de exploración.

Figura 10

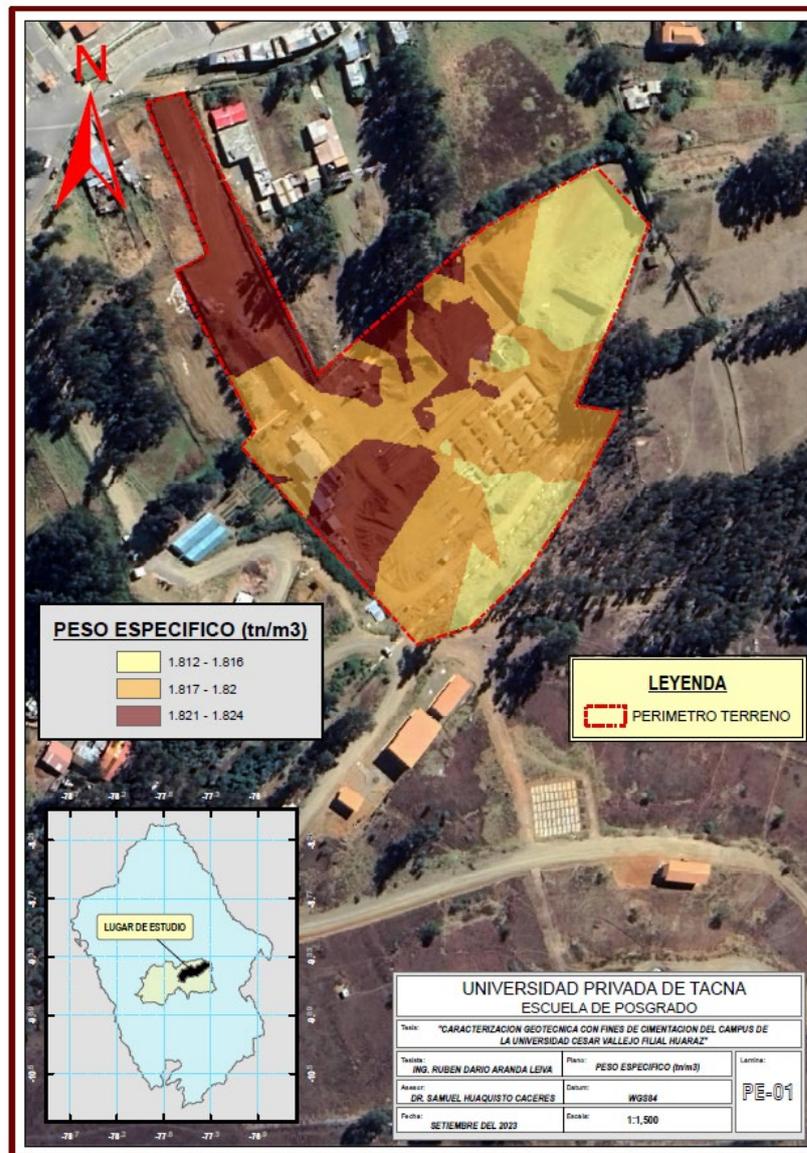
Mapa de la Variación del Índice de Plasticidad en el Área de Estudio



En el mapa de índice de plasticidad, confirma lo encontrado en el mapa de límite líquido, también el mapa nos muestra que la zona donde se tiene mayor índice de plasticidad es la parte posterior del área de estudio, de acuerdo a los valores encontrados de índice de plasticidad este suelo fino, hay un grupo de valores de índice de plasticidad menores a 10 llamados limos, y hay otro grupo con índice de plasticidad mayores a 10 llamados arcillas, por lo tanto en el área se tendría mayor cantidad de arcilla.

Figura 11

Mapa de la Variación del Peso Específico en el Área de Estudio



En el mapa de peso específico, se muestra una distribución de áreas casi equitativas, debido que los tipos de suelos encontrados son gravas arcillosas y arenas arcillosas, y de acuerdo a los ensayos realizados se obtuvo valores típicos de pesos específicos para estos tipos de suelos.

4.3.2 Resultados de Propiedades Mecánicas

De acuerdo a lo establecido en los indicadores de la investigación, se analizó las propiedades mecánicas, que en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos para cada una de las calicatas a una profundidad de 3.00 m.

Tabla 4

Resultado de los Propiedades Mecánicas.

CALICATA	CLASIFICACION SUCS	COHESION (KPa)	ANGULO DE FRICCION (°)
C-1	GC-GM	5.48	26.10
C-2	GC-GM	6.12	28.51
C-3	GC	4.94	29.31
C-4	GC	6.38	26.77
C-5	GC	4.50	27.51
C-6	GC	8.49	28.10
C-7	GC-GM	9.35	29.03
C-8	GC-GM	7.34	30.10
C-9	GC	10.54	29.40
C-10	GC	8.77	28.20
C-11	GC	5.16	27.10
C-12	GC-GM	4.23	29.33
C-13	GC-GM	6.85	27.10
C-14	GC-GM	7.15	29.54
C-15	SC	11.63	28.59
C-16	SC	12.70	26.29
C-17	SC	9.34	27.48
C-18	SM-SC	11.29	26.48
C-19	SC	11.86	25.57
C-20	SC	8.66	25.48
C-21	GC	8.43	26.32
C-22	GM	3.66	29.63
C-23	GC	4.48	29.50
C-24	SC	8.36	28.46
C-25	SC	9.15	27.26
Media		7.80	27.89
Desviación Estándar		2.606	1.397

Nota. Esta tabla se muestra el resultado de los ensayos especiales aplicadas a las muestras de suelo analizadas.

En los resultados que se muestra en la tabla anterior se observa una variación en los resultados en los parámetros que conformarían las propiedades mecánicas del suelo estudiado.

Los resultados de la cohesión y ángulo fricción corresponden a muestras alteras en bolsas, remodelándolas en el laboratorio de acuerdo a los valores de densidad seca en campo, de acuerdo a los tipos de suelos encontrados en la zona de estudio no se pudo extraer muestras inalteradas, por lo que se optó al remoldeo.

Se realizaron ensayos especiales como corte directo y Triaxial para poder encontrar los valores de estos parámetros, se pudo comprobar en campo y laboratorio que existe un porcentaje de finos que tiene arcilla, encontrándose una variación en cada calicata, el análisis en conjunto de datos de cohesión presenta una media de 8.36 Kpa y una desviación estándar de 2.606.

Existe una ligera variación en los resultados, debido al tamaño de la muestra, de acuerdo a lo indicado en la norma E050 suelos y cimentación, el ensayo de corte directo solo debería ser empleado en material de relleno, en la presente investigación se usó el ensayo con fines de cimentación, para verificar la diferencia con el triaxial, además por motivos económicos y con fines de investigación, los ensayos de corte directo fueron hechos en calicatas, donde según la proyección de la universidad solo se construirían estructuras pequeñas.

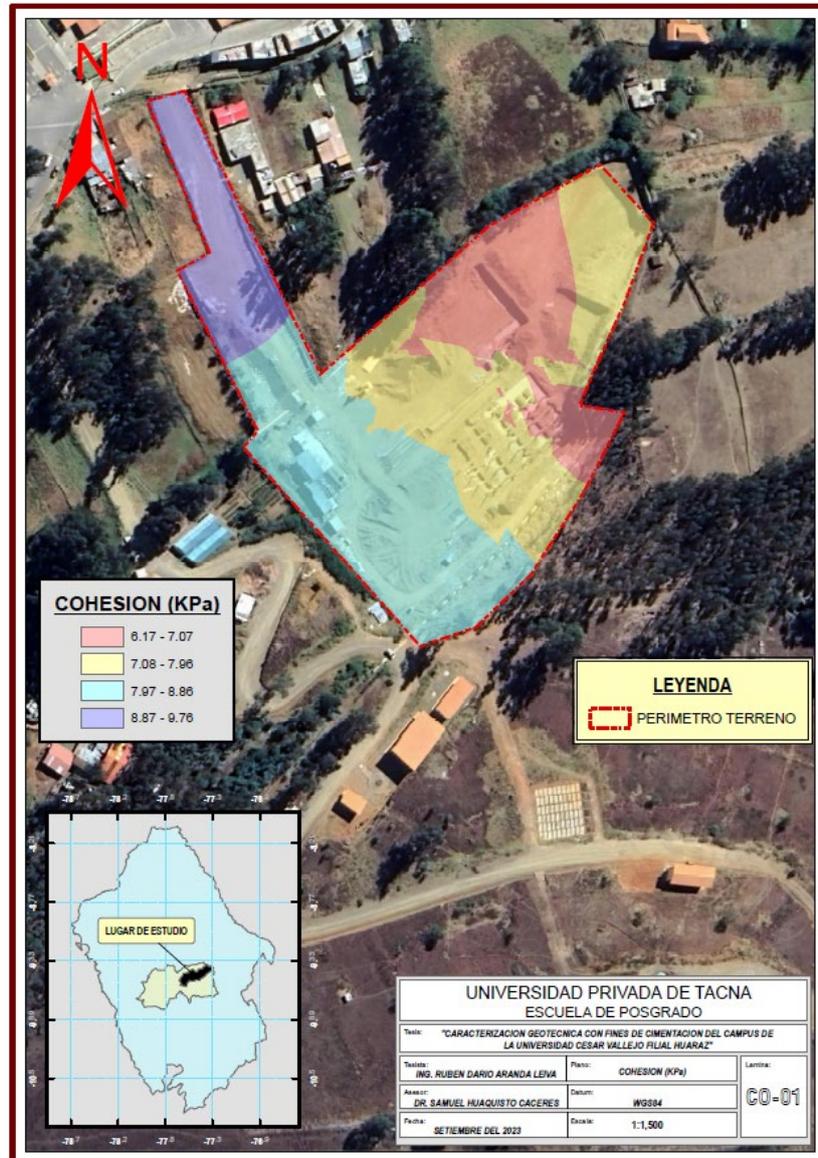
Con los mismos ensayos especiales se determinaron el ángulo de fricción de cada muestra, donde también hubo variación, del conjunto de datos se encontró una media de 28.10° y con una desviación estándar de 1.397.

De acuerdo a los resultados estadísticos se obtuvieron datos con variación, se puede notar que existe una variación de las propiedades mecánicas en el área de trabajo, que influyen en las cimentaciones, por lo que será de mucha utilidad el dibujo de mapas para la toma de decisiones para futuras estructuras.

A continuación, se mostrará los resultados encontrados en mapas temáticos que caracterizan las propiedades geotécnicas físicas encontrados.

Figura 12

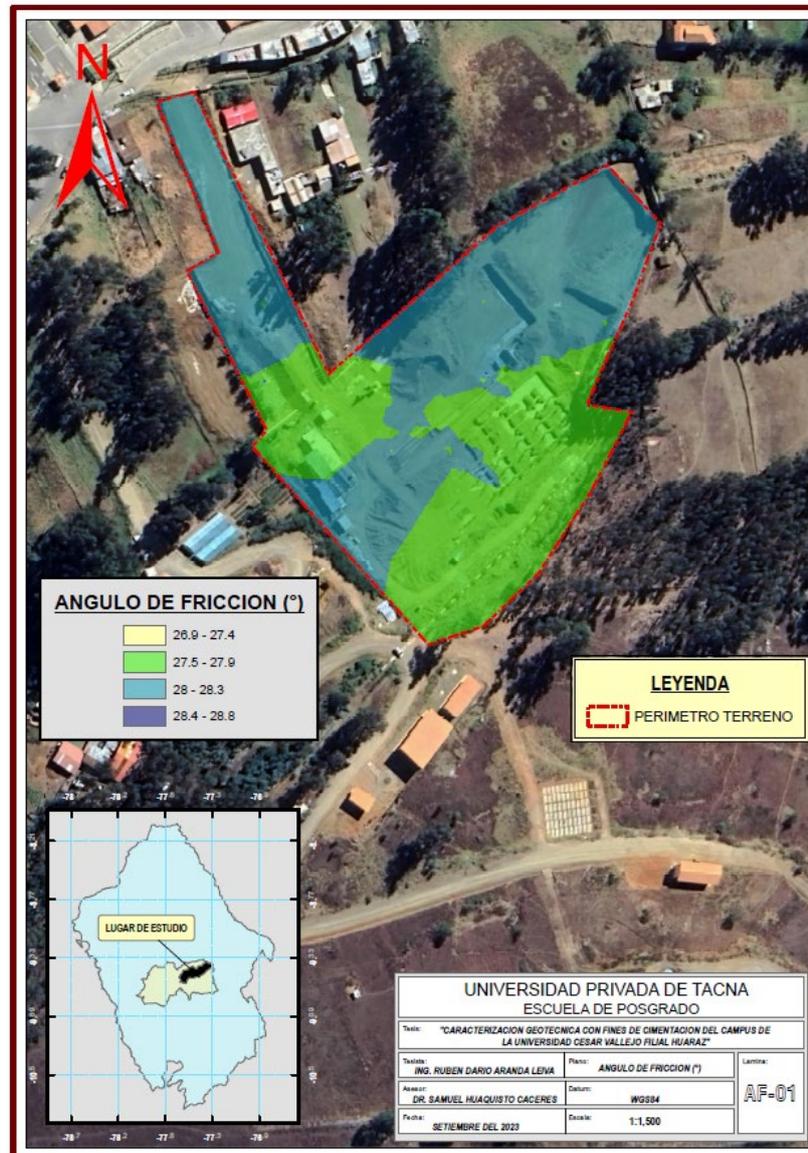
Mapa de la Variación de la Cohesión en el Área de Estudio



En el mapa de la cohesión, se muestra tres colores que resaltan más a simple vista, esto indica que la zona de color turquesa y mostaza, en ambas zonas se tiene mayor concentración de cohesión, coincide con los mapas de limite liquido e índice de plasticidad, propiedades que son indicadores que el suelo tendrá cohesión, ya que donde exista plasticidad también existirá cohesión.

Figura 13

Mapa de la Variación del ángulo de fricción en el Área de Estudio



En el mapa del ángulo de fricción, se muestra la zona de estudio dividida en 2 áreas, la zona de color verde limón donde el ángulo de fricción predominante es mayor de 27.5° y la zona de color verde aguamarina el máximo ángulo encontrado es de 28.3° , esto indica que los valores obtenidos de los ensayos también son valores típicos de gravas y arenas arcillosas y que se podrían usar para el cálculo de las capacidades portantes.

4.3.2 Resultados del cálculo de Capacidad Portante Método Terzaghi

De acuerdo a lo establecido en los indicadores de la investigación, se analizó la variación del cálculo de la capacidad portante usando un método aprobado por la mecánica de suelos y que a su vez nos brinde los valores más desfavorables y también se calculó a distintas profundidades y distintos anchos de cimentación, que en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos para cada en función a sus propiedades físicas y mecánicas que también influyen en el cálculo:

Tabla 5

Resultado de Capacidades Portantes Método Terzaghi.

CALICATA	Cap Portante (kg/cm²) Df=1.50 m B=1.50m	Cap Portante (kg/cm²) Df=1.5 m B=2.0 m	Cap Portante (kg/cm²) Df=1.2 m B=1.20 m	Cap Portante (kg/cm²) Df=1.80 m B=2.00 m
C-1	2.09	2.24	1.78	2.46
C-2	2.78	3.00	2.36	3.28
C-3	2.88	3.12	2.42	3.43
C-4	2.31	2.47	1.98	2.70
C-5	2.35	2.54	1.97	2.79
C-6	2.93	3.14	2.54	3.41
C-7	3.36	3.60	2.92	3.91
C-8	3.51	3.78	3.00	4.12
C-9	3.64	3.89	3.18	4.21
C-10	2.94	3.17	2.57	3.44
C-11	2.29	2.47	1.94	2.71
C-12	2.85	3.09	2.38	3.41
C-13	2.47	2.64	2.12	2.89
C-14	3.27	3.53	2.80	3.85
C-15	3.46	3.68	3.04	3.97
C-16	2.84	3.00	2.52	3.22
C-17	2.84	3.03	2.47	3.28
C-18	2.75	2.91	2.42	3.14
C-19	2.56	2.71	2.27	2.91
C-20	2.26	2.40	1.97	2.61
C-21	2.42	2.58	2.10	2.80
C-22	2.87	3.13	2.39	3.46
C-23	2.88	3.13	2.42	3.45
C-24	2.90	3.11	2.51	3.38

C-25	2.75	2.94	2.40	3.18
Media	2.81	3.01	2.42	3.28
Desviación Estándar	0.411	0.444	0.366	0.479

Nota. En esta tabla se muestra los valores de la capacidad portante a distintas profundidades y con variación de la dimensión de la zapata, usando el método de Terzaghi.

En los resultados que se muestra en la tabla anterior se observa una variación en los valores de la capacidad portante, debido que se calcularon para distintas profundidades, recordemos que la fórmula de la capacidad ultima de Terzaghi está en función de la profundidad y del ancho menor de la cimentación, para nuestro caso dichos parámetros se variaron.

Otra variación, se debe que el cálculo de la capacidad portante se realizó en cada una de las calicatas analizadas y con los otros resultados sabemos que existe una variación en las propiedades físicas y mecánicas influenciando totalmente en los resultados y en el comportamiento de la cimentación.

De acuerdo a lo establecido en la norma E050 el cálculo de la capacidad portante fue empleando un factor de seguridad igual a 3 para cargas estáticas y considerando una falla por corte general.

Al calcular la capacidad portante a una profundidad de cimentación de 1.50 m y con un ancho de cimentación de 1.50 m se observa que los valores de capacidad portante obtenidos presentan una media de 2.84 kg/ cm² y una desviación estándar de 0.411.

Del mismo modo al calcular la capacidad portante a una profundidad de cimentación de 1.50 m y con un ancho de cimentación de 2.00 m se observa que los valores de capacidad portante obtenidos presentan una media de 2.94 kg/ cm² y una desviación estándar de 0.444.

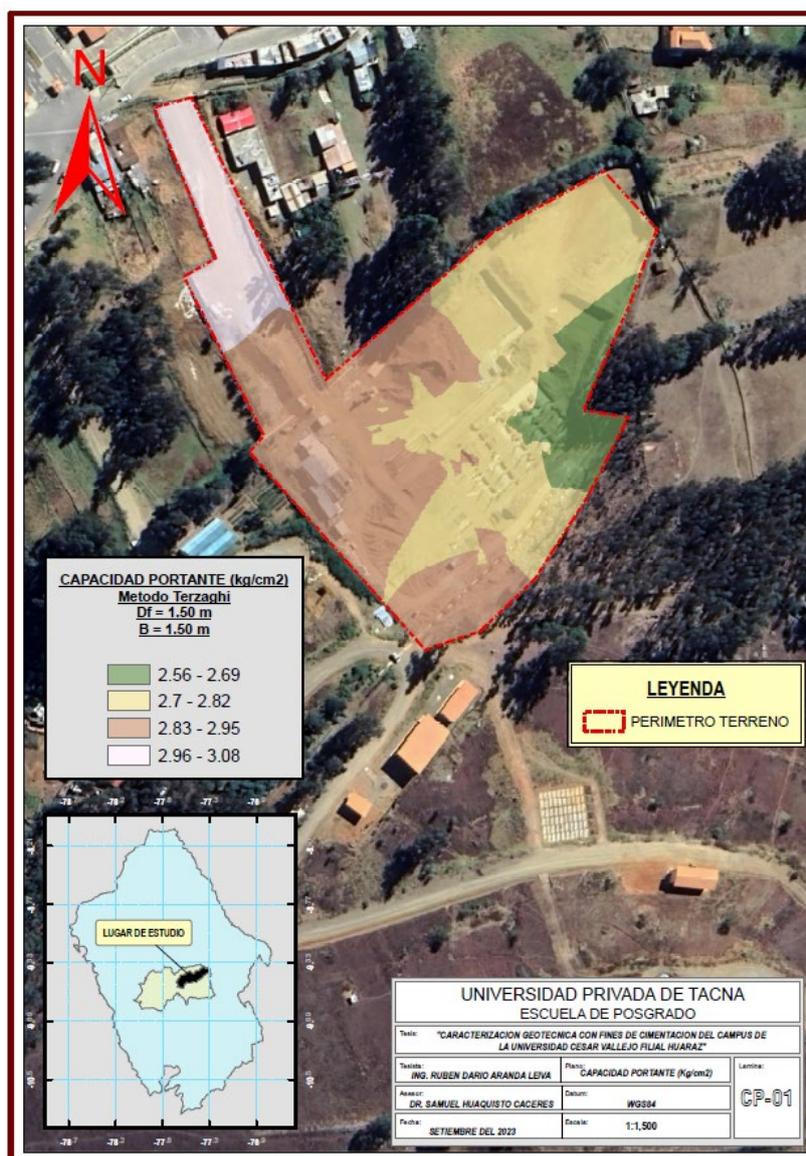
Finalmente al calcular la capacidad portante a una profundidad de cimentación de 1.20 m y con un ancho de cimentación de 1.20 m se observa que los valores de capacidad portante obtenidos presentan una media de 2.42 kg/ cm² y una desviación estándar de 0.366.

A continuación, se mostrará los resultados encontrados en mapas temáticos

que caracterizan las propiedades geotécnicas mecánicas encontrados.

Figura 14

Mapa de la variación de la capacidad portante con $D_f = 1.50\text{ m}$ y $B = 1.50\text{ m}$ usando el método de Terzaghi.

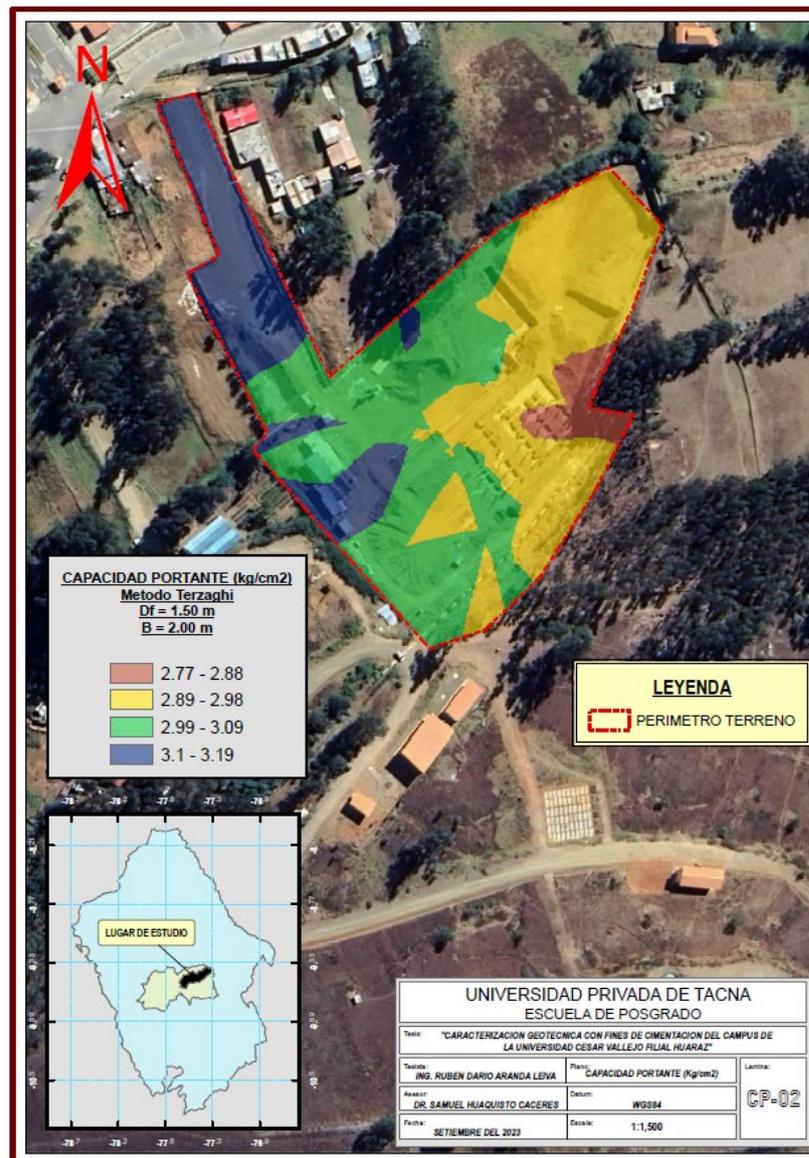


En el mapa de capacidad portante N° 01, nos brinda la distribución de los valores para una profundidad de 1.50 m y un ancho de 1.50 m, para el cálculo se consideró una zapata cuadrada, la zona donde se van a construir la mayoría de las estructuras presentan una capacidad de 2.70 a 2.95 kg/cm². Dichas dimensiones fueron consideradas para estructuras comunes como biblioteca, oficinas

administrativas, etc.

Figura 15

Mapa de la variación de la capacidad portante con $D_f = 1.50$ m y $B = 2.00$ m usando el método de Terzaghi.

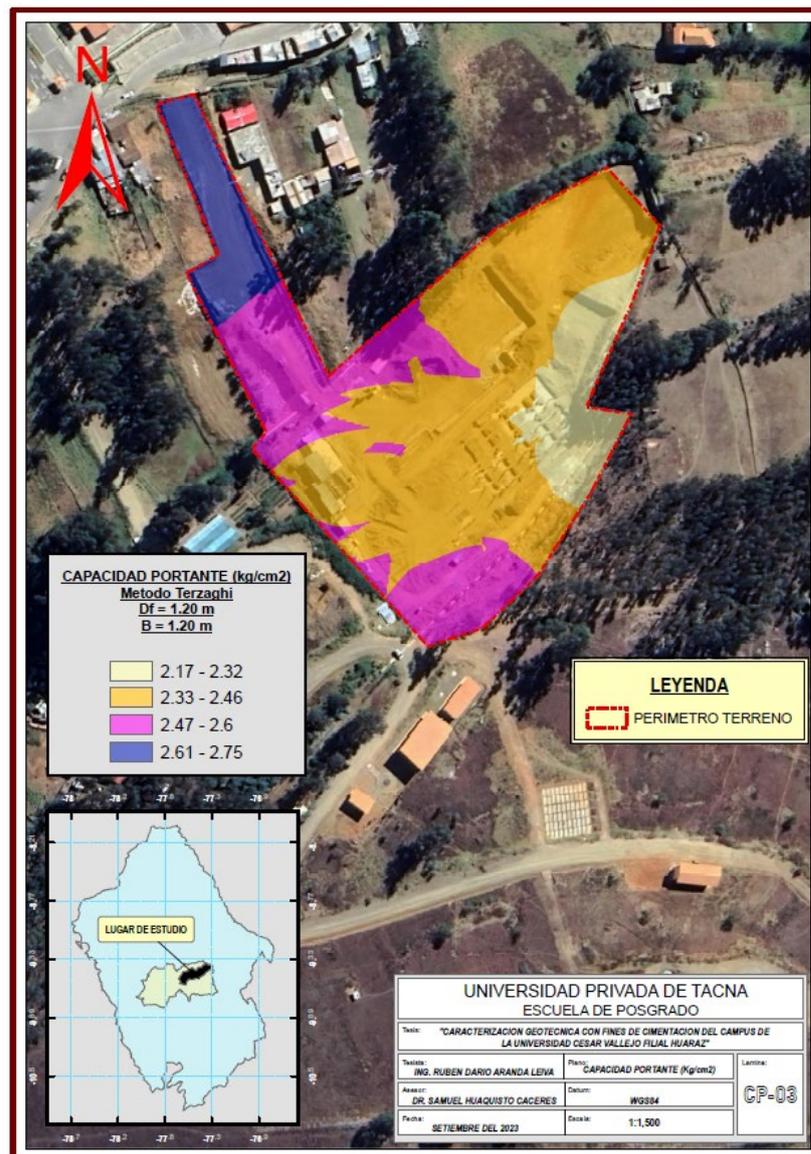


En el mapa de capacidad portante N° 02, nos brinda la distribución de los valores para una profundidad de 1.50 m y un ancho de 2.00 m, para el cálculo se consideró una zapata cuadrada, este ancho se consideró para estructuras más complejas como aulas de clase o laboratorios, donde se tiene una capacidad de 2.89 a 3.09 kg/cm². Al considerarse mayor ancho de cimentación, se nota un incremento

en los valores de la capacidad, pero el mapa muestra una distribución similar al mapa N° 01.

Figura 16

Mapa de la variación de la capacidad portante con $D_f = 1.20\text{ m}$ y $B = 1.20\text{ m}$ usando el método de Terzaghi.

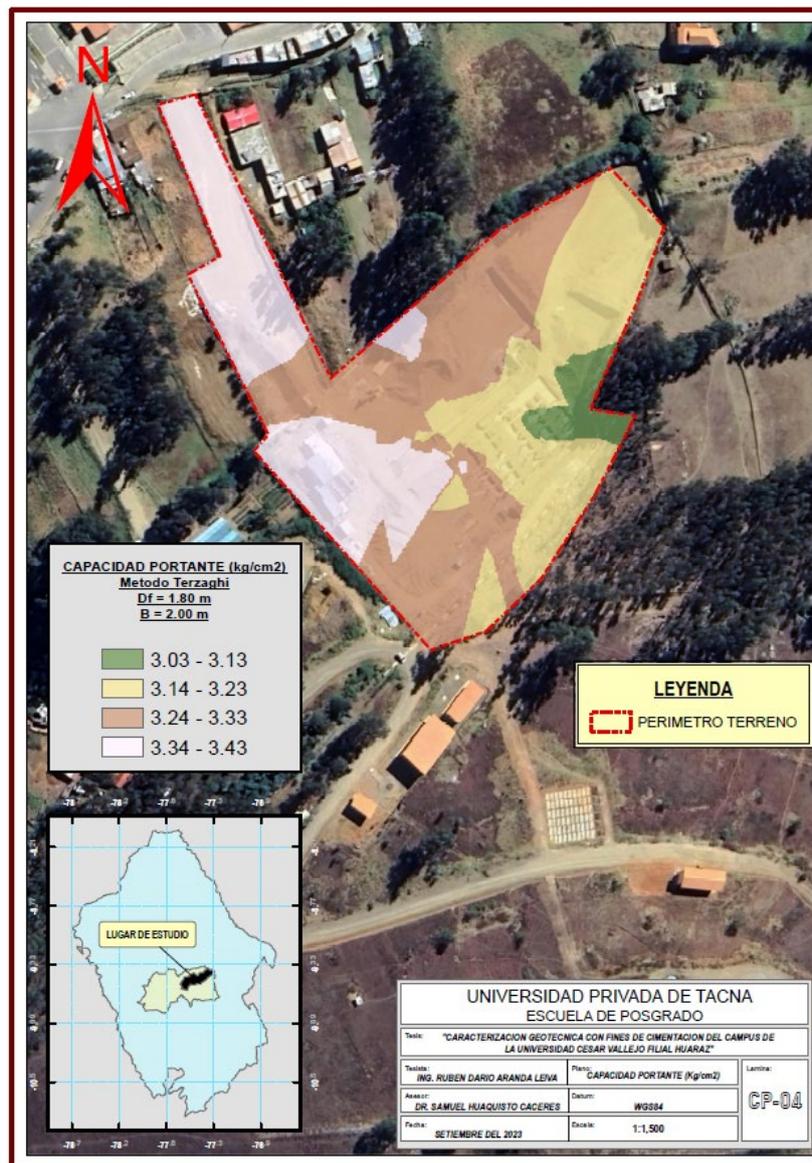


En el mapa de capacidad portante N° 03, nos brinda la distribución de los valores para una profundidad de 1.20 m y un ancho de 1.20 m, para el cálculo se consideró una zapata cuadrada, este ancho se consideró para estructuras más simples como cerco perimétrico, casetas de guardianía, etc. donde se tiene una

capacidad de 2.17 a 2.46 kg/cm².

Figura 17

Mapa de la variación de la capacidad portante con $D_f = 1.80\text{ m}$ y $B = 2.00\text{ m}$ usando el método de Terzaghi.



En el mapa de capacidad portante N° 04, nos brinda la distribución de los valores para una profundidad de 1.80 m y un ancho de 2.00 m, para el cálculo se consideró una zapata cuadrada, este ancho se consideró para estructuras de 5 niveles a más, que podrían construirse en el área, se aprecia que los valores de capacidad van desde 3.14 a 3.33 kg/cm². Se tienen valores aceptables para la construcción de

dichas estructuras.

4.3.3 Resultados del cálculo de Capacidad Portante según Norma E050

De acuerdo a lo establecido en los indicadores de la investigación, se analizó la variación del cálculo de la capacidad portante usando el método establecido dentro de la norma E050 para suelos friccionantes y que a su vez nos brinde los valores más desfavorables y también se calculó a distintas profundidades y distintos anchos de cimentación, que en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos para cada en función a sus propiedades físicas y mecánicas que también influyen en el cálculo:

Tabla 6

Resultado de Capacidades Portantes según la Norma E050

CALICATA	Cap Portante	Cap Portante	Cap Portante	Cap Portante
	(kg/cm ²) Df=1.50 m B=1.50m	(kg/cm ²) Df=1.5 m B=2.0 m	(kg/cm ²) Df=1.2 m B=1.20 m	(kg/cm ²) Df=1.80 m B=2.00 m
C-1	1.39	1.49	1.11	1.7
C-2	1.85	2	1.48	2.28
C-3	2.03	2.2	1.63	2.51
C-4	1.48	1.59	1.18	1.82
C-5	1.66	1.79	1.33	2.05
C-6	1.77	1.91	1.41	2.18
C-7	2.01	2.17	1.61	2.47
C-8	2.29	2.48	1.83	2.82
C-9	2.09	2.26	1.67	2.58
C-10	1.76	1.9	1.41	2.17
C-11	1.56	1.68	1.25	1.92
C-12	2.08	2.26	1.67	2.57
C-13	1.56	1.68	1.25	1.92
C-14	2.13	2.31	1.7	2.63
C-15	1.88	2.03	1.5	2.32
C-16	1.42	1.52	1.13	1.74
C-17	1.64	1.76	1.31	2.02
C-18	1.44	1.55	1.15	1.77
C-19	1.29	1.38	1.04	1.59
C-20	1.29	1.38	1.04	1.59
C-21	1.42	1.52	1.13	1.74
C-22	2.17	2.35	1.73	2.67

C-23	2.08	2.26	1.67	2.57
C-24	1.76	1.89	1.4	2.16
C-25	1.6	1.72	1.28	1.96
Media	1.76	1.89	1.40	2.16
Desviación Estándar	0.301	0.333	0.241	0.374

Nota. En esta tabla se muestra los valores de la capacidad portante a distintas profundidades y con variación de la dimensión de la zapata, usando el método indicado en la norma E050 Suelos y Cimentaciones.

En los resultados que se muestra en la tabla anterior se observa una variación en los valores de la capacidad portante, debido que se calcularon para distintas profundidades, recordemos que la fórmula de la capacidad según la norma E050 está en función de la profundidad y de la sección completa cimentación (ancho y largo), haciendo más real el cálculo.

Otra variación, se debe que el cálculo de la capacidad portante se realizó en cada una de las calicatas analizadas y con los otros resultados sabemos que existe una variación en las propiedades físicas y mecánicas influenciando totalmente en los resultados y en el comportamiento de la cimentación.

De acuerdo a lo establecido en la norma E050 el cálculo de la capacidad portante fue empleando un factor de seguridad igual a 3 para cargas estáticas.

Al calcular la capacidad portante a una profundidad de cimentación de 1.50 m y con un ancho de cimentación de 1.50 m se observa que los valores de capacidad portante obtenidos presentan una media de 1.76 kg/ cm² y una desviación estándar de 0.301, se obtuvieron valores menores a los valores calculados con el método Terzaghi.

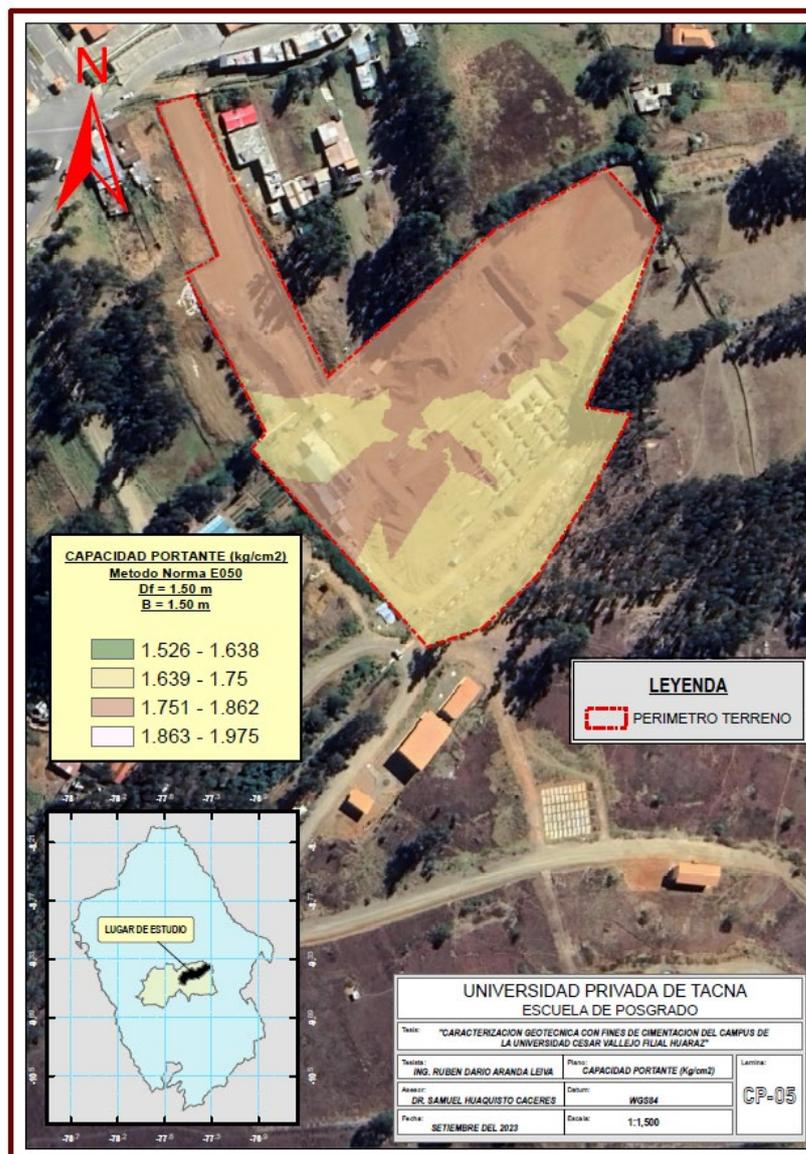
Del mismo modo al calcular la capacidad portante a una profundidad de cimentación de 1.50 m y con un ancho de cimentación de 2.00 m se observa que los valores de capacidad portante obtenidos presentan una media de 1.89 kg/ cm² y una desviación estándar de 0.333.

Finalmente al calcular la capacidad portante a una profundidad de cimentación de 1.80 m y con un ancho de cimentación de 2.00 m se observa que los valores de capacidad portante obtenidos presentan una media de 2.16 kg/ cm² y una desviación estándar de 0.374.

A continuación, se mostrará los resultados encontrados en mapas temáticos que caracterizan las propiedades geotécnicas mecánicas encontrados.

Figura 18

Mapa de la variación de la capacidad portante con $D_f = 1.50\text{ m}$ y $B = 1.50\text{ m}$ usando el método indicado en la norma E050.

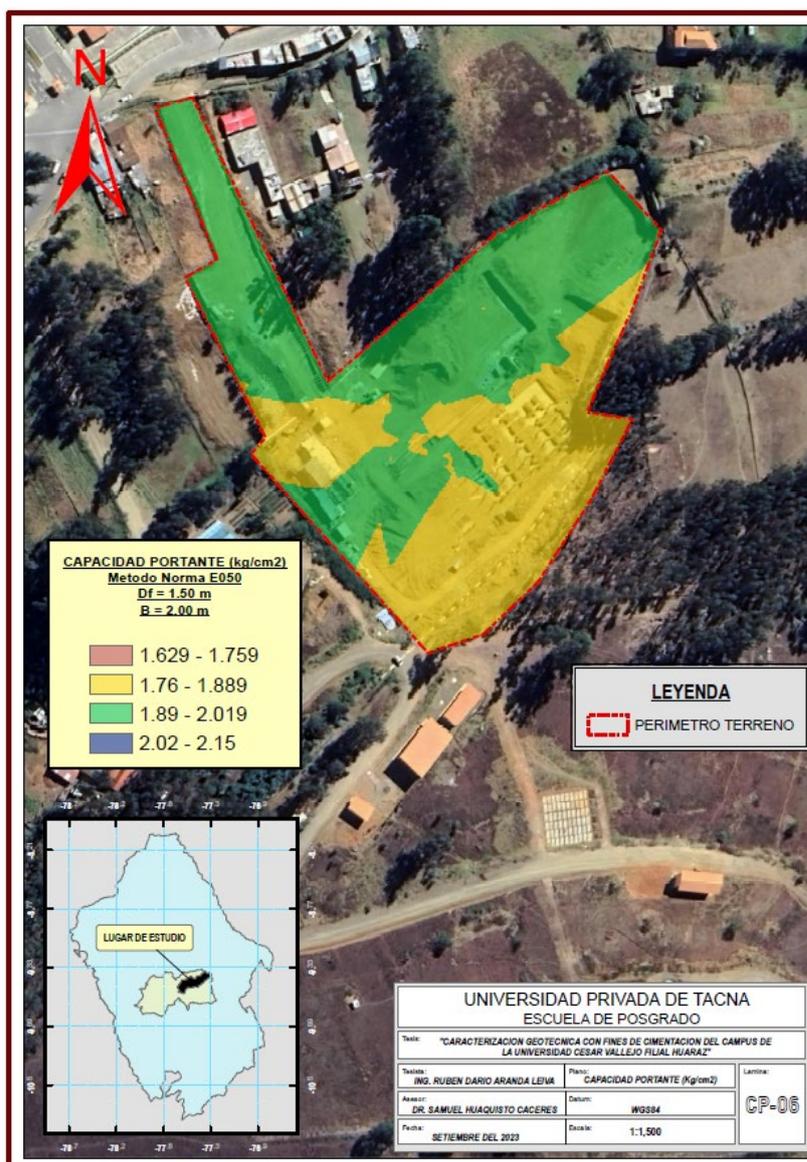


En el mapa de capacidad portante N° 05, nos brinda la distribución de los valores para una profundidad de 1.50 m y un ancho de 1.50 m, se aprecia una distribución distinta al mapa N° 01 con una disminución de los valores de capacidad, pero predominan los valores de 1.639 a 1.862 kg/cm². Dichos valores

pueden ser usados en estructuras comunes como biblioteca, oficinas administrativas, etc.

Figura 19

Mapa de la variación de la capacidad portante con $D_f = 1.50\text{ m}$ y $B = 2.00\text{ m}$ usando el método indicado en la norma E050.

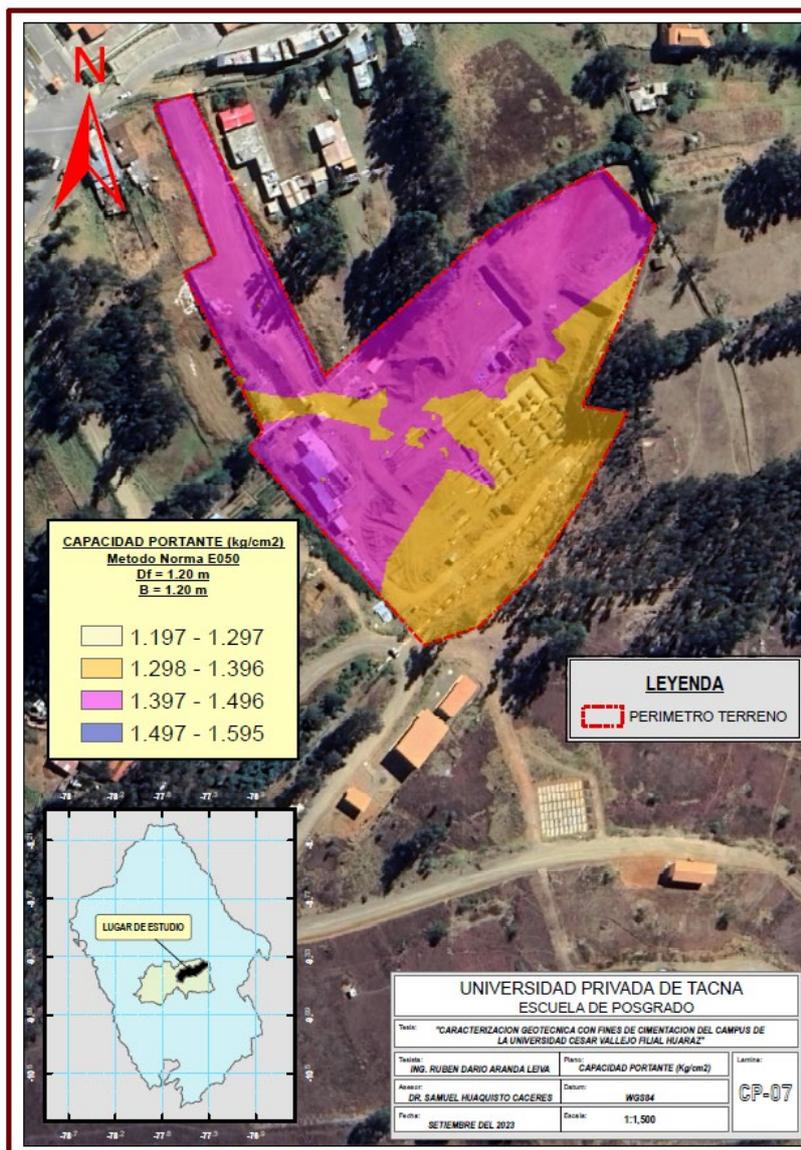


En el mapa de capacidad portante N° 06, nos brinda la distribución de los valores para una profundidad de 1.50 m y un ancho de 2.00 m, se aprecia una distribución distinta al mapa N° 02 pero también disminuyen los valores de

capacidad, predominando los valores de 1.76 a 2.02 kg/cm². Dichos valores pueden ser usados en estructuras comunes como biblioteca, oficinas administrativas, etc.

Figura 20

Mapa de la variación de la capacidad portante con $D_f = 1.20$ m y $B = 1.20$ m usando el método indicado en la norma E050.

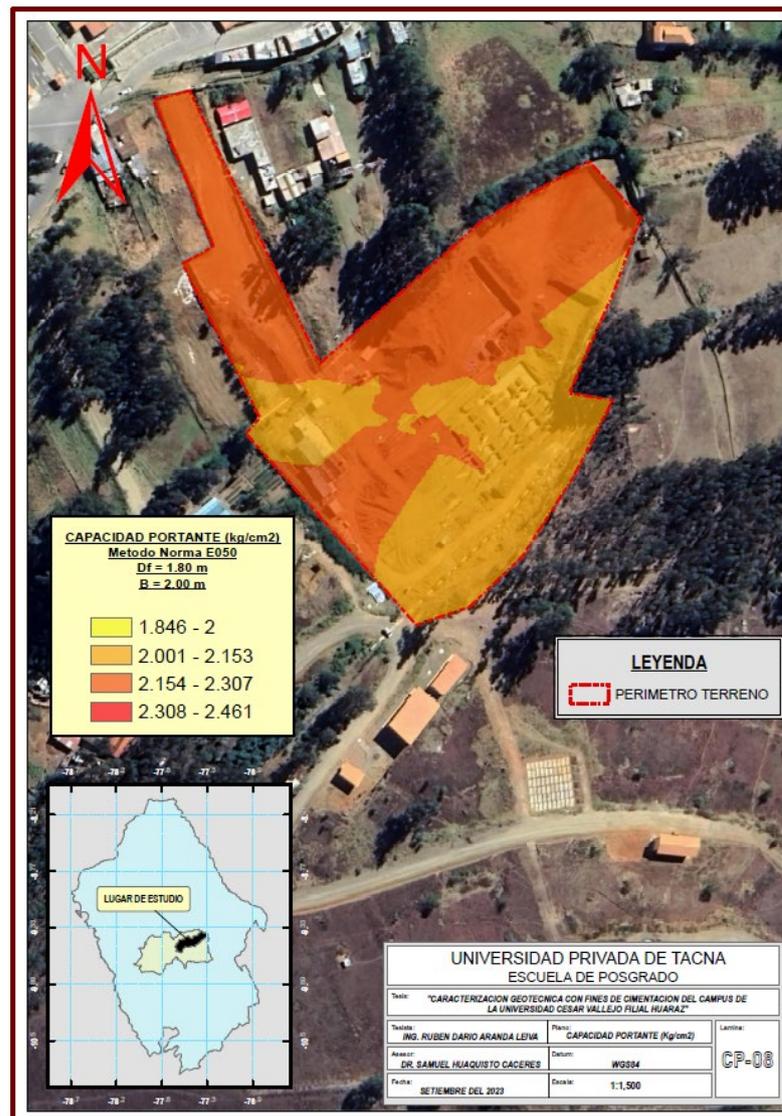


En el mapa de capacidad portante N° 07, nos brinda la distribución de los valores para una profundidad de 1.20 m y un ancho de 1.20 m, se aprecia una distribución distinta al mapa N° 03 pero también disminuyen los valores de capacidad, predominando los valores de 1.298 a 1.496 kg/cm². Dichos valores

pueden ser usados en estructuras simples, como cerco perimétrico, casetas de guardianía, etc.

Figura 21

Mapa de la variación de la capacidad portante con $D_f = 1.80\text{ m}$ y $B = 2.00\text{ m}$ usando el método indicado en la norma E050.



En el mapa de capacidad portante N° 08, nos brinda la distribución de los valores para una profundidad de 1.80 m y un ancho de 2.00 m, se aprecia una distribución distinta al mapa N° 04 pero también disminuyen los valores de capacidad, predominando los valores de 2.00 a 2.307 kg/cm². Dichos valores pueden ser usados para estructuras mayores a 5 niveles.

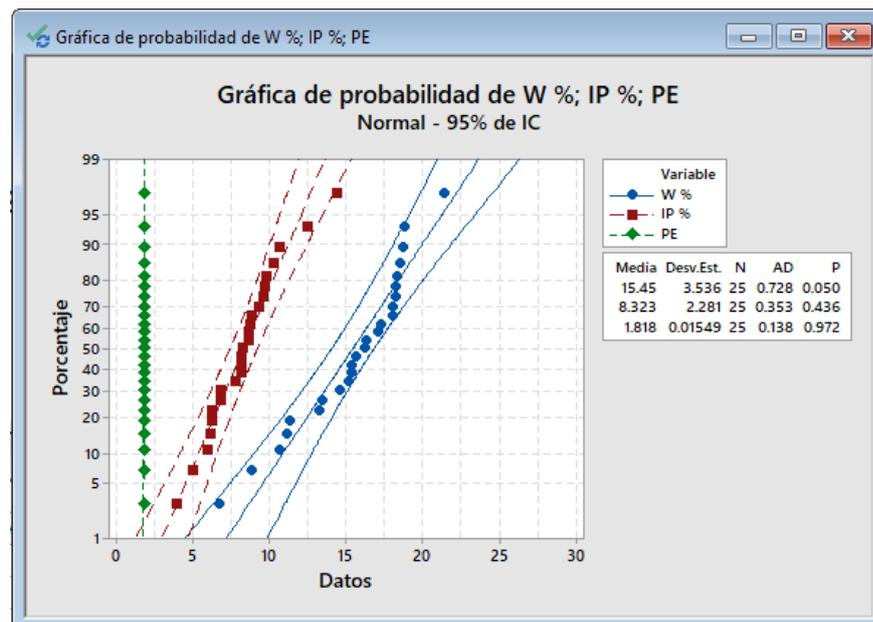
PRUEBA ESTADISTICA

A. Verificación de normalidad de las propiedades Físicas

Para determinar la prueba estadística de los datos obtenidos de las propiedades físicas, ha realizado en primera instancia las pruebas de normalidad. Los resultados indican que las pruebas de normalidad para Anderson Darlin presentaron valores de p mayores a 0.05, con lo cual indicamos que los datos tienen a una distribución normal por lo tanto para la verificación de hipótesis estadística se usará una prueba paramétrica como la de “T” de Student.

Figura 22

Verificación de Normalidad de las propiedades físicas.



Nota. Gráfico extraído del software Minitab.

En el gráfico de probabilidad resumen de propiedades físicas se observa que el contenido de humedad tiene un valor de p igual a 0.050, en el caso del índice de plasticidad también el valor de p es mayor a 0.050 y el peso específico presenta también una distribución normal al tener un valor de p mayor a 0.050.

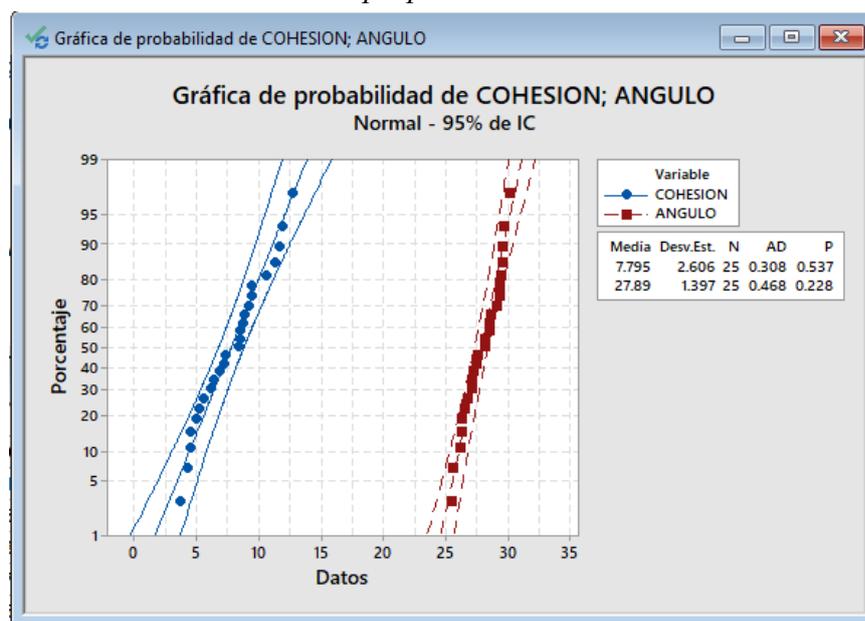
B. Verificación de Normalidad de propiedades Mecánicas

Para determinar la prueba estadística de las propiedades mecánicas como es la cohesión y el ángulo de fricción, a utilizar en el análisis de resultados de la siguiente investigación, se han realizado en primera instancia las pruebas de normalidad. Los resultados indican que las pruebas de normalidad para Anderson Darlin presentaron valores de p mayores a 0.05, con lo cual indicamos que los datos tienen a una distribución normal por lo tanto para la verificación de hipótesis se usará una prueba paramétrica como la de “T” de Student.

Los datos tienen una distribución normal ya que $p > 0.05$.

Figura 23

Verificación de Normalidad de las propiedades mecánicas.



Nota. Gráfico extraído del software Minitab.

En el gráfico de probabilidad resumen de propiedades mecánicas se observa que ambas propiedades presentan valores de p mayores a 0.05, estadísticamente se comprueba que presenta una distribución normal.

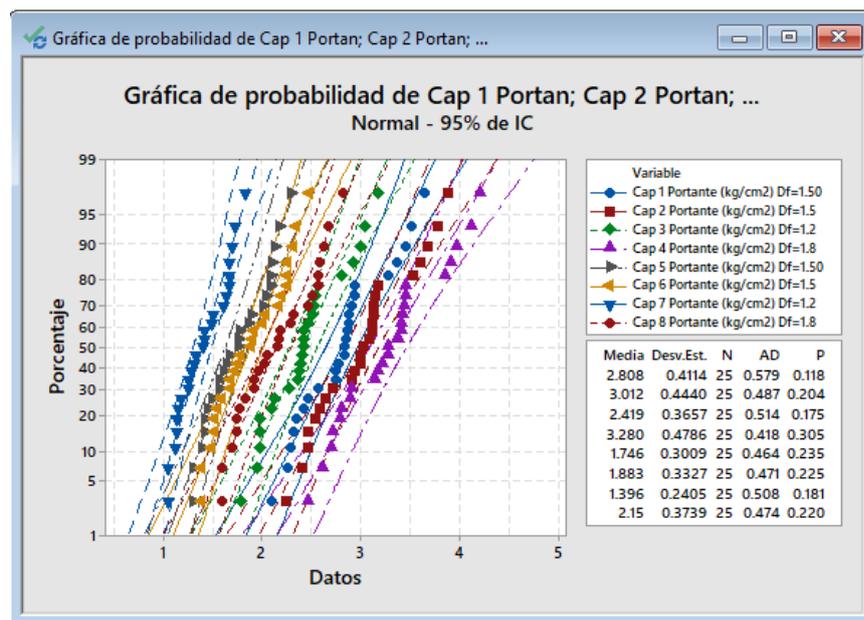
C. Verificación de Normalidad de la Capacidad Portante

Para determinar la prueba estadística de los valores de capacidades portantes con ambos métodos calculados, a utilizar en la siguiente investigación, se han realizado en primera instancia las pruebas de normalidad. Los resultados indican que las pruebas de normalidad para Anderson Darlin presentaron valores de p mayores a 0.05, con lo cual indicamos que los datos tienen a una distribución normal por lo tanto para la verificación de hipótesis se usara una prueba paramétrica como la de “T” de Student.

Los datos tienen una distribución normal ya que $p > 0.05$.

Figura 24

Verificación de Normalidad de capacidad portantes.



Nota. Gráfico extraído del software Minitab.

En el gráfico de probabilidad resumen de todos los valores de capacidad calculados a distintas profundidades y con distintos métodos, se observa que todos los valores encontrados presentan valores de p mayores a 0.05, estadísticamente se comprueba que presenta una distribución normal.

4.4 COMPROBACION DE HIPOTESIS

A. Propiedad física: Humedad

Para el contenido de humedad del terreno se ha planteado las siguientes hipótesis estadísticas, tomando como valore referente de 15% humedad promedio en dichas zonas:

H_0 = la media del contenido de humedad es mayor que 15%

H_1 = la media del contenido de humedad es menor que 15%

Figura 25

Prueba de Hipótesis Indicador Contenido de Humedad usando la prueba T de Student .

T de una muestra: W %

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para μ
25	15.445	3.536	0.707	16.655

μ : media de W %

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 15$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu < 15$

Valor T	Valor p
0.63	0.733

Nota. Extraído del software Minitab.

El resultado nos indica un valor de $p > 0.05$, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula, según lo indicando el área de estudio tiene una humedad mayor a 15% debido que en la zona con más humedad se da en la zona plana donde por escurrimiento la zona se satura más.

B. Propiedad física: índice de plasticidad

Para el índice de plasticidad se verificará los valores de acuerdo al artículo 37.3 Evaluación del potencial de expansión (Tabla 11) de la norma E050 suelos y cimentaciones, planteándose la siguiente hipótesis:

H_0 = la media del índice de plasticidad es menor a 32% no existe suelo expansivo.

H_1 = la media del índice de plasticidad es mayor a 32% existe suelo expansivo.

Figura 26

Prueba de Hipótesis Indicador Índice de Plasticidad usando la prueba T de Student .

T de una muestra: IP %

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
25	8.323	2.281	0.456	7.542

μ : media de IP %

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 32$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu > 32$

Valor T	Valor p
-51.90	1.000

Nota. Extraído del software Minitab.

El resultado nos indica un valor de $p > 0.05$, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula. De acuerdo a la prueba se descarta que en el área de estudio no existe suelo expansivo.

C. Propiedad física: peso específico

Para el peso específico se verificará los valores de acuerdo al artículo 35 Suelos colapsables (Figura 7) de la norma E050 suelos y cimentaciones, planteándose la siguiente hipótesis:

H_0 = la media del peso específico determinada en campo es mayor de 1.76 tn/m^3 el suelo es no colapsable.

H_1 = la media del peso específico determinada en campo es menor a 1.76 tn/m^3 el suelo es colapsable.

Figura 27

Prueba de Hipótesis Indicador Peso Específico usando la prueba T de Student.

T de una muestra: PE

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para μ
25	1.81760	0.01549	0.00310	1.82290

μ : media de PE

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 1.76$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu < 1.76$

Valor T	Valor p
18.59	1.000

Nota. Extraído del software Minitab.

El resultado nos indica un valor de $p > 0.05$, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula. De acuerdo a la prueba en el área de estudio se tiene suelo no colapsable.

D. Propiedad mecánica: cohesión

Según la norma E050 en su artículo 20 Capacidad de Carga, se tiene un suelo cohesivo cuando los valores son diferentes de cero por lo tanto se da la siguiente hipótesis:

H_0 = la media de la cohesión determinada es igual a 0 Kpa

H_1 = la media de la cohesión determinada es diferente a 0 Kpa

Figura 28

Prueba de Hipótesis Indicador Cohesión usando la prueba T de Student .

T de una muestra: COHESION

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
25	7.795	2.606	0.521	(6.719; 8.870)

μ : media de COHESION

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 0$

Valor T	Valor p
14.96	0.000

Nota. Extraído del software Minitab.

El resultado nos indica un valor de $p < 0.05$, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna. Esto no indica que el suelo en el área de estudio es cohesivo.

E. Propiedad mecánica: ángulo de fricción

Según la norma E050 en su artículo 20 Capacidad de Carga, se tiene un suelo friccionante cuando los valores son diferentes de cero por lo tanto se da la siguiente hipótesis:

H_0 = la media del ángulo de fricción determinada en campo es igual 0°

H_1 = la media del ángulo de fricción determinada en campo es diferente a 0°

Figura 29

Prueba de Hipótesis Indicador Angulo de Fricción usando la prueba T de Student.

T de una muestra: ANGULO

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
25	27.886	1.397	0.279	(27.309; 28.463)

μ : media de ANGULO

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 0$

Valor T	Valor p
99.78	0.000

Nota. Extraído del software Minitab.

El resultado nos indica un valor de $p < 0.05$, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna. Esto no indica que el suelo en el área de estudio es friccionante.

F. Propiedad mecánica: capacidad portante 1

Para verificación de la capacidad portante, la norma E030 diseño sismorresistente en su artículo 7.4 cimentaciones sobre suelos flexibles o de baja capacidad portante, según el artículo se consideró un suelo de baja capacidad cuando su capacidad es menor a 1.5 kg/cm^2 este valor nos lleva a plantear la siguiente hipótesis:

H_0 = la media de la capacidad portante determinada en campo es igual 1.50 kg/cm^2

H_1 = la media de la capacidad portante determinada es mayor a 1.50 kg/cm^2

Figura 30

Prueba de Hipótesis Indicador Capacidad Portante calculada según la norma E050 con $Df=1.50$ y $B = 1.50 \text{ m}$ usando la prueba T de Student.

T de una muestra: Cap 5 Portante (kg/cm^2) $Df=1.50$

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
25	1.7460	0.3009	0.0602	1.6430

μ : media de Cap 5 Portante (kg/cm^2) $Df=1.50$

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 1.5$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu > 1.5$

Valor T	Valor p
4.09	0.000

Nota. Extraído del software Minitab.

El resultado nos indica un valor de $p < 0.05$, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna. Esto nos indica que el suelo en el área de estudio es de alta capacidad portante, para la verificación se usaron los valores para una estructura intermedia.

Hipotesis General

- La caracterización geotécnica influye para las cimentaciones del campus de la universidad Cesar Vallejo filial Huaraz”.

Comprobación de la Hipotesis General

- Con la variación de las propiedades geotécnicas encontradas en el área de estudio se confirma la hipótesis, ya que el suelo de fundación influye en cada una de las cimentaciones para las estructuras que se vienen construyendo.

3.1.2 Hipotesis Especificas

- Las propiedades físicas de los suelos si influyen en la caracterización geotécnica con fines de cimentación en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz.
- Las propiedades mecánicas inciden en la caracterización geotécnica con fines de cimentación en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz.

Comprobación de la Hipotesis Especificas

- Se comprobó que las propiedades físicas de los suelos se encuentran dentro de los rangos permisibles, ya que con la verificación se descarta la presencia se suelos expansivos y suelos colapsables.
- Se comprobó que las propiedades mecánicas son característicos de suelos mixtos (cohesivo y friccionante) interviniendo en el cálculo de la capacidad portante, arrojando datos mayores a 1.50 kg/cm^2 siendo una zona adecuada para la construcción de estructuras sismorresistentes..

4.5 DISCUSION DE RESULTADOS

- Según la topografía encontrada, el terreno presenta una forma irregular, el cual no todo el terreno se usará para la construcción del campus, solo se viene usando 17 mil m² de área, lo restante no se usa ya que es una zona con una pendiente pronunciada y explanarla excede el costo de construcción, por lo que se dejara como área libre.
- Del mapa procesado con las alturas de material de relleno y con el trabajo de exploración de campo, se puede ver una variación de relleno en toda el área, existe zonas donde a la altura de relleno es mínimo 30cm, pero existe áreas donde el relleno es mayor a 60 cm.

Figura 31

Imagen Satelital del año 2018 del área de estudio donde se aprecia la zona de un color verde indicando la presencia de material de relleno.



Nota. Extraído de la Herramienta deslizador de Tiempo del Google Earth Pro.

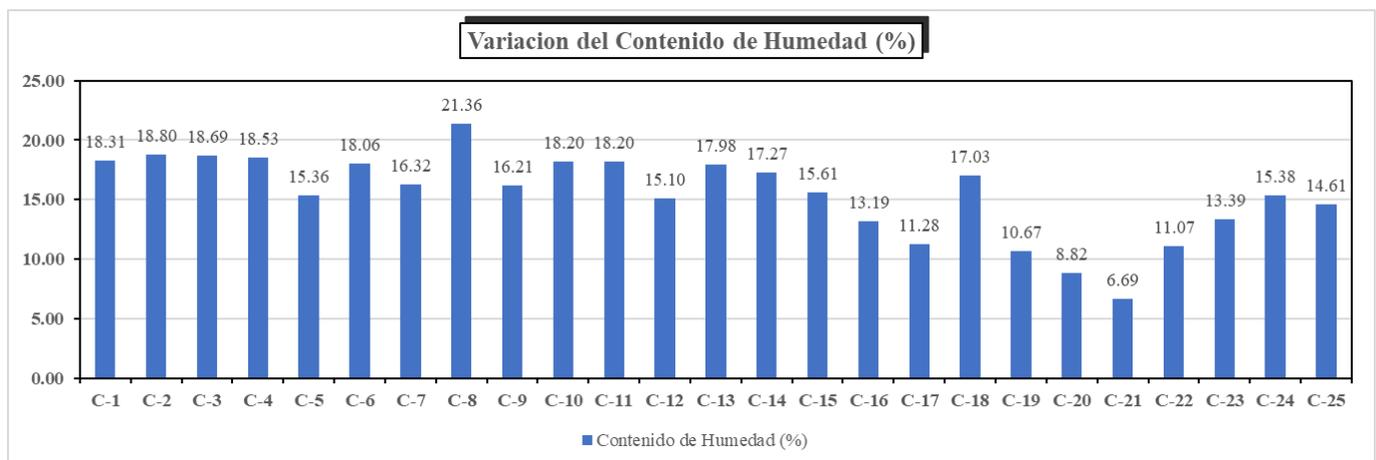
De acuerdo a la figura adjunta, las calicatas que presentan una altura mayor de relleno son las calicatas C-5, C-8, C-9, C-13 y C-17, son aquellas que

están mas cercanas a los arboles que se visualizan, las demás calicatas presentan rellenos menores a 50 cm y se ubican en la zona mas plana donde solo se visualiza raíces, la altura de relleno influye en otras propiedades que se discutirán más adelante.

- De acuerdo a los resultados de ensayos de campo y laboratorio se encontró una variación en el contenido de humedad, existen zonas con alto contenido de humedad mayor a 18% y existen zonas con regular contenido de humedad como 14%, las zonas con mayor cantidad de humedad en épocas de lluvia afloran el nivel freático, por lo que se recomendó en la construcción sistemas de drenaje.

Figura 32

Variación del contenido de humedad en las calicatas analizadas.



De acuerdo al grafico de barras mostrado, se puede observar que los valores más altos de contenido de humedad se aprecian en las calicatas C-8, C-10, C-11, C-06, C-13, de acuerdo al plano topográfico, las calicatas mencionadas se ubican en la zona mas plana, donde debido al escurrimiento de aguas pluviales por la topografía del lugar, se acumula mayor cantidad de agua incrementando el contenido de humedad.

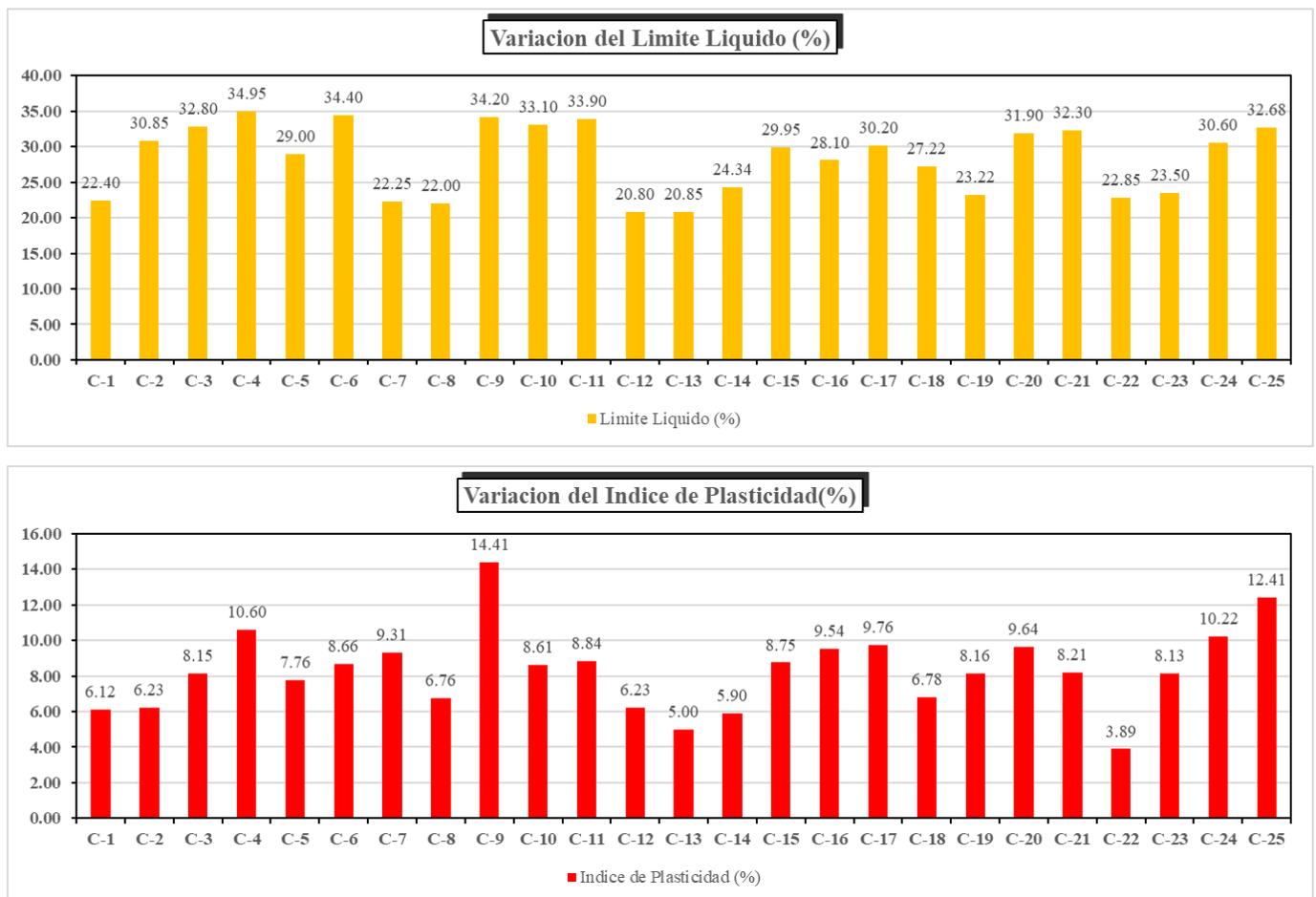
Cabe mencionar que el estudio se realizó en una época de poca precipitación pluvial, en tal sentido se debería de realizar estudios en épocas con mayores

precipitaciones pluviales para poder verificar la variación y el incremento del contenido de humedad en la zona de estudio.

- Se evidencia que el material fino que se encontró en cada una de las calicatas presenta plasticidad, dentro del área de estudio existen zonas con límite líquido mayor a 34% y en algunas zonas mayor al 21%, del mismo modo se encontró variación en el índice de plasticidad encontrado valores mayores a 7%, por lo que los tipos de suelos encontrados serían gravas y arenas arcillosas.

Figura 33

Variación del límite Líquido e Índice de plasticidad en las calicatas analizadas.



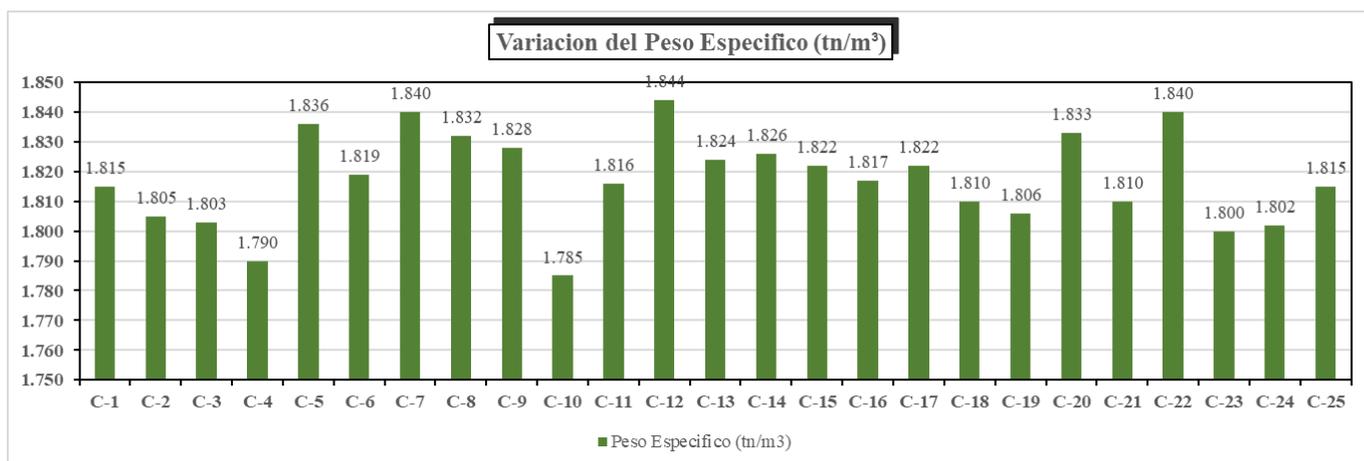
De acuerdo al grafico de barras mostrado, se puede observar que los valores más altos de limite liquido se aprecian en las calicatas C-4, C-6, C-9, C-10, C-11, del mismo modo se aprecia que los valores mas altos mayores al 7% se vuelven a presentar en las calicatas mencionadas, esto se debe en primera instancia a la ubicación de las calicatas al estar mas pegadas a la zona con mayor altura de relleno y en segunda instancia que estas calicatas presentan una cantidad considerable de porcentaje de finos de acuerdo a su análisis granulométrico.

En tal sentido se podría continuar con la exploración geotécnica paralelo a las zonas donde se encontraron mayor presencia de finos, con el fin de complementar y agrandar la zonificación geotécnica.

- De igual manera se encontró una variación en el peso específico en el área de estudio, existen zonas con pesos específicos mayores a 1.8 tn/m^3 y en otras zonas predomina el valor de 1.817 tn/m^3 , siendo una propiedad importante para el cálculo de la capacidad portante.

Figura 34

Variación del peso específico en las calicatas analizadas.



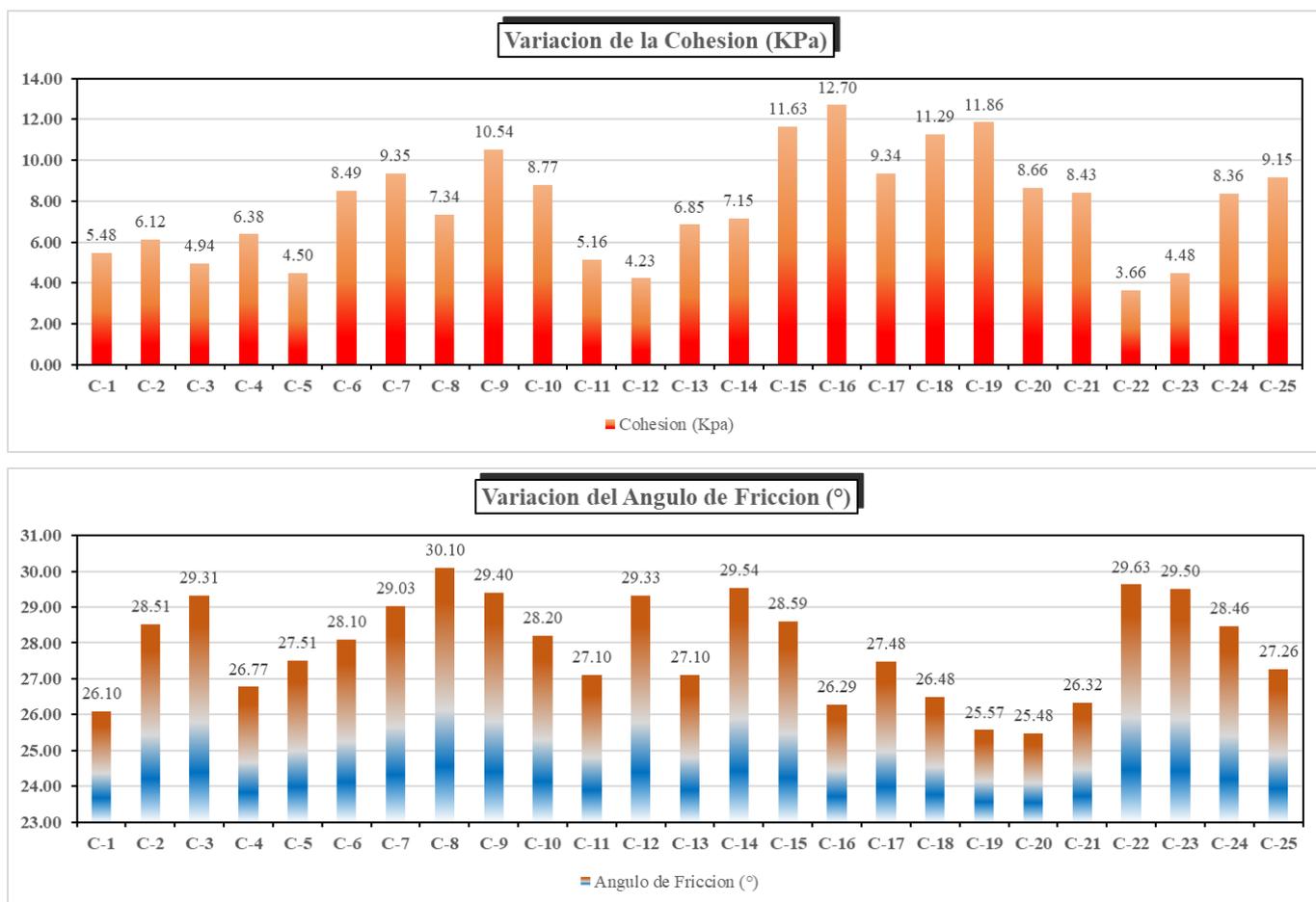
De acuerdo al grafico de barras mostrados se puede observar que los mayores valores de peso especifico se presentan en las calicatas C-5, C-7, C-12, C-20 y C-22 son calicatas donde se tiene una clasificación entre Grava

Limosa y grava arcillosa, siendo tipos de suelos con mayor cantidad de gravas por lo que el peso específico es elevado, en las demás calicatas se puede verificar un peso específico casi constante debido que en su mayoría son gravas arcillosas y arenas arcillosas, encontrándose valores de pesos específicos equivalentes al tipo de suelo.

- Se encontró una variación en distintas zonas del terreno de la cohesión parámetro mecánico, se puede ver que el valor mínimo de cohesión es mayor a 6.0 KPa así mismo se encontró una variación en el ángulo de fricción teniendo un valor mínimo de 26° y un valor máximo de 28°.

Figura 35

Variación de la cohesión y el ángulo de fricción en las calicatas analizadas.

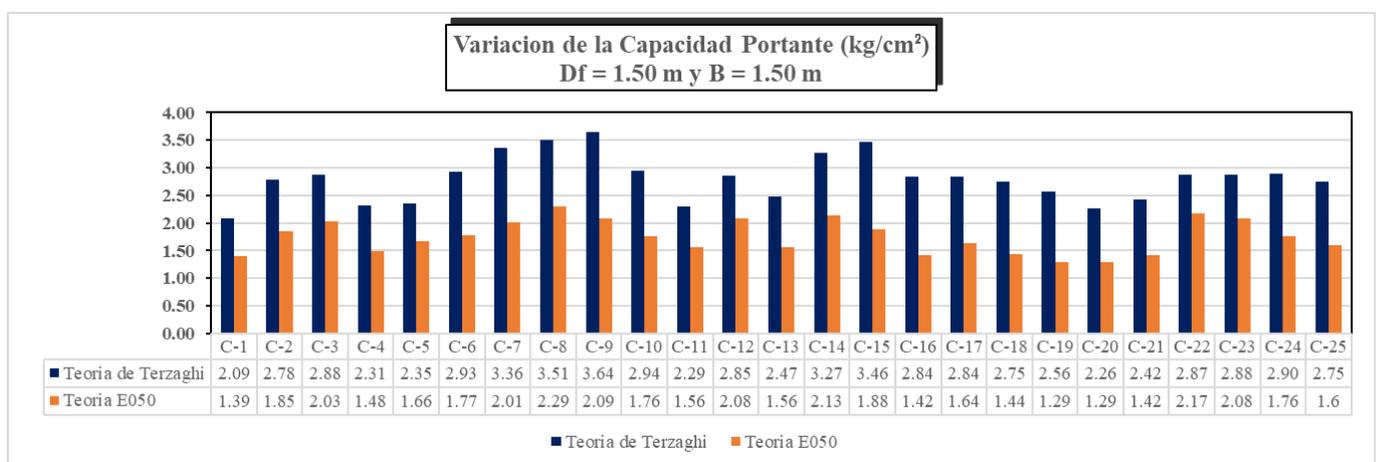


De acuerdo al grafico de barras mostrados se puede observar que los mayores valores más altos de cohesión se observan en las calicatas C-15, C-16, C-18 y C-19 pero a su vez los valores mas pequeños de ángulo de fricción también se observan en dichas calicatas, esto se debe al tipo de suelo en dichas calicatas debido que son arenas arcillosas, lo contrario sucede en las calicatas C-8, C-12 y C-22 donde se aprecia valores elevados de ángulo de fricción pero poseen los valores más pequeños de cohesión también debido al tipo de suelo ya que estas calicatas se clasifican como gravas arcillosas y gravas limosas, en las demás calicatas se evidencia una equivalencia entre el tipo de suelo y sus propiedades mecánicas.

- Se calculo la capacidad portante usando la teoría de Terzaghi y según la formula establecida en la norma E050 para suelos friccionantes, el primer análisis fue considerando un $D_f = 1.50$ m y $B = 1.50$ m, según los resultados la norma E050, brinda los valores más desfavorables, por lo tanto en la zona donde se va construir la mayor cantidad de estructuras predominan valores de 1.639 a 1.862 kg/cm^2 de acuerdo al mapa obtenido, estos valores indican la presencia de un suelo con buena gradación de gravas, arenas y limos, así como la presencia de finos con presencia de plasticidad, propiedades físicas y mecánicas características de la zona de estudio.

Figura 36

Comparación de la capacidad portante para $D_f = 1.50$ m y $B = 1.50$ m.

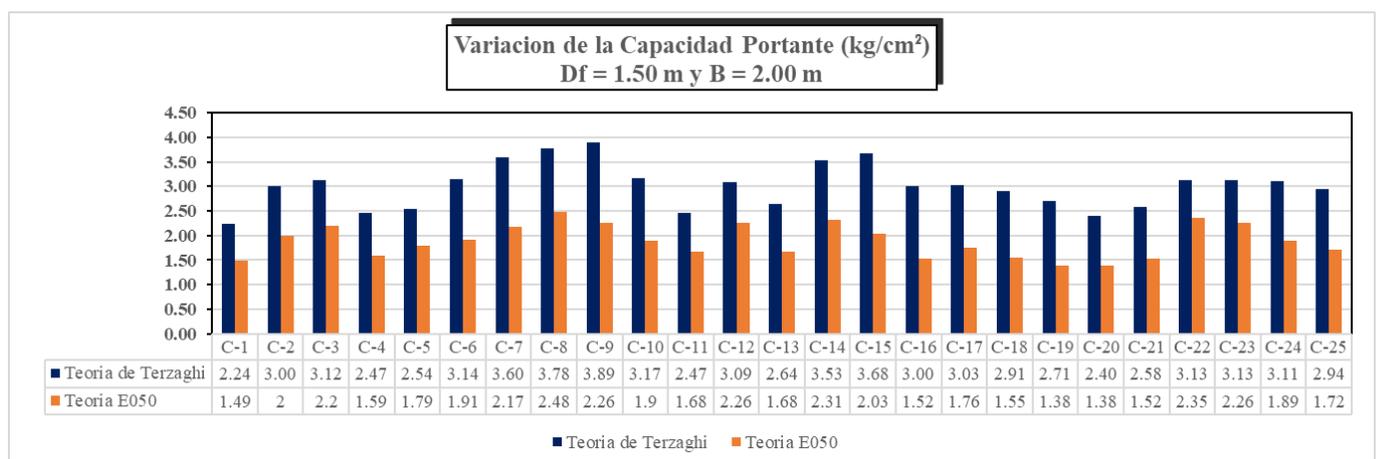


De acuerdo al método empleado para el cálculo de capacidad portante, la diferencia en los resultados se debe a que el método de Terzaghi considera el aporte de la cohesión, entendiéndose como un suelo mixto, mientras que la norma vigente en suelos y cimentaciones en Perú, te obliga a escoger si es un suelo friccional como son las gravas y las arenas no consideran el aporte de la cohesión, asumiendo un caso crítico, por lo tanto, se tiene valores menores y muy conservadores.

- También se calculo la capacidad portante mediante la teoría de Terzaghi y según la formula establecida en la norma E050, el segundo análisis fue considerando un $D_f = 1.50$ m y $B = 2.00$ m, los resultados de la norma E050, brinda los valores más desfavorables, por lo tanto en la zona donde se va construir la mayor cantidad de estructuras predominan valores de 1.76 a 2.019 kg/cm^2 de acuerdo al mapa obtenido, estos valores indican la presencia de un suelo con buena gradación de gravas, arenas y limos, así como la presencia de finos con presencia de plasticidad, propiedades físicas y mecánicas características de la zona de estudio.

Figura 37

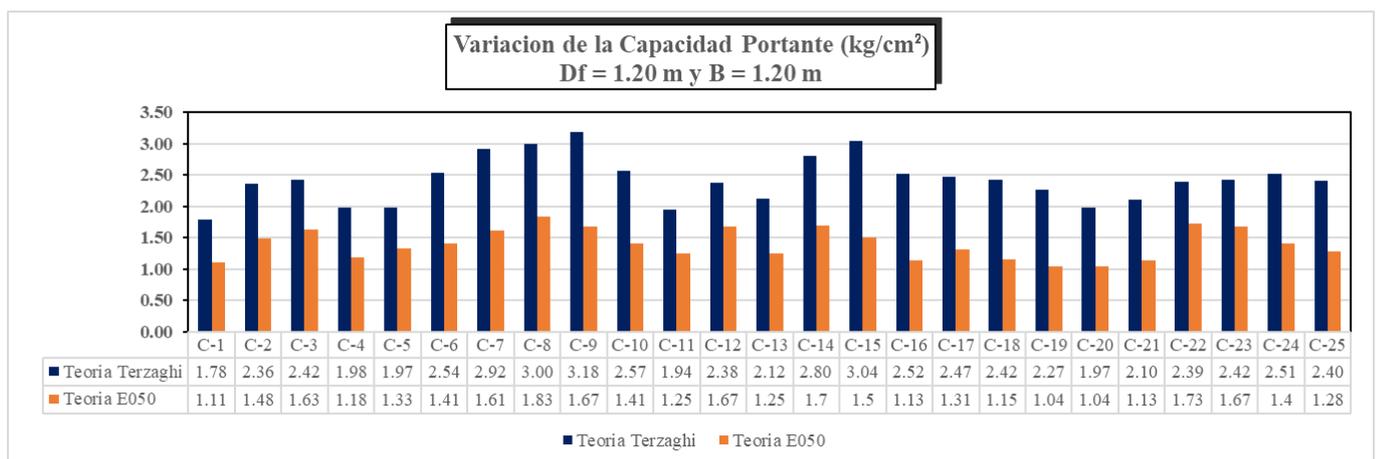
Comparación de la capacidad portante para $D_f = 1.50$ m y $B = 2.00$ m.



- Se calculo la capacidad portante usando la teoría de Terzaghi y según la formula establecida en la norma E050, el tercer análisis fue considerando un $D_f = 1.20$ m y $B = 1.20$ m, según los resultados la norma E050, brinda los valores más desfavorables, por lo tanto predominan valores de 1.298 a 1.496 kg/cm^2 de acuerdo al mapa obtenido, estos valores indican la presencia de un suelo con buena gradación de gravas, arenas y limos, así como la presencia de finos con presencia de plasticidad, propiedades físicas y mecánicas características de la zona de estudio.

Figura 38

Comparación de la capacidad portante para $D_f = 1.20$ m y $B = 1.20$ m.

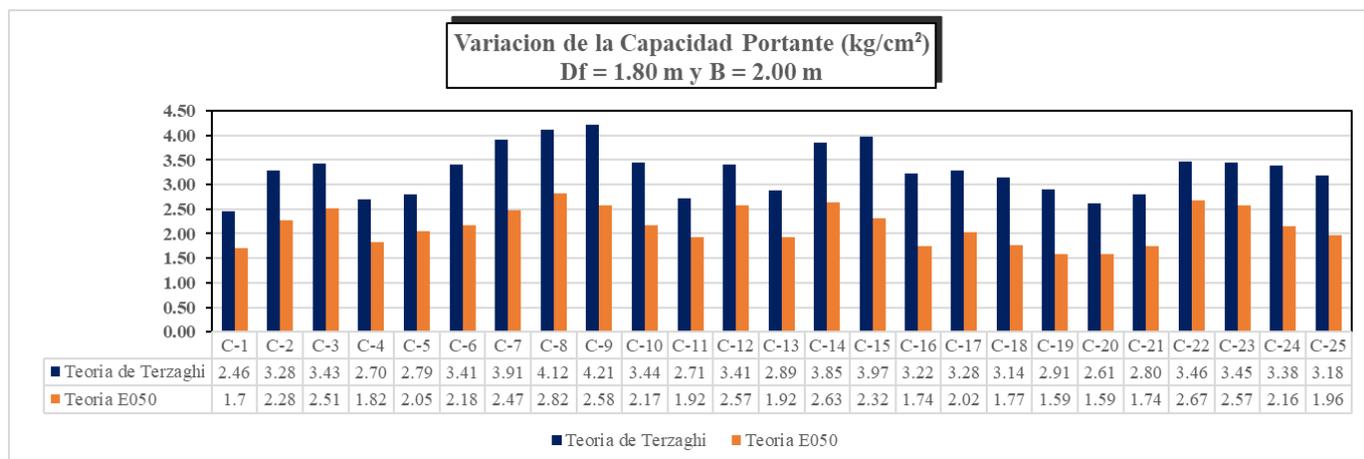


La reducción de los valores se debe a la profundidad de cimentación ya que es considerando el valor mínimo establecido en la norma, siendo mucho mas superficial y para estructuras no tan importantes, ambos métodos empleados están en función de la profundidad de cimentación y en función del lado menor de la zapata, se puede decir que a mayor profundidad los valores de capacidad portante serán mas grandes debido al aumento del confinamiento, lo que no sucede cuando la cimentación es casi superficial los valores disminuyen.

- Finalmente para estructuras más complejas se calculó la capacidad portante usando la teoría de Terzaghi y según la fórmula establecida en la norma E050, el último análisis fue considerando un $D_f = 1.80$ m y $B = 2.00$ m, según los resultados la norma E050, nuevamente brinda los valores más desfavorables, por lo tanto predominan valores de 2.00 a 2.46 kg/cm^2 estos valores se puede usar para estructuras de más de 5 niveles, de acuerdo a la investigación se confirma que los valores indican la presencia de un suelo con buena gradación de gravas, arenas y limos, así como la presencia de finos con presencia de plasticidad, propiedades físicas y mecánicas características de la zona de estudio.

Figura 39

Comparación de la capacidad portante para $D_f = 1.80$ m y $B = 2.00$ m.



La investigación presenta las diferencias de los valores obtenidos de capacidad portante en función de las propiedades físicas y mecánicas evidenciándose una clara influencia de estas en los resultados que se evidencian para los distintos casos analizados.

La norma E050 indica el cálculo de una capacidad admisible, este siendo el valor más desfavorable de un valor de capacidad portante comparado con otro valor de capacidad por asentamiento, en la investigación solo se calcularon los valores de capacidad portante por corte, ya que desde el inicio fue el único alcance establecido.

En ese sentido en una segunda etapa se puede complementar con el calculo de la capacidad por asentamiento, para lo cual se deben de obtener otras propiedades que deben ser halladas con ensayos mucho mas especializados de campo como ensayos geofísicos.

También para la verificación del aumento de humedad en épocas de precipitaciones se podrían emplear sondeos verticales eléctricos, que podrían ayudar a complementar la caracterización geotécnica del área de estudio.

CONCLUSIONES

CONCLUSION GENERAL

- Se determinó la caracterización geotécnica, realizándose mapas donde se muestra la variación de las propiedades físicas y mecánicas en el terreno de estudio con fines de cimentación, el terreno presenta una heterogeneidad en sus propiedades.

CONCLUSION ESPECIFICA

- Se determinaron las propiedades físicas e índices existentes, en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz, en el año 2023, la zona de estudio está compuesta por un 28% de suelos granulares de simbología doble como gravas limosas y gravas arcillosas, luego por un 40% de suelos granulares con presencia de arcillas como son las gravas arcillosas, y 32% de suelos arenosos con presencia de arcilla como las arenas arcillosas. De acuerdo a los ensayos se encontró el contenido de humedad dentro de la zona de estudio varía desde el 14% hasta el 18% en una época de pocas precipitaciones pluviales dichos valores fueron plasmados en un mapa, con ayuda de los ensayos básicos, también se encontró el límite líquido con una variación de 21% al 35% y el índice de plasticidad también variando desde 6.2% hasta el 12% con estas propiedades físicas se puede conocer la existencia de arcillas que existe, otra propiedad determinada fue el peso específico encontrándose valores desde 1.812 tn/m^3 hasta 1.824 tn/m^3 dentro del área de estudio, todas las propiedades físicas determinadas fueron plasmados en mapas de caracterización donde se muestra sus variaciones dentro del terreno, estos mapas se podrán usar para futuras construcciones en áreas aun no intervenidas con fines de cimentación.
- Se determinó la influencia de las propiedades mecánicas: cohesión, ángulo de fricción y la capacidad portante, la propiedad de la cohesión presentó una variación con valores que van desde 6.17 KPa hasta 9.76 KPa presentándose en calicatas con mayor contenido de finos, de igual modo el ángulo de

fricción presenta valores característicos de los tipos de suelos encontrados que van desde 26.9° hasta 28.8° , con estas propiedades se pudo calcular la capacidad portante por corte, empleando dos métodos el primero el de Terzaghi y el segundo establecido en la norma E050 suelos y cimentaciones, de los resultados encontrados se optó por escoger los valores más desfavorables o más conservadores que solo el método de la norma E050 brinda ya que la zona de estudio al estar compuesto por gravas y arenas de acuerdo a la norma son suelos friccionantes en ese caso ya no se toma en cuenta el aporte de la cohesión, haciendo que los valores de capacidad disminuyan considerablemente, la capacidad portante por corte fue calculada para cuatro casos donde varia la profundidad de cimentación y el ancho de la zapata, se encontró una variación en los resultados y dichas variaciones fueron plasmadas en los mapas de caracterización respectivas, también podrán ser usadas para futuras construcciones en áreas aun no intervenidas con fines de cimentaciones, dependiendo el tipo de estructura que deseen construir.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar futuras investigaciones, mediante ensayos geofísicos para poder determinar propiedades estáticas y dinámicas para plasmarlos en un mapa donde se pueda apreciar la variación de estas y continuar con la caracterización geotécnica con fines de cimentación del campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz.
- Se recomienda complementar los resultados de las propiedades físicas e índice durante épocas con mayores precipitaciones pluviales, para poder verificar la variación de estas en distintas épocas del año, del mismo modo en una segunda etapa, se debe de investigar las zonas aledañas al área de estudio, para poder verificar la continuidad de las propiedades físicas obtenidas.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones como interacción suelo estructura, con las propiedades mecánicas obtenidas en la presente investigación, así como completar el estudio con el cálculo de la capacidad por asentamiento y obtención de la capacidad admisible según la normativa vigente, estos últimos también plasmado en un mapa.

REFERENCIAS

- Acevedo A. et al (2020). *Seismic risk assessment for the residential buildings of the major three cities in Colombia: Bogota , Medellín, and Cali*. Earthquake Spectra. Vol(36), 2020: 298-320.
<https://doi.org/10.1177/8755293020942537>.
- Avilés, O. y Gamarra, F. (2021). *Zonificación geotécnica del centro poblado de Pichari, distrito de Pichari, provincia de la Convención – Cusco*. [Trabajo de Grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5648>
- Condori, E. (2022). *Zonificación geotécnica para el diseño de cimentación superficial en la urbanización Villa los Triunfadores Caracoto – Puno 2021*. [Trabajo de Grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Digital Institucional
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87520>.
- Córdova, L. y Sánchez, J. (2019). *Zonificación geotécnica de los suelos de asentamiento urbano con fines de cimentación en el distrito de Samanco – provincia del Santa - departamento Ancash*. [Trabajo de Grado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Registro Nacional de Trabajo de Investigacion
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2870518>
- Córdova, Y. y Montalván, C. (2017). *Zonificación geotécnica del barrio centro del distrito de Picota, provincia Picota - región San Martín*. [Trabajo de Grado, Universidad Nacional de San Martin - Tarapoto]. Repositorio Institucional
<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2724>

- Guettouche, A. (2021). *Geotechnical Valorization of the Berhoum Area (Algeria) Geological Map for Preparing a Geotechnical Map for Construction*. Environmental Science and Engineering, pp. 227-231. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85106163374&doi=10.1007%2f978-3-030-51210-1_38&partnerID=40&m.
- Khan, M. (2021). *Geotechnical property modeling and construction safety zoning based on gis and bim integration*. Applied Sciences (Switzerland). 11 (9), art. no. 4004, . Cited 17 times. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85105736163&doi=10.3390%2fapp11094004&partnerID=40&md5=9674d>.
- Livia, P. (2019). *Caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica de la ciudad de San Juan Pampa, distrito de Yanacancha, provincia de Pasco, región Pasco – 2019*. [Trabajo de Grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion]. Repositorio Institucional UNDAC <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1537>
- Matsuzaki, S. et al (2014). *Evaluation of seismic vulnerability of buildings based on damage survey data from the 2007 Pisco, Peru earthquake*. Journal of Disaster Research, 9 (6), pp. 1050-1058. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84914146691&doi=10.20965%2fjdr.2014.p1050&partnerID=40&md5=1f2>.
- Juarez, M. et al (2016). *Zonificación geotécnica del subsuelo del Valle de México*. Revista Ingeniería Investigación y Tecnología, volumen XVII (número 3), páginas 297-308. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432016000300297&script=sci_abstract&tlng=pt

- López, L. y Robayo, F. (2007). *Zonificación geotécnica preliminar del casco urbano del municipio de Barrancabermeja, Santander*. [Trabajo de Grado, Universidad de La Salle]. Ciencia Unisalle
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/205/
- Palacio, O. et al (2021). *Zonificación geotécnica de los suelos de la ciudad de Valledupar mediante utilización de un SIG*. Revista Politécnica ISSN 1900-2351, Numero 13, páginas 109-119.
<http://dx.doi.org/10.33571/rpolitec.v17n33a9>.
- Quispe, E. (2020). *Zonificación geotécnica del casco monumental del distrito de Yanaoca – provincia de Canas – Cusco*. [Trabajo de Grado, Universidad Andina de Cusco]. Repositorio Universidad Andina de Cusco
<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3834>.
- Sreejaya K.P. et al (2022). *Seismic hazard map of India and neighbouring regions».Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. Vol(163), 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2022.107505>.
- Zambrano, V. et al (2021). *Caracterización geotécnica de los suelos de la ciudad de Calceta en la provincia de Manabí*. Revista Polo del Conocimiento, Edición N°61 , páginas 77-90. DOI: <http://10.23857/pc.v6i8.2926>.

APÉNDICE

Matriz de consistencia del Informa Final de Tesis.

ANEXO 9A
MODELO DE MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
MATRIZ DE CONSISTENCIA – PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>1. INTERROGANTE PRINCIPAL</p> <p>¿De qué manera influye la caracterización geotécnica en las cimentaciones en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz?</p> <p>2. INTERROGANTES ESPECÍFICAS</p> <p>a) ¿De qué manera influyen las propiedades físicas de los suelos en la caracterización geotécnica con fines de cimentación en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz?</p> <p>b) ¿Como influyen las propiedades mecánicas en la caracterización geotécnica con fines de cimentación en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz?</p>	<p>1. OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la caracterización geotécnica con fines de cimentación del campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz</p> <p>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Determinar las propiedades físicas e índice de los suelos existentes en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz.</p> <p>b) Determinar las propiedades mecánicas de los tipos de suelos existentes en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz</p>	<p>1. HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La caracterización geotécnica influye en las cimentaciones del campus de la universidad Cesar Vallejo filial Huaraz.</p> <p>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) Las propiedades físicas de los suelos si influyen en la caracterización geotecnia con fines de cimentación en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz</p> <p>b) Las propiedades mecánicas inciden en la caracterización geotécnica con fines de cimentación en el campus de la universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz</p>	<p>1. HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Variable : Caracterización Geotécnica</p> <p>(Y) Y1. Propiedades Físicas.</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contenido de Humedad - Peso Unitario de Suelos - Índice de Plasticidad - Tipo de suelos: SUCS <p>(Y) Y2. Propiedades Mecánicas.</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cohesión - Angulo de Fricción - Capacidad Portante <p>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>(Y) Y1. Propiedades Físicas.</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contenido de Humedad - Peso Unitario de Suelos - Índice de Plasticidad - Tipo de suelos: SUCS <p>(Y) Y2. Propiedades Mecánicas.</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cohesión - Angulo de Fricción - Capacidad Portante 	<p>- Tipo de investigación Básica Descriptiva</p> <p>- Diseño de la investigación - No Experimental / Transversal</p> <p>- Ámbito de estudio: el ámbito de estudio es el terreno adquirido por la universidad Cesar Vallejo, ubicada en la zona del Pinar, del distrito de independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash. El área del proyecto es 15 mil m².</p> <p>- Población Se estudiarán los suelos donde se construirá el campus de la universidad Cesar Vallejo</p> <p>- Muestra La muestra no probabilística corresponderá a los suelos extraídos a una profundidad de 3.0 m de 20 calicatas, de acuerdo a la norma E050 suelos y cimentaciones.</p> <p>- Técnicas de recolección de datos - Observación / diario de campo. - Entrevista a pobladores vecinos.</p> <p>- Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fichas de recolección de datos de campo. • Fichas de Recolección de datos de laboratorio. • Equipo DPL para ensayo de campo • Equipo de Corte Directo. • Equipo Triaxial.
<p>Relevancia de la investigación CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN PARA INFRAESTRUCTURAS CIVILES</p>				

Instrumentos Utilizados

Instrumento Utilizado para la medición del contenido de humedad de las muestras.

CONTENIDO DE HUMEDAD																																			
<i>(NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019))</i>																																			
SOLICITA	: BACH. RUBEN DARIO ARANDA LEIVA																																		
PROYECTO	: "CARACTERIZACION GEOTECNICA CON FINES DE CIMENTACION DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL HUARAZ".																																		
CALICATA : C-01	PROFUNDIDAD : 3.00 mts.																																		
MUESTRA : Mab .01	FECHA : Enero del 2023																																		
<table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">CALICATA</th> <th colspan="2">: C-01</th> </tr> <tr> <th>MUESTRA</th> <th colspan="2">: Mab .01</th> </tr> <tr> <th>PROFUNDIDAD (m)</th> <th colspan="2">: 3.00 mts.</th> </tr> <tr> <th>FRASCO N°</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> </tr> <tr> <td>(1) Pfr + P.S.H. (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(2) Pfr+ P.S.S. (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(3) Pagua (gr) (1) - (2)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(4) Pfr (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(6) C. Humedad (3) / (5)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD PRO</td> <td></td> <td></td> </tr> </thead> </table>			CALICATA	: C-01		MUESTRA	: Mab .01		PROFUNDIDAD (m)	: 3.00 mts.		FRASCO N°	1	2	(1) Pfr + P.S.H. (gr)			(2) Pfr+ P.S.S. (gr)			(3) Pagua (gr) (1) - (2)			(4) Pfr (gr)			(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)			(6) C. Humedad (3) / (5)			CONTENIDO DE HUMEDAD PRO		
CALICATA	: C-01																																		
MUESTRA	: Mab .01																																		
PROFUNDIDAD (m)	: 3.00 mts.																																		
FRASCO N°	1	2																																	
(1) Pfr + P.S.H. (gr)																																			
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)																																			
(3) Pagua (gr) (1) - (2)																																			
(4) Pfr (gr)																																			
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)																																			
(6) C. Humedad (3) / (5)																																			
CONTENIDO DE HUMEDAD PRO																																			
Nota:	Pfr = Peso del frasco P.S.H. = Peso del suelo húmedo P.S.S. = Peso del suelo seco Pagua = Peso del agua																																		

Instrumento Utilizado para el análisis granulométrico por tamizado de las muestras.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
<i>(NTP 339.128 - 1999 (Revisada el 2019))</i>					
SOLICITA : BACH. RUBEN DARIO ARANDA LEIVA					
PROYECTO : "CARACTERIZACION GEOTECNICA CON FINES DE CIMENTACION DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL HUARAZ".					
CALICATA : C-01			PROFUNDIDAD : 3.00 mts.		
MUESTRA : Mab .01			FECHA : Enero del 2023		

PESO INICIAL SECO :		grs	% QUE PASA MALLA No 200 :		100.00
PESO LAVADO SECO :		grs	% RETENIDO MALLA 3" :		0.00
PESO DE FRACCION :		grs			
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200				
2"	50.800				
1 ½"	38.100				
1"	25.400				
¾"	19.050				
⅜"	9.525				
No 4	4.760				
No 8	2.380				
No 10	2.000				
No 16	1.190				
Nº 20	0.840				
No 30	0.590				
No 40	0.425				
No 50	0.297				
No 60	0.260				
No 100	0.149				
No 140	0.106				
No 200	0.074				
> No 200	0.000				
TOTAL					

Resumen de datos	
% que pasa N° 3	
% que pasa N° 4	
% que pasa N°200	
L.L.	
L.P.	
I.P.	
D10	
D30	
D50	
D60	
Cu	
Cc	
w (%)	
GRAVA (%)	
ARENA (%)	
FINOS (%)	

GRAVA	ARENA	FINOS
-------	-------	-------

Abertura (mm)

Instrumento Utilizado para el análisis de límites de consistencia de las muestras.

ENSAYO PARA LÍMITES DE CONSISTENCIA								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129 -1999 (revisada el 2019))								
SOLICITA : BACH. RUBEN DARIO ARANDA LEIVA								
PROYECTO : "CARACTERIZACION GEOTECNICA CON FINES DE CIMENTACION DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL HUARAZ".								
CALICATA : C-01				PROFUNDIDAD : 3.00 mts.				
MUESTRA : Mab .01				FECHA : Enero del 2023				
Ensayo	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			
Datos								
(1) Pfr + P.S.H. (gr)								
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)								
(3) Pagua (gr) (1) - (2)								
(4) Pfr (gr)								
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)								
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)								
N. De golpes								

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua

RESUMEN DE RESULTADOS

Limite Líquido (L.L.) = 0.00
Limite Plástico (L.P.) = 0.00
Indice Plasticidad (I.P.) = 0.00

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

N° de Golpes

