

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Estudio de suelos para la cimentación de un puente en el
Distrito de Villa Rica de la Provincia Oxapampa Departamento
de Pasco”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

AUTOR: Villon Gayoso, Wilfredo

ASESOR: Chiguala Contreras, Yasser Everet

HUÁNUCO – PERÚ

2023



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Transporte
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería del transporte

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47885785

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 18081080

Grado/Título: Maestro en ciencias económicas,
mención: proyectos de inversión

Código ORCID: 0000-0001-5877-9377

DATOS DE LOS JURADOS:

H

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Valdivieso Echevarría, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
2	Gómez Valles, Jhon Elio	Maestro en diseño y construcción de obras viales	45623860	0000-0001-6424-6032
3	Cárdenas Vega, José Antonio	Maestro en ciencias económicas, mención: gestión pública	42878755	0000-0003-2365-566X



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
Facultad de Ingeniería
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL
FILIAL LEONCIO PRADO

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Tingo María, siendo las 15:00... horas del día **sábado 22 de julio de 2023**, en el Aula 301-EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- | | |
|---|-------------------|
| • MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA | PRESIDENTE |
| • MG. JHON ELIO GÓMEZ VALLES | SECRETARIO |
| • MG. JOSÉ ANTONIO CARDENAS VEGA | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1573-2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CIMENTACIÓN DE UN PUENTE EN EL DISTRITO DE VILLA RICA DE LA PROVINCIA OXAPAMPA DEPARTAMENTO DE PASCO". presentado por el (la) Bachiller. **Wilfredo VILLON GAYOSO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado... por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 16... y cualitativo de Buena..... (Art. 47).

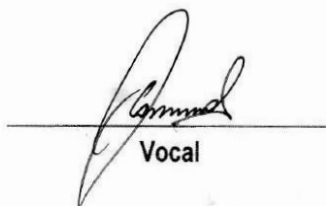
Siendo las 16:00... horas del día sábado 22 de julio de 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Mg. Ing Yasser Everet Chiguala Contreras, docente asesor de Tesis del Programa Académico de Ingeniería Civil y designado mediante RESOLUCIÓN N° 055-2023-D-FI-UDH de fecha 27 de enero de 2023 del Bachiller VILLON GAYOSO, Wilfredo, del Trabajo de Investigación TESIS titulada "ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CIMENTACIÓN DE UN PUENTE EN EL DISTRITO DE VILLA RICA DE LA PROVINCIA OXAPAMPA DEPARTAMENTO DE PASCO".

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 09% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin. Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Tingo María, 26 de julio del 2023.

Atentamente,

Mg. Ing. Yasser Everet Chiguala Contreras

Asesor

COD. ORCID: 0000-0001-5877-9377

DNI: 18081080

tercer envio

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	%	5%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	3%
2	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	2%
3	Franco, Jose Luis Calzada. "Planeamiento Estrategico para Agroforestal Selva Peruana S.A.C.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2021 Publicación	1%
4	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1%
5	CONSORCIO FICHTNER GMBH & CO. KG - CONSULTORIA Y DIRECCION DE PROYECTOS - CYDEP S.A.S.. "DIA del Proyecto Relleno Sanitario para el Distrito de Pozuzo, Provincia de Oxapampa, Departamento de Pasco-IGA0000132", R.D. N° 484-2014/DSB/DIGESA/SA, 2020 Publicación	<1%

Atentamente,



Mg. Ing. Yasser Everet Chiguala Contreras
Asesor
COD. ORCID: 0000-0001-5877-9377
DNI: 18081080

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre July porque siempre tiene las cosas perfectas que decir, me ayudó a convertirme en el profesional que soy hoy y me inspira a nunca rendirme, seguir adelante y lograr mis metas.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por enseñarme moralmente, por tener fe en mí y por recordarme constantemente que la mejor herencia que me pueden dar es mi educación.

A mi hermana Diana Vanessa, quien siempre ha sido mi mentora y quien generosamente ha compartido su experiencia y su amor infinito.

A mis primas y tías por sus consejos y ayuda constante, en especial a mi prima Graciela por su apoyo incondicional, cariño y por su asistencia económica a seguir adelante.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPITULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	14
1.3. OBJETIVOS	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.5.1. RESTRICCIONES PRESUPUESTARIAS	15
1.5.2. CONSIDERACIÓN DEL TIEMPO	15
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	16
CAPITULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	17
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	20
2.2. BASES TEÓRICAS	21
2.2.1. GEOLOGÍA DEL SUELO	21
2.2.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO	21
2.2.3. CALIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO.....	22

2.2.4. TIPOS DEL SUELO	22
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	24
2.3.1. CIMENTACIÓN.....	24
2.3.2. FORMACIONES GEOLÓGICAS	24
2.3.3. HUMEDAD NATURAL DEL SUELO	25
2.3.4. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO	25
2.3.5. CIMENTACIONES SUPERFICIALES.....	25
2.4. HIPÓTESIS	27
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	27
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	27
2.5. VARIABLES	27
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	27
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	27
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	28
CAPITULO III.....	29
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	29
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
3.1.1. ENFOQUE	29
3.1.2. ALCANCE	29
3.1.3. DISEÑO	29
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
3.2.1. POBLACIÓN	30
3.2.2. MUESTRA	30
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.3.1. TÉCNICAS.....	30
3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN	30
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	31
3.4.1. ANÁLISIS DE DATOS	31
3.4.2. PROCEDIMIENTOS	32
CAPITULO IV.....	33
RESULTADOS.....	33
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	33
4.1.1. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO	33

4.1.2. PERFIL ESTRATIFICO DEL SUELO.....	35
4.2. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL SUELO	36
4.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO	36
4.2.2. MECÁNICA DEL SUELO	37
4.3. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN	45
4.3.1. TIPO DE SUPERFICIE DE CIMENTACIÓN	45
4.3.2. DIMENSIONES Y PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA	45
4.4. CÁLCULO DE CAPACIDAD ADMISIBLE.....	46
4.4.1. TEORÍA DE TERZAGUI PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA DURANTE EL FALLO	46
4.5. TEORÍA DE MEYERHOF PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD ADMISIBLE ÚLTIMA	49
4.5.1. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CIMENTACIONES CORRIDAS	52
4.6. CAPACIDAD ADMISIBLE DE ZAPATAS CUADRADAS.....	52
4.7. ESTADO DEL SUELO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL	54
4.8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	56
4.9. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	56
4.9.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	56
4.9.2. HIPÓTESIS ESPECIFICO 1	57
4.9.3. HIPÓTESIS ESPECIFICO 2	57
CAPITULO V.....	58
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	58
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	28
Tabla 2 Información obtenida mediante análisis geotécnicos realizados en laboratorio	34
Tabla 3 Los resultados de una prueba de humedad del suelo	36
Tabla 4 Datos de Calicata 1 recogidos mediante un corte limpio.	37
Tabla 5 Datos de Calicata 2 recogidos mediante un corte limpio.	39
Tabla 6 Datos de Calicata 3 recogidos mediante un corte limpio.	40
Tabla 7 Datos de Calicata 4 recogidos mediante un corte limpio.	42
Tabla 8 Datos de Calicata 5 recogidos mediante un corte limpio.	43
Tabla 9 Valores para el análisis de la cimentación	45
Tabla 10 La Corte General de Cimentación compite contra Fallas.....	46
Tabla 11 La Corte local de Cimentación compite contra Fallas	47
Tabla 12 La Corte General de Cimentación compite contra Fallas.....	48
Tabla 13 La Corte local de Cimentación compite contra Fallas	49
Tabla 14 Cimiento corrido por método de Meyerhof	50
Tabla 15 Zapata cuadrada por método de Meyerhof	51
Tabla 16 Capacidad admisible de las zapatas corridas	52
Tabla 17 Capacidad admisible de las zapatas cuadradas	52
Tabla 18 Una visión general del suelo en la zona de estudio	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sección estratigráfica a través de los cinco Calicatas de prueba ...	35
Figura 2 Contenido de humedad para cada calicata.....	36
Figura 3 Calicata 1 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte....	38
Figura 4 Calicata 1 y estrato 2 curva de ajuste de tensión normal y corte....	38
Figura 5 Calicata 2 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte...39	
Figura 6 Calicata 2 y estrato 2 curva de ajuste de tensión normal y corte....40	
Figura 7 Calicata 3 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte....41	
Figura 8 Calicata 3 y estrato 2 curva de ajuste de tensión normal y corte....41	
Figura 9 Calicata 4 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte....42	
Figura 10 Calicata 4 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte.43	
Figura 11 Calicata 5 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte..44	
Figura 12 Calicata 4 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte.44	
Figura 13 Capacidad de carga admisible de la cimentación corrida	53
Figura 14 Capacidad de carga admisible de la cimentación corrida	54
Figura 16 Estado del suelo de cimentación	55

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo el mejorar la cimentación de un puente realizando un estudio que determine la capacidad optima admisible en el distrito de villa rica de la provincia Oxapampa departamento de pasco. Inicialmente, se identificó la zona donde se iba a realizar el trabajo de campo. A continuación, se colocaron estratégicamente fosas en las que se realizaron excavaciones para extraer las muestras. Por último, las muestras se llevaron al laboratorio de suelos para realizar las pruebas correspondientes y determinar las características geotécnicas y los parámetros de resistencia del suelo, procedimiento fundamental para definir la capacidad de carga admisible del suelo mediante la aplicación del método Meyerhof y Terzagui. La metodología empleada fue de carácter aplicada, con un nivel descriptivo y de diseño no experimental. Se emplearon técnicas y herramientas de observación directa, así como formularios de recogida de datos. Al concluir la investigación, se observó que, para la construcción de cimentaciones poco profundas, como las cimentaciones en franjas y las zapatas cuadradas, la teoría de Terzagui ofrece valores más conservadores que la teoría de Meyerhof. Los valores ofrecidos por la teoría de Terzagui se emplearán como resultado y para que los edificios de la región de estudio sean estructuralmente más seguros.

Palabras Clave: Estudio, suelos, cimentación, capacitación, puente.

ABSTRACT

The objective of this research is to improve the foundation of a bridge by carrying out a study to determine the optimum admissible capacity in the district of Villa Rica in the province of Oxapampa, department of Pasco. Initially, the area where the field work was to be carried out was identified. Next, pits were strategically placed in which excavations were made to extract the samples. Finally, the samples were taken to the soil laboratory to perform the corresponding tests and determine the geotechnical characteristics and soil strength parameters, a fundamental procedure for defining the admissible bearing capacity of the soil by applying the Meyerhof and Terzagui method. The methodology used was of an applied nature, with a descriptive level and non-experimental design. Direct observation techniques and tools were used, as well as data collection forms. At the conclusion of the research, it was observed that for the construction of shallow foundations, such as strip foundations and square footings, Terzagui's theory offers more conservative values than Meyerohf's theory. The values offered by Terzagui's theory will be used as a result and to make buildings in the study region structurally safer.

Keywords: Study, soils, foundation, training, bridge.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas latentes a los que se enfrentan las estructuras en Perú a nivel nacional es la escasez de investigaciones geotécnicas necesarias para realizar un estudio exhaustivo del suelo, un primer paso necesario para calcular la capacidad portante admisible del suelo. Este cálculo es crucial para determinar la cantidad de presión que se puede aplicar al suelo antes de que colapse. El proyecto de tesis denominado “estudio de suelos para la cimentación de un puente en el distrito de villa rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco”. Tiene como propósito de Mejorar la cimentación de un puente, realizando un estudio que determine la capacidad optima admisible, para garantizar que los futuros edificios de la zona de investigación sean estructuralmente más seguros, también se evaluará el estado del suelo en función de la capacidad portante de la región de estudio.

En el capítulo I se explica el problema de la investigación. Está causado por el rápido crecimiento de la población en el distrito comercial central de Yanag. Como consecuencia, han aparecido en la zona diversos edificios, como residencias, hoteles y tiendas, sin el debido análisis estructural porque se construyeron en zonas que no estaban diseñadas para la construcción de edificios.

En el capítulo II analiza el contexto histórico de investigaciones anteriores, el marco teórico en el que se basa nuestro estudio, las definiciones conceptuales, y concluye con las hipótesis del estudio, las variables y cómo se operacionalizaron en el marco de la investigación.

En el capítulo III detalla la metodología de la investigación, el tipo de investigación, el nivel y el diseño, así como la población y la muestra que deben tenerse en cuenta, los procedimientos e instrumentos de recogida de datos y los métodos de tratamiento y análisis de los datos de la investigación.

En el capítulo IV muestra los avances realizados en la investigación, incluidas las características geotécnicas, los parámetros de resistencia y la

capacidad portante admisible del suelo, así como el estado del suelo de cimentación aplicado al diseño de una cimentación poco profunda, para demostrar las afirmaciones realizadas en el estudio.

En el capítulo IV examina y analiza las conclusiones del capítulo 4, estableciendo conexiones con trabajos anteriores y ofreciendo nuevas teorías basadas en dichas conclusiones.

Las conclusiones del estudio, las recomendaciones y los apéndices constituirán la sección final.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día, debido al crecimiento de la población, se ha producido una importante expansión urbana. Con el tiempo, esto ha llevado al desarrollo de urbanizaciones, asentamientos humanos e invasiones, lo que ha dado lugar a la construcción masiva de edificios y proyectos de ingeniería. La mayoría de estos proyectos son de autoconstrucción, lo que significa que no cumplen con los parámetros de resistencia y características de diseño establecidos en las normas de construcción vigentes. Además, carecen de un análisis de suelos adecuado por falta de financiación. Las estructuras autoconstruidas, como las viviendas, son un componente que contribuye al problema porque la mayoría de ellas presentan síntomas de derrumbe catastrófico a los pocos años de uso, poniendo en peligro la vida de sus ocupantes. Además, la estructura puede fallar, agrietarse o asentarse debido al tipo de suelo. Por esta razón, es crucial realizar un estudio del suelo, ya que permite determinar la capacidad portante del suelo, lo que es crucial para comprender la presión máxima que puede soportar el suelo antes de colapsar bajo cargas estáticas y dinámicas.

Actualmente, el Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de Villa Rica de la provincia de Oxapampa del departamento de pasco se distingue por su reciente expansión económica y su mayor crecimiento demográfico, que han permitido a la zona albergar diversas estructuras, como hoteles, restaurantes, residencias, empresas y diferentes proyectos de ingeniería. Considerados como suelos de baja capacidad portante que pueden provocar el colapso de la estructura, y actualmente existen muchos edificios en los que no se ha realizado un buen estudio de suelos, que se construyeron sin la asistencia técnica de un profesional en lugares no aptos para la construcción de viviendas y otros. considerados como suelos de baja capacidad portante, que pueden provocar el colapso de un edificio, con las consiguientes pérdidas económicas y, en el peor de los casos, la pérdida de la vida de sus ocupantes. Puesto que unos cimientos decentes son el primer paso para establecer una

infraestructura robusta y segura, es fundamental destacar que unos cimientos bien contruidos mantienen a salvo a los ocupantes de una casa.

Teniendo en cuenta esta cuestión, la presente investigación se llevó a cabo en el distrito de villa Rica utilizando los diferentes métodos para el estudio de cimentaciones poco profundas, basándose en un estudio comparativo de la capacidad portante, con el fin de informar a la población sobre el estado y el tipo de suelo sobre el que se construirán sus edificios. Para definir la capacidad aplicada al de cimentaciones superficiales en función de las características físicas y mecánicas del suelo. A partir de ahí, determinar el tipo de cimentación superficial que debe utilizarse ya que este valor es muy importante. Su finalidad es informar a la población sobre el estado y el tipo de suelo sobre el que se van a construir sus edificios.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Como se podrá mejorar la cimentación de un puente en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

- ✓ ¿Qué papel juegan las características geotécnicas y los parámetros de resistencia del suelo en la determinación de la capacidad de carga admisible para el diseño de cimentaciones superficiales en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco?
- ✓ ¿Cuál es la calidad del suelo para fines de cimentación superficial, en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar la cimentación de un puente realizando un estudio que determine la capacidad optima admisible enel distrito de villa rica de laprovincia Oxapampa departamento de pasco.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Describir las características geotécnicas y métricas de resistencia del suelo del distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco.
- ✓ Evaluar la calidad del suelo para cimentaciones superficiales, en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La indagación se centró en la idea de realizar un estudio de suelos aplicada para las cimentaciones en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de pasco. Debido al reciente y rápido aumento de la población de la región, que ha permitido que se levanten edificios de manera antitécnica sin una investigación suficiente del suelo, esta investigación se enfoca en tener las mejores estructuras posibles. El objetivo de este proyecto de investigación es educar al público en general sobre la necesidad de realizar un estudio geotécnico antes de iniciar cualquier obra de construcción, ya que ayudará a determinar las cuantificaciones de resistencia del suelo, que son cruciales para determinar posteriormente la capacidad portante del suelo y, en última instancia, su seguridad. Los edificios se construirán con medidas de seguridad que beneficien a los ocupantes basándose en las investigaciones realizadas y las conclusiones obtenidas.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. RESTRICCIONES PRESUPUESTARIAS

La capacidad de carga aceptable de la superficie de la cimentación se determinó utilizando ningún otro procedimiento.

1.5.2. CONSIDERACIÓN DEL TIEMPO

Dado que la investigación es exhaustiva, se necesita tiempo suficiente.

Distrito de Villa Rica de la provincia de Oxapampa departamento de Pasco, no se tiene antecedentes de realización de análisis de suelo para establecer la capacidad portante del terreno con fines de cimentación superficial.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio es viable porque se cuenta de los recursos financieros y materiales necesarios para llevar a cabo los experimentos incluidos en el proyecto. Además, esta investigación se benefició de la experiencia de un ingeniero de suelos.

La investigación se basó en los conocimientos ya disponibles en libros, revistas, tesis y páginas de Internet sobre el estudio para aplicaciones de cimentaciones poco profundas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Los autores Yuan et al. (2022), en su artículo de investigación titulado “Influencia de la profundidad del agua subterránea en las propiedades mecánicas del pilote y el suelo y las características fractales bajo carga cíclica” analizan el comportamiento del suelo y de la cimentación en cuanto lo pilotes marinos que están expuestos a cargas laterales (vientos). La durabilidad del suelo se ve afectada por las fluctuaciones del agua del suelo. Los autores realizaron una serie de pruebas para investigar el comportamiento del suelo bajo las cargas cíclicas unidireccionales en base de turbina eólica. También analizaron la influencia del nivel freático sobre el comportamiento del suelo. Durante el proceso de la prueba y utilizaron la metodología de velocímetro de imágenes de partículas para poder visualizar todos los movimientos de las partículas del suelo, que registran el campo de corte del suelo bajo. Los resultados demostraron que los principales determinantes de la interacción pilote-suelo son las circunstancias de carga cíclica y la profundidad a las aguas subterráneas. En todos los grupos de prueba, la rigidez cíclica del suelo aumentó a medida que avanzaba la carga; sin embargo, a medida que aumentaba la carga cíclica, la rigidez inicial y cíclica disminuía. El suelo seco tenía una mayor rigidez inicial y cíclica que el suelo húmedo, pero también era menos rígido que el suelo no saturado. (p.1)

Zhu et al. (2018), en su trabajo de investigación “estudio experimental sobre las iteraciones piloto lateral – suelo de cimentaciones tipo jacket con pilotes tetrápodos en alta mar en arena”. Las cimentaciones sobre pilotes tetrápodos (TPJ, por sus siglas en inglés) han mostrado recientemente un gran potencial en desarrollos marinos

desde que la potencia de los aerogeneradores marinos y la profundidad del agua han aumentado. Este trabajo describe una serie de ensayos de centrifugación para investigar el comportamiento de carga lateral de cimentaciones TPJ en arena, examinando meticulosamente las respuestas globales de carga-desplazamiento de la cimentación, la resistencia del suelo y las fuerzas internas sobre o dentro de pilotes individuales. De acuerdo con los resultados de las pruebas, cargar la cimentación TPJ lateralmente de forma diagonal en lugar de ortogonal aumenta la probabilidad de que los pilotes de la fila posterior se arranquen. La resistencia lateral del suelo por unidad de longitud del pilote de la hilera trasera es aproximadamente el 60% de la del pilote de la hilera delantera y el 40 % en la carga de diagonal. (pp.2-5)

Los autores Zhang et al. (2019), en su artículo de investigación titulado “el análisis del efecto mecánico de descarga de la estructura de retención del pozo de cimentación profunda en suelo blando” enfatizan que la ecología se ve fácilmente afectada por el diminuto tamaño y las complejas condiciones de la obra de construcción de la fosa de cimentación a gran escala. Además, debido a la superficie irregular, es vulnerable al agrietamiento o posible derrumbe de los edificios circundantes. Las calzadas circundantes están fracturadas y la red oficial de bajo rango que rodea la fosa de cimentación se ve fácilmente dañada. Muchos problemas. Además, el suelo blando tiene una baja resistencia, un alto contenido de agua, una alta compresibilidad y una capacidad portante ínfima. Posee características estructurales y reológicas sorprendentes, lo que hace cada vez más difícil garantizar la estabilidad y seguridad de la ingeniería de fosos de cimentación de suelo blando. El objeto de investigación de este artículo es la ingeniería de fosos de cimentación profunda de suelos blandos, que predice y controla la deformación de fosos de cimentación profunda de suelos ultra blandos. Se exploran la resistencia y la ley de deformación de la descarga del suelo, junto con las características mecánicas del proceso. Con el fin de garantizar la seguridad y la estabilidad a largo plazo de la construcción de ingeniería subterránea significativa, el modelo constitutivo real y los

parámetros del suelo se simulan numéricamente mediante el método de elementos finitos. Esto refleja objetivamente el estado mecánico del suelo de descarga de la excavación del pozo de cimentación. (pp.1-3)

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Lo autores de la Cruz Vega et al. (2022), en su trabajo de investigación “características *geomecánicas del suelo de relleno controlado para cimientos Pucallpa – Perú*” hacen estudio debido al crecimiento demográfico de la ciudad de Pucallpa, ya que cada vez son más los proyectos que se ven obligados a realizarse sobre suelos complejos que antes eran rechazados por sus cualidades indeseables. Fruto de la variabilidad de estos materiales, las cimentaciones sobre rellenos no gestionados presentan retos muy importantes, provocando daños y limitando la vida útil de estos edificios. El objetivo de esta investigación experimental fue investigar las características mecánicas de los suelos de relleno controlados para cimientos mediante pruebas de laboratorio. Se utilizaron investigaciones y análisis estadísticos utilizando la aplicación Microsoft Excel. siguientes resultados: se elaboró el tamaño de partícula, la clasificación SUCS "SC (arena arcillosa)" y la clasificación AAHSTO "A-7-6 (suelos arcillosos)". el ángulo de fricción fue de $25,01^\circ$ y la cohesión fue de $0,00 \text{ kg cm}^{-2}$ debido a la resistencia al corte. en un 100% CBR del MDS que va desde 14,00% a 0,1". La información anterior sugiere que las cualidades geomecánicas del suelo de relleno controlado, o la subrasante del terreno según el MTC, son materiales apropiados para las cimentaciones en la ciudad de Pucallpa ya que tienen mejores capacidades físicas y mecánicas. (p.33)

Vasquez et al. (2021), en su proyecto de investigación “*análisis de suelos para la ejecución de cimientos*” enfatizan que realizar un análisis adecuado del suelo, o llevar a cabo pruebas que revelen las características físicas y químicas del terreno donde se ejecutará el proyecto, es la tarea primordial que conlleva la construcción de una cimentación. Además, se trata de identificar la presencia de cloro, sulfatos, el nivel de acidez y, por último, su composición estratigráfica, o

las características de sus estratos profundos. Por lo tanto, es muy posible que la estructura falle si no se realiza este análisis del suelo. Por lo tanto, basándose en los resultados, se puede concluir que el análisis del suelo para los cimientos es crucial para el diseño de un proyecto de construcción. Dado que todas las cargas se transferirán al suelo a través de los cimientos u otras modificaciones, esto ayuda a mejorar el suelo y, si es necesario y si los resultados de las pruebas de laboratorio lo respaldan, a aumentar su capacidad portante. (p.22)

La Cruz Vega Sleyther Arturo et al. (2022), en su trabajo de investigación “*estudio de mecánica de suelos*” exponen que reconocer el tipo de suelo es crucial, ya que cada uno tiene propiedades únicas, como la alta porosidad de las gravas, la alta capilaridad de las arenas, la idoneidad de los limos para la compactación y la impermeabilidad de las arcillas. El suelo puede clasificarse según las normas SUCS o AASHTO gracias a estudios como la granulometría, el análisis de humedad y los perfiles estratigráficos. La granulometría determina la cantidad de agua presente en las partículas y permite estimar su tamaño. El límite líquido y el límite plástico permiten determinar si algo tiene cualidades moldeables. El tipo de cemento que debe utilizarse puede determinarse por la presencia de sales solubles, el ensayo proctor puede proporcionar características de compactación como el peso específico en seco y el nivel de humedad ideal, y el ensayo de cizallamiento directo puede revelar el ángulo de fricción interna y la cohesión existentes en el suelo. El objetivo del estudio de suelos es recopilar la información necesaria para llevar a cabo diseños de obras de ingeniería, identificar las características del suelo y prever cualquier problema en el futuro y determinar los ajustes constructivos más adecuados. (p.48 -50)

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

No se han registrado antecedentes en nuestra ciudad, relacionado Estudio de suelos para la cimentación de un puente en el Distrito de Villa Rica de la Provincia Oxapampa Departamento de Pasco.

2.2. BASES TEÓRICAS

Según los autores Libohova et al. (2018) indican que las bases teóricas son las perspectivas, investigaciones y antecedentes en general, que se consideran válidos para el correcto encuadre del estudio, acerca de estudio del suelo para la cimentación.

2.2.1. GEOLOGÍA DEL SUELO

Rodrigo-Comino et al. (2018) enfatizan que, en geología, el suelo se describe a veces como un sistema estructurado con características biológicamente activas que surge en la capa más expuesta de la corteza terrestre. La desintegración mecánica o meteorización de las rocas ya sea por frío, calor, lluvia, oxidaciones o hidrataciones- es uno de los pasos que intervienen en la creación del suelo. En este proceso, la roca se desintegra gradualmente con los fragmentos de roca se combinan residuos orgánicos como heces, criaturas muertas o en descomposición, restos de plantas, en fase de descomposición, restos vegetales, así como la instalación de organismos vivos en los sustratos orgánicos, por lo que éstos favorecen el enriquecimiento del sustrato. La estratificación de todos estos componentes a lo largo del tiempo conduce a la creación del suelo. (p.115)

2.2.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Según Moreno-Maroto et al. (2021), expone que, para su categorización granulométrica, los suelos se dividen en cuatro componentes: gravas, arenas, arcillas y limos, en función del tamaño de las partículas constituyentes, o granulometría o diámetro. Las partículas con diámetros superiores a 2 mm se denominan gravas; las partículas con diámetros comprendidos entre 0,05 y 2 mm se denominan arenas; las partículas con diámetros comprendidos entre 0,002 y 0,05 mm se denominan limos; y las partículas con diámetros inferiores a 2 mm se denominan arcillas. Todas y cada una de las partículas con un diámetro inferior a 0,002 mm. En consecuencia, la textura del suelo, así como sus cualidades físicas, químicas y químicas, vienen determinadas por las

cantidades o porcentajes relativos de cada una de las partículas minerales.

Para participar en la toma de decisiones de la clase política en los proyectos de desarrollo agrícola, la clasificación es una herramienta crucial para comprender las potencialidades, posibilidades y limitaciones de los distintos tipos de suelo. También se conoce como génesis del suelo y es un componente de la edafología, que estudia los procesos y componentes que intervienen en la formación del suelo. También abarca la descripción y el análisis de los perfiles del suelo. La cartografía del suelo es la descripción e interpretación de los perfiles, cuerpos y patrones del suelo en la superficie terrestre. En términos generales, se considera el estudio de la formación del suelo en la corteza terrestre. (Rossiter, 2021)

2.2.3. CALIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO

Los autores Bünemann et al., (2018), exponen que la calidad del suelo tiene la capacidad de generar o ser utilizado sin que se degrade o pierda su capacidad de realizar servicios medioambientales que corresponde a la capacidad del recurso para desempeñar sus funciones de forma sostenible sin deterioro o pérdida de sus funciones ambientales. Por ello, es fundamental concentrar los esfuerzos en comprender la dinámica de los macroinvertebrados del suelo para ofrecer estrategias de uso sostenible del suelo que garanticen la sostenibilidad de la producción agrícola.

2.2.4. TIPOS DEL SUELO

Según los autores Ramírez et al. (2020) indican que un sistema de clasificación de suelos ofrece un vocabulario común para transmitir sucintamente los rasgos fundamentales de los suelos, que son infinitamente diversos y carecen de una clasificación única. Sin una descripción completa, enunciar brevemente las propiedades generales de los suelos, que son infinitamente variables. Descripción; implica clasificar y agrupar los suelos con aquellos que comparten características mecánicas, hidráulicas y físicas comparables.

2.2.4.1. SUELO GRANULARES

Yao et al. (2018) señalan que los suelos granulares o no cohesivos no suelen cohesionarse debido al tamaño relativamente elevado de sus partículas. Los suelos granulares más conocidos son la grava y la arena, mientras que algunos sistemas de categorización también incluyen como suelos granulares los limos con partículas de hasta 0,002 mm de diámetro. El análisis granulométrico se realizará por tamizado si el suelo contiene partículas mayores de 0,05 mm.

✓ Gravav

Son trozos de roca con partículas de más de 2 mm de diámetro. Cuando los ríos mueven las gravas, sus bordes se desgastan; como resultado, eligen una forma redondeada.

✓ Arenas

Con una granulometría comprendida entre 2 mm y 0,05 mm, los granos finos se producen cuando las rocas se rompen o se trituran artificialmente. Dado que ambos proceden del mismo lugar, su origen es comparable al de las gravas.

2.2.4.2. SUELOS COHESIVOS

Dado que la cohesividad, a diferencia del suelo granular, es su principal característica, el suelo cohesivo pertenece al grupo de las arcillas y los limos. En consecuencia, es más robusto porque contiene más arcilla, lo que hace que el suelo se consolide y reduzca la probabilidad de colapso. (Suhatrill et al., 2019)

La curva de distribución granulométrica puede determinarse igual que en el caso de los suelos granulares, con la salvedad de que en estas situaciones la curva granulométrica se determinará mediante un análisis hidrométrico, ya que las partículas de estos suelos tienden a ser extremadamente finas.

✓ **Limos**

De 0,05 mm a 0,005 mm de diámetro, u otro tamaño de partícula pequeño. Existen dos tipos de limos: los limos inorgánicos, que se encuentran en las canteras, y los limos orgánicos con propiedades plásticas, que se encuentran en los ríos.

✓ **Arcillas**

Las arcillas presentan partículas sólidas con una textura escamosa y un diámetro inferior a 0,005 mm. También presentan propiedades plásticas y se comprimen lentamente bajo tensión. Cuando se someten a una carga, se colapsan lentamente debido a sus cualidades plásticas.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. CIMENTACIÓN

Nouzari et al. (2021), expone que la expresión se refiere al "conjunto de elementos estructurales cuya finalidad es transmitir al suelo las cargas del edificio o de los elementos que soporta, repartiéndolas de forma que no sobrepasen su presión admisible ni provoquen cargas zonales". La superficie de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente mayor que la de los materiales soportados, ya que la resistencia del suelo suele ser menor que la de los pilares o muros que soportará menos en suelos rocosos muy coherentes.

2.3.2. FORMACIONES GEOLÓGICAS

Ribeiro et al. (2018), la tierra se formó hace unos 4.500 millones de años por un conjunto masivo de gases y restos cósmicos que, tras colisionar, se enfriaron gradualmente para dar lugar a lo que hoy se conoce como atmósfera, hidrosfera y litosfera, que, en términos prácticos, representan las partes gaseosa, líquida y sólida de la Tierra, respectivamente; por su parte, la sección sólida de la Tierra, o litosfera, está compuesta por minerales y rocas.

2.3.3. HUMEDAD NATURAL DEL SUELO

Los autores Berg y Sheffield, (2018), indican que la humedad natural es la proporción de agua con respecto a los sólidos en peso. la prueba para determinarla consistirá principalmente en calcular el peso de una muestra en su estado natural, o con su contenido de agua en la muestra en su estado natural, o con su contenido de agua lo menos alterado posible, y luego alterado lo más posible, y luego determinar el peso de la muestra una vez que esté completamente libre de agua. Para ello, la muestra debe someterse a una técnica que elimine completamente el agua de la misma. Debe quedar claro que la determinación del contenido de humedad de un suelo y las demás propiedades gravimétricas son procedimientos que deben realizarse exclusivamente en un laboratorio, ya que requieren el uso de herramientas y materiales que no pueden utilizarse sobre el terreno. En consecuencia, su exactitud y precisión dependerán de los factores, que en este caso podrían incluir, el tamaño del paquete. (Reich et al., 2018)

2.3.4. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO

Soldo et al. (2020), exponen que un estudio del comportamiento del suelo y su reacción a las cargas estáticas y dinámicas de un edificio mediante excursiones, estudios de campo, experimentos de laboratorio y análisis de gabinete. Debe considerarse obligatoriamente en el diseño: estructural y de soporte de las excavaciones y en toda la construcción del proyecto.

2.3.5. CIMENTACIONES SUPERFICIALES

Los autores Morales Curo, (2018) enfatizan que las zapatas concéntricas, las zapatas conectadas, las zapatas combinadas, las zapatas continuas y las losas de cimentación son ejemplos de cimentaciones poco profundas para suelos y aquellas cuya relación de profundidad de desplome D_f entre la anchura es inferior o igual a (5). La finalidad de estos componentes estructurales, que suelen ser cuadrados o rectangulares pero que a veces pueden ser circulares, es transportar

las cargas de la estructura hasta el suelo y, al mismo tiempo, repartirlas para garantizar que no superen la tensión admisible.

2.3.5.1. ZAPATAS CONCÉNTRICAS

Las zapatas concéntricas son losas cuadradas y rectangulares que actúan como cimientos de componentes estructurales verticales, ampliando así la superficie de apoyo hasta el punto en que el forjado puede soportar fácilmente la carga que le transmite. Como está destinada a soportar una sola columna o placa, se conoce como "zapata concéntrica", de ahí su nombre concéntrico se refiere a una columna o placa. (Paronesso y Lignos, 2022).

2.3.5.2. ZAPATAS CONTINUAS

Pueden ser utilizado cuando dos o más columnas están cerca; es decir, cuando sus zapatas concéntricas están muy cerca o incluso se superponen, es posible considerar una sola zapata y los efectos de los asentamientos diferenciales en el diseño de cimentaciones pueden despreciarse. la base debe ser firme en comparación con el suelo para que los asentamientos sean mínimos.

2.3.5.3. ZAPATA COMBINADA

Los autores Dąbkowski, (2021), enfatizan que una zapata compartida por dos o más pilares alineados constituye las zapatas combinadas. pilares rectos adicionales Cuando hay más capas y la capacidad permitida es menor, se utiliza esta forma de cimentación. Es muy baja, el número de capas aumenta y se necesitan zapatas de gran superficie, lo que hace que se solapen y que haya menos espacio entre pilares.

2.3.5.4. ZAPATA CONECTADA

“Son más utilizados que los combinados cuando se trata de reducir los asentamientos diferenciales y la excentricidad que se produce en la cimentación de pilares exteriores” (Xu et al., 2021).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Mediante la aplicación del estudio de un puente en el distrito de villa rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco. Se logro obtener la capacidad optima admisible.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Mediante la descripción de las características geotécnicas y métricas de resistencia del suelo. se logró la determinación de la capacidad de carga admisible para el diseño de cimentaciones superficiales en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco.

Mediante la evolución se logró la calidad del suelo para fines de cimentación superficial

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Capacidad óptima admisible

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Características del suelo

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la Tabla 1 se muestra los variables dependiente e independiente, las dimensiones, los indicadores y el instrumento aplicado.

Tabla 1
Operacionalización de variables

Tipo de variable	Dimensión	Indicadores	Instrumento
Variable dependiente: Capacidad óptima admisible	Enfoques del cálculo	- Enfoque Terzaqui - Enfoque de Meyerhof	Teoría de la capacidad óptima admisible
Variable independiente: Características del suelo	Características físicas del suelo	-Análisis de granulometría -Peso específico -Contenido de humedad	Prácticas de laboratorio

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

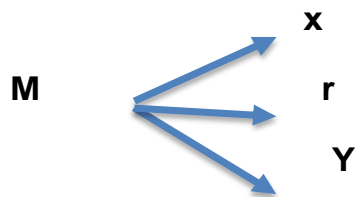
Se utilizó el enfoque cuantitativo porque se centró en la medición numérica, el conteo y, a veces, la aplicación de estadísticas. También la recopilación y análisis para examinar nociones preconcebidas y proporcionar conocimientos relacionados con la investigación.

3.1.2. ALCANCE

El nivel descriptivo pretende describir las características esenciales de cualquier fenómeno analizado. En otras palabras, y pretende medir los factores relevantes. Dado que su objetivo es identificar e investigar las propiedades geotécnicas y geológicas del suelo, el nivel de investigación es descriptivo.

3.1.3. DISEÑO

El diseño del trabajo de investigación es no experimental de tipo transeccional, ya que las propiedades geológicas y geotécnicas del suelo de la región de estudio no se alteraron para analizar la variable independiente.



Donde:

M: Muestra

x: Enfoques de Terzagui y Meyerhof

r: La correlación entre las variables dependientes e independientes

y: Capacidad óptima del suelo

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estará representada por la cantidad de muestras a examinar, que será la cantidad de pozos de exploración en este proyecto, de acuerdo con la cantidad de muestras de investigación, o la cantidad de pozos de excavación.

3.2.2. MUESTRA

Dado que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con la naturaleza de la investigación o los objetivos del investigador, la muestra se clasifica como muestra no probabilística.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS

Tomamos en consideración el uso de calicatas para explorar el suelo y realizar un reconocimiento de la superficie como estrategia de recogida de datos. Utilizando calicatas, realizar el reconocimiento de la superficie y la exploración del suelo mientras se revisa la bibliografía.

3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN

Utilizar hojas de cálculo y los formatos para las exploraciones de suelos que se utilizarán para su procesamiento en pruebas de laboratorio, como la clasificación de los suelos, contenido de humedad, análisis de granulometría, límite líquido y límite plástico, contenido de cloruro en suelos y aguas subterráneas, contenido total de sales solubles en suelos etc.

En teoría, una herramienta de recopilación de datos es cualquier instrumento que el investigador pueda emplear para acercarse al fenómeno y obtener datos de él. Los instrumentos de recolección de datos son los siguientes.

Equipo de laboratorio

- ✓ Copa de Casagrande
- ✓ Balanza
- ✓ Recipientes metálicos
- ✓ Tamices
- ✓ Materiales de vidrio

Materiales

- ✓ Bolsas de muestra
- ✓ Útiles de escritorio
- ✓ Tanque de agua
- ✓ Cajas de madera

Herramientas

- ✓ Barretas
- ✓ Palas
- ✓ Picos
- ✓ Sogas
- ✓ Alicates

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. ANÁLISIS DE DATOS

Para el proyecto de investigación de “estudio de suelos para la cimentación de un puente en el distrito de villa rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco”. Se realizó una visita sobre el terreno y se recopiló información que sirvió de base para las pruebas de laboratorio.

3.4.2. PROCEDIMIENTOS

Los datos recogidos durante los ensayos pueden evaluarse y representarse en figuras, que se muestran en la sección de resultados, utilizando el programa gratuito Microsoft Excel, que se utilizó para el tratamiento de los datos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO

Fue esencial realizar experimentos en el laboratorio de suelos para obtener las propiedades geotécnicas del suelo, comenzando con la excavación, extracción y análisis de muestras tomadas de un total de 5 fosas excavadas a una profundidad de 3,00 m y colocadas estratégicamente para los objetivos del estudio.

Los resultados de la prueba de análisis granulométrico para cada fosa de prueba se muestran en la Tabla 2, donde vemos que para E-01, el porcentaje de finos que pasan el tamiz No. 200 oscila entre 37.23% y 60.33%, el límite líquido oscila entre 32.50% y 36.80%, el límite plástico oscila entre 18.62% y 24.96%, y el límite global para las tres pruebas de consistencia está entre 32.50% y 36.80%. Asimismo, para el E-02 se muestra el estudio de limos inorgánicos, el porcentaje de límite de líquido, límite de plásticos, índice de plasticidad y peso específico de las cinco calicatas.

Tabla 2

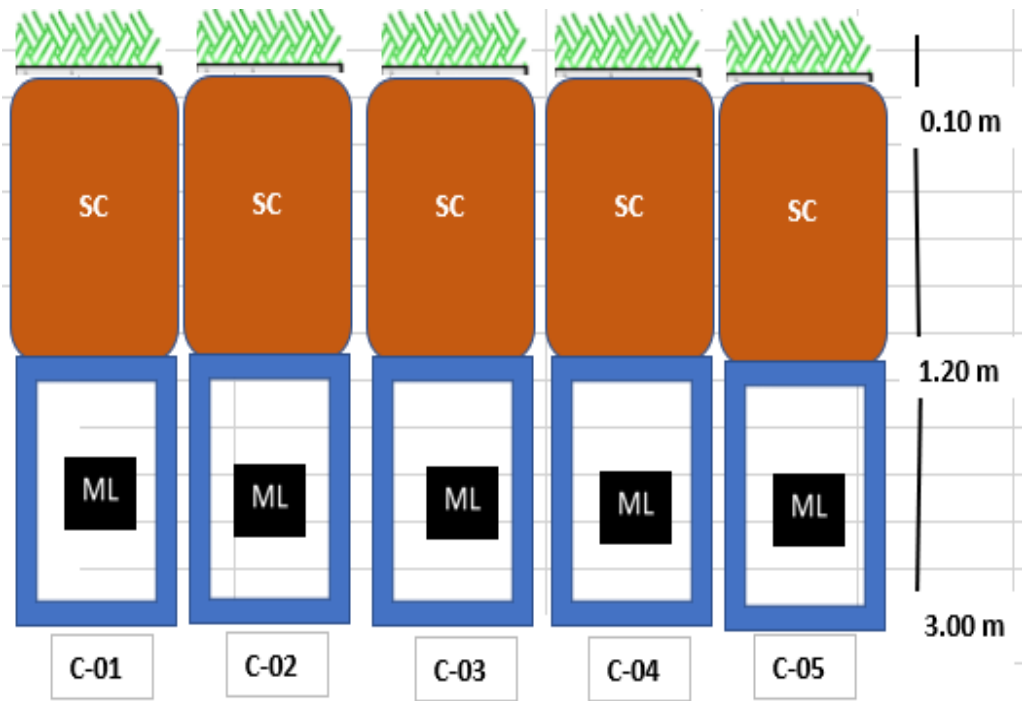
Información obtenida mediante análisis geotécnicos realizados en laboratorio

Descripcion	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	
profundidad (mts)		1.2	1.2	1.2	1.2	
GRANULOMETRIC O	% que pasa N° 4	88.77	90.97	86.2	85.07	82.9
	% que pasa N° 200	56.67	60.33	56.23	39.04	37.23
	clasificacion SUCS	SC	SC	SC	SC	SC
	descripcion del suelo	ARENAS ARCILLOSAS				
	gravas	11.23%	9.03%	13.80%	14.93%	17.10%
	arenas	30.10%	36.63%	29.97%	45.67%	45.67%
	finos	56.67%	60.33%	56.23%	39.40%	37.23%
limite liquido (%)	35.00%	36.80%	32.50%	34.32%	34.90%	
limite plastico	23.45%	24.96%	18.62%	19.69%	20.44%	
indice de plasticidad	11.55	11.84	13.88	14.63	14.46	
peso especifico(tn/m3)	1.812	1.803	1.838	1.798	1.813	
profundidad (mts)	3	3	3	3	3	
GRANULOMETRIC O	% que pasa N° 4	95.97	100	100	95.7	91.33
	% que pasa N° 200	30.07	22.53	22.53	33.5	28.63
	clasificacion SUCS	ML	ML	ML	ML	ML
	descripcion del suelo	LIMOS ORGANICOS				
	gravas	4.03%	0%	0%	4.30%	8.67%
	arenas	65.90%	77.47%	77.47%	62.20%	62.70%
	finos	30.07%	22.53%	22.53%	35.50%	28.63%
limite liquido (%)	30.80%	30.10%	31.10%	30.25%	32%	
limite plastico(%)	21.34%	21.60%	21.20%	22.33%	23.05%	
indice de plasticidad	9.46	8.5	9.9	7.92	8.95	
peso especifico(tn/m3)	1.712	1.703	1.71	1.698	1.684	

4.1.2. PERFIL ESTRATIFICO DEL SUELO

En geología y edafología, el concepto de descripción del perfil estratigráfico del suelo es crucial, ya que revela su estructura y composición. El suelo puede tener distintas capas o estratos en función de su edad, textura, composición química y otras características, y un perfil estratigráfico ilustra estas diferencias. Los tipos de suelo pueden clasificarse y comprenderse mejor mediante descripciones de los numerosos estratos presentes. La descripción del perfil estratigráfico también tiene aplicaciones en la construcción, la agricultura y la protección del medio ambiente. Hay muchos campos científicos y aplicados diferentes que se benefician enormemente de la investigación del perfil estratigráfico del suelo. (ver Figura 1)

Figura 1
Sección estratigráfica a través de los cinco Calicatas de prueba



4.2. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL SUELO

4.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

Los siguientes resultados de los atributos físicos del suelo se derivaron de la prueba de contenido de humedad. En la Tabla 3 se muestra profundidad y el contenido de la humedad de las 5 calicatas. De la misma manera en la Figura 2 se muestran los resultados del análisis del contenido de humedad de cada pozo de ensayo.

Tabla 3

Los resultados de una prueba de humedad del suelo

	DESCRIPCION	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
E-02	Profundidad (m)	3	3	3	3	3
	contenido de humedad(%)	3.28	3.15	3.08	2.91	2.84

Figura 2

Contenido de humedad para cada calicata



4.2.2. MECÁNICA DEL SUELO

Las características mecánicas del suelo se calcularon a partir del ensayo de cizallamiento directo, del que se puede deducir el valor del ángulo de fricción interna y la cohesión.

Tabla 4

Datos de Calicata 1 recogidos mediante un corte limpio

ESPECIMEN		I	II	III
	Esfuerzo normal	0.5	1	1.05
E-01	Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.327	0.523	0.687
	angulo de friccion interna		19.74	
	cohesion		0.14	
	Esfuerzo normal	0.5	1	1.5
E-02	Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.229	0.366	0.481
	angulo de friccion interna		14.13	
	cohesion(kg/cm ²)		0.10	

Considerando que el ángulo de rozamiento interno se obtuvo en función del coeficiente principal de la ecuación y la cohesión en función del término independiente, los valores 19,74° y 0,14 kg/cm² y 14,13° y 0,10 kg/cm² se muestran en la Figura 3 y 4 para la curva de tensión normal y tensión de cizallamiento, respectivamente, en la Tabla 4.

Figura 3

Calicata 1 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte

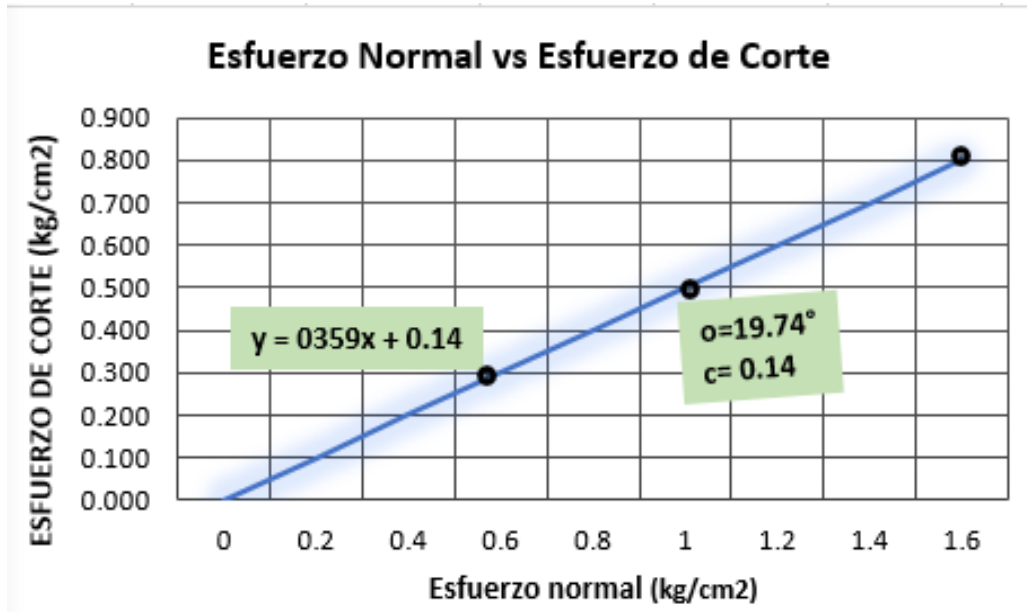
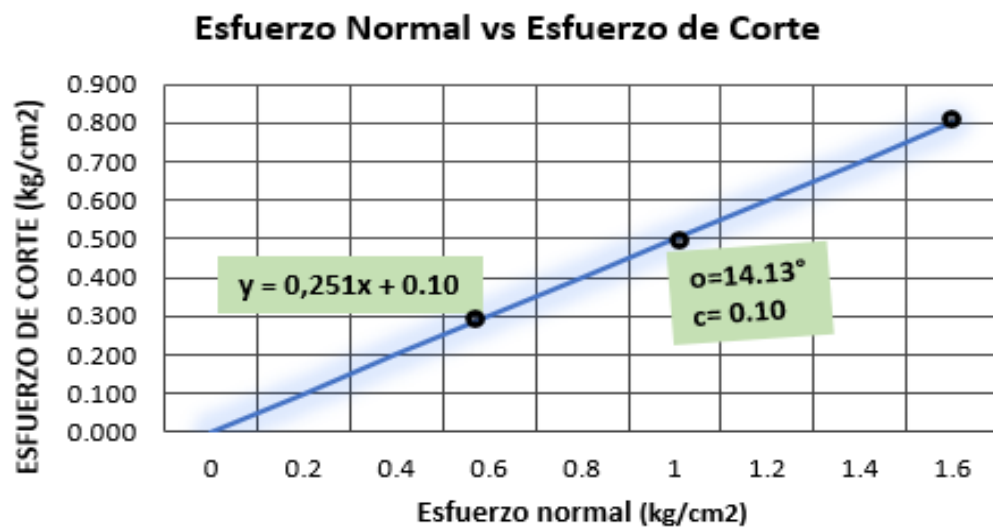


Figura 4

Calicata 1 y estrato 2 curva de ajuste de tensión normal y corte



Considerando que el ángulo de rozamiento interno se obtuvo en función del coeficiente principal de la ecuación y la cohesión en función del término independiente, las curvas de tensión normal y tensión de cizalladura se muestran en las Figuras 5 y 6, con valores de $20,30^\circ$ y $0,16$ kg/cm² y $14,84^\circ$ y $0,10$ kg/cm² respectivamente, como se muestra en la Tabla 5

Tabla 5

Datos de Calicata 2 recogidos mediante un corte limpio

ESPECIMEN		I	II	III	
	Esfuerzo normal		0.5	1	1.05
E-01	Esfuerzo de corte maximo (kg/cm2)	0.336	0.538	0.706	
	angulo de friccion interna			20.3	
	cohesion			0.16	
	Esfuerzo normal		0.5	1	1.5
E-02	Esfuerzo de corte maximo (kg/cm2)	0.241	0.386	0.506	
	angulo de friccion interna			14.84	
	cohesion(kg/cm2)			0.10	

Figura 5

Calicata 2 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte

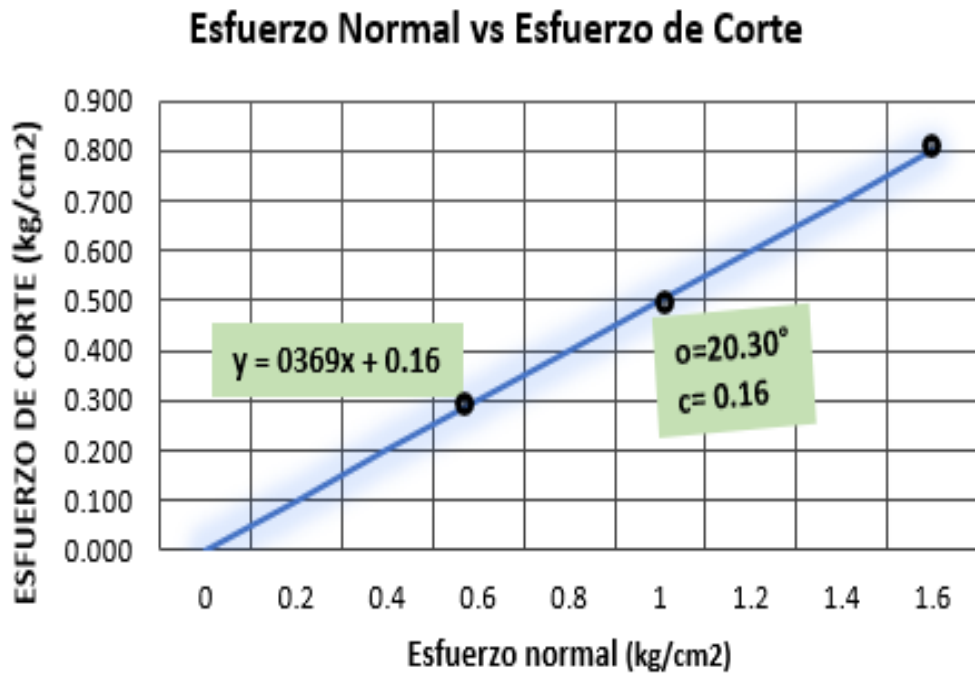
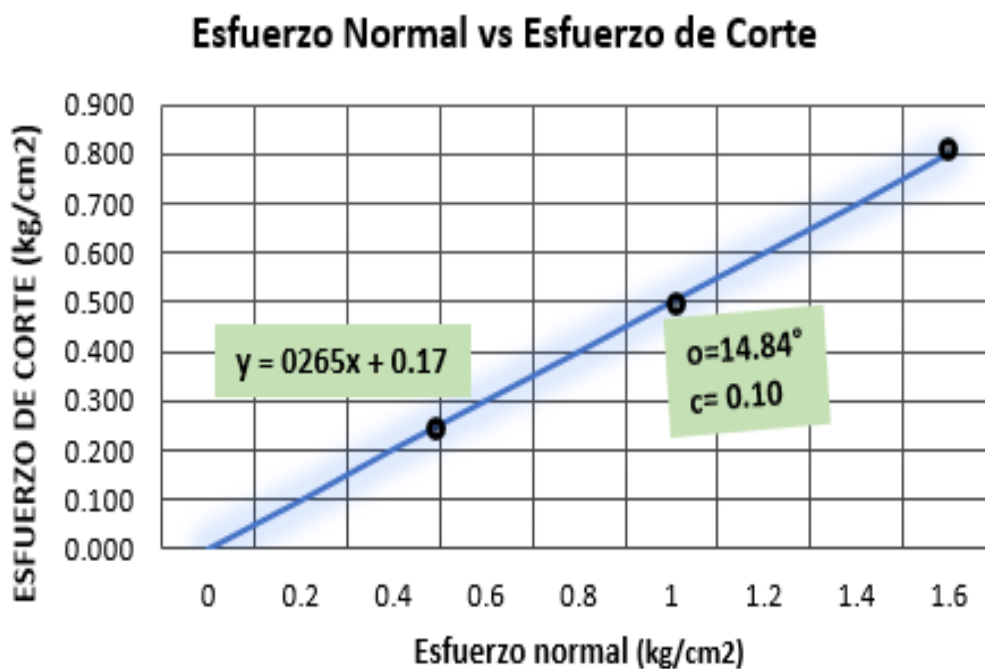


Figura 6
Calicata 2 y estrato 2 curva de ajuste de tensión normal y corte



La Tabla 6 muestra que las curvas de esfuerzo normal y esfuerzo cortante tienen un ángulo de fricción de $20,72^\circ$ y una cohesión de $0,19 \text{ kg/cm}^2$, mientras que el ángulo de fricción de $13,98^\circ$ y la cohesión de $0,20 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvieron resolviendo el coeficiente principal de la ecuación y el término independiente, respectivamente.

Tabla 6
Datos de Calicata 3 recogidos mediante un corte limpio

	ESPECIMEN	I	II	III
	Esfuerzo normal	0.5	1	1.05
E-01	Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.344	0.55	0.722
	angulo de friccion interna		20.72	
	cohesion		0.19	
	Esfuerzo normal	0.5	1	1.5
E-02	Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.312	0.437	0.562
	angulo de friccion interna		13.98	
	cohesion(kg/cm ²)		0.2	

Figura 7
Calicata 3 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte

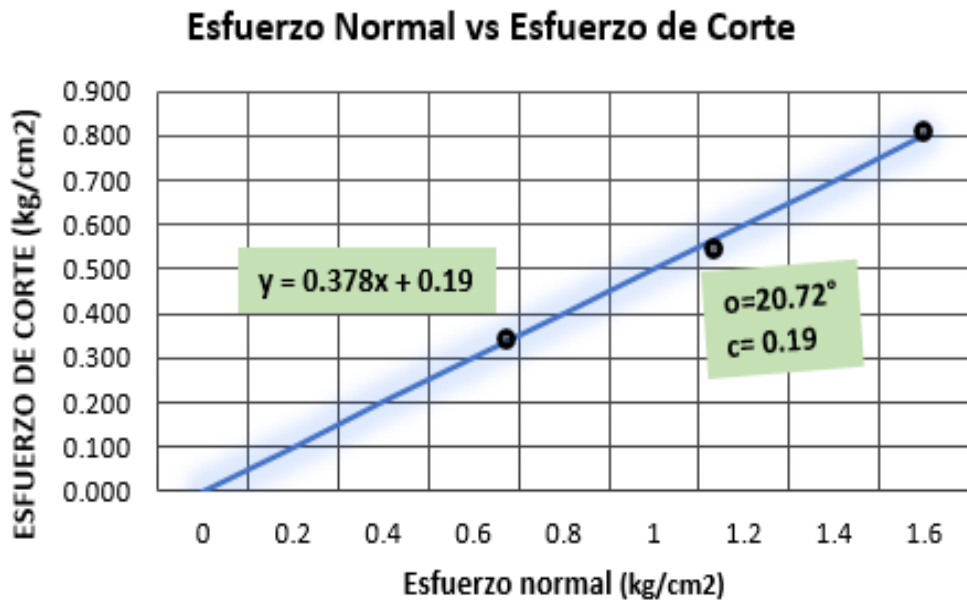
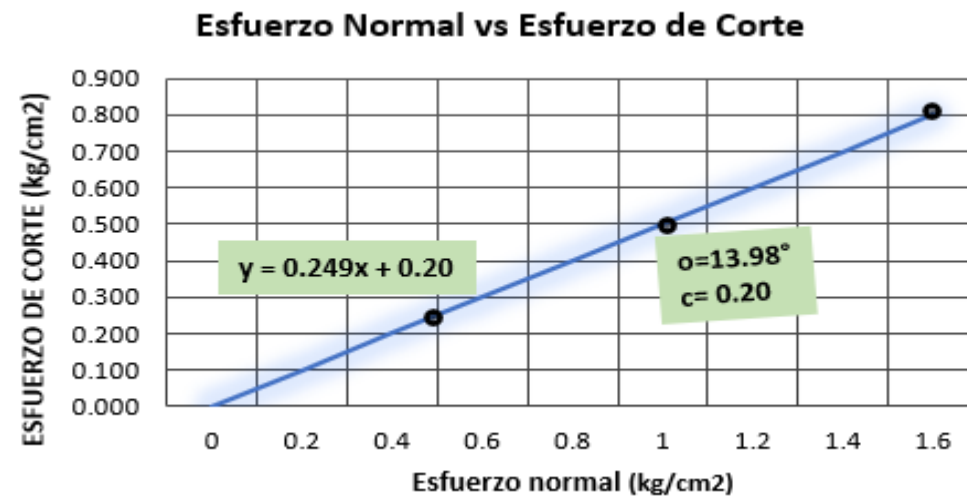


Figura 8
Calicata 3 y estrato 2 curva de ajuste de tensión normal y corte



Considerando que el ángulo de fricción interna se obtuvo en función del coeficiente principal de la ecuación y la cohesión en función del término independiente, las curvas de tensión normal y tensión de cizallamiento se muestran en las Figuras 9 y 10, con valores de 20,30° y 0,14 kg/cm² y 12,21° y 0,11 kg/cm² respectivamente, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Datos de Calicata 4 recogidos mediante un corte limpio

ESPECIMEN		I	II	III	
	Esfuerzo normal		0.5	1	1.05
E-01	Esfuerzo de corte maximo (kg/cm2)		0.337	0.539	0.708
	angulo de friccion interna			20.3	
	cohesion			0.14	
	Esfuerzo normal		0.5	1	1.5
E-02	Esfuerzo de corte maximo (kg/cm2)		0.248	0.397	0.521
	angulo de friccion interna			12.21	
	cohesion(kg/cm2)			0.11	

Figura 9

Calicata 4 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte

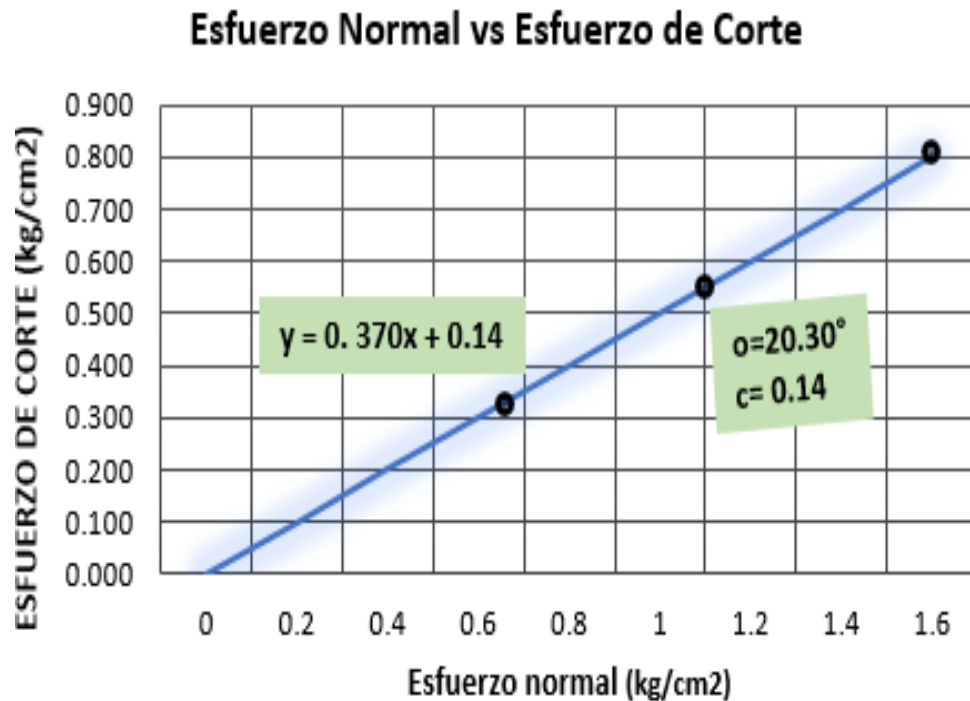
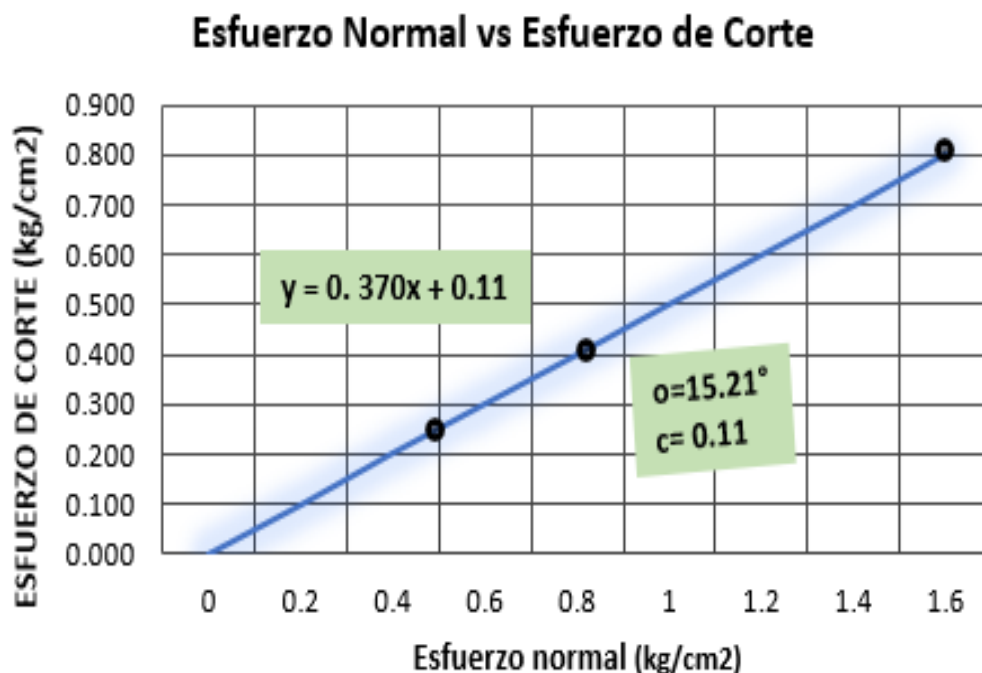


Figura 10

Calicata 4 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte



En la Figura 11 y Figura 12 Considerando que el ángulo de fricción interna se obtuvo en función del coeficiente principal de la ecuación y la cohesión en función del término independiente, los valores 19,84° y 0,15 kg/cm² y 14,67° y 0,11 kg/cm² para las curvas de esfuerzo normal y esfuerzo cortante, respectivamente, se pueden encontrar en la Tabla 8.

Tabla 8

Datos de Calicata 5 recogidos mediante un corte limpio

ESPECIMEN		I	II	III	
	Esfuerzo normal		0.5	1	1.05
E-01	Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)		0.329	0.526	0.691
	ángulo de fricción interna			19.84	
	cohesión			0.15	
	Esfuerzo normal		0.5	1	1.5
E-02	Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)		0.238	0.387	0.5
	ángulo de fricción interna			14.67	
	cohesión(kg/cm ²)			0.11	

Figura 11

Calicata 5 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte

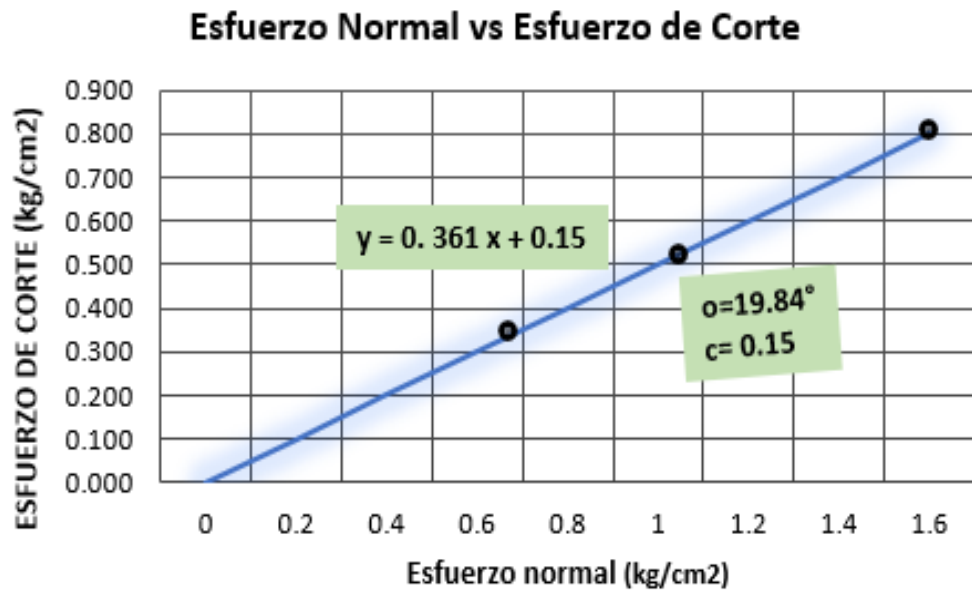
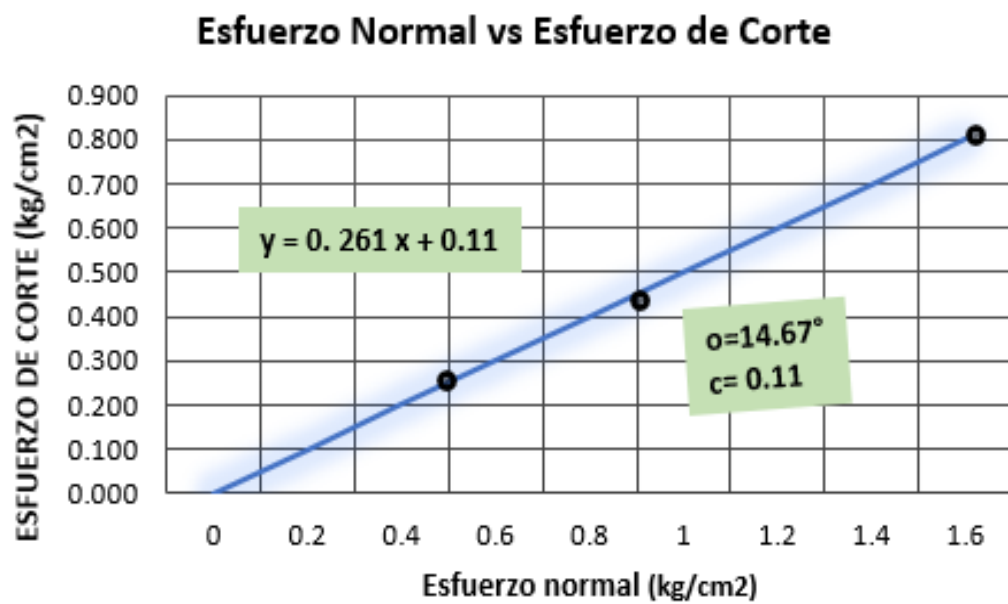


Figura 12

Calicata 4 y estrato 1 curva de ajuste de tensión normal y corte



4.3. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

4.3.1. TIPO DE SUPERFICIE DE CIMENTACIÓN

A partir de la exploración en terreno y resultados de los ensayos de laboratorio del suelo, se consideró viviendas unifamiliares de tres plantas, tipo de cimentación superficial de cimentación corrida, y cimentación de zapata cuadrada, teniendo en cuenta las características geotécnicas del suelo, su estratigrafía, y el tipo de edificación a construir en el área de estudio.

4.3.2. DIMENSIONES Y PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA

En el factor de seguridad, las cargas estáticas son 3,0 y las presiones extremas por viento o terremoto son de 2,5. Asimismo los cimientos se construirán sobre arenas y limos a 1,00 m y 2,00 m por debajo del nivel del suelo utilizando una cimentación en franjas y una cimentación en zapatas cuadradas, respectivamente, como se describe con más detalle a continuación. (ver Tabla 9)

Tabla 9

Valores para el análisis de la cimentación

CIMENTACIONES SUPERFICIALES				
	Tipo de cimentacion	profundidad de desplante (Df)	dimencion de la cimentacion	norma tecnica peruana E.50
	Cimiento corrido	1.00m	0.50x1.00m	
zapata cuadrada	<u>Centrica (Z-01)</u>		18x1.80m	la profundidad de la cimentacion es definida por el profesional responsable, no siendo menor de 0.80 m en cualquier tipo de cimentacion
	<u>Excentrica (Z-02)</u>	2.00m	1.80x1.80m	
	<u>Esquinera (Z-02)</u>		1.80x1.80m	

4.4. CÁLCULO DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Las características de resistencia del suelo adquiridas en el ensayo de corte directo, como la cohesión (c) y el ángulo de fricción interna (ϕ), son fundamentales para calcular la capacidad portante y los resultados de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

4.4.1. TEORÍA DE TERZAGUI PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA DURANTE EL FALLO

Para determinar la capacidad portante última del suelo, el método de Terzagui requería relacionar varios parámetros del suelo, como el peso específico, la cohesividad y el ángulo de fricción. Los siguientes resultados se utilizarán utilizando el método de Terzagui para determinar la capacidad portante aceptable:

➤ Cimiento corrido

Tabla 10

La Corte General de Cimentación compite contra Fallas

Descripcion	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
	Formula		$q_u = cN_c + qN_q$ $1/2 \gamma B N_\gamma$		
C cohesion (kg/cm ²)	0.1	0.1	0.2	0.11	0.11
Phi Angulo de friccion	14.13°	14.84°	13.98°	15.21°	14.67°
Y peso especifico del suelo (tn/m ³)	1.712	1.703	1.71	1.698	1.684
DF profundidad del desplante	1	1	1	1	1
B ancho de la cimentacion (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA					
NC	12.2	12.74	12.09	13.03	12.61
Nq	4.07	4.37	4.01	4.54	4.3
NY	2.48	2.73	2.43	2.87	2.67
Qult capacidad ultima de carga (kg/cm ²)	2.031	2.143	3.211	2.337	2.233
Fs factor de seguridad	3	3	3	3	3
Qadm capacidad admisible de carga (kg/cm ²)	0.677	0.714	1.07	0.779	0.744

Tabla 11*La Corte local de Cimentación compite contra Fallas*

Descripción	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	
	Formula	$q_u = cN_c + qN_q$ $1/2 \gamma B N_\gamma$				
C cohesión (kg/cm ²)		0.1	0.1	0.2	0.11	0.11
Phi Angulo de fricción	14.13°	14.84°	13.98°	15.21°	14.67°	
Y peso especifico del suelo(tn/m ³)		1.712	1.703	1.71	1.698	1.684
DF profundidad del desplante		1	1	1	1	1
B ancho de la cimentación (m)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA						
NC		12.2	12.74	12.09	13.03	12.61
Nq		4.07	4.37	4.01	4.54	4.3
NY		2.48	2.73	2.43	2.87	2.67
Qult capacidad ultima de carga (kg/cm ²)		1.626	1.721	2.408	1.86	1.772
Fs factor de seguridad		3	3	3	3	3
Qadm capacidad admisible de carga (kg/cm ²)		0.542	0.574	0.803	0.62	0.591

Zapata cuadrada

Tabla 12

La Corte General de Cimentación compite contra Fallas

Descripcion	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
	Formula	$q_u = cN_c + qN_q$			
		$1/2 \gamma B N_\gamma$			
C cohesion (kg/cm ²)		0.1	0.1	0.2	0.11
Phi Angulo de friccion	14.13°	14.84°	13.98°	15.21°	14.67°
Y peso especifico del suelo(tn/m ³)		1.712	1.703	1.71	1.698
DF profundidad del desplante		2	2	2	2
B ancho de la cimentacion (m)		2	2	2	2
	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA				
		12.2	12.74	12.09	13.03
NC					12.61
		4.07	4.37	4.01	4.54
Nq					4.3
		2.48	2.73	2.43	2.87
NY					2.67
Qult capacidad ultima de carga (kg/cm ²)		3.341	3.541	4.862	3.822
					3.636
Fs factor de seguridad		3	3	3	3
Qadm capacidad admisible de carga (kg/cm ²)		1.114	1.18	1.621	1.274
					1.12

Tabla 13*La Corte local de Cimentación compite contra Fallas*

Descripcion	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	
Formula	qu=cNc+qN q 1/2 yBNy					
C cohesion (kg/cm2)		0.1	0.1	0.2	0.11	0.11
Phi Angulo de friccion	14.13°		14.84°	13.98°	15.21°	14.67°
Y peso especifico del suelo(tn/m3)		1.712	1.703	1.71	1.698	1.684
DF profundidad del desplante		2	2	2	2	2
B ancho de la cimentacion (m)		2	2	2	2	2
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA						
		12.2	12.74	12.09	13.03	12.61
NC		4.07	4.37	4.01	4.54	4.3
Nq		2.48	2.73	2.43	2.87	2.67
NY		2.815	2.991	3.819	3.203	3.036
Qult capacidad ultima de carga (kg/cm2)		3	3	3	3	3
Fs factor de seguridad		0.938	0.997	1.273	1.068	1.012
Qadm capacidad admisible de carga (kg/cm2)						

4.5. TEORÍA DE MEYERHOF PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD ADMISIBLE ÚLTIMA

En la Tabla 14 y Tabla 15 se muestra la capacidad de carga admisible, la forma, la profundidad y la inclinación se tuvieron en cuenta para calcular la capacidad portante última del suelo mediante la técnica de Meyerhof, teniendo este último factor un valor de 1 bajo una carga vertical. El método de Meyerhof se utilizó para calcular la capacidad portante admisible en función de los factores definidos.

Tabla 14*Cimiento corrido por método de Meyerhof*

	Descripcion	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
	Formula	$q_u = cN_c + F_{cs} F_{cd}$ $F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_y F_{ys} F_{yd} F_{yi}$				
C	cohesion (kg/cm ²)	0.1	0.1	0.2	0.11	0.11
Phi	angulo de friccion (°)	14.13°	14.84°	13.98°	15.21°	14.67°
Y	peso especifico del suelo (tn/m ³)	1.712	1.703	1.71	1.698	1.684
DF	profundidad del desplante (m)	1	1	1	1	1
B	ancho de la cimentacion (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA						
	Nc	12.2	12.74	12.09	13.03	12.61
	Nq	4.07	4.37	4.01	4.54	4.3
	Ny	2.48	2.73	2.43	2.87	2.67
FACTORES DE FORMA						
	Fcs	1.17	1.18	1.17	1.18	1.18
	Fqs	1.12	1.13	1.12	1.14	1.13
	Fys	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
FACTORES DE PROFUNDIDAD						
	Fcd	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
	Fqd	1.58	1.59	1.57	1.59	1.58
	Fyd	1	1	1	1	1
FACTORES DE INCLINACION						
	Fci	1	1	1	1	1
	Fqi	1	1	1	1	1
	Fyi	1	1	1	1	1
Qult	capacidad ultima de carga (kg/cm ²)	3.391	3.581	5.521	3.922	3.749
Fs	factor de seguridad	3	3	3	3	3
Qadm	admisible de carga (kg/cm ²)	1.13	1.194	1.84	1.307	1.25

Tabla 15
Zapata cuadrada por método de Meyerhof

	Descripcion	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
	Formula	$q_u = cN_c + F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma} F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$				
C	cohesion (kg/cm ²)	0.1	0.1	0.2	0.11	0.11
Phi	angulo de friccion (°)	14.13°	14.84°	13.98°	15.21°	14.67°
Y	peso especifico del suelo (tn/m ³)	1.712	1.703	1.71	1.698	1.684
DF	profundidad del desplante (m)	1	1	1	1	1
B	ancho de la cimentacion (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA						
	Nc	10.45	10.88	10.36	11.11	10.77
	Nq	3.63	3.88	3.58	4.02	3.82
	Ny	2.33	2.28	2.28	2.73	2.52
FACTORES DE FORMA						
	Fcs	1.69	1.71	1.69	1.72	1.71
	Fqs	1.5	1.53	1.5	1.54	1.52
	Fys	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
FACTORES DE PROFUNDIDAD						
	Fcd	1.4	1.39	1.4	1.39	1.4
	Fqd	1.29	1.29	1.29	1.3	1.29
	Fyd	1	1	1	1	1
FACTORES DE INCLINACION						
	Fci	1	1	1	1	1
	Fqi	1	1	1	1	1
	Fyi	1	1	1	1	1
Qult	capacidad ultima de carga (kg/cm ²)	4.989	5.337	7.35	5.799	5.479
Fs	factor de seguridad	3	3	3	3	3
Qadm	admisible de carga (kg/cm ²)	1.663	1.779	2.45	1.933	1.826

La siguiente tabla muestra la profundidad estimada del asentamiento y las dimensiones de la cimentación para una zapata extendida y zapatas cuadradas para el área de investigación.

4.5.1. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CIMENTACIONES CORRIDAS

La Tabla 16 muestra los valores de capacidad portante para zapatas corridas para profundidades de asentamiento de 0,80 m, 1,20 m y 1,60 m, respectivamente, con un ancho de cimentación de 0,40 m, 0,60 m 0,80 m.

Tabla 16
Capacidad admisible de las zapatas corridas

Df (m)	B(m)	Metodo	qu (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)
Falla por corte general				
0.8	0.4	terzaqui	22.31	0.744
		meyerhof	3.698	1.233
1.2	0.6	terzaqui	2.571	0.857
		meyerhof	4.413	1.471
1.6	0.8	terzaqui	2.91	0.97
		meyerhof	5.163	1.721

4.6. CAPACIDAD ADMISIBLE DE ZAPATAS CUADRADAS

Por ejemplo, la Tabla 17 muestra los valores de capacidad de carga para zapatas cuadradas calculadas mediante la técnica de Terzagui y Meyerhof una profundidad de 1,20 m, 1,50 m y 1,80 m, con una anchura y longitud de cimentación de 1,20 m, 1,50 m y 1,60 m, respectivamente.

Tabla 17
Capacidad admisible de las zapatas cuadradas

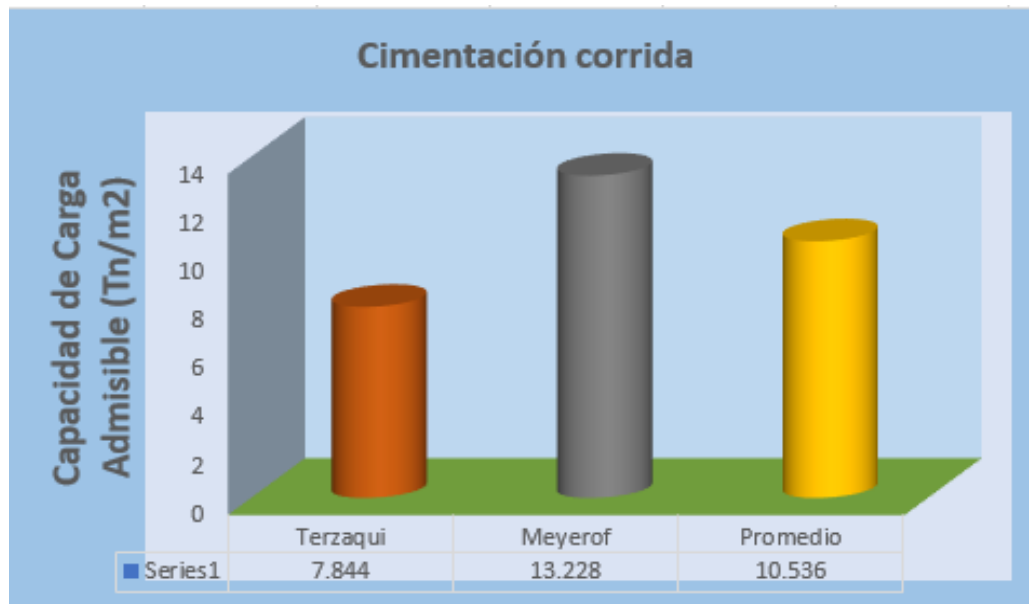
Df (m)	B=L (m)	Metodo	qu (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)
Falla por corte general				
1.2	1.20x1.20	terzaqui	3.118	1.039
		meyerhof	4.099	1.366
1.5	1.50x1.50	terzaqui	3.393	1.131
		meyerhof	4.72	1.573
1.8	1.60x1.60	terzaqui	3.632	1.211
		meyerhof	5.335	1.778

A continuación, compararemos los métodos de Terzagui y Meyerhof para determinar la capacidad portante admisible de las cimentaciones en franjas y zapatas cuadradas, utilizando dos gráficos estadísticos, y demostraremos que el método de Meyerhof es más prudente. El método de Terzagui y Meyerhof se utiliza para determinar la capacidad portante segura de una cimentación en franjas.

El método Terzaghi es el más conservador para un tipo de suelo de grano fino compuesto por limos inorgánicos de baja plasticidad pertenecientes al grupo de suelos finos (ML), como se muestra en la Figura 13. La capacidad de carga admisible del método Meyerhof es de 13.228 Tn/m², mientras que la capacidad de carga admisible del método Terzaghi es de 7.844 Tn/m². Para alcanzar un valor inferior de capacidad portante admisible, tal y como exige la Norma E.050 de RNE, debe aplicarse un factor de seguridad mayor, lo que conduce a un diseño más eficiente y seguro.

Figura 13

Capacidad de carga admisible de la cimentación corrida

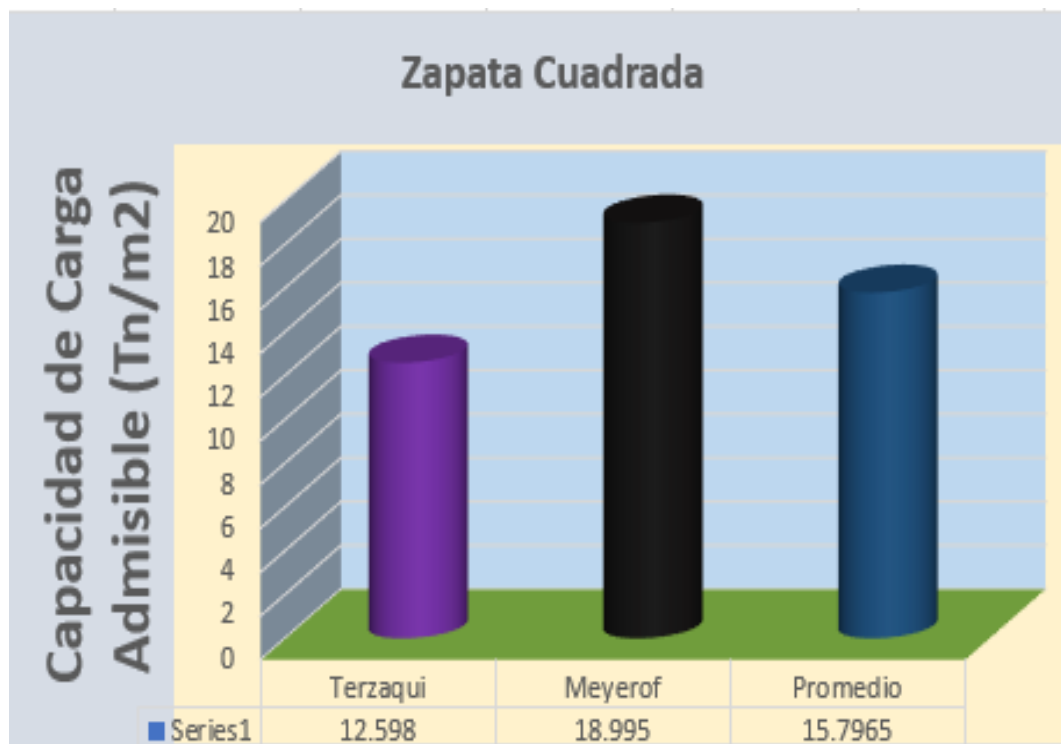


Cuando se considera un tipo de zapata cuadrada, el método de Terzaghi presenta un valor de capacidad de carga admisible inferior al método de Meyerhof para un tipo de suelo de grano fino, como los limos inorgánicos de baja plasticidad que componen el grupo de suelos finos (ML), como se muestra en la Figura 14. En este caso, el método de Terzaghi tiene un valor

de 12.598 Tn/m² y el método de Meyerhof tiene un valor de 18.995 Tn/m². En este caso, el método Terzaghi tiene un valor de 12.598 Tn/m² y el método Meyerhof tiene un valor de 18.995 Tn/m². Para alcanzar un valor inferior de capacidad portante permitida, tal y como exige la Norma E.050 de RNE, debe aplicarse un factor de seguridad mayor, lo que conduce a un diseño más eficiente y seguro.

Figura 14

Capacidad de carga admisible de la cimentación corrida



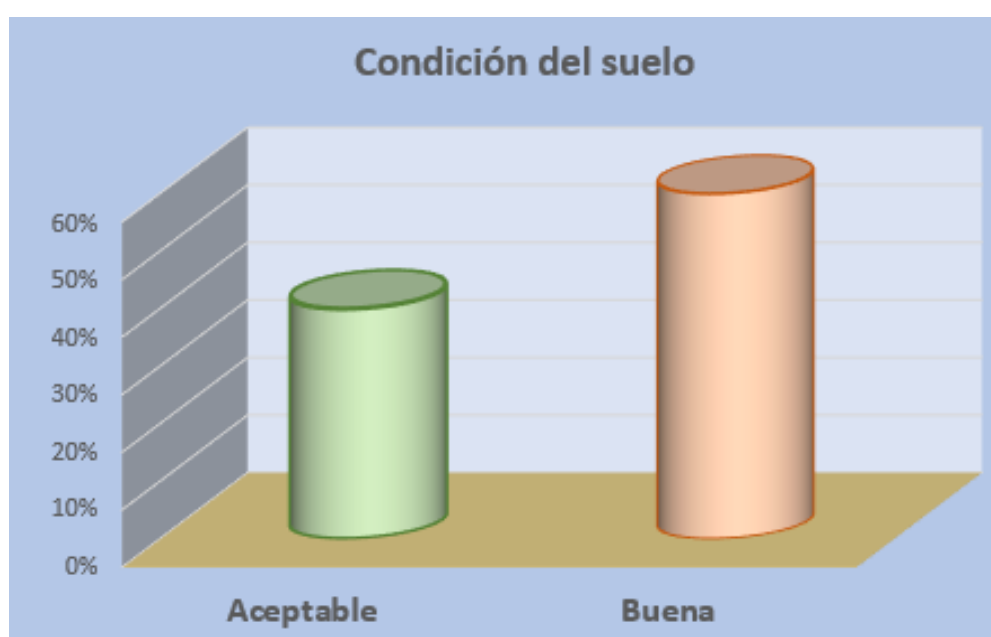
4.7. ESTADO DEL SUELO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Las condiciones del suelo de la zona de estudio se evaluarán a efectos de cimentación superficial basándose en las conclusiones de la sección anterior, con el valor de la capacidad portante admisible como criterio principal. Se utilizará el método de Terzagui para generar estos valores, ya que arroja valores más conservadores que el de Meyerhof, lo que nos permite garantizar un diseño más robusto del edificio.

Tabla 18*Una visión general del suelo en la zona de estudio*

Metodo	tipo de cimentacion	Puntos de investigacion	Qadm (cm/m2)	Condicion
Terzaqui	Cimiento corrido	C-01	0.677	aceptable
		C-02	0.714	aceptable
		C-03	1.07	buena
		C-04	0.779	aceptable
		C-05	0.744	aceptable
terzaqui	Zapata cuadrada	C-01	0.114	buena
		C-02	1.18	buena
		C-03	1.621	buena
		C-04	1.274	buena
		C-05	1.212	buena

La Figura 16 muestra la calidad del suelo para la cimentación superficial en cada punto de investigación: el 60% del suelo está en buenas condiciones y el 40% está en condiciones aceptables. A partir de la premisa de que un suelo es cuando tiene una aceptable capacidad portante superior a 0,50 kg/cm² y es bueno o excelente cuando tiene una capacidad portante superior a 1,00 kg/cm², el estado del suelo de la zona de estudio se muestra como "Bueno" en la Tabla 18.

Figura 15*Estado del suelo de cimentación*

4.8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En capítulos anteriores se ha establecido que existen varias soluciones teóricas para establecer la capacidad portante de una cimentación poco profunda; las más destacadas son las teorías basadas en ensayos de Terzagui y Meyerhof. Tanto Terzagui como Meyerhof utilizan técnicas destinadas a calcular la capacidad portante, pero sus conclusiones divergen por diferentes motivos. Por lo tanto, este análisis pretende comparar dos metodologías ampliamente utilizadas en geotecnia para determinar sus similitudes y diferencias y hasta qué punto puede utilizarse cada una de ellas para determinar la capacidad portante, dadas las características geotécnicas y el tipo de suelo de la zona de estudio.

Rara vez se realizan pruebas de carga a escala real, que arrojan datos fundamentales para determinar el valor de la presión máxima admisible a la que estará sometido el terreno de cimentación, a pesar del alcance y aplicabilidad de las teorías propuestas por Terzagui y Meyerhof para la determinación de la capacidad portante. Esto se debe a que las pruebas de carga a escala real son extremadamente caras y están fuera del alcance de la mayoría de las personas, a pesar de que existen métodos que permiten obtener el valor de la presión de reborde. A continuación, describimos el alcance de ambos métodos, el de Terzagui y el de Meyerhof:

4.9. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.9.1. HIPÓTESIS GENERAL

“Mediante la aplicación del estudio de un puente en el distrito de villa rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco. Se logro obtener la capacidad optima admisible”.

Los resultados del cálculo de la capacidad portante mostraron que la hipótesis general propuesta en este estudio era correcta, ya que el método de Terzagui arrojó valores de 7,84 tn/m² y 12,60 tn/m² para una cimentación en franja y una zapata cuadrada, y el método de Meyerhof arrojó valores de 13,23 tn/m² y 18,99 tn/m² para una cimentación en

franja y una zapata cuadrada, respectivamente. Esto demuestra que el método Terzagui tiene una capacidad de carga inferior en la zona investigada, lo que apoya la hipótesis nula.

4.9.2. HIPÓTESIS ESPECIFICO 1

“Mediante la descripción de las características geotécnicas y métricas de resistencia del suelo. se logró la determinación de la capacidad de carga admisible para el diseño de cimentaciones superficiales en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco”

Los resultados de los ensayos de laboratorio confirman la hipótesis específica 1, ya que la cohesión depende del contenido de humedad del suelo y el ángulo de fricción depende principalmente de la granulometría, el tamaño, la forma y la distribución de las partículas. Esto demuestra que los parámetros de resistencia y las características geotécnicas están estrechamente relacionadas con la capacidad portante admisible del suelo. Como resultado, se confirma la hipótesis específica1 , que afirma que las características geotécnicas y los parámetros de resistencia desde la evaluación de la capacidad portante.

4.9.3. HIPÓTESIS ESPECIFICO 2

“Mediante la evolución se logró la calidad del suelo para fines de cimentación superficial”

Se ha establecido que el suelo está en condiciones adecuadas para una cimentación poco profunda. La evaluación del estado del suelo se realizó utilizando datos de capacidad portante, que confirmaron que el suelo de la región investigada se encuentra en BUENAS condiciones para realizar cimentaciones poco profundas.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Según los resultados de la investigación, las conclusiones de los siguientes autores difieren entre sí, aunque comparten ciertos puntos en común: Realizar un análisis comparativo de la capacidad portante admisible para la construcción de cimentaciones superficiales mediante las técnicas Terzagui y Meyerhof en el distrito de Villa Rica en la provincia de Oxapampa, departamento de Pasco.

Lo autores de la Cruz Vega et al. (2022), en su trabajo de investigación "*características geomecánicas del suelo de relleno controlado para cimientos Pucallpa – Perú*" hacen estudio debido al crecimiento demográfico de la ciudad de Pucallpa, ya que cada vez son más los proyectos que se ven obligados a realizarse sobre suelos complejos que antes eran rechazados por sus cualidades indeseables. En consecuencia, las cimentaciones sobre rellenos no controlados presentan problemas muy serios debido a la heterogeneidad de estos materiales, ocasionando daños y acortando la vida útil de estas edificaciones. Los resultados del suelo de relleno controlado fueron los siguientes: La granulometría produjo la clasificación SUCS "SC (arena arcillosa)" y la clasificación AAHSTO "A-7-6 (suelos arcillosos)". La resistencia al cizallamiento produjo un ángulo de fricción de 25,01° y una cohesividad de 0,00 kg cm-2. La compactación produjo un CBR al 100% del MDS de 14,00% a 0,1". De acuerdo a las resultas logrados. En el trabajo de investigación actual Los resultados de los ensayos de laboratorio de mecánica del suelo proporcionarán características geotécnicas y parámetros de resistencia. Los valores para el contenido de humedad oscilaron entre 2,84 y 3,28%, el peso específico osciló entre 1.798 tn/m³ y 1.838 tn/m³ para E-01, el límite líquido osciló entre 32,50% y 36,80%, el límite plástico osciló entre 18,62% y 24,96% y el ángulo de fricción osciló entre 19,79 y 24,96 E-01 es arena arcillosa (SC) y E-02 es limo inorgánico (ML), según estas conclusiones y el SUCS.

Vásquez et al. (2021), en su proyecto de investigación “*análisis de suelos para la ejecución de cimientos*” enfatizan que realizar un análisis adecuado del suelo, o llevar a cabo pruebas que revelen las características físicas y químicas del terreno donde se ejecutará el proyecto, es la tarea primordial que conlleva la construcción de una cimentación. Además, se trata de identificar la presencia de cloro, sulfatos, el nivel de acidez y, por último, su composición estratigráfica, o las características de sus estratos profundos. Por lo tanto, es muy posible que la estructura falle si no se realiza este análisis del suelo. Por lo tanto, basándose en los resultados, se puede concluir que el análisis del suelo para los cimientos es crucial para el diseño de un proyecto de construcción. Dado que todas las cargas se transferirán al suelo a través de los cimientos u otras modificaciones, esto ayuda a mejorar el suelo y, si es necesario y si los resultados de las pruebas de laboratorio lo respaldan, a aumentar su capacidad portante. en el presente trabajo de investigación el principal resultado de este estudio fue la identificación de dos estratos de suelo distintos en la zona estudiada: SC (arenas arcillosas) a una profundidad de 0,10-1,20 metros y ML (limos inorgánicos) a una profundidad de 1,20-3,00 metros. No se encontraron indicios de nivel freático en ninguno de los lugares estudiados.

CONCLUSIONES

- Se cumplió con el objetivo principal de la investigación, que fue realizar un estudio comparativo de la capacidad portante admisible para el diseño de cimentaciones superficiales en base a las características del suelo en el distrito de Villa Rica en la provincia de Oxapampa, departamento de Pasco. Para lograr este objetivo, fue necesario conocer las características geotécnicas y los parámetros de resistencia del suelo presentes en la zona de estudio. A través del perfil estratigráfico de los 5 puntos de investigación, se determinó que el suelo en la región de estudio es homogéneo, constituido únicamente por dos tipos de estratos: arenas arcillosas (SC) de 0.10 m a 1.20 m y limos inorgánicos de pobre plasticidad (ML) más allá de ello.
- Las propiedades geotécnicas y los parámetros de resistencia del suelo indican que su contenido de humedad oscila entre un mínimo del 2,84% y un máximo del 3%, según las pruebas de laboratorio. E-01 tiene una gravedad específica entre 1,798 y 1,838 tn/m³, mientras que E-02 tiene una gravedad específica entre 1,684 y 1,712 tn/m³. En cuanto a los límites de consistencia, el E-01 tiene un rango de 32,50%-36,80% para el límite líquido, 18,62%-24,96% para el límite plástico y 32,50%-36,80% para el índice de plasticidad, mientras que el E-02 tiene un rango de 30,10%-32,00% para el límite líquido, 21,20%-23,05% para el límite plástico y 7,92%-9,90% para el índice de plasticidad. Los resultados del ensayo de cizalla directa para E-01 muestran un ángulo de fricción entre 19,79 y 20,72 grados y una cohesión entre 0,14 y 0,19 kilogramos por centímetro cuadrado, mientras que los resultados para E-02 muestran un ángulo de fricción entre 13,98 y 15,21 grados y una cohesión entre 0,10 y 0,20 kilogramos por centímetro cuadrado.
- La capacidad portante del suelo se calculó utilizando las teorías de diseño de cimentaciones superficiales de Terzagui y Meyerhof. Para una cimentación en franja, Terzagui da una capacidad portante admisible de 7.844 Tn/m² mientras que Meyerhof da un valor de 13.228 Tn/m²; esto nos lleva a concluir que la ecuación de Terzagui da valores más

conservadores que la ecuación de Meyerhof para el tipo de suelo de la zona de estudio. Para una zapata cuadrada, Terzagui da un valor de 12.598 Tn/m² mientras que Meyerhof da un valor de 13.228 Tn/m².

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las edificaciones del barrio Villa Rica de la provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, que deban cumplir con los criterios de diseño estipulados por la Norma E.050 de RNE, tomen en cuenta los resultados de este estudio.
- Para lograr el mejor diseño posible, se aconseja tener en cuenta los criterios y consideraciones utilizados en el estudio para calcular la capacidad portante última y permitida del suelo en la zona considerada.
- Según las conclusiones del estudio, los cimientos superficiales de mayor envergadura, como los adoquines aislados, los adoquines combinados, los adoquines conectados y las losas de hormigón, deberían planificarse para zonas con menor capacidad de carga. De este modo, el diseño del cimiento sería menos viable económicamente pero más sólido desde el punto de vista estructural. Sin embargo, a la hora de planificar una cimentación, es el ingeniero experto quien debe tener en cuenta factores suplementarios como el tipo de edificio, su nivel y su finalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berg, A., & Sheffield, J. (2018). Climate Change and Drought: the Soil Moisture Perspective. *Current Climate Change Reports*, 4(2), 180–191. <https://doi.org/10.1007/S40641-018-0095-0/METRICS>
- Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., de Deyn, G., de Goede, R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuyper, T. W., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., van Groenigen, J. W., & Brussaard, L. (2018). Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120, 105–125. <https://doi.org/10.1016/J.SOILBIO.2018.01.030>
- Dąbkowski, N. (2021). Architectural, material and constructive solutions in dwelling houses of selected organic farms in Lublin Voivodeship. *ACTA SCIENTIARUM POLONORUM - Architectura Budownictwo*, 20(3), 73–80. <https://doi.org/10.22630/ASPA.2021.20.3.28>
- De La Cruz Vega, S. A., Noel Cornelio, E. N., de la Cruz Vega, S. A., & Noel Cornelio, E. N. (2022). Geomechanical characteristics of controlled backfill soil for foundations, Pucallpa, Peru. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 10(1), 32–45. <https://doi.org/10.36610/J.JSAB.2022.100100032>
- La Cruz Vega Sleyther Arturo, D., Flores Cristian Milton, M., Flores Kevin Arturo, A., Bautista Johnny Gregorio, C., Alvarado Julio Cesar, B., Reyes Gumercindo, F., & Arturo De La Cruz Vega, S. (2022). Chapter 3: Soil mechanics studies. *Athenea Engineering Sciences Journal*, 3(7), 44–62. <https://doi.org/10.47460/ATHENEA.V3I7.36>
- Libohova, Z., Seybold, C., Wysocki, D., Wills, S., Schoeneberger, P., Williams, C., Lindbo, D., Stott, D., & Owens, P. R. (2018). Reevaluating the effects of soil organic matter and other properties on available water-holding capacity using the National Cooperative Soil Survey Characterization Database. *Journal of Soil and Water Conservation*, 73(4), 411–421. <https://doi.org/10.2489/JSWC.73.4.411>

- Morales Curo, F. A. (2018). Alternativas de cimentaciones superficiales para edificaciones cimentadas en un terreno con asentamiento diferencial. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4839>
- Moreno-Maroto, J. M., Alonso-Azcárate, J., & O'Kelly, B. C. (2021). Review and critical examination of fine-grained soil classification systems based on plasticity. *Applied Clay Science*, 200, 105955.
<https://doi.org/10.1016/J.CLAY.2020.105955>
- Nouzari, M. A., Jamshidi Chenari, R., Payan, M., & Pishgar, F. (2021). Pseudo-static Seismic Bearing Capacity of Shallow Foundations in Unsaturated Soils Employing Limit Equilibrium Method. *Geotechnical and Geological Engineering*, 39(2), 943–956. <https://doi.org/10.1007/S10706-020-01535-8/METRICS>
- Paronesso, M., & Lignos, D. G. (2022). Seismic design and performance of steel concentrically braced frame buildings with dissipative floor connectors. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 51(15), 3505–3525. <https://doi.org/10.1002/EQE.3733>
- Ramírez, P. B., Fuentes-Alburquenque, S., Díez, B., Vargas, I., & Bonilla, C. A. (2020). Soil microbial community responses to labile organic carbon fractions in relation to soil type and land use along a climate gradient. *Soil Biology and Biochemistry*, 141, 107692.
<https://doi.org/10.1016/J.SOILBIO.2019.107692>
- Reich, P. B., Sendall, K. M., Stefanski, A., Rich, R. L., Hobbie, S. E., & Montgomery, R. A. (2018). Effects of climate warming on photosynthesis in boreal tree species depend on soil moisture. *Nature* 2018 562:7726, 562(7726), 263–267. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0582-4>
- Ribeiro, F. C. A., Silva, J. I. R., Lima, E. S. A., do Amaral Sobrinho, N. M. B., Perez, D. v., & Lauria, D. C. (2018). Natural radioactivity in soils of the state of Rio de Janeiro (Brazil): Radiological characterization and

- relationships to geological formation, soil types and soil properties. *Journal of Environmental Radioactivity*, 182, 34–43. <https://doi.org/10.1016/J.JENVRAD.2017.11.017>
- Rodrigo-Comino, J., Senciales, J. M., Cerdà, A., & Brevik, E. C. (2018). The multidisciplinary origin of soil geography: A review. *Earth-Science Reviews*, 177, 114–123. <https://doi.org/10.1016/J.EARSCIREV.2017.11.008>
- Rossiter, D. G. (2021). Are soil phenofoms the new normal? Soil classification and soil mapping in the Anthropocene. *Soil Security*, 5, 100017. <https://doi.org/10.1016/J.SOISEC.2021.100017>
- Soldo, A., Miletic, M., & Auad, M. L. (2020). Biopolymers as a sustainable solution for the enhancement of soil mechanical properties. *Scientific Reports 2020 10:1*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57135-x>
- Suhatril, M., Osman, N., Azura Sari, P., Shariati, M., & Marto, A. (2019). Significance of Surface Eco-Protection Techniques for Cohesive Soils Slope in Selangor, Malaysia. *Geotechnical and Geological Engineering*, 37(3), 2007–2014. <https://doi.org/10.1007/S10706-018-0740-3/METRICS>
- Vasquez, N. C., Bellido, I. B., Chipana, R. K. M., & Villegas, D. N. V. (2021). Soil Analysis for the Execution of the Foundations. *Proceedings of the 2021 IEEE Engineering International Research Conference, EIRCON 2021*. <https://doi.org/10.1109/EIRCON52903.2021.9613661>
- Xu, Y., Zeng, Z., Wang, Z., & Ge, J. (2021). Experimental studies of embedment length of precast bridge pier with socket connection to pile cap. *Engineering Structures*, 233, 111906. <https://doi.org/10.1016/J.ENGSTRUCT.2021.111906>
- Yao, Y. P., Liu, L., & Luo, T. (2018). A constitutive model for granular soils. *Science China Technological Sciences*, 61(10), 1546–1555. <https://doi.org/10.1007/S11431-017-9205-8/METRICS>

- Yuan, B., Li, Z., Chen, W., Zhao, J., Lv, J., Song, J., & Cao, X. (2022). Influence of Groundwater Depth on Pile–Soil Mechanical Properties and Fractal Characteristics under Cyclic Loading. *Fractal and Fractional* 2022, Vol. 6, Page 198, 6(4), 198. <https://doi.org/10.3390/FRACTALFRACT6040198>
- Zhang, L., Hao, Z., Chai, S., & Zhou, Y. (2019). Unloading Mechanical Effect Analysis of Retaining Structure of Deep Foundation Pit in Soft Soil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 252(5), 052054. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/252/5/052054>
- Zhu, B., Wen, K., Li, T., Wang, L., & Kong, D. (2018). Experimental study on lateral pile–soil interaction of offshore tetrapod piled jacket foundations in sand. *Https://Doi.Org/10.1139/Cgj-2018-0292*, 56(11), 1680–1689. <https://doi.org/10.1139/CGJ-2018-0292>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Villon Gayoso, W. (2023). *Estudio de suelos para la cimentación de un puente en el Distrito de Villa Rica de la Provincia Oxapampa Departamento de Pasco* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Tipo y diseño de investigación	Población y muestra
<p>Problema general ¿Como se podrá mejorar la cimentación de un puente en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué papel juegan las características geotécnicas y los parámetros de resistencia del suelo en la determinación de la capacidad de carga admisible para el diseño de cimentaciones superficiales en el distrito de Villa Rica de 	<p>Objetivo general Mejorar la cimentación de un puente realizando un estudio que determine la capacidad optima admisible en el distrito de villa rica de la provincia Oxapampa departamento de pasco.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Describir las características geotécnicas y métricas de resistencia del suelo del distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco. 	<p>Hipótesis general</p> <ul style="list-style-type: none"> Mediante la aplicación del estudio de un puente en el distrito de villa rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco. Se logro obtener la capacidad optima admisible. <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Mediante la descripción de las características geotécnicas y métricas de resistencia del suelo. se logró la determinación de la capacidad de carga 	<p>Variable dependiente: Capacidad óptima admisible.</p> <p>Dimensión Enfoques del cálculo</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> Enfoque Terzaqui Enfoque de Meyerhof <p>Variable independiente: Características del suelo</p> <p>Dimensión Características físicas del suelo</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis de granulometría 	<p>Enfoque El enfoque cuantitativo</p> <p>Alcance Nivel descriptivo</p> <p>Diseño No experimental</p>	<p>Población La población estará representada por la cantidad de muestras a examinar, que será la cantidad de pozos de exploración en este proyecto, de acuerdo con la cantidad de muestras de investigación, o la cantidad de pozos de excavación.</p> <p>Muestra Dado que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de</p>

<p>la provincia Oxapampa departamento de Pasco?</p> <p>• ¿Cuál es la calidad del suelo para fines de cimentación superficial, en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco?</p>	<p>• Evaluar la calidad del suelo para cimentaciones superficiales, en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco</p>	<p>admisible para el diseño de cimentaciones superficiales en el distrito de Villa Rica de la provincia Oxapampa departamento de Pasco.</p> <p>• Mediante la evolución se logró la calidad del suelo para fines de cimentación superficial</p>	<p>• Peso específico</p> <p>• Contenido de humedad</p>	<p>causas relacionadas con la naturaleza de la investigación o los objetivos del investigador, la muestra se clasifica como muestra no probabilística.</p>
--	---	--	--	--

ANEXO 02

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	julio 2023							ag		
				20	25	30	5	10	15	20		25	30
Inicio	0 días	vie 3/02/23	vie 3/02/23										
ACTIVIDADES PREVIAS	20 días	lun 6/02/23	vie 3/03/23										
Visitas iniciales	5 días	lun 6/03/23	vie 10/03/23										
Solicitud de permisos	15 días	vie 10/03/23	jue 30/03/23										
▾ Aplicación de instrumentos	40 días	jue 22/06/23	mié 16/08/23										
Elaboración de instrumento	15 días	jue 22/06/23	mié 12/07/23	Villon Gayoso Wilfredo									
Validación del instrumento	15 días	jue 22/06/23	mié 12/07/23	Villon Gayoso Wilfredo									
Recolección de datos	10 días	jue 22/06/23	mié 5/07/23	Villon Gayoso Wilfredo									
Tabulación de datos	30 días	vie 6/10/23	jue 16/11/23										
▾ Análisis e interpretación de datos	30 días	jue 16/11/23	mié 27/12/23										
Redacción del informe en base a los datos	15 días	jue 16/11/23	mié 6/12/23										
Revisión de formas y presentación	15 días	mié 6/12/23	mar 26/12/23										
Fin	1 día	mar 26/12/23	mar 26/12/23										

ANEXO 03
PRESUPUESTO

Recursos humanos

N°	Encargado	Cantidad	Duración	Monto total
1	Ingeniero civil	01	12 meses	24,000
2	Asistente	01	12 meses	12.000
			Total	S/ 36.000

Recursos materiales

N°	Material	Cantidad	Precio	Monto total
1	Copa de Casagrande	1	1,500	1500
2	Balanza	1	1700	1700
3	Recipiente metálico	8	30	240
4	Tamices	4	40	160
5	Barreta	1	1	140
6	Pala	2	80	160
Total				S/ 3900

Recursos financieros

N°	Elemento	Monto total
1	Computadora	3500
2	Impresión	700
3	Pago de luz	60
4	Pago de agua	40
5	hojas bond	60
6	Tinta	160
	Total	S/ 4520

Nota. Gasto del presupuesto de recursos financieros