

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**APLICACIÓN DEL MATERIAL GRANULOMÉTRICO
PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL
SUELO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA PAMPAS, 2021**

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

PRESENTADO POR:

Autor: ALEXANDER VICTOR, CASTRO MEZA

Asesora: Ing. Nataly Lucia Cordova Zorrilla

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

HUANCAYO - PERÚ

2023

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Mtra. Erika Genoveva Zuñiga Almonacid
Jurado

Dr. Juan Antenor Caceda Corilloclla
Jurado

Mtra. Nelfa Estrella Ayuque Almidon
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

Dedicatoria

Esta investigación es un tributo a mi familia, quienes han desempeñado un papel fundamental en la realización de este proyecto. Ellos me han brindado valiosas lecciones y son los pilares principales de este anhelado sueño.

Alexander Victor Castro Meza

Agradecimiento

Agradezco sinceramente a mis profesores y mentores, quienes me han brindado su invaluable orientación académica y su estímulo constante para perseguir la excelencia en mis estudios. Su dedicación y compromiso con mi desarrollo han dejado una huella significativa en mi formación. Me gustaría expresar mi gratitud a mis amigos y compañeros de clase, quienes han estado a mi lado a lo largo de esta travesía académica. Sus palabras de aliento, su colaboración y su apoyo mutuo han sido fundamentales para mantenerme motivado y enfocado en la culminación de esta tesis.

Alexander Victor Castro Meza

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0213 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis**; titulada:

APLICACIÓN DEL MATERIAL GRANULOMÉTRICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA PAMPAS, 2021

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. CASTRO MEZA ALEXANDER VICTOR**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Ing. CORDOVA ZORRILLA NATALY LUCIA**

Fue analizado con fecha **11/06/2024**; con **167 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **16 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 11 de junio del 2024.

MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
CONTENIDO	iv
CONTENIDO DE TABLAS	vii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	viii
Resumen.....	ix
Abstrac	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción de la realidad problemática	3
1.2. Delimitación del problema.....	5
1.2.1. Delimitación espacial.....	5
1.2.2. Delimitación temporal	5
1.2.3. Delimitación conceptual o temática.....	5
1.3. Formulación del problema	6
1.3.1. Problema general	6
1.3.2. Problemas específicos.....	6
1.4. Justificación.....	6
1.4.1. Social.....	6
1.4.2. Teórica.....	6
1.4.3. Metodológica.....	7
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivo general.....	7
1.5.2. Objetivos específicos	7
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes	8
2.1.1. Antecedentes nacionales	8
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	11
2.2. Bases Teóricas o Científicas.....	13
2.2.1. Material granulométrico.....	13
2.2.2. Capacidad portante del suelo	19
2.3. Marco conceptual (de las variables y dimensiones).....	23

CAPÍTULO III HIPÓTESIS	25
3.1. Hipótesis general	25
3.2. Hipótesis específicas	25
3.3. Variables	25
3.3.1. Definición conceptual de la variable	25
3.3.2. Definición operacional de la variable.....	26
3.3.3. Operacionalización de la variable.....	27
CAPÍTULO IV	28
METODOLOGÍA.....	28
4.1. Método de investigación	28
4.2. Tipo de investigación	28
4.3. Nivel de investigación	28
4.4. Diseño de la investigación	29
4.5. Población y muestra	30
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
4.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	31
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	31
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	31
4.8. Aspectos éticos de la Investigación	31
CAPÍTULO V RESULTADOS	33
5.1. Descripción de resultados	33
5.1.1. Diseño tecnológico	33
5.1.2. Caracterización del suelo del lugar de estudio	35
5.1.3. Capacidad portante y admisible del suelo.....	42
5.1.4. Límites de Atterberg (Ensayos de límites de consistencia y humedad)	48
5.1.5. Ensayos adicionales.....	50
5.1.6. Diseño de cimentación.....	52
5.2. Contrastación de hipótesis	57
5.2.1. Contrastación de Hipótesis General	57
5.2.2. Contrastación de la Primera Hipótesis Específica.....	61
5.2.3. Contrastación de la Segunda Hipótesis Específica.....	65
5.2.4. Contrastación de la Tercera Hipótesis Específica	68
CAPITULO VI ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	73

CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	86

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables	27
Tabla 2 Descripción de los estratos del suelo por calicata	35
Tabla 3 Condiciones Sísmicas	38
Tabla 4 Clasificación de suelos por calicata	39
Tabla 5 Corte directo	42
Tabla 6 Capacidad admisible	44
Tabla 7 Capacidad admisible entre calicatas	46
Tabla 8 Capacidad portante entre calicatas (capacidad máxima)	47
Tabla 9 Límites de consistencia y contenido de humedad	48
Tabla 10 Abrasión de los Ángeles	50
Tabla 11 Resistencia a la comprensión de núcleo de roca	51
Tabla 12 Espectro de diseño según el factor de zona (Z)	52
Tabla 13 Espectro de diseño según el factor de zona (S)	52
Tabla 14 Espectro de diseño según el factor de zona (U)	52
Tabla 15 Espectro de diseño según el factor de zona (R)	52
Tabla 16 Restricciones en las irregularidades estructurales en altura	52
Tabla 17 Restricciones en las irregularidades estructurales en planta	53
Tabla 18 Resumen del cálculo de espectro de pseudo	53
Tabla 19 Resultados de las simulaciones en el eje X y Y	54
Tabla 20 Periodos TP y TL	55
Tabla 21 Categorías de las edificaciones y factor “U”	56
Tabla 22 Categoría de la edificación e irregularidad	56
Tabla 23 Límites para la distorsión del entrepiso	56
Tabla 24 Prueba ANOVA para la capacidad portante del suelo	58
Tabla 25 Pruebas POST HOC para capacidad portante del suelo	59
Tabla 26 Prueba ANOVA para la capacidad admisible del suelo	66
Tabla 27 Pruebas POST HOC para capacidad portante del suelo	66
Tabla 28 Restricciones en las irregularidades estructurales en altura y planta	69
Tabla 29 Categoría de la edificación e irregularidad	69

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Mapa con la ubicación del lugar de estudio	5
Figura 2 Promedio de capacidad admisible	46
Figura 3 Promedio de capacidad portante (máxima).....	47
Figura 4 Espectro de pseudo - aceleraciones X-X	53
Figura 5 Espectro de pseudo - aceleraciones Y-Y	54
Figura 6 Lugar de excavación.....	63
Figura 7 Excavación.....	64
Figura 8 Acumulación de agua en la zanja	64
Figura 9 Acumulación de agua en la zanja	65
Figura 10 Diseño de cimentación.....	70

Resumen

La investigación se desarrolló para hacer un análisis de la influencia de la aplicación del material granulométrico en la capacidad portante del suelo, en el contexto de la Ciudad Universitaria de Pampas, en el 2021. El estudio desarrollado fue de tipo aplicado y de nivel explicativo en el que se aplicó el método científico y en el que se utilizó un diseño experimental explicativo; la muestra poblacional se conformó por 6 calicatas, y se aplicó la técnica de la observación. Los resultados obtenidos demostraron que al hacer uso de cama de piedra y el material afirmado se mejoró la capacidad portante del suelo al proporcionar una base sólida y estable para mejorar la distribución de cargas logrando uniformidad y reduciendo la posibilidad de asentamientos diferenciados. Es así que, en promedio la capacidad portante en el suelo sin material granulométrico fue de 1.2773, y con el material agregado osciló entre 1.8530 y 3.0917. De este modo se concluye que la aplicación del material granulométrico tiene una influencia significativa ($p\text{-valor}=0.00$) en la capacidad portante del suelo; lo cual denota que el material utilizado aumentó la resistencia del suelo, logrando una base sólida y estable, permitiendo mayor soporte de cargas sin generar deformaciones excesivas y reduciendo los riesgos de asentamientos excesivos y las fallas estructurales.

***Palabras clave:* material granulométrico, capacidad portante, resistencia.**

Abstrac

The research was carried out to analyze the influence of the application of granulometric material on the bearing capacity of the soil in the context of the University City of Pampas in 2021. The study conducted was of an applied nature and had an explanatory level in which the scientific method was applied, and an experimental explanatory design was used. The population sample consisted of 6 test pits, and the observation technique was applied. The results obtained demonstrated that by using a stone bed and compacted material, the bearing capacity of the soil was improved by providing a solid and stable base to enhance load distribution, achieving uniformity, and reducing the possibility of differential settlements. Thus, on average, the bearing capacity in the soil without granulometric material was 1.2773, and with the added material, it ranged from 1.8530 to 3.0917. It is concluded that the application of granulometric material has a significant influence ($p\text{-value}=0.00$) on the bearing capacity of the soil, indicating that the material used increased the soil's strength, resulting in a solid and stable base, allowing for greater load support without excessive deformations, and reducing the risks of excessive settlements and structural failures.

Keywords: granulometric material, bearing capacity, resistance.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento del suelo es fundamental para la correcta selección de la cimentación en una estructura. Este conocimiento implica la comprensión de la capacidad portante del suelo y la identificación de posibles fallas que podrían comprometer la estabilidad y durabilidad de la construcción. La realización de estudios geotécnicos del suelo previos permite prever y mitigar problemas durante la fase de construcción, al tiempo que se optimizan los costos asociados a la cimentación. La aplicación de mejoras granulométricas en el suelo representa una estrategia para incrementar su capacidad portante (1). Para ello, es necesario llevar a cabo un análisis granulométrico que permita evaluar la distribución de tamaños de partículas presentes en el suelo.

En la Ciudad Universitaria de Pampas, debido al crecimiento demográfico y desarrollo urbano, es crucial contar con parámetros que caractericen el suelo de manera adecuada. Estos parámetros son fundamentales para determinar la capacidad portante del suelo y tomar decisiones informadas sobre la cimentación, evitando problemas futuros que puedan comprometer la estructura del suelo. La aplicación de material granulométrico busca mejorar la resistencia y capacidad de carga del suelo, especialmente en condiciones desfavorables como alta humedad y contenido arcilloso, evitando deformaciones excesivas. Además, esta técnica mejora la estabilidad de las estructuras, facilita la compactación del suelo, mejora el drenaje y permite un movimiento eficiente del agua.

De esta manera, el problema general planteado de la investigación es ¿De qué manera influye la aplicación del material granulométrico en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021? Con el objetivo de realizar un análisis detallado de esta influencia. La hipótesis planteada establece que la aplicación del material granulométrico tiene una influencia significativa en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas en el año 2021.

Asimismo, la investigación considera el desarrollo desde el método científico, de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño no experimental explicativo, por medio del análisis de ensayos de laboratorio con dos fases: campo y laboratorio. Utilizando una

ficha de observación para la recolección de datos. Se justifica desde lo social, aportando información respaldada a los interesados en la aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad de soporte del terreno, apoyado en estudios previos. En términos teóricos, contribuye al conocimiento científico al establecer bases teóricas y definiciones; brindando resultados y conclusiones que pueden ser utilizados por otros investigadores con objetivos similares. Además, desde una perspectiva metodológica, la utilización de una ficha de observación como instrumento de recolección de datos valida su calidad y la hace apropiada su aplicación.

Capítulo I, se expone el planteamiento del problema; delimitación; problema general y específicos; objetivo general y específicos; delimitación y justificación.

Capítulo II, se halla el marco teórico, antecedentes; bases teóricas, dimensiones de marco conceptual de material granulométrico y capacidad portante de suelos.

Capítulo III, se muestran las hipótesis y variables, y operacionalización de variables.

Capítulo IV, describe la metodología de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de análisis de datos y aspectos éticos.

Capítulo V, expone los resultados y construcción de hipótesis.

Capítulo VI, está compuesto por el análisis y discusión de resultados.

Por último, las conclusiones, recomendaciones, referencia bibliográfica y los anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Es fundamental adquirir información sobre las características del suelo donde se llevarán a cabo los estudios, ya que esto permite determinar la cimentación más adecuada según el tipo de estructura involucrada. De esta manera, se adquiere un entendimiento acerca de la capacidad de carga que el suelo puede proporcionar a la estructura durante el proceso de construcción. Además, contar con información detallada es crucial para identificar posibles fallos que podrían surgir en el suelo que se va a cimentar, así como el tipo de cimentación adecuado que garantice mayor tiempo de vida de la estructura (2).

Conocer las propiedades del suelo y su capacidad de soporte, así como el tipo de cimentación adecuado, permite prever y anticipar problemas que podrían surgir en el futuro que podrían presentarse si es que son se realizan estudios básicos antes de que se pase a la fase de construcción. El ingeniero responsable puede optimizar eficazmente los gastos asociados a la cimentación utilizando información precisa y el enfoque adecuado para determinar la capacidad de soporte en función del tipo de suelo (1).

Palacio et al. (3) sugirieron que la aplicación de material granulométrico al propio suelo es una forma de aumentar la capacidad de soporte del suelo; para ello, es necesario llevar a cabo un estudio de granulometría para obtener información acerca

de la distribución de tamaño de las partículas que se utilizarán. Dicho argumento está validado por diversos estudios en los que se corroboró que aplicando material granulométrico se logró optimizar la capacidad portante del suelo; uno de ellos es el estudio titulado “Modelo de capacidad portante para arcillas mejoradas con rellenos granulares”, de autoría de García, en el que se determinó que la capacidad portante es muy sensible al espesor del relleno granular, pero es poco variable a las condiciones de sobre ancho (4). De igual manera, en el estudio de Celis y Villacis, titulado “Zonificación de la capacidad portante de los suelos de la localidad de Shamboyacu, provincia de Picota, Región San Martín”, se determinó que dicha localidad cuenta con una capacidad portante entre 0.90-0.97 Kg/cm²; en base a ello se estimó la capacidad de soporte del material granulométrico (5). Así también en el estudio de Rosales, titulado “Determinación de la capacidad portante de los suelos para establecer la zonificación en la localidad de Juan Guerra – 2017”, se determinó que la zona analizada cuenta con suelos medianamente permeables y que en épocas de grandes precipitaciones pluviales se producen infiltraciones, por lo que los suelos encontrados fueron densos, de baja resistencia y contenido de finos variables (6); por lo que se evidenció la necesidad del agregado del material granulométrico.

En este contexto, y considerando el crecimiento poblacional y el desarrollo social en la Ciudad Universitaria de Pampas, resulta crucial disponer de parámetros que describan las características del suelo en esta área específica, ayudando al sector público y a las empresas constructoras o cualquier otro agente que tenga el objetivo de ejecutar algún trabajo, se podrá obtener un valor de referencia sobre la capacidad de carga del terreno, esto es necesario para completar la construcción y así se pueda tomar mejores decisiones respecto al tipo de cimentación a emplearse, y de este modo, prevenir problemas posteriores que podrían dañar la estructura del suelo.

En consecuencia, se considera importante el estudio de los suelos ya que de esta manera se podrá garantizar seguridad y estabilidad de las edificaciones o proyectos que se desarrollen a futuro, en los que la eficacia estará en función de los resultados que se obtenga. Por lo tanto, se llevará a cabo este estudio de investigación con el fin de abordar y resolver el problema principal identificado y formulado de la siguiente manera: “¿De qué manera influye la aplicación del material granulométrico en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021?”

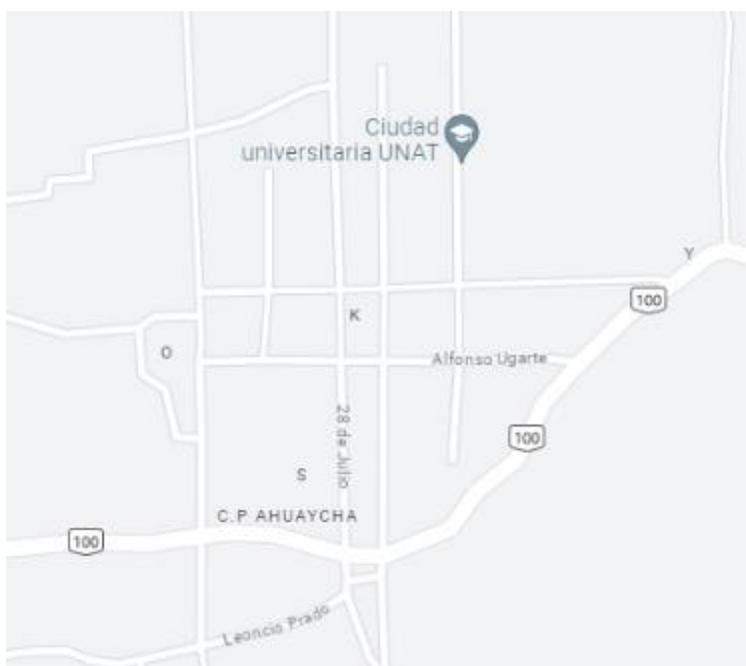
1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Delimitación espacial

La recolección de los datos que fueron necesarios en la investigación, fue desarrollada en la Ciudad Universitaria de Pampas, ubicada en la provincia de Tayacaja, del departamento de Huancavelica. Para acceder al área de estudio, debe partirse desde la plaza de Pampas, en sentido de este a oeste. La ubicación exacta del campus universitario es en la Av. Universitaria del distrito de Ahuaycha.

Figura 1

Mapa con la ubicación del lugar de estudio



Nota. Tomado de Google maps.

1.2.2. Delimitación temporal

El proceso de investigación se llevó a cabo de agosto de 2021 a enero de 2022, abarcando un período de siete meses. Durante este tiempo, se siguió un proceso metódico y organizado para asegurar la calidad del estudio.

1.2.3. Delimitación conceptual o temática

El material granulométrico y la capacidad de carga del suelo son los dos factores de este estudio; el primero es definido por Toirac (7) como el material que se

suele usar en el agregado; y el segundo es definido por Herrera (8) como el potencial del terreno para resistir las cargas que se le imponen.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera influye la aplicación del material granulométrico en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye la aplicación del material granulométrico en los límites de Atterberg del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021?
- ¿Cómo influye la aplicación del material granulométrico en la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021?
- ¿Cómo influye la aplicación del material granulométrico en el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

Desde un enfoque social, se consideró que esta investigación fue desarrollada por el aporte que se realizó a todos los agentes involucrados e interesados en la aplicación de material granulométrico para optimizar el desempeño en construcciones o edificaciones futuras. Con los resultados que se obtengan se pudo dar mayor soporte a estudios pasados que concluyeron que con la aplicación del material granulométrico sí se puede mejorar la capacidad portante de los suelos.

1.4.2. Teórica

Desde un enfoque teórico, se consideró que la investigación es importante ya que aporta al acervo científico las bases teóricas y definiciones de variables estudiadas. La información recopilada proviene de fuentes bibliográficas válidas y confiables.

Además, los resultados y conclusiones pueden ser utilizados por otros investigadores en futuros estudios con objetivos similares.

1.4.3. Metodológica

El uso de una hoja de observación como herramienta para recopilar información sobre la capacidad de carga del terreno sirvió de base para la justificación metodológica de la investigación. El uso de esta hoja de observación da credibilidad a la calidad del instrumento y a su posible uso en investigaciones relacionadas en el futuro.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Analizar la influencia de la aplicación del material granulométrico en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la aplicación del material granulométrico en los límites de Atterberg del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.
- Analizar la influencia de la aplicación del material granulométrico en la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.
- Evaluar la aplicación del material granulométrico en el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se consideraron como antecedentes de la investigación a los siguientes estudios:

2.1.1. Antecedentes nacionales

La investigación “Empleo de tecnologías de cimentación profunda en el mejoramiento de la capacidad portante del suelo, para edificaciones hospitalarias, Huancavelica, 2020”, fue publicada por la Universidad Privada del Norte. Lima, Perú (9).

Con el fin de definir la influencia del empleo de tecnologías de cimentación profunda para la mejora de la capacidad portante en suelos para las edificaciones hospitalaria, se propuso un estudio aplicado descriptivo con un diseño no experimental que recolectó datos cualitativos de un terreno destinado a la construcción de una edificación hospitalaria. Entre los resultados, i) se detectó el incremento progresivo de la rigidez, clasificando el terreno como un suelo denso de tipo C con profundidad de 55 m, ii) la cimentación proyectada de la edificación hospitalaria envió cargas uniformes al terreno para la obtención de un grosor uniforme, iv) en la comparación del empleo de la cimentación proyectada se produjo una mejora en la capacidad portante del terreno gracias a los pilotes de cimentación.

De modo que, el autor concluyó la posibilidad de definición de la influencia de las tecnologías de cimentación en la mejora de la capacidad portante de los suelos mediante la aplicación de métodos teóricos de campo.

La investigación titulada “Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos y capacidad portante para la construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad satélite - Huacho 2019” fue publicada por la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Facultad de Ingeniería Civil, Huacho (10).

Con el fin de alcanzar los objetivos de la investigación, se llevó a cabo un estudio cuantitativo de tipo aplicado y nivel descriptivo. Se utilizó un diseño no experimental, donde se consideraron 10 calicatas como elementos del diseño muestral. Tras el análisis de los resultados obtenidos en la investigación, se pudo concluir que i) las características del sistema unificado de clasificación de suelos no son favorables para construir viviendas en la ciudad; ii) los niveles de capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas son satisfactorios, esto debido a la capacidad portante media de 1.16 kilogramos por centímetro cuadrado.

El estudio “Zonificación de la capacidad portante del suelo en la localidad de Lagunas distrito de Lagunas, Alto Amazonas - región de Loreto”; se publicó en la Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Tarapoto (11).

El autor llevó a cabo una investigación exhaustiva para identificar y analizar los distintos tipos de suelos presentes en la zona, así como para determinar su capacidad de carga con el fin de elaborar un plan de zonificación basado en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos. Para ello se realizó una investigación de tipo aplicada y de nivel descriptivo en el que se empleó un diseño no experimental – transversal. Posterior a la obtención de los resultados, el autor concluyó que i) la capacidad portante del suelo está entre los 0.529 kilogramos por centímetro cuadrado y los 1.178 kilogramos por centímetro cuadrado; ii) se identificó dos tipos de suelos, uno caracterizado por su baja plasticidad, composición arcillosa, y otro con una alta plasticidad iii) se identificaron dos zonas que tienen capacidades portantes necesarias.

La tesis de investigación titulada “Zonificación de la capacidad portante de los suelos de la localidad de Shamboyacu, Provincia de Picota, Región San Martín”, se

desarrolló en la Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Tarapoto (12).

Los investigadores llevaron a cabo un estudio descriptivo en el que se realizaron diversos ensayos de laboratorio, siguiendo las normas establecidas, para identificar la categorización del suelo, los límites líquidos, límites plástico e índice de plasticidad, así como la densidad del campo, los niveles de humedad y los análisis granulométricos. Tras un análisis de los datos, se determinó que se había descubierto una variedad de tipos de suelo, incluidas arcillas de baja plasticidad, gravas limosas y gravas con mala gradación. Los resultados mostraron que los suelos de grano grueso tenían un ángulo de fricción de 31 grados y una falta de cohesividad. En cambio, los suelos de grano fino presentaban una cohesividad de 0,24 kg/cm² y un ángulo de fricción de 21 grados. Además, se determinó que la capacidad de soporte del terreno oscilaba entre 0,90 y 0,97 kilogramos por centímetro cuadrado en caso de un posible fallo local en cimentaciones de franjas de 1 metro de ancho.

La investigación que lleva el título “Estudio de la capacidad portante del suelo del centro poblado Santa Rosa de Cumbaza en el distrito de Tarapoto”, fue desarrollada en la Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Tarapoto (13).

El objetivo principal del estudio fue analizar, identificar y evaluar a fondo los distintos tipos de suelos en el centro urbano en cuestión. Esta investigación se llevó a cabo para determinar la capacidad de carga de los suelos y evaluar su idoneidad para la futura construcción de edificios. Para ello, el autor realizó un estudio aplicado, y de nivel descriptivo, en el que se empleó un diseño no experimental – transversal. Luego de analizar los resultados, se pudo concluir lo siguiente: i) se identificaron dos zonas óptimas en términos de capacidad de soporte de cargas del terreno; ii) en la primera zona, compuesta por suelos finos de tipo arena limoso, la capacidad de soporte de cargas del terreno se encuentra en el rango de 0.74 y 0.80 kilogramos por centímetro cuadrado; iii) en la segunda zona, la capacidad de carga del terreno está en el rango de 1.39 y 1.9 kilogramos por centímetro cuadrado, y también está compuesta por el mismo tipo de suelo mencionado anteriormente.

2.1.2. Antecedentes internacionales

El estudio titulado “Mejora de la capacidad portante de la subrasante aplicando cal en vías de segundo orden del cantón Alausí”, se publicó en la Universidad Nacional de Chimborazo, en Riobamba, Ecuador (14).

El objetivo fue determinar la adecuada dosificación de cal en la mejora de la capacidad estructural de una vía de segundo orden; por lo que, planteó una investigación experimental que recolecto los datos mediante la observación directa de los ensayos de laboratorio NEVI-12 con apoyo del equipo GEOGAUGE, teniendo como muestra a la vía Sibambe, que une la carretera panamericana E-47, dividiendo la vía en tres tramos. Entre los principales resultados, Entre los resultados: i) el tramo 2 se tuvo en los suelos de la subrasante arenas bien graduadas con una humedad de 60.68% y densidad máxima de 1.34 g/cm³, ii) en el tramo 3 se tuvo contenido de humedad de 14.50%, densidad máxima de 2 g/cm³, iii) en el tramo 4 se tuvo un contenido de humedad de 10.38% y densidad máxima de 1.87 g/cm³, iv) mediante el ensayo del CBR en laboratorio se obtuvo los siguientes resultados para el tramo 2. En suelo natural se obtuvo un CBR de 1.48%, con la adición de 2 % de cal se obtuvo un valor de 1.51% y con el 6% de adición de cal se obtuvo un valor de 3.67%. Finalmente, el autor concluyó que la adición óptima de cal fue del 2%.

El estudio titulado “Estudio comparativo del comportamiento de cimentaciones superficiales en suelos blandos, al implementar rellenos granulares como técnica de mejoramiento”; se desarrolló en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia, Bogotá (15).

Para alcanzar los objetivos del estudio, utilizaron dos métodos de cálculo alternativos -el método analítico convencional y el análisis numérico que utiliza el programa OPUM G2- para comparar las capacidades de soporte de los suelos estratificados. Los resultados obtenidos, se observa que, al aumentar el espesor de reemplazo, el uso de rellenos granulares en lugar del suelo natural mejora la capacidad portante del suelo. Además, el análisis mediante elementos finitos produce resultados de capacidad portante más conservadores en comparación con la teoría de Meyerhof. Como conclusión del estudio, se determinó lo siguiente: i) La sustitución del material aumentó la capacidad de soporte de carga admisible del suelo en un 40,02%; ii) Para

el material de subbase tipo C, se permiten valores mayores para la capacidad de soporte de carga admisible; iii) la teoría de Meyerhof permite realizar reemplazos de base de 2.0Bm y espesores superiores a 0.25 metros.

La tesis de investigación “Estabilización o mejoramiento de la capacidad portante de los suelos de la subrasante de carretera utilizando diferentes proporciones de arenas asfálticas de yacimientos naturales de la Península de Santa Elena”, se publicó en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad (16).

El objetivo principal de la tesis de investigación consistió en llevar a cabo un análisis y evaluación del comportamiento del suelo de subrasante en la localidad investigada. Para lograr esto, se llevó a cabo una descripción detallada del área de estudio, seguida de análisis de los suelos de subrasante, las proporciones adicionadas y las arenas asfálticas. Los resultados y conclusiones obtenidos fueron los siguientes: i) las arenas asfálticas analizadas presentaron un contenido de finos del 50.04%, un índice de CBR de 9.56% y un índice de plasticidad (IP) de 15.82; ii) en las arenas asfálticas encontradas a una profundidad de cuatro metros, el contenido de bitumen fue de solo un 2.81%; iii) las adiciones de arena asfáltica en proporciones del 10% y 20% cumplen con los requisitos técnicos establecidos.

El artículo titulado “Mejora de la capacidad portante del suelo”, 8(6), pp. 16–19, fue publicado en la *International Journal of Latest Research in Science and Technology*. Mullana, India (17).

Con el propósito de mejorar la capacidad de carga del suelo de prueba mediante la adopción de un material de base textil llamado material geotextil; se realizó una investigación experimental. En este estudio actual, el geotextil se utiliza como material geosintético, y la arena es el material básico y principal que se considera para el estudio. Asimismo, se presentaron los resultados de las pruebas de carga de laboratorio en una zapata continua que se supone que es rectangular apoyada en el lecho de arena, mediante ensayos para evaluar el potencial o la capacidad del geotextil para mejorar la capacidad portante de la arena. Se colocan tres capas de geotextil (para refuerzo) debajo de las bases rectangulares de 50 cm x 30 cm x 40 cm en el suelo de prueba. La relación entre la profundidad del refuerzo y la luz o el ancho de la zapata respectiva

(D/B) varía de 0,20 a 2. Por tanto, se concluyó que, el área de refuerzo varió entre 1B X 1B. Por otra parte, el aumento máximo en la capacidad portante última se determinó al colocar el refuerzo a una profundidad de la mitad del ancho de la zapata, evidenciando un incremento por un factor de 2.03 a 2.47 en la relación de capacidad de carga y un refuerzo a profundidades de 0.25B a 0.75B. Además, la capacidad de carga máxima fue mejorada por un factor de aspecto de 2.7 a 3.6 en contraste con el suelo normal, es decir, sin refuerzo, con el tamaño óptimo (mayor) y la profundidad óptima del refuerzo.

2.2. Bases Teóricas o Científicas

2.2.1. Material granulométrico

A. Granulometría

Se define a la granulometría como la composición, reflejada en porcentajes, de aquellos tamaños de agregado que hay en una muestra. La granulometría muestra la composición parcial de cada tamaño retenido en los diversos matices que son usados de modo obligatorio para las respectivas mediciones (7).

Las proporciones relativas de los componentes en el diseño de la mezcla, así como los requisitos de líquido y cemento, están influidos por la granulometría de los áridos y las dimensiones máximas de los mismos, que también influyen en la resistencia, trabajabilidad, bombeabilidad, economía, retracción, durabilidad y porosidad del hormigón. Se reconoce que la base de todos los métodos convencionales de diseño de mezclas es la granulometría de los áridos (7).

Para que no se haga uso excesivo del cemento, los agregados deben estar bien distribuidas en su granulometría, esto quiere decir que los granos deben tener diversos tamaños para que no haya muchos huecos en la mezcla (7).

Se recomienda utilizar una granulometría progresiva, que abarque desde el tamaño máximo del agregado grueso hasta la partícula más fina presente en la arena, para obtener una mezcla de concreto con una resistencia óptima. Esta distribución garantiza menos huecos en la mezcla de áridos, lo que mejora la capacidad de la pasta de cemento para adherirse a los áridos y mantener la cohesividad de los materiales (7).

a. Factores determinantes de la granulometría

La granulometría no es un factor fijo en el tiempo, sino que cambia según la influencia de ciertos factores que deben ser revisados y corregidos ante problemas de este tipo (7). Estos factores son los siguientes:

- Mineralogía

La mineralogía es la disciplina dedicada al estudio de los minerales. Poseer conocimientos sobre los minerales resulta beneficioso en el ámbito del trabajo de campo en todas las ramas de la ingeniería, ya que permite identificar y comprender los materiales geológicos que se están observando o estudiando. Esta habilidad facilita una aproximación más precisa a las características de los minerales presentes en un determinado entorno (18).

- Forma de obtención de la mina

El proceso de extracción de minerales implica la consideración de cómo se llevará a cabo la remoción de los mismos. En la mayoría de los casos, los minerales se encuentran ubicados debajo de una capa de suelo o roca que debe ser removida o excavada para acceder al yacimiento de minerales metálicos. Este paso es fundamental para poder iniciar la extracción propiamente dicha (19).

- Graduación de los molinos

Viene a ser el indicador de cómo están graduados los molinos que son empleados para la obtención de los minerales.

- Tipos de zarandas

Las zarandas son dispositivos utilizados en el procesamiento de minerales. La consistencia y la amplitud de las vibraciones en estos equipos son parámetros fundamentales para lograr un rendimiento óptimo, una mayor eficiencia y una mejor calidad en el proceso de cribado. Estos factores son cruciales para obtener resultados destacados en la separación de los minerales (20). Los tipos de zarandas son los siguientes:

- Cedazos (tamiz) rotos.

- Cedazos tapados.
- El tamaño del cedazo superior e inferior.
- La pendiente de la malla dentro de la zaranda.

B. Métodos para el análisis granulométrico del suelo

El análisis de la textura del suelo es una etapa fundamental y común en la mayoría de los proyectos de construcción. El objetivo principal de estos estudios es determinar el porcentaje de cada fracción de arcilla, limo, arena y partículas del esqueleto del suelo. Se considera un estudio básico para comprender las características del suelo, así como otras propiedades importantes como la permeabilidad, filtración, compactación, plasticidad, viscosidad, consistencia, entre otras. Estos datos son fundamentales para tomar decisiones informadas en el diseño y la construcción de proyectos (21).

Comúnmente, los resultados de los análisis granulométricos se utilizan en disciplinas como la geología, la geografía, la construcción de suelos y la mecánica de suelos, entre otras. A pesar de las múltiples aplicaciones de estos resultados, llevar a cabo el análisis en sí mismo plantea desafíos que requieren investigación y enfoques metodológicos adecuados. Para determinar la composición granulométrica del suelo, los centros de investigación emplean diversos métodos con diferentes niveles de precisión (21).

Para los estudios de la textura del suelo no puede emplearse un método con altos niveles de exactitud y que pueda ser verificado de inmediato. Sin embargo, desde ya hace algunas décadas en Europa se vienen desarrollando equipos adecuados para la medición de contenido de una fracción granulométrica dada la base de una cantidad que represente una fracción en una muestra de suspensión de 10 o 20 mililitros de capacidad, tomados del volumen de mil mililitros. Entre los diversos equipos y dispositivos, se debe tener mayor consideración a la pipeta de Köhn y la pipeta de Robinson. La primera fue muy empleada en la mayoría de países europeos, mientras que el segundo, fue empleado, mayormente, en Estados Unidos (21).

Los años recientes trajeron consigo el uso del método y el dispositivo laser ajustado para el análisis granulométrico. No obstante, este método requiere mayor

exactitud y mayor control para tener mayor precisión en las mediciones, así como una documentación más apropiada. Los intentos de hacer mediciones de la textura del suelo con este método generaron muchos problemas (21).

En la actualidad, la investigación moderna requiere hacer una distinción de dos objetivos del análisis granulométrico; uno de los objetivos consiste en desarrollar un método que busque la evaluación y la verificación adecuada de los métodos prácticos; además sería destinado a la investigación científica; por estos motivos estos estudios son muy largos e intensos. El segundo objetivo es la elaboración de un método para la práctica. En este caso, el análisis granulométrico debe ser menos intenso en la puesta en práctica, pero con mayor velocidad, y mayor definición que brinde información más exacta de las medidas (21).

De acuerdo a Rzasa y Owczarzak (21), los métodos que existen para analizar la granulometría de los suelos son los siguientes:

a. Método de análisis total

El método de análisis total de la textura y la indicación del lecho consiste en fraccionar el total de la suspensión sedimentadora. El propósito fundamental de este método es realizar un análisis mediante flotación para determinar el porcentaje de cada fracción de arena, limo y arcilla en la suspensión sedimentada. El tiempo de sedimentación y fraccionamiento de cada fracción se define sobre la base de la fórmula de Stoke. La flotación comienza con las fracciones más pequeñas, menores a 0,002 mm, generalmente llamadas fracciones arcillosas o fracciones coloides. Además, las fracciones de limo se flotan y otras fracciones de arena se pueden fraccionar con el método de tamiz, que es bien conocido y se utiliza a menudo en otros métodos de análisis granulométrico. Las fracciones de arcilla flotante y el limo se hacen repetidamente hasta que se recolecta toda la fracción. Esta parte requiere mucha mano de obra (21).

Este método, basado en el mismo principio, pero diferente en numerosos detalles importantes, ya se publicó hace treinta años. En este método, se dispersó una muestra de 20 g de la misma forma que en el método modificado y presentado en este papel. La configuración de succión incluía un cono con dimensiones de 1 cm de altura y 2 cm de diámetro, el cual contaba con cinco orificios en la parte inferior. Sin

embargo, la acción de succión para la suspensión se llevó a cabo mediante una bomba de agua que estaba controlada por dispositivos estabilizadores (21).

Estos dispositivos resultaron inútiles y ralentizaron la succión, por lo que ahora la bomba ha sido reemplazada por un aspirador de aire. Se hicieron flotar 1000 ml de suspensión tres veces. Además, muchos más detalles diferían, pero la precisión de la medición era similar. El nombre corto del método siguió siendo el mismo: el método de análisis total (21).

El método de análisis total presentado y modificado funciona sobre la misma base que el método más conocido y a veces utilizado, especialmente combinado con métodos de pipeta, el método de Atterberg, en el que el total de una muestra analizada se fraccionó con un aparato, o un cilindro de Atterberg especializado. Sin embargo, existen muchas diferencias entre los dos métodos. La diferencia básica es uno de los recipientes cilíndricos en los que se produce la sedimentación. En el método de Atterberg, el dispositivo de sedimentación era un cilindro especial llamado aparato de 30 cm de altura de sedimentación y 8 cm de diámetro interior. En la parte inferior había una tubería de desagüe. Mientras que, en el método presentado, la sedimentación se realiza en vasos de laboratorio regulares de 600 ml de capacidad y una altura total de 14-16 cm. El diámetro interior de un vaso de precipitados es de unos 8 cm y la altura de sedimentación es de 10 cm. El nivel de sedimentación se marca en un vaso de precipitados - "0" se coloca a 1 cm del fondo y el nivel superior se coloca 10 cm por encima de "0". La flotación de las fracciones se realiza con un juego de succión especial y se produce en el eje de un vaso de precipitados marcado con un portaobjetos especial (21).

En el método TA modificado presentado, el tiempo de sedimentación es tres veces más rápido y la suspensión de sedimentación es aproximadamente cuatro veces menor en comparación con el método de Atterberg. Además, la forma de defracción de sedimentos es más adecuada y también más precisa. Varias simplificaciones dan como resultado posibilidades reales de utilizar los métodos de AT, también en un análisis a gran escala (21).

Lo que es crucial para el análisis de la textura del suelo y del lecho con el método de fraccionamiento de toda la muestra y la determinación del porcentaje del contenido de cada fracción es el equipo y el procedimiento adecuados (21).

b. Método de análisis de pipetas

Este método busca, principalmente, indicar la textura del suelo y el sub suelo sobre la base que se recoge de una muestra de pipeta de la solución de sedimentación. La capacidad de la muestra es de 38.5 ml. y la determinación precisa de la capacidad de marca por peso con una exactitud de 0.001 ml. Este método es un cambio, y una simplificación del método original. Además, se desarrollaron nuevos equipos para producir en masa, usar e implementar el método de forma normal (21).

El dispositivo de pipeta cuenta con cuatro sondas de tubo que están elaboradas a base vidrio orgánico; las sondas se instalan de modo vertical dentro de una estructura cuadrada de más de 4 centímetros de lado. Las sondas se suelen unir con una placa de ocho milímetros de espesor con canales interiores que unen las sondas con un tubo metálico de 25 centímetros de largo. La pipeta se une a un trípode que ayuda a moverse de modo vertical cuando la pipeta es ubicada en la solución de suelo y se extrae la muestra que fue recolectada. Un trípode está hecho a base de un eje vertical que se ubica en una placa rectangular (21).

La actividad básica, que se relaciona con la recolección de una muestra de pipeta, se ejecuta cuando el trípode equipado con dispositivos rodantes y soportes debajo de la placa es enrollado a lo largo de vasos precipitados y ordenados con la solución. Una vez que se ubica la pipeta en una parte central debajo del vaso de precipitados, el cabezal es activado para que las sondas de una pipeta toquen la superficie de solución; después, el marcador de profundidad es ubicado en el medidor y luego es separado del medidor. Después de un par de segundos, el cabezal superior es deslizado hacia el limitador con una pipeta (21).

c. Análisis comparativo de los resultados obtenidos con los métodos TA y ALP

Cuando los resultados del análisis TA se consideran que fueron obtenidos con un método básico estándar, se suele comparar con los resultados que se obtuvieron con el análisis de pipeta ALP para que se logre una conclusión general. Por lo general, se

considera que cuando se aplica el método de la pipeta se encuentran más errores. No obstante, después de realizar la distribución proporcional de errores, las diferencias con los resultados del método ALP son menores, sin importar la interpretación de la textura en soluciones prácticas y teóricas (21).

Además, existen otras formas de facilitar la comparación de los resultados de ambos métodos, utilizando un gráfico de distribución granulométrica que represente el proceso de sedimentación, realizar el análisis de muestras con diferentes niveles de compactación, y emplear gráficos de granulometría acumulativa. Se pueden encontrar numerosos métodos adicionales para confrontar y comparar los resultados de los análisis simplificados con los resultados de los análisis más completos, los cuales pueden proporcionar una evaluación confiable y exhaustiva de la textura del suelo. Estos métodos adicionales deben considerarse como una herramienta integral en el análisis de textura y ser tratados como un enfoque más completo del estudio. La primera consiste en la comparación del tamaño y la suma de las fracciones de textura con la marcación debida; la segunda, es el tamaño del error que se acepta y que define en cada método; ambos son importantes y vitales. La tercera, es la granulación acumulativa, y la cuarta es la comparación de los resultados que reflejan las irregularidades y las diferencias de los resultados. La cuarta posibilidad consiste en comparar los resultados que se localizan en el triángulo de Feret (21).

2.2.2. Capacidad portante del suelo

A. Definición de suelo

Desde la perspectiva de la ingeniería, se reconoce que el suelo consiste en una mezcla no consolidada de partículas minerales, materia orgánica descompuesta, así como de líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas (22).

Por otro lado, Peck et al. (23) Se considera que el suelo es un conjunto natural de partículas minerales que pueden ser separadas mediante métodos mecánicos convencionales, como la agitación del agua, independientemente de si contienen componentes orgánicos o no.

Finalmente, Duque y Escobar (24), Se considera que el suelo representa una amplia gama de materiales, desde sedimentos orgánicos hasta rocas areniscas

parcialmente cementadas. El agua presente en el suelo desempeña un papel importante en su comportamiento mecánico y se considera un componente esencial del suelo en sí mismo.

a. Mecánica de suelos

La mecánica de los suelos consiste en ejecutar las diversas leyes de la mecánica y la hidráulica para dar solución a los problemas que surgen en la ingeniería y que tienen que ver con sedimentos y demás acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas que se producen al desintegrarse o descomponerse los factores químicos de las rocas, más allá de que cuenten con elementos orgánicos o no.

Berry y Reid (25) indica que la mecánica de los suelos comprende:

- Teorías acerca del modo de actuar de los suelos que están sujetos a cargas, en base a simplificaciones que se necesitan debido al estado actual de la teoría.
- Puesta en práctica de la teoría y los conocimientos empíricos de los problemas prácticos.

B. *Capacidad portante de los suelos*

La capacidad portante hace referencia a la capacidad que tiene el terreno para dar soporte a las cargas que se aplican sobre él. Desde una perspectiva técnica, se define como la máxima presión media de contacto que se surge entre la cimentación y el terreno sin verse en la necesidad de dañar el suelo por un asentamiento diferencial excesivo. Entonces, la capacidad portante que se puede admitir debe basarse en alguno de los siguientes criterios funcionales (8).

- Cada vez que los cimientos dan soporte a cierta tensión sin considera la deformación, la capacidad portante será considerada como una carga de hundimiento.
- Si se busca lograr un balance entre la tensión que se aplica al suelo y la deformación que sufre este mismo, se debe calcular la capacidad portante empezando por los criterios de asiento admisible.

En base a lo anterior se puede considerar que la capacidad portante suele ser empleada en la mayoría de ingenierías para hacer referencia a la capacidad con la que cuenta una estructura para dar soporte a las cargas que se aplican sobre la misma.

a. Cálculo de la capacidad portante del suelo

N_{ij} (26) indica que la capacidad portante de los suelos se determina ejecutando la siguiente fórmula:

$$q = c \cdot N_c + 0.5 \cdot Y \cdot B \cdot N_y + Y \cdot D \cdot N_q$$

En donde:

q = Capacidad portante del suelo

c = Cohesión del terreno

N_c = Factor de capacidad de carga

y = Peso específico

B = Ancho del terreno

N_y = Factor de capacidad de carga

D = Profundidad considerada

N_q = Factor de capacidad de carga

- Peso Específico (y)

Este indicador puede obtenerse del mismo terreno ya que no debe ser modificado; por ello, se debe trabajar en las circunstancias encontradas de modo original (26). Para determinar el peso específico se halla la fórmula siguiente:

$$Y = \frac{\text{Peso total del suelo (W = mg)}}{\text{Volumen total (V)}}$$

- Ancho de la sección del terreno (B)

Se considera el ancho de la base del cause o también llamado caudal (26).

- Profundidad considerada (D)

Se refiere a la profundidad del fluido que llegó previamente; esto quiere decir que es la altura máxima a la que llegó el caudal (26).

- Parámetros de resistencia del terreno

- Cohesión

Se refiere a la tracción entre partículas que surge por las fuerzas moleculares y las películas de agua. En consecuencia, la cohesión de un suelo estará en función de su humedad. La cohesión se puede medir en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²). Se considera que los suelos arcillosos tienen una cohesión alta de 0.25 kg por cm² a 1.5 kg por cm². Por otro lado, los suelos limosos tienen niveles pocos, y en el caso de las arenas la cohesión casi no existe (26).

- Fricción interna

Viene a ser la capacidad de resistencia al deslizamiento que surge a raíz de fricción que se da entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad. Debido a que los suelos granulares cuentan con una superficie de contacto mayor y sus partículas tienen una trabazón destacable, tendrán fricciones internas altas; de lo contrario, los suelos finos contarán con fricciones internas bajas (26).

- Factores adimensionales que están en función del ángulo de fricción interna

Estos factores varían del ángulo de fricción interna que se puede obtener de las fórmulas siguientes:

$$N_c = 2\sqrt{N\phi}(N\phi + 1)$$

$$N_r = \sqrt{N\phi}(N^2\phi - 1)$$

$$N_q = N^2\phi$$

$$N\phi = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

Donde: ϕ es el ángulo de fricción interna del suelo portante.

C. Capacidad de carga a corto y largo plazo

Las propiedades mecánicas con las que cuenta un terreno suele ser diferente de las cargas que cambian de modo inmediato y a las cargas cuasi permanente. Esto se da porque los terrenos suelen ser porosos, y estos poros suelen tener mucha agua dentro. Casi siempre los terrenos actúan de un modo rígido en comparación con las cargas que varían de modo instantáneo ya que estas incrementan sus niveles de presión intersticial, sin desalojar agua en niveles considerables. Por otro lado, cuando se ponen bajo cargas constantes la diferencia de presión intersticial entre las diversas partes del terreno genera que drene en ciertas zonas (27).

Cuando se trata de comprobar o calcular la capacidad portante de un suelo o terreno sobre el cual ya está construida alguna estructura debe atenderse al corto y largo plazo. En el caso del corto plazo se suelen despreciar todos aquellos términos salvo la última cohesión, mientras que, en el caso del largo plazo, se hace necesario un rozamiento interno del terreno o suelo y su específicos peso (27).

2.3. Marco conceptual (de las variables y dimensiones)

Se detalla a continuación las definiciones más importantes de la investigación.

- **Análisis granulométrico.** Es el proceso que ayuda a determinar la proporción en la que participan los granos del suelo, según su tamaño (24).
- **Capacidad portante.** Es la capacidad que tiene el terreno para dar soporte a las cargas que se aplican sobre el suelo (8).
- **Cimentación.** Es el grupo de elementos estructurales que tienen el propósito de transmitir las cargas de edificación al suelo dividiéndolas de modo que no superen su presión admisible ni generan cargas zonales (22).

- **Granulometría.** Es la composición, reflejada en porcentajes, de aquellos tamaños de agregado que hay en una muestra (7).
- **Mecánica de los suelos.** Es la ejecución de las diversas leyes de la mecánica y la hidráulica para dar solución a los problemas que surgen en la ingeniería (25).
- **Mineralogía.** Es la ciencia que se encarga de hacer estudios de los minerales (18).
- **Suelo.** Es el agregado no cementado conformado por granos minerales y materia orgánica descompuestas (22).
- **Zarandas.** Son equipos empleados en el procesamiento de minerales (20).

CAPÍTULO III HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La aplicación del material granulométrico tiene una influencia significativa en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.

3.2. Hipótesis específicas

- La aplicación del material granulométrico influye en los límites de Atterberg del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.
- La aplicación del material granulométrico influye sobre la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.
- La aplicación del material granulométrico tiene una influencia sobre el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de la variable

- Material granulométrico. Es aquel material que es empleado en el agregado y que puede encontrarse en el agregado (7).

- Capacidad portante del suelo. Es la capacidad que tiene el terreno para dar soporte a las cargas que se aplican sobre el suelo (8).

3.3.2. Definición operacional de la variable

- Material granulométrico. Es aquel que es requerido para la elaboración de concreto y suelos; se puede analizar a través de la Mineralogía, la forma de obtención de la mina, y el tamaño del pedraplén y el material clasificado.
- Capacidad portante del suelo. Es la capacidad de los suelos para resistir cargas en un determinado terreno; se puede analizar a través del peso específico del suelo, del ancho de la sección del terreno, la profundidad considerada, los parámetros de resistencia del terreno y los factores adimensionales.

3.3.3. Operacionalización de la variable

Se aprecia en la **Tabla 1**, la operacionalización de las variables que se estudiarán en la presente investigación.

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Material granulométrico	Es aquel material de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas. (Toirac, 2012).	Es aquel que es requerido para la elaboración de concreto y suelos; se puede analizar a través de la Mineralogía, la forma de obtención de la mina, y el tamaño del pedraplén y el material clasificado.	Mineralogía	Materiales geológicos
			Forma de obtención de la mina	Obtención de materiales
			Tamaño	Pedraplén
				Material mediano
Capacidad portante del suelo	Es la capacidad que tiene el terreno para dar soporte a las cargas que se aplican sobre el suelo (Herrera, 2010).	Es la capacidad de los suelos para resistir cargas en un determinado terreno; se puede analizar a través del peso específico del suelo, del ancho de la sección del terreno, la profundidad considerada, los parámetros de resistencia del terreno y los factores adimensionales	Límites de Atterberg	Límite Líquido
				Límite plástico
				% de Humedad
			Capacidad admisible del terreno	Cohesión
				Capacidad admisible
			Diseño de cimentación	Capacidad de carga última
				Resistencia máxima del suelo
Cargas aplicadas				
	Desplazamientos			

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

El método de investigación que se aplicó fue el método científico. Es considerado el método que requiere de un proceso ordenado con el que se busca descubrir nuevas cosas empleando la información y los datos con los que se cuenta (28). Se decidió emplear este método porque se buscó realizar una investigación ordenada y organizada en la que se sigan todas las fases del proceso científico, y así obtener resultados precisos, verídicos y confiables que respalden la posible influencia de la aplicación del material granulométrico en la capacidad portante del suelo.

4.2. Tipo de investigación

La presente fue de tipo aplicada. Este tipo de estudios generan nuevos conocimientos para brindar soluciones a problemas identificados a través de la teoría que se obtuvo de investigaciones pasadas (29). Se decidió realizar un estudio de este tipo porque se partió de la revisión de libros académicos y artículos científicos para tener nociones de las variables que se estudiaron, y de esta manera se pueda desarrollar un marco teórico que de sustento al uso de los instrumentos para obtener información que facilite las pruebas de hipótesis.

4.3. Nivel de investigación

El nivel de este estudio fue explicativo. Según Sabino (30), este nivel de investigación busca identificar por qué suceden ciertos hechos a través de la relación

causal que puede haber entre las variables que se están estudiando; según el autor, el principal objetivo de las investigaciones de este nivel es identificar las causas principales que están originando el fenómeno que se está estudiando. Se consideró que la investigación presente fue de este nivel porque se pretende determinar si la aplicación del material granulométrico tiene una relación de causa y efecto con la capacidad portante del suelo, más que solo determinar si las dos variables se relacionan.

4.4. Diseño de la investigación

El diseño que se empleó en la presente investigación fue el experimental explicativo, por medio del análisis de ensayos de laboratorio. Se optó por hacer uso de este diseño porque el objetivo principal del estudio fue determinar si aplicando el material granulométrico se puede optimizar o mejorar la capacidad portante del suelo. El estudio consistió:

Fase de Campo:

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se seleccionó el área libre donde se limitará las zonas de ejecución de los 03 Ensayos SPT, consecuentemente de la extracción de las muestras se realizaron 06 Ensayos Especiales de Corte Directo.

Los cálculos de la capacidad Portante se realizaron por las fórmulas empíricas descritas en el marco teórico. Lo que respecta al Ensayo de Corte Directo donde se determinó el ángulo de fricción interna y la cohesión determinando la capacidad portante mediante la fórmula de: Terzaghi y Peck, Meyerhof, Terzaghi, Parry y Bowles se tomó en cuenta la capacidad portante con el material granulométrico de 6 ensayos, adicionalmente se tomará en cuenta ensayos granulométricos.

Fase de Laboratorio

En esta fase todos los ensayos estuvieron basados por las normas ASTM y el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú

Investigaciones geotécnicas

Los trabajos de investigaciones geotécnicas fueron ejecutados en el presente Estudio de Suelos, comprendiendo una serie de actividades de campo y laboratorio que seguidamente se detallan:

- Excavación de Calicatas

Ejecutar 06 calicatas mediante excavaciones, manualmente a cielo abierto, en el área de estudio mencionado anteriormente y 03 sondajes de SPT.

- Elaboración del Perfil Estratigráfico de Suelos

En el campo se efectuó el estudio y reconocimiento geotécnico de los suelos identificando las calicatas excavadas; elaborando un perfil de descripción de los tipos de suelos que describe el color, el grado de contenido de humedad natural, módulo de finura y principales características físicas – mecánicas de cada una de las muestras.

- Muestreo de suelos

Se ejecutó el muestreo de suelos en las paredes de las calicatas, poniendo especial atención en aquella donde se verificó cambio del tipo de suelo investigado dentro del terreno, las muestras de los suelos fueron obtenidas al estado disturbado en un total de 1 muestra por calicata con las mismas características físicas mecánica.

4.5. Población y muestra

Hernández et al. (31) indica que la población de una investigación representa al total de elementos que, de acuerdo a la perspectiva del investigador, cuentan con características similares que los hace factibles para la evaluación. En el caso específico de esta investigación, la población la conformaron las calicatas de suelos.

Por otro lado, Bernal (32) indica que la muestra representa un extracto de la cantidad total de la población que es elegida por el mismo investigador para realizar las mediciones u observaciones que puedan ser registradas y empleadas después como datos de información importante para el estudio. Teniendo en consideración que el número de la población es pequeño, se aplicó el muestreo por conveniencia, por lo que el tamaño de la muestra fue 6 calicatas.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para que se recolecten los datos necesarios para las pruebas de hipótesis fue necesario aplicar una técnica y un instrumento. Estos se detallan a continuación.

4.6.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica a emplearse fue la observación. Según Bernal (32) esta técnica implica la realización de un proceso riguroso para lograr los objetivos que se formularon con mucha rigurosidad, y después, llevar a cabo una descripción y estudio de los casos que tienen que ver con las variables que se analizaron.

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Para aplicar adecuadamente la técnica de la observación se requerirá de un instrumento de recolección; para este caso, fue la ficha de observación; definida por Hernández et al. (31) como un registro que contiene los principales indicadores para sistematizar el modo de actuar de los elementos del diseño muestral.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Fue necesario que se realice un adecuado procesamiento y estudio de datos. Por ello, se aplicarán las siguientes técnicas:

- La estadística descriptiva, debido a que los resultados fueron expuestos mediante tablas, gráficos y figuras.
- La estadística inferencial, debido a que se realizarán las pruebas de hipótesis a través de las pruebas estadísticas que fueron elegidas acorde a la normalidad de los datos que se obtengan.

4.8. Aspectos éticos de la Investigación

Para la realización de este estudio se consideraron los procedimientos necesarios, siempre siendo respetuosos de los valores éticos plasmados por la Universidad en su Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

Toda la información, datos, y registros que se mostrarán en la presente son fidedignas. En consecuencia, con el propósito de no faltar a la ética a través del plagio, los datos falsificados, el no citado de fuentes, entre otros, se considera importante seguir lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos desde la presentación del Proyecto hasta la sustentación del Informe Final.

Acorde a lo anterior, me someto a las pruebas respectivas de validación del contenido del presente proyecto.

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1. Descripción de resultados

5.1.1. Diseño tecnológico

El diseño tecnológico de la investigación se compuso de:

- **Caracterización de suelos:** El diseño comenzó por una caracterización detallada del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas. Esto implicó la recopilación y el análisis de muestras de suelo para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, como la granulometría, la plasticidad, la compresibilidad, la permeabilidad, entre otras.
- **Capacidad portante y admisible del suelo:** Se calculó la máxima presión media de contacto que existe entre el terreno y la cimentación antes de que se produzca un fallo; para ello se realizaron ensayos de corte directo, y la medición de la capacidad admisible del terreno
- **Límites de Atterberg:** Se hizo un análisis de la cantidad de agua en el suelo para evaluar el comportamiento de la misma y su evolución de sus estados.
- **Ensayos adicionales:** Otros ensayos que se realizaron fueron ensayo de abrasión de los Ángeles, y ensayo de resistencia a la compresión no confinada de especímenes de núcleo de roca intacta
- **Estudios Geotécnicos:** Se llevaron a cabo estudios geotécnicos para comprender la geología del área, la estratigrafía del suelo y las condiciones de carga esperadas. Esto es esencial para diseñar soluciones adecuadas.

- **Diseño de Mezclas:** El término "Aplicación del Material Granulométrico" sugiere que el enfoque se basa en modificar las propiedades del suelo mediante la adición de ciertos materiales granulares. El diseño implica la formulación de mezclas específicas de suelo y material granular, considerando proporciones y características específicas.
- **Pruebas de Laboratorio y Campo:** Para validar la efectividad de las mezclas propuestas, se llevó a cabo pruebas de laboratorio y, posiblemente, pruebas en campo. Las pruebas incluyen ensayos de compresión, ensayos de corte, ensayos de carga, entre otros.
- **Análisis y Resultados:** El diseño también incluiría el análisis de los resultados de las pruebas para evaluar cómo las mezclas de suelo y material granular afectan la capacidad portante del suelo. Los resultados se compararían con los valores de capacidad portante requeridos para determinar la eficacia de las soluciones propuestas.
- **Recomendaciones y Conclusiones:** Basándose en los resultados y el análisis, la tesis proporcionaría recomendaciones específicas para mejorar la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas. Además, se proporcionarían conclusiones basadas en los hallazgos de la investigación.

5.1.2. Caracterización del suelo del lugar de estudio

A. Perfil del suelo por calicatas

Tabla 2

Descripción de los estratos del suelo por calicata

Calicata	Estrato			
	E1	E2	E3	E4
C-1	La capa de suelo cultivable tiene un grosor de 40 cm.	La capa de arena limosa, con baja plasticidad, en estado húmedo y de color marrón claro, presenta un espesor de 1.60 metros.	Estrato consistente en limo arenoso de plasticidad media, en estado húmedo y de color gris oliva, con una consistencia baja. Con espesor de 3m y se encuentra el nivel freático a -2.60 m de profundidad.	
C-2	La capa de suelo cultivable tiene un grosor de 1.80m.	La capa de arena limosa es de plasticidad baja y se encuentra en estado húmedo. Tiene un color marrón claro y una consistencia baja. El espesor de esta capa es de 0.60 metros.	Capa de limo arenoso, plasticidad media y en estado húmedo. De color marrón oscuro y consistencia baja. Con nivel freático a -2.80 metros de profundidad. El espesor de esta capa es de 2.60 metros.	
C-3	La capa de suelo cultivable tiene un grosor de 1.20m.	La capa de limo con arena tiene plasticidad media y se halla en estado húmedo. De color marrón oscuro y una consistencia baja. El nivel freático está a una profundidad de -3m. El espesor de esta capa es de 4.80 metros.		
C-4	La capa de suelo cultivable tiene un grosor de 60cm.	Capa de limo arenoso, presenta una plasticidad media y se halla en estado húmedo. De color gris oliva y consistencia baja. Nivel freático a una profundidad de -1.80m. El espesor de esta capa es de 4.40m.		
C-5	La capa de suelo cultivable tiene un grosor de 40cm.	Capa de arena limosa tiene una plasticidad media y se halla en estado húmedo. De color marrón oscuro y una consistencia baja. El espesor de esta capa es de 1.20m.	Capa de limo arenoso tiene una plasticidad media y se halla en estado húmedo. De color gris oliva y una consistencia baja. El espesor de esta capa es de 1m.	Arcilla de baja plasticidad de color negra, de consistencia baja. El nivel freático a -3.40 m y tiene un espesor de 3.80 m.
C-6	La capa de suelo cultivable tiene un grosor de 40cm.	Capa de arena limosa, de plasticidad media y se halla en estado húmedo. De color marrón oscuro y una consistencia baja. El espesor de esta capa es de 80cm	Capa de 3.80m de espesor con limo arenoso, plasticidad media y en estado húmedo. De color marrón oscuro y una consistencia baja. Con presencia de raíces y nivel freático a una profundidad de -3.40m.	

Nota. Elaboración propia.

Las calicatas exploradas revelan la presencia de tres estratos distintos. Cabe destacar que todas las calicatas presentan un estrato inicial de suelo (E1), destinado al cultivo, el cual no es adecuado para su uso como fundación y suele ser removido durante el proceso de cimentación. Además, se ha observado consistentemente que el nivel freático se encuentra por debajo de los 1.80m en todas las calicatas investigadas. También se ha observado que los estratos E2 muestran un estado húmedo, con una plasticidad que varía de media a baja y una consistencia baja. Es importante destacar que las calicatas 3 y 4 presentan únicamente dos estratos, mientras que la calicata C5 muestra la presencia de cuatro estratos, a diferencia de las demás.

B. Tipos de suelos encontrados

- Suelos sedimentados: La formación de los suelos proviene de partículas formadas mediante el transporte de otros lugares, hacia los depósitos de sedimentos.
- Formación de sedimentos: La formación de sedimentos constituye el traslado de partículas de limo, arena y grava y que, como parte de la meteorización física y química de las rocas, se acumulan en lugares para formar sedimentos.
- Transporte de sedimentos: Las partículas de arena, grava o limo, pueden ser transportados por diversas maneras, entre las que tenemos: agua, aire, hielo gravedad y organismos vivos, esto causa que los sedimentos cambien, en tamaño, forma y textura, esto mediante el transporte de los sedimentos; lo cual, produce una clasificación y graduación de las partículas.
- Depósito de sedimentos: Después del transporte de las partículas se forma un suelo sedimentario, teniendo 3 causas principales para lograr ello, la primera cuando se produce dentro del agua y la corriente donde pierde velocidad, la segunda cuando se produce un cambio químico que permite que se reduzca la velocidad y la tercera por el aumento de electrolitos; que hacen que se forme una sedimentación.

C. Sismicidad

Todas las construcciones, así como sus partes, son edificadas para resistir movimientos sísmicos que basándose en la norma Sismo-Resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, considera las características que se debe tener en cuenta ante posibles efectos de un posible sismo.

a. Mapa de zonificación

En el caso de un sismo se producen vibraciones que parten de su origen en la corteza terrestre, estas vibraciones sufren variaciones en su trayectoria y dependiendo de las propiedades de los suelos y de su recorrido a lo largo de la corteza terrestre que tendrá efectos en la superficie. Los sismos de mayor magnitud son alargadas y en sentido paralelo a la costa y que la magnitud está relacionada al intervalo de recurrencia.

Por ello considerando que la zona donde se ubica el estudio y de acuerdo a la norma E-030.97, se encuentra comprendido en la zona 3 con una actividad media en cuanto a la ocurrencia de sismos.

b. Diseño sismorresistente

A cada zona se le asigna un factor z esto determina la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% que sea excedida en 50 años. Por ello el factor Z se expresa como una fracción de aceleración, ello tomando en cuenta la velocidad de la propagación de las ondas.

De acuerdo a las características observada en el estudio y de acuerdo a los resultados del terreno de estudio, se encuentra cuenta con suelo arcillosos de alta plasticidad y humedad con un 20% y dentro de las generalidades de los elementos no estructurales del proyecto, se tiene un análisis de carga muerta de (Acabados 100kg/m², Tabiquería 150kg/m²) diseñadas de tal manera que pueda resistir su propio peso y no causar daños antes posibles fallas.

Por ello dentro del factor que representa la aceleración en la base rocosa, dentro de los mapas de zonificación se considera en el proyecto:

$$Z=0.35 \text{ g}$$

La zona 3 está conformada en su mayor parte por suelos finos y con periodos predominantes que varían entre 0.5 y 0.8 s, consideradas dentro de la normativa con una velocidad de corte (V_s) menores a 180 m/s

c. Condiciones sísmicas

La zona de estudio presenta las siguientes condiciones sísmicas:

Tabla 3*Condiciones Sísmicas*

Intensidad sísmica	VII a IX
Zonificación sísmica:	3
Factor de suelo:	1.20
Suelo perfil tipo:	S_3
Periodo T_P :	1.0
Periodo T_L :	1.60
Periodo predominante:	1.0 y 1.6

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo a la norma E-0.30; se considera un suelo del tipo blando y que corresponden a una velocidad de onda de corte \bar{V}_s menor o igual a 180m/s y que se cimienta sobre: arena media o fina, suelo cohesivo blando.

D. Identificación y descripción de suelos

Tabla 4

Clasificación de suelos por calicata

Calicata	Profundidad (m)	SUCS	Descripción
C-1	0.40	Pt	Suelo orgánico cultivable
	1.00	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo, plasticidad y consistencia baja
	2.00		
	3.00	CL	Arcilla arenosa de plasticidad media, en estado húmedo, de color gris oliva, nivel freático a -2.60 m
	4.00		
5.00			
C-2	0.40	Pt	Suelo orgánico cultivable
	1.80	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo, plasticidad y consistencia baja
	2.00		
	2.40	ML	Limo arenoso, plasticidad media, estado húmedo de consistencia baja, nivel freático a -2.80 m
	4.00		
5.00			
C-3	0.40	Pt	Suelo orgánico cultivable
	1.20	ML	Limo con arena, plasticidad media. estado húmedo. de color marrón oscuro de consistencia baja, nivel freático a -3.0 m
	2.00		
	2.40		
	4.00		
5.00			
C-4	0.60	Pt	Suelo orgánico cultivable
	1.20	ML	Arcilla arenosa, plasticidad media, en estado húmedo de color gris oliva, de consistencia baja y con presencia de nivel freático a -2.60 m
	2.00		
	2.40		
	4.00		
5.00			
C-5	0.40	Pt	Suelo orgánico cultivable
	1.20	SM	Arena limosa, plasticidad media, en estado húmedo, de color marrón oscuro de consistencia baja.
	.60		
	2.40	ML	Limo arenoso. plasticidad media. estado húmedo. de color gris oliva de consistencia baja.
	2.60		
4.00			
5.00	SM	Arena limosa con grava, plasticidad media, estado húmedo de color marrón oscuro de consistencia baja con presencia de nivel freático a -3.20 m.	
C-6	0.40	Pt	Suelo orgánico cultivable
	1.00	SM	Arena limosa con plasticidad media, en estado húmedo de color marrón oscuro y de consistencia baja
	1.20		
	2.40	CL	Arcilla de baja plasticidad, en estado húmedo. de color negro, de consistencia baja, con presencia de raíces y nivel freático a -3.40 m.
	4.00		
5.00			

Nota. Elaboración propia.

- Calicata C-1: En esta calicata en particular, se observa que el suelo predominante está compuesto por una arcilla arenosa de plasticidad media. Este tipo de suelo tiene una capacidad moderada para cambiar de forma o deformarse bajo estrés. Se encuentra en un estado húmedo y tiene un color gris oliva. Además, se ha identificado la presencia de un nivel freático a una profundidad de -2.60 m. La presencia del nivel freático puede tener implicaciones importantes para el diseño y la construcción de estructuras en el área, ya que puede afectar la estabilidad del suelo y la capacidad de drenaje.
- Calicata C-2: En esta calicata se ha identificado la presencia de un suelo limo arenoso de plasticidad media. Este tipo de suelo tiene una composición que combina partículas de limo y arena, lo que le confiere propiedades intermedias en términos de plasticidad. Se ha observado que el suelo se encuentra en un estado húmedo, lo cual indica la presencia de cierto grado de humedad en el mismo. Además, se ha determinado que el suelo muestra una consistencia baja, lo que implica que su resistencia a la deformación es relativamente baja. Adicionalmente, se ha constatado que el nivel freático se ubica a una profundidad de -2.80 m.
- Calicata C-3: El suelo predominante en esta calicata está compuesto por una combinación de limo y arena, lo que lo clasifica como un suelo limo con arena de plasticidad media. Este tipo de suelo presenta propiedades que se encuentran en un punto intermedio entre los suelos limosos y los arenosos en términos de su comportamiento plástico. Asimismo, se ha observado que el suelo se encuentra en un estado húmedo, indicando la presencia de humedad en su composición. Además, se ha constatado que el suelo exhibe una consistencia baja, lo cual significa que posee una resistencia relativamente reducida a la deformación. Por otro lado, se ha determinado que el nivel freático se encuentra a una profundidad de -3.0 m.
- Calicata C-4: En esta calicata el suelo predominante es arcilla arenosa, con una plasticidad media y en estado húmedo. Este suelo presenta un color gris oliva característico y una consistencia baja. Además, es importante mencionar que se identificó la presencia del nivel freático a una profundidad de -2.60 m.
- Calicata C-5: En la calicata observada, se identificó predominantemente un suelo compuesto por arena limosa con presencia de grava. El suelo presenta una plasticidad

media y se encuentra en estado húmedo, presentando un color marrón oscuro característico. Además, se destaca la presencia del nivel freático, ubicado a una profundidad de -3.20m.

- Calicata C-6: En esta calicata, se observó predominantemente un suelo de arcilla de baja plasticidad en estado húmedo, con un color negro característico. El suelo presenta una consistencia baja y se pueden apreciar raíces en su composición. Además, es relevante mencionar que el nivel freático se encuentra a una profundidad de -3.40m.

A partir de las características identificadas en la exploración de las calicatas, podemos concluir que los suelos predominantes en el área de estudio son de tipo SM (suelo limo-arenoso), ML (suelo limoso) y CL (suelo arcilloso). En general, los suelos SM tienden a tener una capacidad portante moderada. Sin embargo, su resistencia y capacidad portante pueden variar según la proporción y el tipo de partículas presentes. Los suelos LM al tener una mayor plasticidad y cohesión, poseen una capacidad portante moderada a alta. Los suelos LM pueden soportar cargas más pesadas que los suelos limo-arenosos. Por otro lado, los suelos CL tienen una alta proporción de partículas de arcilla, por lo que tienen una mayor cohesión y plasticidad. Pero, debido a su naturaleza fina, los suelos CL pueden sufrir contracción y expansión con los cambios de humedad, lo que afecta su capacidad portante. Los suelos CL pueden tener una capacidad portante moderada a baja, dependiendo de la consistencia y contenido de humedad, en la práctica suelen requerir tratamientos de mejoramiento del suelo para soportar estructuras de carga pesada.

5.1.3. Capacidad portante y admisible del suelo

A. Ensayo de corte directo

Tabla 5

Corte directo

Calicata	Muestra	Contenido de humedad inicial (%)	contenido de humedad final (%)	Esfuerzo normal (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo (kg/cm ²)	Cohesión (kg/cm ²)
C-1	I	19.5	26.5	0.56	0.34	0.11
	II	19.5	26.1	1.11	0.527	
	III	19.5	25.4	1.67	0.767	
	Promedio	19.50	26.00	1.11	0.54	
C-2	I	14.6	18.9	0.56	0.326	0.08
	II	14.6	19.3	1.11	0.511	
	III	14.6	20.4	1.67	0.77	
	Promedio	14.60	19.53	1.11	0.54	
C-3	I	15.1	23.3	0.56	0.28	0.07
	II	15.1	22.5	1.11	0.56	
	III	15.1	23.8	1.67	1.11	
	Promedio	15.10	23.20	1.11	0.65	
C-4	I	13.8	21.6	0.56	0.280	0.08
	II	13.8	20.7	1.11	0.481	
	III	13.8	21.3	1.67	0.679	
	Promedio	13.80	21.20	1.11	0.58	
C-5	I	16.5	26.5	0.56	0.323	0.08
	II	16.5	26.1	1.11	0.522	
	III	16.5	25.4	1.67	0.801	
	Promedio	16.50	26.00	1.11	0.55	
C-6	I	14.3	20.3	0.56	0.309	0.09
	II	14.3	21.6	1.11	0.51	
	III	14.3	20.7	1.67	0.731	
	Promedio	14.30	20.87	1.11	0.52	
Promedio global		15.63	22.80	1.11	0.56	0.09

Nota. Elaboración propia.

Contenido de humedad inicial: Se obtuvo un contenido de humedad inicial del suelo de 15.63%, esto significa que el suelo contiene una cantidad de agua correspondiente al 15.63% de su peso seco. Esta medición es crucial para comprender el estado de humedad del suelo y su influencia en diversas propiedades y comportamientos geotécnicos. Además, se puede inferir que el suelo se encuentra en un estado específico de humedad en relación con su capacidad de retener y drenar agua. Además, se entiende que el suelo no está completamente seco, pero tampoco está saturado. Puede considerarse en un rango moderado de humedad.

Con respecto al contenido de humedad final: Se obtuvo un contenido de humedad final del suelo de 22.80%, esto indica que el suelo contiene una cantidad de agua correspondiente al 22.80% de su peso seco al final del período de medición. Esta medición es fundamental para comprender los cambios en el estado de humedad del suelo y su influencia en las propiedades geotécnicas. Además, significa que hubo un aumento en la cantidad de agua presente en el suelo en comparación con el contenido de humedad inicial que fue de 15.63%.

En cuanto al esfuerzo normal: Se obtuvo un esfuerzo normal de corte de 1.11 kg/cm², esto representa la componente de carga perpendicular al plano de corte. Indica la presión aplicada al suelo que está siendo cortado. Este esfuerzo normal es esencial para determinar la resistencia y capacidad portante del suelo en relación con las cargas verticales. Mientras que el esfuerzo máximo es de 0.56 kg/cm², esto representa la resistencia máxima del suelo al corte en el plano de falla. Indica la resistencia interna del suelo para soportar esfuerzos tangenciales antes de alcanzar la falla. Ya que el esfuerzo máximo de corte es inferior al esfuerzo normal de corte, se entiende que el suelo tiene una resistencia limitada a la deformación por corte.

Sobre la cohesión, su promedio global del suelo fue de 0.09 kg/cm², esto indica que el suelo tiene una resistencia cohesiva relativamente baja, es decir, el suelo tiene una capacidad limitada para resistir la deformación y mantener su integridad bajo cargas o esfuerzos aplicados.

B. Capacidad admisible del terreno

Tabla 6

Capacidad admisible

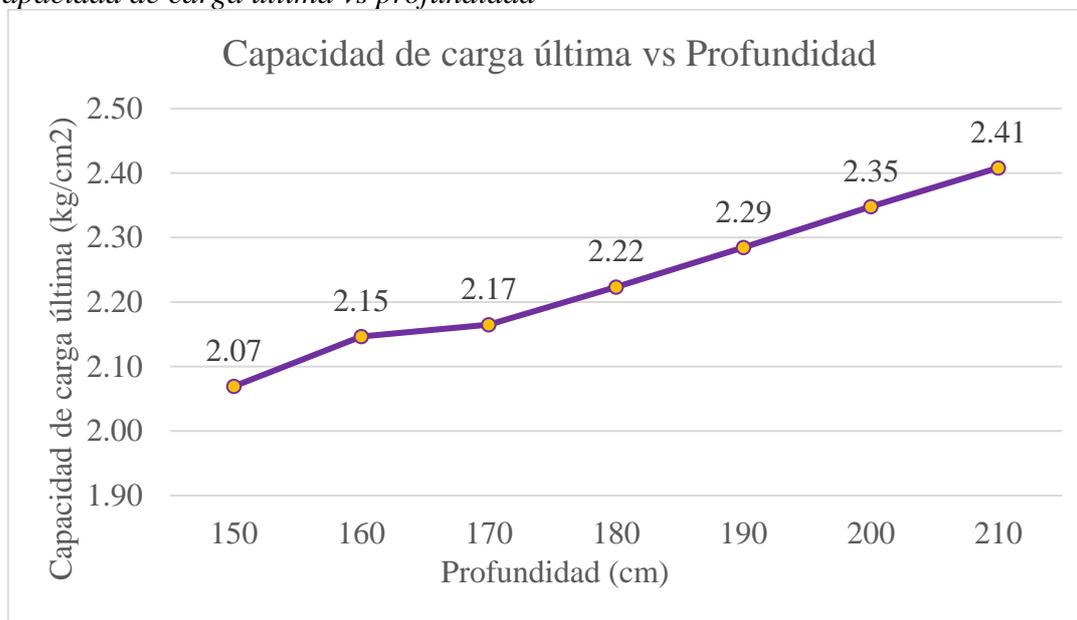
Profundidad promedio (cm)	Capacidad de carga última (kg/cm ²)	Capacidad admisible (kg/cm ²)	Peso específico (g/cm ³)	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (kg/cm ²)
150	2.07	0.90	1.55	21.21	0.09
160	2.15	0.94			
170	2.17	0.96			
180	2.22	0.99			
190	2.29	1.02			
200	2.35	1.05			
210	2.41	1.07			

Nota. Elaboración propia.

Los cálculos promedios de la tabla anterior indican que la capacidad portante del suelo aumenta a medida que se baja de profundidad del suelo, asimismo se obtiene un peso específico de 1.55gr/cm³, un ángulo de fricción de 21,21° y una cohesión del suelo de 0.09kg/cm².

Figura 1

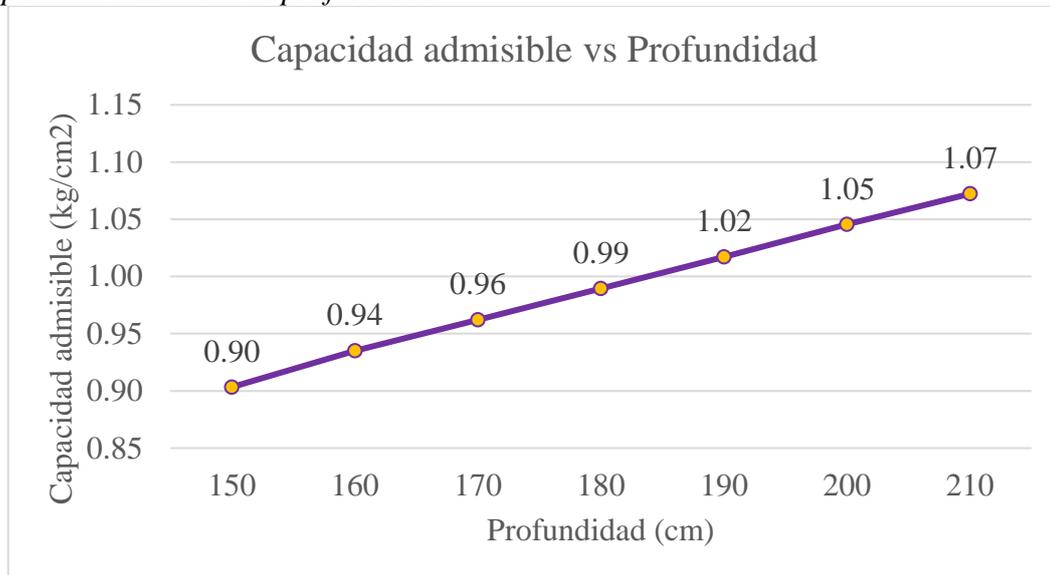
Capacidad de carga última vs profundidad



En la **Figura 1** se observa la relación de la capacidad de carga última versus la profundidad del suelo, se obtiene una máxima de 2.41kg/cm² a 2.10m de profundidad. Además, se observa una tendencia de crecimiento en la capacidad de carga última a medida que aumenta la profundidad del suelo que puede deberse a la

compactación natural del suelo y la consolidación del suelo. Es importante saber que la capacidad de carga última se refiere al máximo esfuerzo o carga que puede soportar un suelo antes de que ocurra una falla o colapso, sin considerar un factor de seguridad.

Figura 2
Capacidad admisible vs profundidad



En la

Figura 2 se observa la relación de la capacidad admisible versus la profundidad del suelo, se obtiene una máxima de 1.07kg/cm² a 2.10m de profundidad. Además, se observa una tendencia de crecimiento en la capacidad admisible a medida que aumenta la profundidad del suelo que puede deberse a la compactación natural del suelo y la consolidación del suelo. Es importante saber que la capacidad admisible es la carga máxima que se permite aplicar al suelo considerando un nivel de seguridad o factor de seguridad específico, y se calcula dividiendo la capacidad de carga última por un factor de seguridad.

C. Capacidad última y admisible del terreno (comparación entre calicatas)

En la

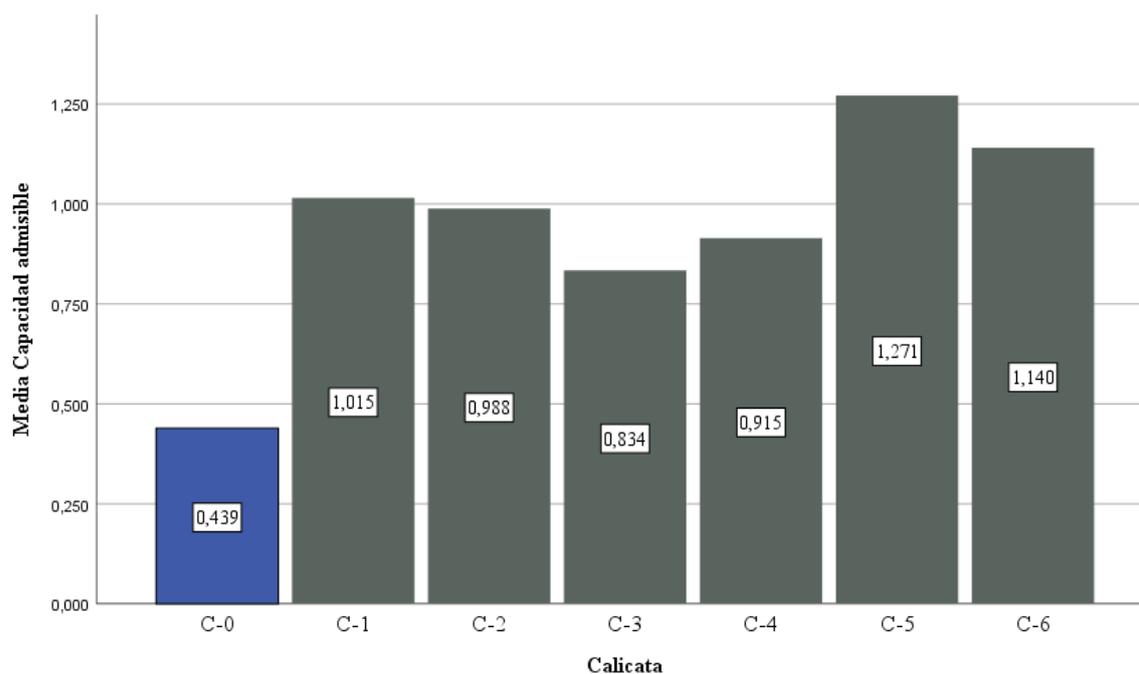
Tabla 7 y **Tabla 8** se presentan los promedios calculados y comparados entre las 7 calicatas evaluadas.

Tabla 7
Capacidad admisible entre calicatas

Calicata	Capacidad admisible			
	Media	Min.	Max.	D.E.
C-0	0.4391	0.3966	0.5200	0.0701
C-1	1.0150	0.8230	1.2340	0.2068
C-2	0.9883	0.8900	1.0800	0.0952
C-3	0.8340	0.7360	0.9260	0.0951
C-4	0.9147	0.8500	1.0350	0.1043
C-5	1.2713	1.0290	1.5510	0.2630
C-6	1.1403	0.9250	1.3860	0.2320

Nota. Elaboración propia.

Figura 2
Promedio de capacidad admisible

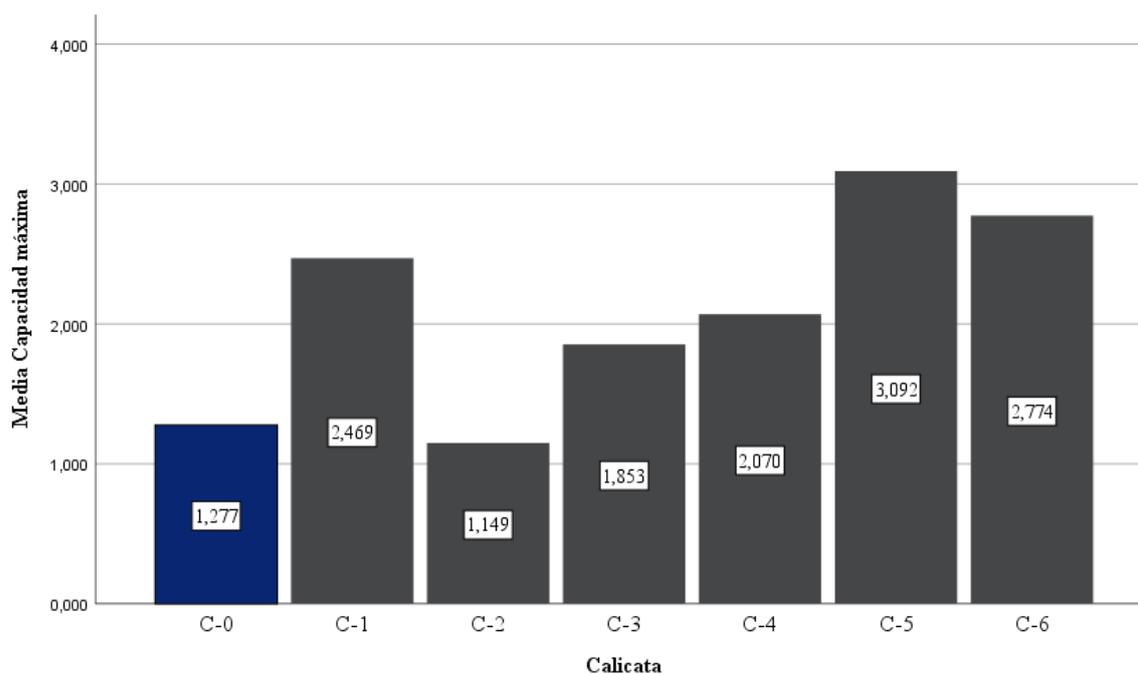


Los resultados indican que la adición de material granulométrico ha tenido un efecto positivo en la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas. Las calicatas C-5 y C-6 muestran las mayores mejoras, mientras que C-3 muestra una mejora menor pero aún beneficiosa en comparación con la calicata patrón (C-0). Estos resultados son valiosos para la ingeniería civil, ya que sugieren que la adición de material granulométrico puede aumentar la capacidad de carga del suelo, lo que podría ser beneficioso en proyectos de construcción y cimentación en esta área.

Tabla 8*Capacidad portante entre calicatas (capacidad máxima)*

Calicata	Capacidad máxima			
	Media	Min.	Max.	D.E.
C-0	1.2773	1.0980	1.6250	0.3011
C-1	2.4690	2.4690	2.4690	0.0000
C-2	1.1490	1.1490	1.1490	0.0000
C-3	1.8530	1.8530	1.8530	0.0000
C-4	2.0700	2.0700	2.0700	0.0000
C-5	3.0917	3.0860	3.1030	0.0098
C-6	2.7740	2.7740	2.7740	0.0000

Nota. Elaboración propia.

Figura 3*Promedio de capacidad portante (máxima)*

De la **Tabla 8** y **Figura 3** se observa que los valores de capacidad portante son indicadores de la capacidad del suelo para soportar cargas sin fallar. En el estudio, se observa que las muestras de suelo en las calicatas C-1, C-4, C-5 y C-6 han experimentado un aumento sustancial en su capacidad portante en comparación con la calicata C-0. Esto sugiere que la adición del material granulométrico ha mejorado la resistencia del suelo y su capacidad para soportar cargas, lo que es una observación positiva. Es importante notar que no todas las muestras tratadas con material granulométrico han mostrado la misma mejora en la capacidad portante. Algunas,

como C-5, han experimentado mejoras significativas, mientras que otras, como C-2, han mostrado una mejora más modesta. Esta variabilidad podría deberse a diferentes factores, como la composición inicial del suelo y la uniformidad en la distribución del material granulométrico.

5.1.4. Límites de Atterberg (Ensayos de límites de consistencia y humedad)

Tabla 9

Límites de consistencia y contenido de humedad

Calicata	LL	LP	IP	% humedad	Clasificación SUCS
C-1	34	21	13	19.5	CL Arcilla arenosa de baja plasticidad
C-2	29	25	4	14.6	ML Limo arenoso
C-3	29	25	4	16.5	ML Limo arenoso
C-4	19	No presenta	No presenta	10.8	ML Limo arenoso
C-5	30	24	6	16.5	SM Arena limosa con grava
C-6	42	18	24	18.6	CL Arcilla de baja plasticidad
Promedio	30.5	22.6	LL-LP=7.9	16.08	

Nota. LL= Límite líquido; LP= Límite plástico*. Elaboración propia.

Según los hallazgos de la **Tabla 9**, el valor promedio mostrado sobre el límite líquido del suelo fue 30.5, lo cual indica que el suelo tiene una plasticidad media. El límite líquido representa el contenido de humedad en el suelo, en el cual, este pasa de un estado plástico a un estado líquido. Dicho valor sugiere que el suelo tiene una capacidad moderada para retener agua y que puede experimentar cierta deformación y fluidez cuando se alcanza ese nivel de humedad. En cambio, el límite plástico del suelo de 22.6, lo cual indica que el suelo tiene una plasticidad media-baja.

El límite plástico es el contenido de humedad en el suelo en el cual este pasa de un estado plástico a un estado semisólido. Un límite plástico de 22.6 sugiere que el suelo tiene una capacidad moderada para deformarse sin romperse cuando se encuentra en su rango de humedad plástica. Asimismo, el índice de plasticidad suelo es de 7.9, lo cual indica que el suelo tiene una plasticidad baja a media. El índice de plasticidad es una medida que representa la diferencia entre el límite líquido (LL) y el límite

plástico (LP) de un suelo, y proporciona información sobre su capacidad para cambiar de estado plástico a semisólido. Un índice de plasticidad de 7.9 sugiere que el suelo tiene una capacidad moderada para deformarse sin romperse dentro de su rango de humedad plástica.

Esto implica que el suelo puede experimentar cierta plasticidad y fluidez cuando se encuentra en su contenido de humedad óptimo, pero su deformabilidad no es tan alta como la de suelos con índices de plasticidad más altos. Al analizar el contenido de humedad del suelo, hubo un registro es 16.08%, este valor indica la cantidad de agua presente en el suelo en relación a su peso total. Un contenido de humedad del suelo del 16.08% indica que el suelo se encuentra en un estado húmedo moderado. Dicho hallazgo revela que, el suelo contiene una cantidad considerable de agua, pero no está saturado ni excesivamente seco. Por tanto, es importante destacar que el contenido de humedad del suelo puede influir en sus propiedades físicas y mecánicas.

Un contenido de humedad óptimo es necesario para garantizar una buena capacidad de compactación, resistencia y drenaje del suelo. A partir de estos resultados se puede mencionar que, en términos de capacidad portante, un suelo con baja plasticidad tiende a ser más rígido y menos propenso a sufrir asentamientos significativos bajo cargas aplicadas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la capacidad portante del suelo no se puede evaluar únicamente en función del índice de plasticidad, sino que también depende de otros factores, como la cohesión, el ángulo de fricción interna y la compactación.

Con respecto al contenido de humedad del suelo, en este caso del 16.08%, también puede afectar la capacidad portante. Un contenido de humedad óptimo es crucial para lograr una buena compactación del suelo, lo que a su vez influye en su resistencia y capacidad de soportar cargas. Si el contenido de humedad es demasiado bajo, el suelo puede volverse más seco y frágil, lo que reduce su capacidad portante. Por otro lado, si el contenido de humedad es demasiado alto, el suelo puede volverse más suave y tener una menor capacidad portante debido a la disminución de la cohesión y la resistencia al corte. En tal sentido, se tuvo que colocar el material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo, según la evaluación de los límites de consistencia y humedad.

5.1.5. Ensayos adicionales

A. Ensayo de abrasión de los Ángeles

Tabla 10

Abrasión de los Ángeles

Cantera:	Virgen de Champa Ccocha-Acraquia-Tayacaja-Huancavelica
Revoluciones y tiempo	500 revoluciones en 15 minutos
Masa inicial	5010 gr.
Masa final	1952 gr.
Desgaste	38.96%

Nota. Elaboración propia.

El valor de desgaste del agregado obtenido en el ensayo de abrasión de Los Ángeles, que es del 38.96%, indica una pérdida de masa considerable durante la prueba. Esto sugiere que el agregado evaluado tiene una menor resistencia al desgaste y es probable que se degrade más rápidamente en condiciones reales de uso, como en carreteras y pavimentos. En estos casos, se suele considerar alternativas de agregados con mayor resistencia al desgaste y tomar medidas adicionales, como aditivos o revestimientos protectores, para prolongar la vida útil del pavimento. Por otro lado, aunque el desgaste del agregado no afecta directamente la capacidad portante del suelo, puede tener un impacto indirecto en el desempeño del pavimento. Un agregado altamente desgastado puede generar partículas finas y polvo, lo cual puede afectar las propiedades mecánicas del pavimento, su resistencia y estabilidad. Además, la degradación del agregado puede influir en la durabilidad del pavimento, lo que lleva a un deterioro prematuro y una reducción en su capacidad de carga con el tiempo. Por lo tanto, es crucial considerar la calidad del agregado utilizado en la construcción de pavimentos, incluido su desgaste, para garantizar una vida útil adecuada y un rendimiento óptimo en términos de capacidad portante y resistencia a la deformación.

B. Ensayo de resistencia a la compresión no confinada de especímenes de núcleo de roca intacta

Tabla 11

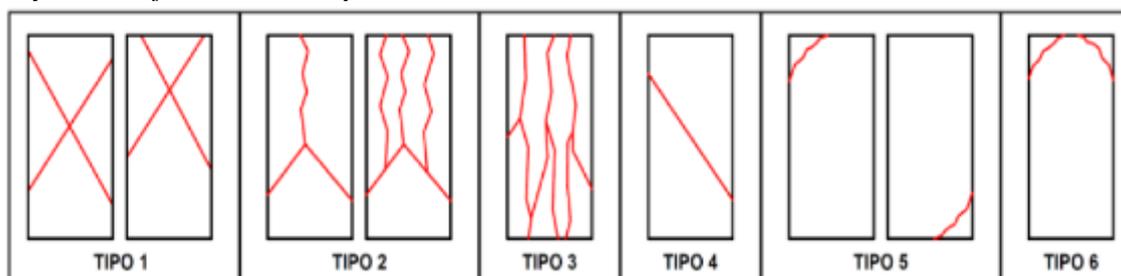
Resistencia a la compresión de núcleo de roca

N° muestra	Resistencia a la compresión del espécimen (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión del espécimen (Mpa)	Tipo de fractura	Defectos
N° 01	584.9	57.3	Tipo 1	No
N° 02	683.8	67	Tipo 2	No

Nota. Elaboración propia.

Figura 3

Leyenda de fractura del espécimen



A partir del ensayo realizado en la muestra de roca N° 1, se obtuvo una resistencia a la compresión de 584.9 kg/cm² y una fractura de Tipo 1. Una fractura con conos bien formados indica que la muestra pudo soportar altas cargas antes de colapsar, lo cual es una indicación positiva de su resistencia estructural. Asimismo, las fisuras a través de los cabezales también indican que el material ha alcanzado un nivel de deformación suficiente antes de la fractura. Esto significa que el material pudo deformarse y absorber energía antes de romperse, lo que es deseable en términos de comportamiento dúctil y resistencia a la compresión. Para la muestra de roca N° 02 se obtuvo una resistencia a compresión de 683.8 kg/cm² y una fractura de Tipo 2. Este tipo de fractura con un cono bien definido en un extremo, un cono menos definido en el otro extremo y fisuras verticales a través de los cabezales, señalan que hay variaciones en la resistencia del material. Aunque muestra una buena resistencia a la compresión en un extremo, puede haber una región más débil en su otro extremo. Sin embargo, las fisuras verticales indican que el material pudo deformarse antes de la fractura, lo que implica una capacidad de absorción de energía y un comportamiento dúctil. Por otro lado, el ensayo de resistencia a la compresión no confinada de especímenes de núcleo de roca intacta no está directamente relacionado con la capacidad portante del suelo, ya que este ensayo se realiza específicamente en

especímenes de roca para evaluar su resistencia y la capacidad de carga de la roca en sí misma, mas no del suelo adyacente.

5.1.6. Diseño de cimentación

A. Análisis de desplazamientos

A través de la superposición Modal Espectral se realizó el análisis sísmico de la I.E, dando como resultado el espectro de diseño acorde al factor de zona, el tipo de suelo, el sistema de estructuras, y la categoría de edificación. A fin de determinar el espectro de respuesta se emplearán los parámetros acordes a las particularidades ya expuestas, según lo indica la norma Sismo Resistente E.030

Tabla 12

Espectro de diseño según el factor de zona (Z)

FACTOR DE SUELO “Z”	Zona	Z
	Zona 3	0.35

Nota. Elaboración propia.

Tabla 13

Espectro de diseño según el factor de zona (S)

FACTOR DE SUELO “S”	Tipo	Descripción	S	TP	TL
	S2	Suelos intermedios	1.15	0.60	2.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 14

Espectro de diseño según el factor de zona (U)

FACTOR DE SUELO “U”	Categoría	U
	“A2” Edificaciones esenciales	1.50

Nota. Elaboración propia.

Tabla 15

Espectro de diseño según el factor de zona (R)

FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL “R”	Dirección	Sistema estructural	Ro
	Dir X-X	Pórticos de concreto armado	8
	Dir Y-Y	Pórticos de concreto armado	8

Nota. Elaboración propia.

Tabla 16

Restricciones en las irregularidades estructurales en altura

Irregularidades	Ia Dir X-X	Ia Dir Y-Y
Estructurales en altura	1.00	1.00

Nota. Elaboración propia.

En la **Tabla 16** y **Tabla 17** se observa los valores de irregularidades estructurales en altura y planta.

Tabla 17

Restricciones en las irregularidades estructurales en planta

Irregularidades	Ip Dir X-X	Ip Dir Y-Y
Estructurales en planta	1.00	1.00

Nota. Elaboración propia.

El resumen del cálculo de espectro de pseudo se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18

Resumen del cálculo de espectro de pseudo

Datos	Factores	Datos	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.35	Ro	8	8
U	1.50	Ia	1.00	1.00
S	1.15	Ip	1.00	1.00
TP	0.60	R	8	8
TL	2.00	g	9.81 m/s ²	

Nota. Elaboración propia.

Figura 4

Espectro de pseudo - aceleraciones X-X

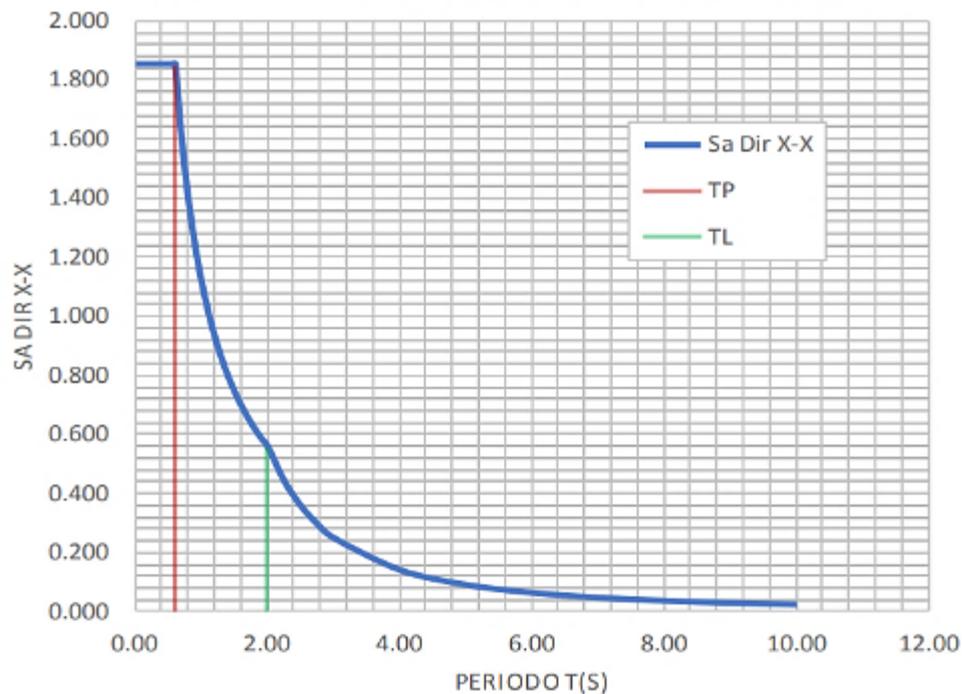
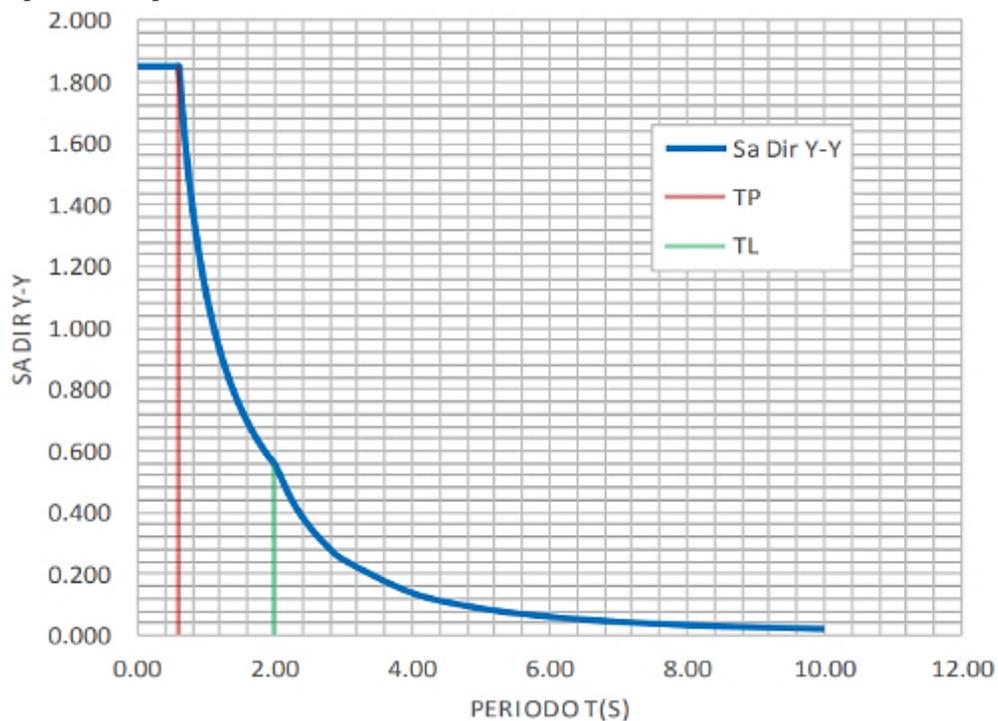


Figura 5*Espectro de pseudo - aceleraciones Y-Y***Tabla 19***Resultados de las simulaciones en el eje X y Y*

C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	1.851	1.851
2.50	0.02	1.851	1.851
2.50	0.04	1.851	1.851
2.50	0.06	1.851	1.851
2.50	0.08	1.851	1.851
2.50	0.10	1.851	1.851
2.50	0.12	1.851	1.851
2.50	0.14	1.851	1.851
2.50	0.16	1.851	1.851
2.50	0.18	1.851	1.851
2.50	0.20	1.851	1.851
2.50	0.25	1.851	1.851
2.50	0.30	1.851	1.851
2.50	0.35	1.851	1.851
2.50	0.40	1.851	1.851
2.50	0.45	1.851	1.851
2.50	0.50	1.851	1.851
2.50	0.55	1.851	1.851
2.50	0.60	1.851	1.851
2.31	0.65	1.708	1.708
2.14	0.70	1.586	1.586
2.00	0.75	1.481	1.481
1.88	0.80	1.388	1.388
1.76	0.85	1.306	1.306
1.67	0.90	1.234	1.234
1.58	0.95	1.169	1.169
1.50	1.00	1.111	1.111

1.36	1.10	1.010	1.010
1.25	1.20	0.925	0.925
1.15	1.30	0.854	0.854
1.07	1.40	0.793	0.793
1.00	1.50	0.740	0.740
0.94	1.60	0.694	0.694
0.88	1.70	0.653	0.653
0.83	1.80	0.617	0.617
0.79	1.90	0.584	0.584
0.75	2.00	0.555	0.555
0.59	2.25	0.439	0.439
0.48	2.50	0.355	0.355
0.40	2.75	0.294	0.294
0.33	3.00	0.247	0.247
0.19	4.00	0.139	0.139
0.12	5.00	0.089	0.089
0.08	6.00	0.062	0.062
0.06	7.00	0.045	0.045
0.05	8.00	0.035	0.035
0.04	9.00	0.027	0.027
0.03	10.00	0.022	0.022

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 19 se observan los valores de las simulaciones en los ejes X y Y.

B. Diseño de cimentación

Al ser parte indispensable de toda estructura, la cimentación se analizó de manera separada de modo que los resultados que se obtengan sean más estables y exactos, y así las estructuras económicas sean las más óptimas. Para analizar la estructura de la cimentación se consideró lo siguiente:

Pre dimensionamiento y diseño

Luego de haberse analizado la superestructura, se obtuvieron resultados en cada uno de los apoyos que fueron de ayuda para asignar las medidas de la cimentación, cuyo primer paso fue el pre-dimensionamiento respectivo.

C. Cargas aplicadas al diseño

Tabla 20

Periodos TP y TL

Zona	Perfil del suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo a lo que se ve en la **Tabla 20**, los periodos seleccionados para TP y TL son 0.60 y 2.00, respectivamente.

Es importante que toda estructura sea clasificada según las categorías que se observa en la **Tabla 21**.

Tabla 21

Categorías de las edificaciones y factor “U”

Categoría	Descripción	Factor U
A. Edificaciones esenciales	A2: Corresponde a las edificaciones que, frente a un sismo de severidad, no debe interrumpir sus funciones inmediatamente. Entre ellas están las instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y las universidades	1.5

Nota. Elaboración propia.

En la **Tabla 21** se observa que el Factor U para edificaciones esenciales A2, dentro del cual están las instituciones educativas, es 1.5, valor que se asigna a estructuras sin aislamiento sísmico.

Por otro lado, dependiendo de cómo esté categorizada la edificación y la zona en la que se ubique, la proyección que se haga de la edificación tendrá que respetar las siguientes irregularidades:

Tabla 22

Categoría de la edificación e irregularidad

Categoría	Descripción	Factor U
A1 Y A2	2, 3 y 4	Las irregularidades no están permitidas

Nota. Elaboración propia.

Por otro lado, en la Tabla 23 se observa los límites para la distorsión del entrepiso; según este, para el caso del concreto armado el límite es 0.007. Y el índice obtenido en este caso fue **0.005**; por lo tanto, no existe riesgo de desplazamiento.

Tabla 23

Límites para la distorsión del entrepiso

Material predominante	Límite de distorsión
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

Nota. Elaboración propia.

En base a lo anterior, se evidencia que al mejorar el suelo se aumenta la capacidad de soporte de las cargas vivas y muertas.

5.2. Contrastación de hipótesis

Para el desarrollo de las pruebas de hipótesis se tomó en cuenta los resultados de los ensayos realizados, los valores de los indicadores mostrados en la parte previa, a continuación, se detallan las pruebas de hipótesis contrastadas. Asimismo, para la prueba de la hipótesis general y de la segunda específica, se empleó la prueba ANOVA, a fin de comparar las medias entre las 7 calicatas, tomando como patrón la C-0, la cual no fue tratada con material granulométrico. Asimismo, se siguieron 8 pasos:

- Descripción de la hipótesis
- Formulación de hipótesis nula y alterna
- Determinación del nivel de significancia
- Regla de decisión
- Proceso de la prueba ANOVA
- Pruebas Post Hoc
- Análisis de datos
- Conclusión

5.2.1. Contrastación de Hipótesis General

i. Descripción de la hipótesis: La aplicación del material granulométrico tiene una influencia significativa en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.

ii. Formulación de hipótesis nula y alterna

H₀: No existen diferencias de la capacidad portante entre las medias de las 7 calicatas evaluadas.

H1: Existen diferencias de la capacidad portante entre las medias de las 7 calicatas evaluadas o existen diferencias entre las medias de las 7 calicatas evaluadas.

iii. Nivel de significancia: 0.05

iv. Regla de decisión

- Si p-valor (ANOVA) < 0.05 → Las medias son distintas
- Si p-valor (ANOVA) > 0.05 → Las medias son iguales

v. Prueba ANOVA

Tabla 24

Prueba ANOVA para la capacidad portante del suelo

ANOVA		gl	Media cuadrática	F	p-valor
Capacidad admisible	Entre grupos	6	1.608	124.026	0.000
	Dentro de grupos	14	0.013		
	Total	20			

Nota. Elaboración propia.

De la **Tabla 24** se detalla que el p-valor fue de 0.00, al ser menor a 0.05, entonces manifiesta que al menos una de las medias de las 7 calicatas comparadas es distinta al resto. Esto es un primer indicio de la influencia de la aplicación de material granulométrico. Para evaluar las diferencias individuales, se procedió a realizar las pruebas Post hoc, a través de la prueba de Tukey.

vi. Pruebas post hoc

Tabla 25

Pruebas post hoc para capacidad portante del suelo

Calicata	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
C-2	3	1.1490			
C-0 (Patrón)	3	1.2773			
C-3	3		1.8530		
C-4	3		2.0700		
C-1	3			2.4690	
C-6	3			2.7740	
C-5	3				3.0917
Sig.		0.8033	0.2940	0.0634	1.0000

Nota. Elaboración propia.

De la Tabla 29 se observa que la calicata C-0 (patrón), la cual no tiene el material granulométrico, tuvo un promedio de 1.2773 en su capacidad portante, valor que es distinto al C-3, C-4, C-1, C-6, C-5, las cuales si fueron evaluadas después de la aplicación del material granulométrico. Ello indica que la aplicación de dicho material su influyó y mejoró la capacidad máxima portante del suelo, pasando de 1.27 a un máximo de 3.0917, este último valor indica que el suelo tiene una capacidad portante alta. En otras palabras, que el suelo puede soportar una carga significativa sin sufrir deformaciones o colapsos. Cuanto mayor sea el valor de la capacidad portante, mayor será la resistencia del suelo y su capacidad para soportar cargas. Esto fue gracias a que se aplicó el material granulométrico, la cama de pedraplén de 20 cm. con el fin de brindar estabilidad, robustez, menor humedad y mayor resistencia al suelo para la construcción de la cimentación.

En resumen, la aplicación del material granulométrico, mediante una cama de piedra y material afirmado, ha mejorado la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas en 2021. Esto se logró al retirar el material arcilloso superficial y la capa orgánica, y al proporcionar una base sólida y estable para soportar las cargas. Estas intervenciones contribuyen a incrementar la capacidad portante al mejorar el drenaje, la resistencia y la distribución de las cargas sobre el suelo.

vii. Análisis

Según los resultados del análisis del suelo, se identificó que la añadidura de elementos granulométricos en la compasión del cimiento permite mejorar la capacidad portante del suelo, ya que reduce el porcentaje de humedad hasta lograr el porcentaje pertinente para mantener la edificación y soportar, antes de que se produzcan fallas o asentamientos excesivos. Debido a que, el valor de la capacidad portante mejoró, indica que el suelo tiene una capacidad portante alta, demostrando que el suelo puede soportar una carga significativa sin sufrir deformaciones o colapsos. Entonces, cuanto mayor sea el valor de la capacidad portante, mayor será la resistencia del suelo y su capacidad para soportar cargas.

Por lo mencionado, se decidió retirar el material arcilloso superficial, que también funcionaba como la capa orgánica donde las plantas se estaban desarrollando. Esta acción permitió estabilizar el suelo y eliminar la presencia de material que podría tener una baja capacidad portante. Al retirar esta capa, se eliminaron también las raíces y la materia orgánica, evitando la afectación de la estabilidad y capacidad del suelo. Asimismo, se aplicó una cama de piedra con un espesor de 20 cm como base y sobre ella se colocó un material afirmado con un espesor adicional de 20 cm. Estas intervenciones proporcionaron una base sólida y estable para soportar las cargas aplicadas a la superficie. Es así que, los elementos granulométricos influyen en las proporciones relativas de los componentes en el diseño de la mezcla, según el tipo de suelo de la localidad en dónde se ejecutará la edificación. Así como, en los requisitos de líquidos y cemento, lo que impacta en la resistencia, trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, contracción, duración y porosidad del concreto, aplicando métodos tradicionales de diseño de mezclas se fundamentan en la granulometría de los agregados. En tal sentido, el tipo de suelo que evidenció dicha localidad evidenció la necesidad de aplicar una cama de piedra, al ser un material granular para ayudar a mejorar el drenaje y la capacidad de soporte del suelo. De este modo, se alcanzó una base más firme y resistente, lo que puede contribuir a aumentar la capacidad portante del suelo en comparación con su estado original. Además, proporcionó una mayor resistencia y distribuye de manera más eficiente las cargas aplicadas sobre el suelo, lo que también puede influir en un incremento en la capacidad portante.

viii. Conclusión

En base a los resultados y el análisis, se rechaza H_0 y se da validez a H_1 , según el cual se asevera que la aplicación del material granulométrico tiene una influencia significativa en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.

5.2.2. Contrastación de la Primera Hipótesis Específica

i. Descripción de la hipótesis: La aplicación del material granulométrico influye en los límites de Atterberg del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.

ii. Formulación de hipótesis nula y alterna

H_0 : La aplicación del material granulométrico no influye en los límites de Atterberg del suelo

H_1 : La aplicación del material granulométrico influye en los límites de Atterberg del suelo

iii. Interpretación de los datos

En base a los hallazgos descriptivos de la **Tabla 9**, se halló que el promedio de límite líquido del suelo fue 30.5, lo cual indica que el suelo tiene una plasticidad media. Dicho valor sugiere que el suelo tiene una capacidad moderada para retener agua. En cambio, el promedio del límite plástico del suelo fue de 22.6, lo cual indica que el suelo tiene una plasticidad media-baja. En resumen, el suelo puede experimentar cierta deformación y fluidez cuando se alcanza ese nivel de humedad. Asimismo, el promedio del índice de plasticidad suelo fue de 7.9, lo cual indica que el suelo tiene una plasticidad baja a media, señalando que el suelo tiene una capacidad moderada para deformarse sin romperse dentro de su rango de humedad plástica.

En esta línea, el suelo puede experimentar cierta plasticidad y fluidez cuando se encuentra en su contenido de humedad óptimo, pero su deformabilidad no es tan alta como la de suelos con índices de plasticidad más altos. Es así que, el promedio de humedad fue de 16.08%, señalando que la cantidad de agua presente en el suelo se halla en relación a su peso total y demostrando que el suelo se encuentra en un estado húmedo moderado. Entonces, en términos de capacidad portante, un suelo con

este porcentaje de humedad de cierto modo afecta la capacidad portante de baja plasticidad tiende a ser más rígido y menos propenso a sufrir asentamientos significativos bajo cargas aplicadas.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la capacidad portante del suelo no se puede evaluar únicamente en función del índice de plasticidad, sino que también depende de otros factores, como la cohesión, el ángulo de fricción interna y la compactación. Dado que, si el contenido de humedad es demasiado bajo, el suelo puede volverse más seco y frágil, lo que reduce su capacidad portante; en cambio, si el contenido de humedad es demasiado alto, el suelo puede volverse más suave y tener una menor capacidad portante debido a la disminución de la cohesión y la resistencia al corte.

iv. Análisis

Según los hallazgos se identificó que al implementar la granulometría en la base del suelo fino permite acelerar la caracterización del suelo, ello permitió identificar la capacidad de humedad en el suelo; es decir el límite de líquido que evidencia. Asimismo, se verificó el contenido de humedad del suelo, el cual puede pasar de friable a plástico; a partir de ello, se halló el contenido del agua en porcentaje que posee el suelo en estado plástico a un estado semisólido. De este modo, al analizar el estado semisólido y sólido del suelo, sobre el límite de líquido y de plástico, se estimó que la humedad del suelo, el cual fue en promedio 16.08%, denotando que el suelo se encuentra en un estado húmedo moderado.

Entonces, se infiere que el material granulométrico por su composición permite mejorar la capacidad de resistencia, de bombeo, de porosidad, del tiempo de duración y de la economía. Ya que, al implementar dicho material de forma correcta, evidenciando una correcta distribución en el cemento origina una mayor resistencia en el suelo. Ello contribuyó en la reducción de vacíos en la mezcla de agregados, como consecuencia, se optimizó en lo máximo la pasta de cemento añadida al suelo. Esto reveló que el suelo contará con la resistencia necesaria para la construcción de la edificación, si se añade el material granulométrico. Ya que, el suelo evidenció tener una capacidad moderada para retener agua y una plasticidad media-baja.

Es importante señalar que, los componentes que se registraron del suelo analizado influirán en la resistencia al añadir el material granulométrico; puesto que, este material no suele ser un factor fijo a medida que pasa el tiempo. Esto revela que se modifica a medida que pasa el tiempo; entonces, los minerales que posee el suelo deben ser analizados de forma minuciosa, con la finalidad de realizar el seguimiento adecuado para verificar el nivel de resistencia del suelo antes de construir o en plena edificación. En tal sentido, la mecánica del suelo analizado indicó que, la capacidad portante de este es suficiente para dar soporte a las cargas que se aplicaran.

Es decir, posee la capacidad de resistir la máxima presión media de contacto que se surge entre la cimentación y el terreno sin verse en la necesidad de dañar el suelo por un asentamiento diferencial excesivo. Cabe resaltar que el espacio de investigación tiene característica de ser húmeda, el tesista realizó la excavación conveniente; de casi al metro y medio, ya que encontró agua. Ello, fue una de las características de ese espacio, para lo cual se adjunta fotos mostrando la acumulación de agua. En tal sentido, para la construcción de la Facultad en Pampas Tayacaja, era necesario la aplicación de material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo.

Figura 6

Lugar de excavación



Figura 7*Excavación***Figura 8***Acumulación de agua en la zanja*

Figura 9

Acumulación de agua en la zanja

**v. Conclusión**

En base a los resultados y el análisis, se opta por rechazar H_0 y validar el argumento de H_1 que asevera que la aplicación del material granulométrico influye en los límites de Atterberg del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.

5.2.3. Contrastación de la Segunda Hipótesis Específica

j. Descripción de la hipótesis: La aplicación del material granulométrico influye sobre la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.

ix. Formulación de hipótesis nula y alterna

H_0 : No existen diferencias de la capacidad admisible entre las medias de las 7 calicatas evaluadas.

H_1 : Existen diferencias de la capacidad admisible entre las medias de las 7 calicatas evaluadas.

x. Nivel de significancia: 0.05

xi. Regla de decisión

- Si p-valor (ANOVA) < 0.05 → Las medias son distintas
- Si p-valor (ANOVA) > 0.05 → Las medias son iguales

xii. Prueba ANOVA

Tabla 26

Prueba ANOVA para la capacidad admisible del suelo

ANOVA		gl	Media cuadrática	F	p-valor
Capacidad admisible	Entre grupos	6	0.210	7.372	0.001
	Dentro de grupos	14	0.029		
	Total	20			

Nota. Elaboración propia.

De la **Tabla 24** se detalle que el p-valor fue de 0.001, al ser menor a 0.05, entonces manifiesta que al menos una de las medias, de capacidad admisible, de las 7 calicatas comparadas es distinta al resto. Esto es un primer indicio de la influencia de la aplicación de material granulométrico. Para evaluar las diferencias individuales, se procedió a realizar las pruebas Post hoc, a través de la prueba de Tukey.

xiii. Pruebas post hoc

Tabla 27

Pruebas post hoc para capacidad portante del suelo

Calicata	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
C-0	3	0.4391	
C-3	3	0.8340	0.8340
C-4	3		0.9147
C-2	3		0.9883
C-1	3		1.0150
C-6	3		1.1403
C-5	3		1.2713
Sig.		0.129	0.077

Nota. Elaboración propia.

De la **Tabla 27** se observa que la calicata C-0 (patrón), la cual no tiene el material granulométrico, tuvo un promedio de 0.4391 en su capacidad admisible, valor que es distinto al C-2, C-4, C-1, C-6, C-5, las cuales si fueron evaluadas después de la aplicación del material granulométrico. Ello indica que la aplicación de dicho material su influyó y mejoró la capacidad admisible del suelo, pasando de 0.4391 a un máximo de 1.2713, este último valor indica que el suelo tiene una mayor capacidad admisible. Ello demuestra la influencia positiva de la aplicación de material granulométrico sobre la capacidad.

Estos resultados se lograron gracias a la aplicación del material granulométrico, lo cual fue necesario para mejorar la capacidad admisible del suelo. Ello fue relevante, ya que tuvo una influencia directa en el diseño de la cimentación de la estructura. Esto porque, la capacidad portante del suelo determina la carga máxima que el suelo puede soportar sin fallar. Al tener valores específicos de capacidad portante para diferentes factores de seguridad, se puede seleccionar el factor de seguridad adecuado en función de la importancia y el tipo de estructura que se va a construir. Teniendo en cuenta que un factor de seguridad más alto implica una carga aplicada más conservadora y una menor capacidad portante permitida. Esto puede requerir una cimentación más robusta y costosa para garantizar la seguridad y la estabilidad de la estructura. Por otro lado, un factor de seguridad más bajo permitiría una carga aplicada mayor, lo que puede resultar en una cimentación menos costosa pero aún segura.

La hipótesis plantea que la aplicación del material granulométrico, en este caso la cama de piedra de 20 cm de espesor y el material afirmado de 20 cm de espesor, influye en la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas en 2021, después de retirar el material arcilloso superficial y la capa orgánica donde las plantas se estaban desarrollando. La retirada del material arcilloso superficial y la capa orgánica tiene varios efectos en el suelo. En primer lugar, al eliminar la capa arable, se reduce la presencia de material orgánico y raíces de las plantas, lo que disminuye la susceptibilidad a asentamientos y posibles cambios volumétricos en el suelo. Esto puede aumentar la capacidad admisible del suelo, ya que se reduce la compresibilidad y la posibilidad de consolidación adicional.

Por otro lado, la aplicación de la cama de piedra de 20 cm de espesor y el material afirmado adicional de 20 cm de espesor tuvo como objetivo proporcionar una

base estable y resistente. La cama de piedra, al ser un material granular, puede mejorar el drenaje y la estabilidad del suelo, lo que a su vez puede aumentar la capacidad admisible. Además, al agregar el material afirmado, se proporciona una capa adicional de soporte y resistencia, lo que puede contribuir a una mayor capacidad de carga. Por otro lado, como se conoce, la capacidad admisible del suelo se define como la carga máxima que puede soportar el suelo sin experimentar asentamientos excesivos o fallas.

Es importante tener en cuenta que la influencia específica de la aplicación del material granulométrico en la capacidad admisible del suelo puede variar según las características del suelo existente, la composición del material granulométrico utilizado y las técnicas de construcción empleadas. Por lo tanto, es fundamental basar tus conclusiones en datos y estudios específicos realizados en el área de la Ciudad Universitaria Pampas en 2021.

i. Conclusión:

En suma y según lo descrito, se concluye la prueba rechazando H_0 y validando el argumento de H_1 , según el cual, la aplicación del material granulométrico influye sobre la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021. Ya que mejora la capacidad del suelo en resistir cargas de mayor peso. En otras palabras, la distribución del material granulométrico influyó en las propiedades geotécnicas del suelo, incluida su capacidad portante y admisible.

5.2.4. Contrastación de la Tercera Hipótesis Específica

i. Descripción de la hipótesis: La aplicación del material granulométrico tiene una influencia sobre el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.

ii. Formulación de hipótesis nula y alterna

H_0 : La aplicación del material granulométrico no influye en el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos.

H_1 : La aplicación del material granulométrico influye en el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos.

iii. Interpretación de los datos:

Los resultados obtenidos demuestran que se aplicó adecuadamente el pre - dimensionamiento y diseño después de haberse hecho un análisis de la superestructura, para que se asignen las medidas de cimentación adecuadamente; por lo tanto, al aplicarse el material granulométrico se logró optimizar el diseño de la cimentación. Esto se comprueba con el índice de límite de distorsión del entrepiso que fue menor (0.005) que el máximo permitido (0.007) según las normas vigentes.

Por otro lado, en la Tabla 28 se observa el resumen de los valores de los límites de las irregularidades estructurales en altura y planta; estos alcanzaron el valor de 1.00, por lo que se evidenció que no está permitidas las irregularidades; esto supone que no habrá riesgo de que se el suelo sufra deslizamientos.

Tabla 28

Restricciones en las irregularidades estructurales en altura y planta

Irregularidades estructurales en altura	Ia Dir X-X	1.00	Ia Dir Y-Y	1.00
Irregularidades estructurales en planta	Ip Dir X-X	1.00	Ip Dir Y-Y	1.00

Nota. Elaboración propia.

En relación a las cargas aplicadas, en la Tabla 29 se observa el resumen del análisis de cargas aplicadas, según el cual – para las características de los edificios para instituciones educativas, no están permitida ninguna irregularidad que ponga en riesgo la estructura del edificio.

Tabla 29

Categoría de la edificación e irregularidad

Categoría	Descripción	Factor U
A1 Y A2	2, 3 y 4	Las irregularidades no están permitidas

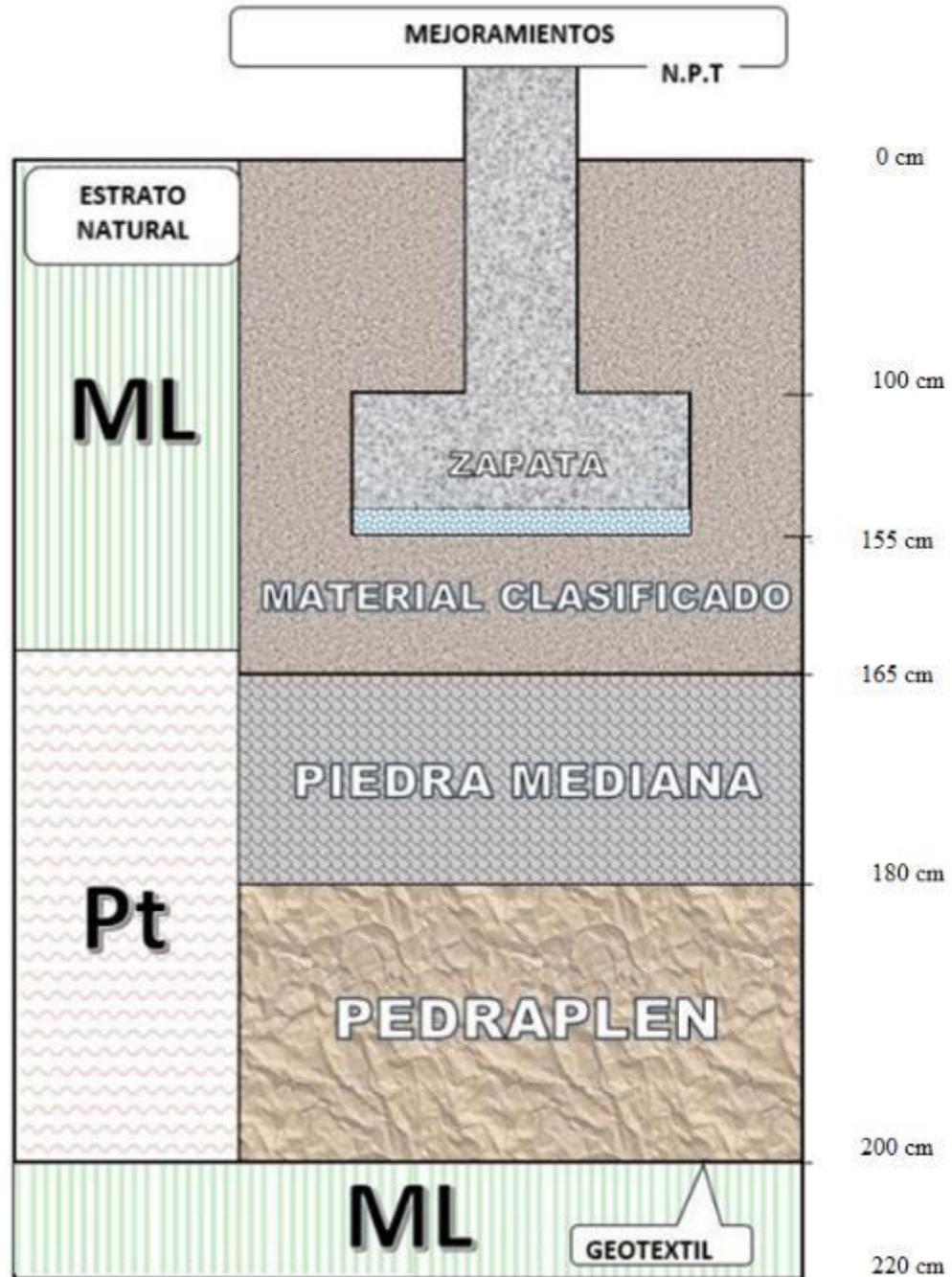
Nota. Elaboración propia.

Se evidencia también que al mejorar el suelo también aumenta la capacidad de soporte de las cargas vivas y muertas.

iv. Diseño de cimentación:

Figura 10

Diseño de cimentación



Nota. Elaboración propia.

En la **Figura 10** se puede observar cómo sería el diseño de la cimentación con el agregado de material granulométrico, tanto el pedraplen y la piedra mediana. La influencia positiva del material granulométrico en el diseño de cimentación implica

que, al agregar este material al suelo existente, se ha logrado fortalecer las condiciones del suelo para soportar cargas estructurales. Esto es fundamental en la ingeniería civil, ya que el diseño de cimentaciones es esencial para la estabilidad y seguridad de cualquier estructura. La mejora en el diseño de cimentación puede traducirse en cimientos más eficientes y económicos, ya que se pueden utilizar diseños más simples o se pueden reducir las dimensiones de los cimientos.

El resultado también menciona la influencia en los factores de seguridad. Esto significa que, al mejorar la capacidad portante del suelo con el material granulométrico, se incrementa el margen de seguridad de las estructuras. Los factores de seguridad son esenciales para garantizar que una estructura sea capaz de resistir las cargas a lo largo de su vida útil sin riesgo de colapso o daño. Un mayor factor de seguridad brinda tranquilidad a los ingenieros y propietarios de proyectos y reduce el riesgo de fallas catastróficas. La influencia en los desplazamientos se refiere a la capacidad del suelo tratado para minimizar movimientos no deseados o asentamientos diferenciales en las estructuras. Esto es crucial para mantener la integridad y estabilidad de edificios y otras construcciones a lo largo del tiempo. Un suelo con baja capacidad portante puede provocar asentamientos inadmisibles que afecten negativamente la funcionalidad y la seguridad de las estructuras.

v. Análisis:

Como se observó, y según Peck et al. (33), al aplicarse el material granulométrico se optimizó el diseño de la cimentación porque se logró modificar las características y condiciones del suelo para que este distribuya las cargas y garantice la seguridad de las estructuras. De igual manera, Nij (34) consideraba de gran importancia el análisis de los materiales granulométricos que se agreguen en el suelo porque, de lo contrario, puede generarse desestabilizaciones que afecten al cimiento. También, se comprueba que el agregado granulométrico también repercute en el desplazamiento del suelo porque según Crespo (36) el material del agregado modifica la facilidad de movimiento del suelo porque existen materiales que se deslizan con mayor facilidad que otros y ponen en riesgo la seguridad de la estructura.

vi. Conclusión:

Se concluye la prueba de hipótesis rechazando H_0 y validando el argumento de H_1 indicando que al aplicarse el material granulométrico se influyó en el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos.

CAPITULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto al objetivo general, se identificó que la aplicación del material granulométrico tiene una influencia significativa en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas; a razón de que, los elementos granulométricos influyeron en las proporciones relativas de los componentes en el diseño de la mezcla, según el tipo de suelo de la localidad en dónde se ejecutará la edificación. Así como, en los requisitos de líquidos y cemento, lo que impacta en la resistencia, trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, contracción, duración y porosidad del concreto, aplicando métodos tradicionales de diseño de mezclas se fundamentan en la granulometría de los agregados. Es así que, se demostró que el suelo puede soportar una carga significativa sin sufrir deformaciones o colapsos. Entonces, cuanto mayor sea el valor de la capacidad portante, mayor será la resistencia del suelo y su capacidad para soportar cargas.

Este hallazgo fue similar al de Jiménez y Otálvaro (15), quienes aseveran que, al aumentar el espesor de reemplazo, el uso de rellenos granulares en lugar del suelo natural mejora la capacidad portante del suelo. Asimismo, desarrollo un análisis mediante elementos finitos produce resultados de capacidad portante más conservadores. Entonces, añadir elementos granulométricos al cimiento de una edificación en suelos blandos permite optimizar la capacidad de carga admisible del suelo y la capacidad de carga admisible. Asimismo, Borbor y Collantes (16) manifestaron que, al añadir piedras trituradas como base la cimentación permite acrecentar el índice de plasticidad, hasta reducir la humedad para poder desarrollar la edificación de forma pertinente en beneficio de las personas que la usaran.

Ante lo mencionado, Díaz (9) en su análisis sobre la capacidad portante del suelo, se consigue al analizar el tipo de suelo en dónde se construirá para estimar el elemento granulométrico adecuado que se debe implementar para mejorar su capacidad portante. Por tanto, es necesario estudiar suelos y las cimentaciones según las especificaciones técnicas para mejorar la resistencia del suelo para la construcción de un establecimiento que supere los diversos factores que se expone.

El hallazgo del estudio fue contrastado con los postulados teóricos de Braja (22), Peck et al. (23) y Duque y Escobar (24), señalando que la capacidad portante

del suelo, depende de los componentes que evidencia como minerales, tipo de arcilla, grava, etc. Además, del líquidos y gas que ocupan los espacios vacíos en la cimentación, por lo cual, se necesita implementar métodos mecánicos convencionales, como la agitación del agua, independientemente de si contienen componentes orgánicos o no para incrementar la resistencia. Por tanto, en el espacio de investigación se desarrolló una excavación; de casi al metro y medio, para determinar el porcentaje de humedad y la cantidad de agua que posee. En tal sentido, para la construcción de la Facultad en Pampas Tayacaja, era necesario la aplicación de material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo.

Por otro lado, es importante tener en cuenta que la influencia exacta de la aplicación del material granulométrico en la capacidad admisible del suelo dependerá de varios factores, como la composición y características del suelo existente, la calidad y compactación de los materiales utilizados, y las técnicas de construcción empleadas. Por lo tanto, es esencial realizar estudios geotécnicos y pruebas específicas en el lugar para evaluar y confirmar los efectos de estas intervenciones en la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas en 2021.

Asimismo, es importante mencionar que la normativa peruana, como el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), establece requisitos y directrices para el diseño de cimentaciones y estructuras en función de las características del suelo. Estas normas se basan en principios geotécnicos y consideran factores de seguridad adecuados para garantizar la estabilidad y la capacidad portante del suelo. Al aplicar un material granulométrico en la Ciudad Universitaria Pampas, se cumple con los principios de diseño geotécnico y se busca mejorar la capacidad del suelo para soportar cargas.

La teoría de la ingeniería geotécnica respalda la idea de que la aplicación de materiales granulares puede mejorar la capacidad portante del suelo. Los materiales granulares, como la piedra y el material afirmado, tienen características de drenaje y resistencia que contribuyen a una mejor distribución de las cargas aplicadas. Estos materiales proporcionan una base sólida y estable, reduciendo la posibilidad de asentamientos excesivos y fallas del suelo. Además, al retirar el material arcilloso superficial y la capa orgánica, se elimina la presencia de materiales que podrían tener una capacidad portante más baja y que podrían afectar la estabilidad del suelo.

Con respecto al primer objetivo específico, se halló que la aplicación del material granulométrico influye en los límites de Atterberg del suelo; puesto que, se identificaron la capacidad de humedad en el suelo; es decir, el límite de líquido que evidencia, el contenido de humedad del suelo, el cual puede pasar de friable a plástico y el contenido del agua en porcentaje que posee el suelo. Esto sirvió para estimar que, la mecánica del suelo es suficiente para dar soporte a las cargas que se aplicaran; puesto que, posee la capacidad de resistir la máxima presión media de contacto que se surge entre la cimentación y el terreno. Este hallazgo se asemeja al de Archenti (11), quien identificó que la capacidad portante de los suelos, se hallan en los que son de arcilla. A esto al implementar material granulométrico, se verificó la capacidad que posee con respecto a la plasticidad; en tal sentido, si al suelo se le añade rocas trituradas se logra reducir el porcentaje de humedad, permitiendo que la cimentación tenga una mayor duración en beneficio de la localidad.

Ante esto, Celis y Villacis (12) al analizar la capacidad portante en los suelos, identificó que, los suelos que resisten edificaciones altas están compuestos por arcillas de baja plasticidad, por gravas limosas y gravas graduadas pobremente. Dicho resultado indicó que, el suelo de arcilla con material granulométrico permite la cohesión de los materiales de construcción y la fricción; puesto que identifica y reduce el porcentaje de humedad del suelo para mejorar la resistencia y la capacidad portante del suelo. Maldonado y Muñoz (13) al estudiar la capacidad portante del suelo al incorporar material granulométrico, se consigue incrementar la resistencia, porque contribuye a la reducción del porcentaje de humedad del suelo; a razón de que, consigue limitar el plástico y el líquido de los minerales que posee el suelo como tal.

Este hallazgo fue contrastado con las teorías formuladas por Braja (22), Peck et al. (23), Duque y Escobar (24) y Toirac (7), aseverando que la capacidad portante del suelo se obtiene al añadir al cementado partículas de gravas o rocas trituradas, comprendidos como material granulométrico, lo cual por su naturaleza mineral logra descomponer el líquido y el gas que da cobertura a los vacíos en el cementado, ocasionando como resultado, la reducción del porcentaje de humedad. Por lo mencionado, el material granulométrico tiene cierto efecto en la mezcla del suelo y en las necesidades de cementos y líquidos, influyendo en la capacidad de resistencia,

de porosidad del concreto y la contracción para aumentar la capacidad de resistencia. Por tanto, en el espacio de investigación se realizó la excavación conveniente; de casi al metro y medio, ya que se encontraron caracterices de ser húmeda, como agua. En tal sentido, para la construcción de la Facultad en Pampas Tayacaja, era necesario la aplicación de material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo.

Con respecto al segundo objetivo específico, se encontró que la aplicación del material granulométrico influye en la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021. Este hallazgo demuestra que los elementos granulométricos que se agregaron en el suelo modificaron sus capacidades para soportar la presión aplicada al terreno sin generar daños a la estructura. También se evidencia que la influencia que tuvo el material granulométrico fue de varias maneras: i) en la compactación: El proceso de aplicar el material granulométrico al suelo implicó técnicas de compactación, como el uso de rodillos vibratorios. La compactación mejoró la densidad y la cohesión del suelo, lo que a su vez aumentó su capacidad admisible. ii) en la mejora de drenaje: Al modificar la distribución de partículas del suelo mediante la aplicación de material granulométrico, se mejoró el drenaje del suelo. Un buen drenaje redujo la acumulación de agua y la presión de poros, lo que aumentó la capacidad admisible del suelo; y iii) en la mejora de la estabilidad: El material granulométrico adecuado mejoró la estabilidad del suelo al proporcionar una estructura más resistente y cohesiva. Esto puede permitir una mayor capacidad de carga y una menor posibilidad de falla.

Este hallazgo es válido y cuenta con coherencia porque existen bases teóricas y antecedentes académicos que lo respaldan. Muestra de ello es la información teórica de Mark (37) quien argumenta que la capacidad admisible del suelo varía según sus propiedades y particularidades geomecánicas; por lo que el agregado de materiales que modifican dichas propiedades y particularidades es positivo para garantizar que las estructuras optimicen su capacidad admisible. De igual manera, Crespo (36) destaca que entre los beneficios de los agregados de material granulométrico esta la optimización del diseño de la cimentación, de la ubicación del nivel freático, del factor de seguridad, y de la capacidad del suelo para soportar la presión de cargas antes de presentar fallas que pongan en riesgo la calidad de la estructura.

Entre los estudios cuyos resultados se asemejan a lo obtenido en la presente investigación, se encuentra el de autoría de Jiménez y Otálvaro (15), en el que se determinó que al aumentar el espesor de reemplazo del suelo y al emplearse rellenos granulares, se optimizó la capacidad portante y la resistencia a la presión de las cargas a las que se expone el suelo. De igual manera, en el estudio de Borbor y Collantes (16) se determinó que, en el caso de suelos blandos, al agregarse elementos granulométricos se pudo optimizar la carga admisible del suelo, es decir la resistencia del suelo a las presiones causadas por el peso de las cargas.

Respecto al tercer objetivo de la investigación, se determinó que la aplicación del material granulométrico tiene una influencia sobre el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021. Este hallazgo demuestra que el material agregado resultó efectivo para que el suelo tenga un óptimo diseño de cimentación, para que resista mayores cargas pesadas, y para evitar que se desplace frente a movimientos telúricos. El resultado es coherente y válido porque existen bases teóricas que dan sostenimiento al hallazgo; por ejemplo, Peck et al. (1983) argumentan que el agregado de materiales granulométricos es de ayuda en muchos proyectos de construcción porque facilita el diseño de cimentación al modificar las condiciones y características del suelo sobre el cual se hará la cimentación. Uno de los antecedentes con resultado parecidos es el desarrollado por Castillo (2017) en Ecuador, en el que se concluyó que con el agregado de material granulométrico se logró optimizar el diseño de las cimentaciones dentro de los parámetros máximos.

Por otro lado, Bolaños (2022) resalta que una de las cualidades del agregado de material granulométrico es la mejora de la resistencia a las cargas aplicadas. En esta línea, Crespo (2007) agregaba que la capacidad de resistencia a las cargas que se aplican en el suelo depende de las características del suelo y del diseño de la cimentación. Sobre este punto, existen diversos estudios que encontraron los mismos hallazgos; por ejemplo, Castillo (2017) concluyó su estudio indicando que la capacidad de resistencia de los suelos depende del agregado de material granulométrico; siendo que en algunas zonas se obtuvo mayor resistencia a las cargas debido a la variación del agregado del material; así también, Fernández (2015) realizó una investigación en Cajamarca, en la cual llegó a la conclusión que el material

granulométrico aplicado influyó de manera positiva en la capacidad de resistencia del suelo; de igual manera, Jiménez y Otálvaro (2020) concluyeron su estudio desarrollado en Bogotá, indicando que la capacidad de carga del suelo aumenta a medida que aumenta el espesor del relleno granular.

Respecto al desplazamiento del suelo, cabe destacar que lo hallado es validado por las bases teóricas de Crespo (2017) porque se argumenta que el material del agregado modifica la facilidad de movimiento del suelo porque existen materiales que se deslizan con mayor facilidad que otros y ponen en riesgo la seguridad de la estructura.

CONCLUSIONES

- Como conclusión general, se encontró que la aplicación del material granulométrico tiene una influencia significativa en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021. Es así que, en promedio la capacidad portante en el suelo sin material granulométrico fue de 1.2773, y con el material agregado osciló entre 1.8530 y 3.0917, mostrando una mejora significativa. En este caso, al utilizar la cama de piedra y el material afirmado, se ha observado un aumento en la capacidad portante del suelo en comparación con su estado original. Cabe resaltar que en el análisis del suelo se verificó que este se halla compuesto por material arcilloso de tipo coluvial superficial, denotando como característica un espesor variante, hasta 2.20m, incluyendo a la capa arable.
- Se determinó que la aplicación del material granulométrico influye en los límites de Atterberg del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021, debido a que la aplicación de dicho material permitió determinar la capacidad de humedad en el suelo; a través, de la evaluación del límite de líquido y límite de plástico, los cuales determinaron el porcentaje de humedad que posee el suelo. Además, por el hecho de que, el espacio de investigación denotó características de ser húmeda, se consideró necesario la aplicación de material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo. Es así que, la mecánica del suelo con el añadido fue suficiente para dar soporte a las cargas que se aplicaran; puesto que, posee la capacidad de portabilidad, con respecto a la resistencia de máxima presión media de contacto que surge entre la cimentación y el terreno.
- Se concluye que la aplicación del material granulométrico, específicamente la cama de piedra de 20 cm de espesor y el material afirmado de 20 cm de espesor, tiene un impacto en la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas en 2021. Es así que, en promedio la capacidad portante en el suelo sin material granulométrico fue de 0.4391, pasando a un valor entre 0.8340 y 1.1403, representando una notable mejora. Además, se considera que retirar el material arcilloso superficial y la capa orgánica donde las plantas se estaban desarrollando contribuye a esta mejora. Esto porque permitió estabilizar el suelo con una cama de piedra y un material afirmado, se ha logrado aumentar la capacidad del suelo para soportar cargas, lo que es fundamental para garantizar la seguridad y la estabilidad de las estructuras construidas sobre él.

- La aplicación del material granulométrico tiene una influencia sobre el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021, considerando que los resultados del estudio se alinearon a las normas vigentes y que se demostró que al mejorar las propiedades el suelo también mejoró su capacidad de soporte a las cargas vivas y muertas. De este modo se demuestra que el material agregado resultó efectivo para que el suelo tenga un óptimo diseño de cimentación, para que resista mayores cargas pesadas, y para evitar que se desplace frente a movimientos telúricos.

RECOMENDACIONES

- A los ingenieros civiles para optimizar el terreno desde la superficie, se recomienda la definición de la nivelación topográfica, que prepare el terreno para retirar los materiales orgánicos, considerando una profundidad de 2.20m y; además, reemplazar el material clasificado de cantera y el material con el uso de pedraplén, ocasionando la evaporación del suelo para aprovechar la condición para proceder con el proceso de compactado con la maquinaria de tipo rodillo-liso-vibratorio el cual inicia de los bordes hacia el punto final. Además, se recomienda realizar la compactación que empezará de los bordes hacia el centro de la vía con pasadas paralelas a su eje, en números suficientes para asegurar la densidad de campo de control. Para el caso de áreas de difícil acceso al rodillo, la compactación se debe efectuar con planchas vibratorias hasta alcanzar los niveles de densificación requeridos.
- Asimismo, una de las opciones que darían resultados sería el despliegue de un manto geotextil para separar el material pedraplén del material limo arcilloso. Por esto, el primer material se debe acomodar en capas sensibles y paralelas hacia la superficie de la explanación de espesor único, evitando el método de lanzamiento. Asimismo, lograr la reducción necesaria, implementando los medios disponibles para llenar los vacíos con partículas diminutas del mismo material, obteniendo un nivel adecuado de densificación. También, añadir el pedraplén; a través, de cuatro capas de 20cm con la finalidad de mejorar la compactación a 0.80m, lo cual permitirá evidenciar la necesidad de colocar piedras con un espesor de 8” y con el uso de maquinarias. Esto con el fin de construir los rellenos que se ubicaron a gran altura y los que evidenciaron ser inundables. Seguidamente, añadir piedras medianas de hasta 60 cm de espesor y de diámetro 6”, después de la colocación del pedraplén, con el fin de compactar la edificación. Finalmente, añadir materiales clasificados en el material grueso en base a la gradación, esto menor a 1 ½” (pulgada y media) con un espesor hasta antes del relleno controlado y de la base de zapata, siendo hasta el nivel de sub restante del piso a 20cm.
- A los Ingenieros Civiles que participan en el desarrollo del proyecto de construcción de la Facultad, considerar los hallazgos del estudio para implementar los materiales granulométricos en el cimiento de las edificaciones que denoten un porcentaje elevado de humedad, con la finalidad acrecentar la capacidad de portabilidad del suelo, manteniendo una adecuada resistencia al corte y cohesión.

- Se sugiere continuar con la aplicación de buenas prácticas de ingeniería geotécnica durante el diseño y construcción de las cimentaciones en la Ciudad Universitaria Pampas. Esto incluye la realización de estudios geotécnicos detallados para evaluar las características del suelo, considerar la aplicación de materiales granulométricos adecuados según las necesidades del sitio, y seguir las normativas y estándares locales para asegurar una construcción segura y duradera.
- Se sugiere, monitorear y evaluar el desempeño de las cimentaciones: Una vez que se han construido las cimentaciones utilizando los materiales granulométricos y se han aplicado las recomendaciones de diseño, es importante realizar un monitoreo y evaluación periódica del desempeño de las cimentaciones. Esto permitirá identificar cualquier problema o necesidad de ajuste y tomar medidas correctivas en caso necesario.
- A los profesionales en ingeniería civil, se recomienda mejorar el cálculo de la capacidad portantes de todas las áreas que estén destinadas a ser construidas y no asumir valores al azar, puesto que existe el riesgo de que, si el valor real es inferior, se ponga en riesgo la infraestructura a construir.
- A los profesionales en ingeniería civil, se recomienda ordenar el diseño de los elementos de cimentación para que la presión de contacto o carga estructural del edificio sea menor o igual a la presión de diseño o la capacidad admisible.
- A futuros investigadores, realizar estudios experimentales en los que se demuestre a través del empirismo que al aplicarse material granulométrico se puede optimizar el diseño de cimentación, se puede aumentar la capacidad de resistencia a cargas aplicadas, optimizar el factor de seguridad y garantizar la seguridad de la estructura frente a desplazamientos.
- Según los estudios de suelos, como recomendación al notar la presencia de napa freática, realizar el procedimiento de bombeo, para que no se afecte la capacidad de carga de la cimentación. También antes del vaciado de zapatas se recomienda se debe compactar el suelo de apoyo que generalmente se altera por el proceso de excavación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Naranjo, Héctor y Dranichnikov, Tatiana.** *Cálculo de capacidad portante basado en geofísica y método convencional*. Cuenca : Editorial Universitaria Abya-Yala , 2012.
2. **Municipalidad Metropolitana de Lima.** *Concepción suelos y pavimentos*. Lima : Protransporte de Lima, 2009. Estudios Definitivo de Arquitectura e Ingeniería del Patio Taller Sur.
3. *Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados*. **Palacio, Óscar, Chávez, Álvaro y Velásquez, Yessica.** 53, 2017, Revista Tecnura, Vol. 21, págs. 96-106.
4. **García, Oscar.** *Modelo de capacidad portante para arcillas mejoradas con rellenos granulares*. Barranquilla : Fundación Universidad del Norte, 2017. Tesis de posgrado.
5. **Celis, Jhaquelynn y Villacis, Tito.** *Zonificación de la capacidad portante de los suelos de la localidad de Shamboyacu, provincia de Picota, Región San Martín*. Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, 2018. Tesis de pregrado.
6. **Rosales, Luis.** *Determinación de la capacidad portante de los suelos para establecer la zonificación en la localidad de Juan Guerra - 2017*. Lima : Universidad César Vallejo, 2017. Tesis de pregrado.
7. *Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón*. **Toirac, José.** 3, Santo Domingo : Ciencia y Sociedad, 2012, Ciencia y Sociedad, Vol. 37, págs. 293-334.
8. **Herrera, José.** *Metodología para la determinación de la capacidad portante del suelo para la cimentación de una vivienda unifamiliar*. Lima : Universidad de Ingeniería, 2010.
9. **Díaz, César.** *Empleo de tecnologías de cimentación profunda en el mejoramiento de la capacidad portante del suelo, para edificaciones hospitalarias, Huancavelica, 2020*. Lima : Universidad Privada del Norte, 2020.
10. **Morales, Kevin.** *Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos y capacidad portante para la construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad satélite - Huacho 2019*. Huacho : Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2019.
11. **Archenti, Joel.** *Zonificación de la capacidad portante del suelo en la localidad de Lagunas distrito de Lagunas, Alto Amazonas - región de Loreto*. Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2018.
12. **Celis, Jhaquelynn y Villacis, Tito.** *Zonificación de la capacidad portante de los suelos de la localidad de Shamboyacu, Provincia de Picota, Región San Martín*. Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2018.

13. **Maldonado, Renato y Muñoz, Luis.** *Estudio de la capacidad portante del suelo del centro poblado Santa Rosa de Cumbaza en el distrito de Tarapoto.* Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2018.
14. **Yunga, Alexander.** *Mejora de la capacidad portante de la subrasante aplicando cal en vías de segundo orden del cantón Alausí.* Riobamba : Universidad Nacional de Chimborazo, 2023.
15. **Jimenez, Maria y Otálvaro, Gustavo.** *Estudio comparativo del comportamiento de cimentaciones superficiales en suelos blandos, al implementar rellenos granulares como técnica de mejoramiento.* Bogotá : Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia, 2020.
16. **Borbor, Kleber y Collantes, Liliana.** *Estabilización o mejoramiento de la capacidad portante de los suelos de la subrasante de carretera utilizando diferentes proporciones de arenas asfálticas de yacimientos naturales de la Península de Santa Elena.* La Libertad : Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.
17. *Improvement in bearing capacity of soil.* **Maharaj, D., Resham, R. y Gupta, V.** 6, 2019, International Journal of Latest Research in Science and Technology, Vol. 8, págs. 16-19.
18. *Algunas consideraciones mineralógicas y geoquímicas sobre la amazonita el estado de Chihuahua, México.* **Ostrooumov, Mikhail.** 1, 2012, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Vol. 29, págs. 221-232.
19. **Alianza Mundial de Derecho Ambiental.** *Guía para evaluar EIAs de Proyectos Mineros.* Eugene : ELAW, 2010. Guía técnica.
20. *Análisis vibratorio de una zaranda Modelo 740 para la clasificación de minerales.* **Martínez, Ramón y Hechavarría, José.** 1, 2016, Ciencias Holguín, Vol. 22, págs. 1-15.
21. *Métodos para el análisis granulométrico del suelo.* **Rzasa, Stanislaw y Owczarzak, Wojciech.** 1, 2013, Polish Journal of Soil Science, Vol. 46, págs. 1-50.
22. **Braja, M. Das.** *Principios de Ingeniería de cimentaciones.* México D.F. : International Thomson Editores, 2001.
23. **Peck, Ralph, Hanson, Walter y Thornburn, Thomas.** *Ingeniería de Cimentaciones.* México D.F. : Limusa - Noriega Editores, 1990.
24. **Duque, Gonzalo y Escobar, Carlos.** *Geomecánica.* Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 2016.
25. **Berry, Peter y Reid, David.** *Mecánica de suelos.* Buenos Aires : McGraw-Hill, 1993.
26. **Nij, Jéser.** *Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas.* Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. Guía de aplicación.

27. **Fratelli, Maria.** *Suelos, fundaciones y muros.* Caracas : Bonalde Editores, 1993.
28. **Borja, Manuel.** *Metodología de la investigación científica para ingenieros.* Chiclayo : Edición del autor, 2016.
29. *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria.* **Lozada, José.** 1, 2014, Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, Vol. 3, págs. 34-39.
30. **Sabino, Carlos.** *El proceso de investigación.* Caracas : Editorial Panapo, 1992.
31. **Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar.** *Metodología de la investigación.* 5. Naucalpan de Juárez : McGrawHill, 2014.
32. **Bernal, César.** *Metodología de la investigación.* Bogotá : Universidad La Sabana, 2010.
33. **Peck, Ralph, Hanson, Walter y Hampton, Thomas.** *Ingeniería de cimentaciones.* México : Editorial Limusa, 1983.
34. **Nij, J.** *Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas.* Guatemala : Gobierno de Guatemala, 2009. Norma nacional de Guatemala.
35. *Usos del suelo y capacidad de carga territorial: el caso de la Caldera del Rey.* **Bolaños, José.** 36, Murcia : s.n., julio-diciembre de 2002, Papeles de Geografía, Vol. 1, págs. 5-25.
36. **Crespo, Carlos.** *Mecánica de suelos y cimentaciones.* Ciudad de México : Limusa, 2007.
37. **Mark, Robert.** *Tecnología arquitectónica hasta la revolución científica.* Madrid : Ediciones Akal S.A., 2002.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de Consistencia

Título: Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021
 Autor: Bach. CASTRO MEZA, Alexander Victor

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema General: ¿De qué manera influye la aplicación del material granulométrico en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo influye la aplicación del material granulométrico en los límites de Atterberg del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021? • ¿Cómo influye la aplicación del material granulométrico en la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021? • ¿Cómo influye la aplicación del material granulométrico en el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021? 	<p>Objetivo General: Analizar la influencia de la aplicación del material granulométrico en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia de la aplicación del material granulométrico en los límites de Atterberg del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021. • Analizar la influencia de la aplicación del material granulométrico en la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021. • Evaluar la aplicación del material granulométrico en el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021 	<p>Hipótesis General: La aplicación del material granulométrico tiene una influencia significativa en la capacidad portante del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La aplicación del material granulométrico influye en los límites de Atterberg del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021. • La aplicación del material granulométrico influye sobre la capacidad admisible del suelo en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021. • La aplicación del material granulométrico tiene una influencia sobre el diseño de cimentación, cargas aplicadas, factores de seguridad y desplazamientos en la Ciudad Universitaria Pampas, 2021. 	<p>Variable Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material granulométrico <p>Variables Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad portante del suelo 	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo</p> <p>Método General: Método científico</p> <p>Diseño: Experimental explicativo</p>	<p>Población: 6 calicatas</p> <p>1 Ensayo de mecánica de suelo</p> <p>1 Ensayo de capacidad portante de suelo</p> <p>1 Estudio del diseño de cimentación</p> <p>1 Ensayo de abrasión</p> <p>1 Ensayo de resistencia de roca</p> <p>Muestra: 6 calicatas</p> <p>Muestreo: Muestreo censal</p>	<p>Técnicas: Observación</p> <p>Instrumentos: Ficha de observación</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Material granulométrico	Es aquel material que es empleado en el agregado y que puede encontrarse en el agregado (Toirac, 2012).	Es aquel que es requerido para la elaboración de concreto y suelos; se puede analizar a través de la Mineralogía, la forma de obtención de la mina, y el tamaño del pedraplén y el material clasificado.	Mineralogía	Materiales geológicos
			Forma de obtención de la mina	Obtención de materiales
			Tamaño	Pedraplén
				Material clasificado
Capacidad portante del suelo	Es la capacidad que tiene el terreno para dar soporte a las cargas que se aplican sobre el suelo (Herrera, 2010).	Es la capacidad de los suelos para resistir cargas en un determinado terreno; se puede analizar a través del peso específico del suelo, del ancho de la sección del terreno, la profundidad considerada, los parámetros de resistencia del terreno y los factores adimensionales	Límites de Atterberg	Límite Líquido
				Límite plástico
				% de Humedad
			Capacidad admisible del terreno	Cohesión
				Capacidad admisible
				Capacidad de carga última
			Diseño de cimentación	Resistencia máxima del suelo
Cargas aplicadas				
Desplazamientos				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

Matriz de operacionalización del instrumento

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de medición
Capacidad portante del suelo	Es la capacidad que tiene el terreno para dar soporte a las cargas que se aplican sobre el suelo (Herrera, 2010).	Es la capacidad de los suelos para resistir cargas en un determinado terreno; se puede analizar a través del peso específico del suelo, del ancho de la sección del terreno, la profundidad considerada, los parámetros de resistencia del terreno y los factores adimensionales	Límites de Atterberg	Límite Líquido	LL	Ficha de observación	De Razón
				Límite plástico	LP		
				% de Humedad	% humedad		
			Capacidad admisible del terreno	Cohesión	Kg/cm ²		
				Capacidad admisible			
				Capacidad de carga última			
			Diseño de cimentación	Resistencia máxima del suelo	Nivel máximo de resistencia		
				Cargas aplicadas	Nivel permitido de cargas		
				Desplazamientos	Nivel de desplazamientos		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4

Instrumento de investigación

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**FACULTAD DE INGENIERÍA****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL****FICHA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN**

		Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3	Calicata 4	Calicata 5	Calicata 6
Tipo de suelo							
SISMICIDAD	Factor Z						
	Zonificación sísmica:						
	Factor de suelo:						
	Suelo perfil tipo:						
	Periodo TP						
	Periodo TL						
	Periodo predominante:						
Profundidad							
SUCS							
ENSAYO DE CORTE	Muestra						
	Contenido de humedad inicial (%)						
	Contenido de humedad final (%)						
	Esfuerzo normal (kg/cm ²)						
	Esfuerzo máximo (kg/cm ²)						
	Cohesión (kg/cm ²)						

CAPACIDAD ADMISIBLE	Profundidad promedio (cm)						
	Capacidad de carga última (kg/cm ²)						
	Capacidad admisible (kg/cm ²)						
	Peso específico (g/cm ³)						
	Ángulo de fricción (°)						
	Cohesión (kg/cm ²)						
LIMITES	LL						
	LP						
	IP						
	% Humedad						
RESISTENCIA COMPRESION	Resistencia a la compresión del espécimen (kg/cm ²)						
	Resistencia a la compresión del espécimen (Mpa)						
	Tipo de fractura						
	Defectos						
A. DESPLAZAMIENTO	Factor de suelo Z						
	Factor de suelo S						
	Factor de suelo U						
	Factor de Sistema R						

Anexo 5

Autorización

Foto 1

Carta de autorización

UNAT
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo
Ley de Creación N° 29716

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

La investigación, su esencia y su vida

PAMPAS, 16 DE AGOSTO 2022

CARTA N° 092-2022-UNAT/P-DIGA

BACH. ALEXANDER VÍCTOR CASTRO MEZAS
EGRESADO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

PRESENTE:

ASUNTO : AUTORIZACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, CON FINES ACADÉMICO

REF. : HOJA DE TRAMITE EXP. N° 261-2022-P
SOLICITUD SIN DE FECHA 02/08/2022

De mi especial consideración;

Por medio del presente, me dirijo a Ud. para hacerle llegar un cordial saludo a nombre de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo y el mío propio, asimismo, en mérito al documento de la referencia, su persona, solicita autorización para la aplicación de los instrumentos de recopilación de información del proyecto de investigación: "APLICACIÓN DEL MATERIAL GRANULOMÉTRICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA PAMPAS, 2021"; para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, por lo que se recopilara la información sin afectar el espacio de investigación.

En mérito a ello, se autoriza a su persona, realizar la aplicación de los instrumentos de recopilación de información del proyecto de investigación en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, con fines académico.

Sin otro particular, me despido de usted reiterándole mi saludo cordial.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
TAYACAJA - DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO

CPC. Raúl Patomino Huaman
DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN

C.c.
Archivo
DIGA
Adjunta 02 folios

unibenos.ari

Foto 2
Autorización



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA
DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO
LEY DE CREACIÓN N.º 29716

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA
DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO
VICE PRESIDENCIA ACADÉMICA
RECIBIDO
02 AGO. 2022
HOR. 16:54
FOLIO 03
18:14

HOJA DE TRAMITE EXP. N° 281

REMITENTE: BACH. VICTOR CASTRO MESA

ASUNTO: AUTORIZACION PARA LA APLICACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

TIPO DE DOCUMENTO: SOLICITUD S/N

Pase a	N° de Acción	Fecha	Proveído N°	Firma del Responsable
VPA	1	02/08/2022	3874	
DIGA	1	02 AGO. 2022	3874	

N° DE ACCIONES

1. A COPIAS MISMA PARA S	8. CONCORDAR Y FIRMAR	15. FIRMA	22. MATRIZELAR
2. A COMPROBANDOS	9. PARTICIPAR	16. VISTO BUENO	23. PRESENTAR
3. A CUALQUIER SINTO	10. COORDINAR	17. EMITIR ORDEN DE COMPRA	24. INFORMAR
4. A PREPARAR	11. DAR OPINION	18. EMITIR ORDEN DE SERVICIO	25. PREC. RESOLUCION
5. A REVISAR	12. DESOLVER	19. DAR TRAMITE	26. REVISAR
6. A TENER SOLICITUD	13. ORIGINAR	20. PRESENTAR RESPUESTA	27. TENER PENDIENTE
7. OTRA Sesion	14. AUTORIZAR	21. EMITIR RESP. FINAL	28. OTRA REUNION

OBSERVACIONES

Doc. Reg.

Folios.

2

Anexo 6

Registro fotográfico

Foto 3

Foto al inicio de la obra



Foto 4

Descargo de material



Foto 5

Compactación del suelo

**Foto 6**

Preparación del material



Foto 7

Revisando la calidad de la mezcla

**Foto 8**

Vaciado del material de concreto



Foto 9

Vaciado del material de concreto

**Foto 10**

Acabado del material de concreto



Foto 11*Vista de la calicata C-1***Foto 12***Vista de la calicata C-2*

Foto 13

Vista de la calicata C-3



Foto 14

Vista de la calicata C-4

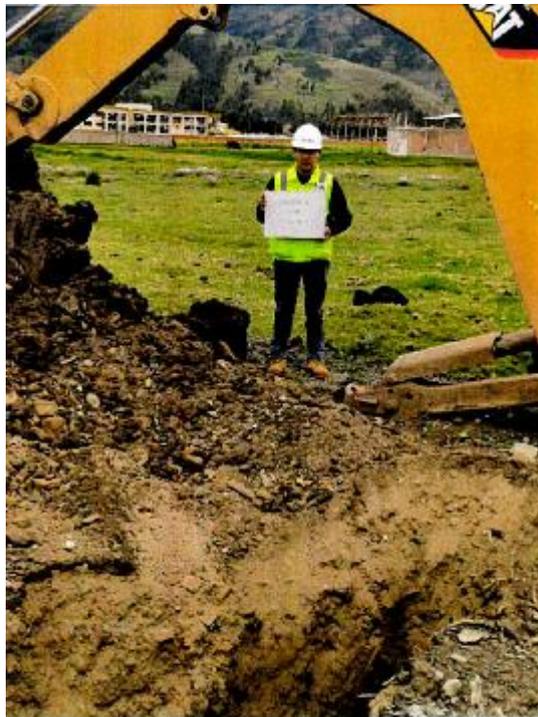


Foto 15

Vista de la calicata C-5

**Foto 16**

Vista de la calicata C-6



Anexo 7

Resultados de análisis de laboratorio de suelos

Resumen trabajos de campo y laboratorio

RAZÓN SOCIAL: C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.
 DIRECCIÓN : Av. Los Próceros N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
 CELULAR : 947898992
 E-MAIL : c3ingenieriaespecializada@gmail.com



TABLA N°1

RESUMEN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Calicata	Profundidad (m)	Profundidad Nivel Freático (m)
C-1	5.00	2.80
C-2	5.00	2.80
C-3	5.00	3.00
C-4	5.00	1.80
C-5	5.00	3.20
C-6	5.00	3.40

TABLA N°2

CANTIDAD DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata	Profundidad (m)	Ensayos Estándar				Ensayos Especiales	Ensayos Químicos		
		Granulometría	L.L.	L.P.	% Humedad	Corte Directo	Salas totales (ppm)	Sulfatos (ppm)	Cloruros (ppm)
C-1	5.00	1	1	1	1	1	1	1	1
C-2	5.00	1	1	1	1	1	1	1	1
C-3	5.00	1	1	1	1	1	1	1	1
C-4	5.00	1	1	1	1	1	1	1	1
C-5	5.00	1	1	1	1	1	1	1	1
C-6	5.00	1	1	1	1	1	1	1	1
Totales		06	06	06	06	06	06	06	06

TABLA N°3

TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO AL ATAQUE DE LOS SULFATOS

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfatos en muestra de agua (p.p.m.)	Tipo de cemento	Relación máxima agua - material cementante en peso para concretos de peso normal	Fc mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero
Insignificante	0,0 ≤ SO ₄ < 0,1	0 ≤ SO ₄ < 150	---	---	---
Moderata	0,1 ≤ SO ₄ < 0,2	150 ≤ SO ₄ < 1500	I, (R/MS), II(S/MS), R(MS), III(P/MS), II(S/M/MS)	0,90	28
Severa	0,2 ≤ SO ₄ < 2,0	1500 ≤ SO ₄ < 10000	V	0,45	31
Muy severa	2,0 × SO ₄	10000 × SO ₄	V + puzolánico	0,45	31

Fuente: R.M.E. E-085



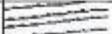
Identificación de suelos, mediante el procedimiento Visual –Manual C-1

	LABORATORIO DE ENSAYO	Código	C3-Perfil-001	
	SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual	Versión	01	
	NTP 339.150:2001 (Revisada el 2015)	Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticionario : Bach. Alexander Victor Castro Meza
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Ahuaycha - Pampas - Tarma - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

Método de Excavación : Maquinaria
 Calicatas : C-1

**Descripción e Identificación de Suelos mediante el procedimiento Visual - Manual
 NTP 339.150**

Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Gráfico	Descripción y clasificación del material: Color, Humedad Natural, Plasticidad, Estado Natural de Compacidad, Forma de las partículas, Tamaño Máximo de Piedras, Presencia de Materia Orgánica, etc.
0.40	Pl		Tierra de Cultivo
1.00	SM		Arena limosa, plasticidad baja, estado húmedo, de color marrón claro de consistencia baja.
2.00			
2.60	CL		Arcilla arenosa, plasticidad media, estado húmedo, de color gris oliva de consistencia baja con presencia de nivel freático a -2.60 m.
3.00			
4.00			
5.00			

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004; 1993).

Revisado y revisor por el M.Sc. Ing. Humberto Salazar Omar Alex



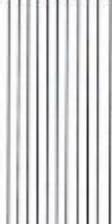
Identificación de suelos C-2

	LABORATORIO DE ENSAYO	Código	C3-Perfil-001	
	SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual	Versión	01	
	NTP 339.150:2001 (Revisada el 2015)	Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticionario : Bach. Alexander Victor Castro Meza
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Abtaaycha - Pampas - Tayaqaja - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

Método de Excavación : Maquinaria
 Calicita : C-2

Descripción e Identificación de Suelos mediante el procedimiento Visual - Manual
NTP 339.150

Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Gráfico	Descripción y clasificación del material: Color, Humedad Natural, Plasticidad, Estado Natural de Compacidad, Forma de las partículas, Tamaño Máximo de Piedras, Presencia de Materia Orgánica, etc.
1.00	PI		Tierra de Cultivo
1.80			
2.00	SM		Arena limosa, plasticidad baja, estado húmedo, de color marrón claro de consistencia baja.
2.40			
2.80			
3.00			
4.00	ML		Limo arenosa, plasticidad media, estado húmedo, de color marrón oscuro de consistencia baja con presencia de nivel freático a -3.80 m.
5.00			

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Rediseño y revisión por el M.Sc. Ing. [Francisco Salazar Orta: Alex



Identificación de suelos C-3

	LABORATORIO DE ENSAYO		Código	C3-Perfil-001	
	SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual		Versión	01	
	NTP 339.150:2001 (Revisada el 2015)		Fecha	15-08-21	
			Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticionario : Bach. Alexander Victor Castro Meza
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Aluaycho - Pampas - Tiquajaja - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

Método de Excavación : Maquinaria
 Calicata : C-3

Descripción e Identificación de Suelos mediante el procedimiento Visual - Manual
NTP 339.150

Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Gráfico	Descripción y clasificación del material. Color, Humedad Natural, Plasticidad, Estado Natural de Compacidad, Forma de las partículas, Tamaño Máximo de Piedras, Presencia de Materia Orgánica, etc.
1.00 1.20	PI		Tierra de Cultivo
2.00 3.00 4.00 5.00	MI		Limo con arena, plasticidad media, estado húmedo, de color marrón oscuro de consistencia baja con presencia de nivel freático a -3.00 m.

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPE GP-004: 1999).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Hazzari Salazar Omar Alex



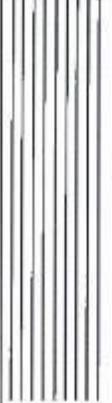
Identificación de suelos C-4

	LABORATORIO DE ENSAYO	Código	C3-Perfil-001	
	SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual - manual	Versión	01	
	NTP 339.150:2001 (Revisada el 2015)	Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticionario : Bach. Alexander Victor Castro Meza
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Ahuaycha - Pampas - Tayaaja - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

Método de Excavación : Maquinaria
 Calicata : C-4

Descripción e Identificación de Suelos mediante el procedimiento Visual - Manual
NTP 339.150

Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Gráfico	Descripción y clasificación del material: Color, Humedad Natural, Plasticidad, Estado Natural de Compacidad, Forma de las partículas, Tamaño Máximo de Piedras, Presencia de Materia Orgánica, etc.
0.50	Pl		Tierra de Cultivo
1.00	ML		Arcilla arenosa, plasticidad medio, estado húmedo, de color gris oliva de consistencia baja con presencia de nivel freático a -2.60 m.
1.80			
2.00			
3.00			
4.00			
5.00			

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Hiramni Salazar Ocaso Aldas



Identificación de suelos C-6

	LABORATORIO DE ENSAYO		Código	C3-Perfil-001	
	SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual NTP 339.150:2001 (Revisada el 2015)		Versión	01	
			Fecha	15-08-21	
			Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticionario : Bach. Alexander Victor Castro Meza
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Ahuaycha - Pampas - Tayaoga - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

Método de Excavación : Maquinaria
 Calicata : C-6

Descripción e Identificación de Suelos mediante el procedimiento Visual - Manual NTP 339.150

Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Gráfico	Descripción y clasificación del material: Color, Humedad Natural, Plasticidad, Estado Natural de Compacidad, Forma de las partículas, Tamaño Máximo de Piedras, Presencia de Materia Orgánica, etc.
0.40	Pt		Tierra de Cultivo
1.00 1.20	SM		Arena limosa, plasticidad media, estado húmedo, de color marrón oscuro de consistencia baja.
2.00 3.00 3.40 4.00 5.00	CL		Arcilla de baja plasticidad, estado húmedo, de color negro, de consistencia baja con presencia de raíces y nivel freático a -3.40 m.

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP/004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Humberto Salazar Omar Alex



Ensayo de análisis granulométrico C-1

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-Suelo-001	
	CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Versión	01	
		Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticionario : Bach. Alexander Victor Castro Meza
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Abmaycha - Pampas - Tayacaja - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

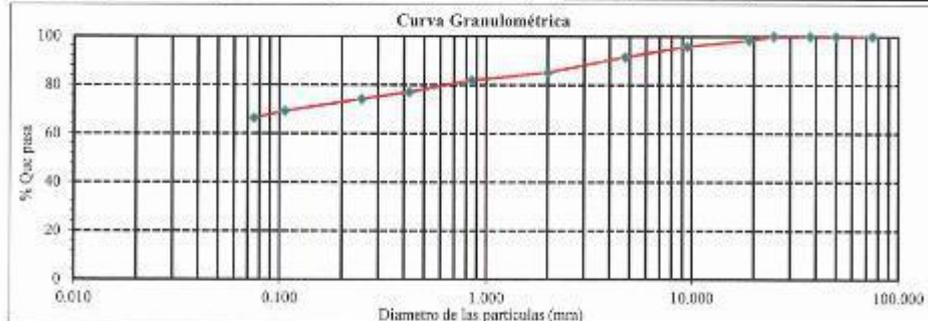
Calleata : C-1
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 2.00 a 5.00

SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico NTP 339.128:1999 (revisada el 2019)				
Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa
3 in.	75.000	0.0	0.0	100.0
2 in.	50.000	0.0	0.0	100.0
1½ in.	37.500	0.0	0.0	100.0
1 in.	25.000	0.0	0.0	100.0
¾ in.	19.000	1.6	1.6	98.4
½ in.	9.500	2.6	4.2	95.8
No. 4	4.750	4.3	8.5	91.5
No. 10	2.000	6.4	15.0	85.0
No. 20	0.850	3.2	18.2	81.8
No. 40	0.425	4.8	23.0	77.0
No. 60	0.250	2.9	25.9	74.1
No. 140	0.106	5.0	30.9	69.1
No. 200	0.075	2.8	33.7	66.3
Fundo		66.3	100.0	0.0

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelo NTP 339.129:1999 (revisada el 2019)	
Límite Líquido	34
Límite Plástico	21
Índice de Plasticidad	13

Fracciones Granulométricas		SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo NTP 339.127:1999 (revisada el 2019)	
% Grava	8.5	% Contenido de humedad	19.5
% Arena	25.2		
% Finos	66.3		

SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, 2002) NTP 408.126:1999 (revisada el 2019)		SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte NTP 408.128:1999 (revisada el 2002)	
Símbolo	CL	A-7-6 (7)	
Nombre	Arcilla arena de baja plasticidad		

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Oscar Alex Huamán Salazar



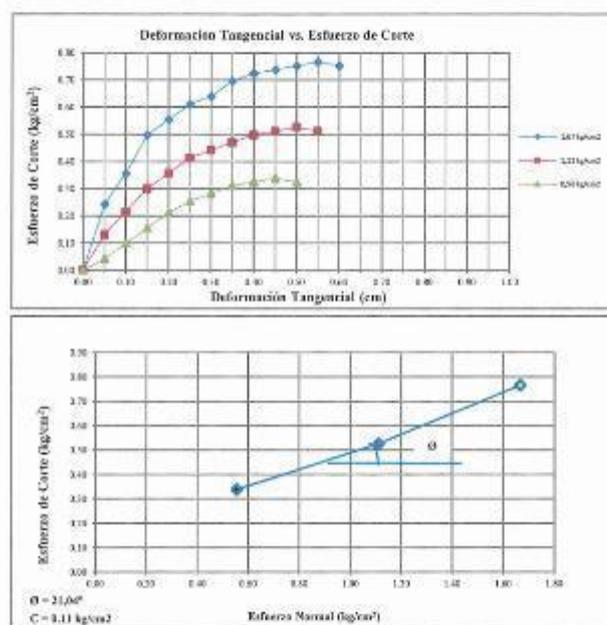
Ensayo normalizado para el corte directo C-1

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-C.D-001	
	SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas	Versión	01	
	NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)	Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 2	

Expediente N° : 1410-2022
 Nombre del tesisista : Bach. Alexander Victor Castro Meza
 Nombre de la tesis : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Abusuycha - Pampas - Taysacajé - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

Página 1 de 2

Estado : Inalterado
 Profundidad (m) : 5.00
 Calicata : C-1



* Muestreo e identificación realizados por el peticionario.

* El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huamán Salazar



Ensayo normalizado para el corte directo C-1

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	CJ-C.D.001	
	SHFLOS, Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones controladas de ensadas	Versión	01	
	NTP 339.171:2002 (revisado el 2017)	Fecha	15-08-21	
		Página	2 de 2	

Expediente N° : 1418-2021
 Titular(es) : Dado, Alexander Víctor Castro Meza
 Proyecto : Aplicación del material granométrico para mejorar la cohesión presente del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Almaguá - Pampas - Tayacaja - Huancavelica
 Fecha de emisión : 16-10-22

Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.00
 Calibre : C-1
 SUCS : CL
 Especimen : Remoldeado (mód. < Tipo N°4)

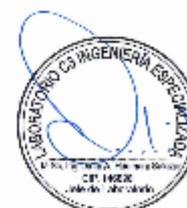
Página 2 de 2

	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Densidad húmeda inicial (g/cm^3)	1.812	1.812	1.812
Densidad seca inicial (g/cm^3)	1.516	1.516	1.516
% Contenido de humedad inicial	16.3	16.3	16.3
Densidad húmeda final (g/cm^3)	2.023	2.014	2.018
Densidad seca final (g/cm^3)	1.799	1.797	1.799
% Contenido humedad final	26.5	26.1	25.4
Esfuerzo normal (kg/cm^2)	0.56	1.11	1.67
Resistencia de corte máxima (kg/cm^2)	0.340	0.527	0.765
Ángulo de fricción interna	21.64	*	*
Cohesión (kg/cm^2)	0.11		

* Muestra e Identificación no son aplicables por el perfil de ensayo.

* El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (CÓPIA FIDELICADA) INECCOP: CP-004: 1992.

Revisado y aprobado por el M. Sc. Ing. César Augusto Castro Salazar



Ensayo análisis de capacidad admisible del terreno C-1

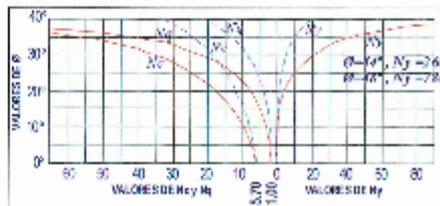
	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	CS-05-001	
	ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TIERRINO	Versión	01	
		Fecha	15-04-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 14-0-2022
 Proyectante : David Alexander Victor Castro Méza
 Proyecto : Aplicación del método de granulación para evaluar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Adusche - Pampas - Tucumán - Huanavelica
 Fecha de emisión : 14-04-21

N° DE MUESTRA : M-1
 N° DE CALICATA : C-1

Clasificación SUCS:

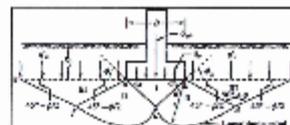
ym	CL	g/cm ³
ϕ	C.I.	%
C	C.II	kg/cm ²



Región Poragala

Capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas

$q_{ult} = 0.867C'N'c + \gamma DfN'q + 0.4\gamma BN'\gamma$



CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE LA CIMENTACION
 TIPO DE FALLA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA

Prof. Cimentación (Zapatas) (cm)	ϕ	C (kg/cm ²)	Nc	Nq	Nγ
0.00156	21.00	0.11	12.49	4.78	1.36

ZAPATA CUADRADA
 Factor de seguridad F.S. 3.0

Base (cm)	Prof. (cm)	q _u (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
100	150	2.22	1.11
100	160	2.28	1.14
100	170	2.35	1.17
100	180	2.41	1.20
100	190	2.47	1.23
100	200	2.53	1.27
100	210	2.60	1.30
150	150	2.26	1.13
150	160	2.32	1.16
150	170	2.38	1.19
150	180	2.45	1.22
150	190	2.51	1.26
150	200	2.57	1.28
150	210	2.64	1.32
200	150	2.30	1.15
200	160	2.36	1.18
200	170	2.43	1.21
200	180	2.49	1.24
200	190	2.55	1.28
200	200	2.61	1.31
200	210	2.68	1.34
250	150	2.34	1.17
250	160	2.40	1.20
250	170	2.47	1.23
250	180	2.53	1.26
250	190	2.59	1.30
250	200	2.66	1.33
250	210	2.72	1.36

ZAPATA CUADRADA
 Factor de seguridad F.S. 2.5

Base (cm)	Prof. (cm)	q _u (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
100	150	2.22	0.89
100	160	2.28	0.91
100	170	2.34	0.94
100	180	2.41	0.95
100	190	2.47	0.99
100	200	2.53	1.01
100	210	2.60	1.04
150	150	2.26	0.90
150	160	2.32	0.94
150	170	2.38	0.95
150	180	2.45	0.98
150	190	2.51	1.00
150	200	2.57	1.03
150	210	2.64	1.06
200	150	2.30	0.92
200	160	2.36	0.94
200	170	2.43	0.97
200	180	2.49	1.00
200	190	2.55	1.02
200	200	2.62	1.05
200	210	2.68	1.07
250	150	2.34	0.94
250	160	2.40	0.96
250	170	2.47	0.98
250	180	2.53	1.01
250	190	2.59	1.04
250	200	2.66	1.06
250	210	2.72	1.08

ZAPATA CUADRADA
 Factor de seguridad F.S. 3.0

Base (cm)	Prof. (cm)	q _u (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
100	150	2.22	0.74
100	160	2.28	0.76
100	170	2.34	0.78
100	180	2.41	0.80
100	190	2.47	0.82
100	200	2.53	0.84
100	210	2.60	0.87
150	150	2.26	0.75
150	160	2.32	0.77
150	170	2.38	0.79
150	180	2.45	0.82
150	190	2.51	0.84
150	200	2.57	0.86
150	210	2.64	0.88
200	150	2.30	0.77
200	160	2.36	0.78
200	170	2.43	0.81
200	180	2.49	0.83
200	190	2.55	0.85
200	200	2.62	0.87
200	210	2.68	0.89
250	150	2.34	0.78
250	160	2.40	0.80
250	170	2.47	0.82
250	180	2.53	0.84
250	190	2.59	0.86
250	200	2.66	0.88
250	210	2.72	0.91

* Método de Terzaghi y Meyerhof para el pedregalito.
 ** El presente documento es propiedad intelectual del Laboratorio de Geotecnia y se reproduce solo a título informativo.
 PAMPAS, ENTRE RÍOS - GEOTECH (1997)

Asesor y consultor: E. H. S. Ing. Oscar A. Castellani Suárez



Ensayo de análisis granulométrico C-2

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-Suelo-001	
	CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Versión	01	
		Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticionario : Bach. Alexander Viera Castro-Mora
 Proyecto : Aplicación del material granular residual para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Dampas, 2021
 Ubicación : Almeyda - Dampas - Tarma - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

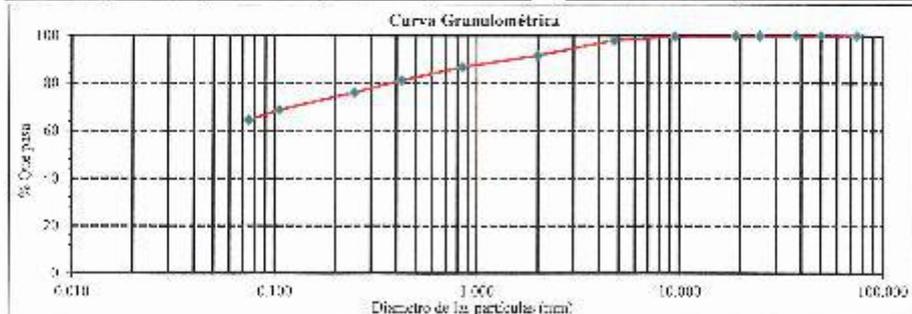
Colección : C-2
 Muestra : (M-1)
 Profundidad (m) : 2.00 a 3.00

SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico NTP 429.126-199 (revisado el 2019)				
Tamaño	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado retenido	% (que pasa)
3	75.000	0.0	0.0	100.0
4	50.000	0.0	0.0	100.0
16	37.500	0.0	0.0	100.0
18	25.000	0.0	0.0	100.0
20	14.000	0.0	0.0	100.0
25	9.500	0.3	0.3	99.7
30	6.750	1.6	1.9	98.1
35	5.000	6.4	8.4	91.6
40	3.875	4.8	13.2	86.8
45	3.425	5.6	18.8	81.2
50	3.000	7.7	26.0	76.0
60	2.500	12.2	38.2	68.8
75	2.000	43.3	81.5	61.7
Fondo	0.075	64.1	100.0	0.0

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos NTP 429.129-1999 (revisado el 2019)	
Límite Líquido	29
Límite Plástico	23
Índice de Plasticidad	4

Fracción Granulométrica		NTP 429.126-199 (revisado el 2019) Criterio de control de la humedad de un suelo NTP 429.126-199 (revisado el 2019)	
% Grava	1.5	% Contenido de humedad	14.6
% Arena	23.7		
% Fines	74.4		

SUELOS. Método de ensayo para la clasificación de suelos para uso en carreteras NTP 429.124-199 (revisado el 2019)		SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en carreteras NTP 429.125-199 (revisado el 2019)	
Simbología	ML	A-4 (1)	
Nombre	Limo arcilloso		



NOTAS:

- Muestra e identificación realizadas por el peticionario.
 - El presente documento es de carácter informativo y la responsabilidad escrita del laboratorio, salvo con la reproducción, es en su totalidad (GUÍA PERUANA INDICVIDE 0-2004: 1992).
- Rediseño y revisión por el Sr. Ing. Omar Alonso Hernández Salazar



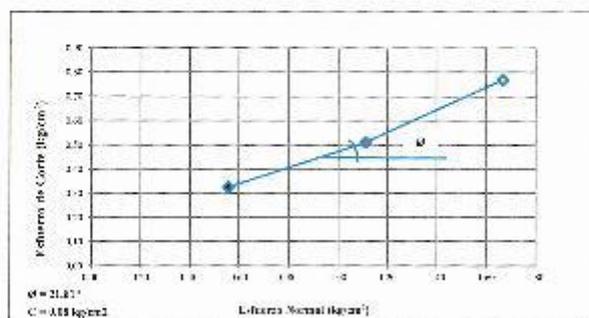
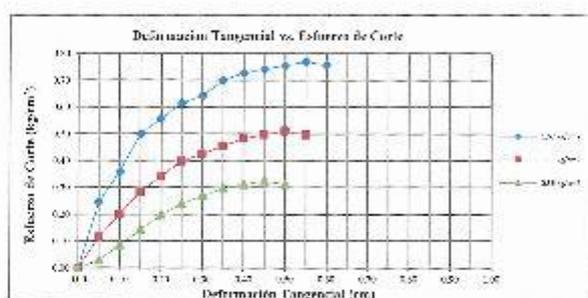
Ensayo normalizado para el corte directo C-2

	LABORATORIO DE ENSAYO AGRICOLA SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas directas NIF 339.171:2002 (revisión el 2017)	Código	C3-C-D-001	
		Versión	01	
		Fecha	15-06-21	
		Página	1 de 2	

Expediente N° : 1410-1033
 Período : Año: Abril y Mayo-Viejo Castro-Méica
 Proyecto : Aplicación del método al granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Alajó - Pampas - Tayacaja - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

Página 1 de 2

Estado : Finalizado
 Profundidad (m) : 5.00
 Calibres : C-1



* Muestras e identificación realizadas por el petitorio.

* El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del inventor, so sí que a reproducción se le otorga prioridad (GUÍA N° 31. ANA INDI-COPI: 02/004 - 1993).

Elaborado y verificado por el Sr. Ing. Dora Alivi Huaman Salazar.



Ensayo normalizado para el corte directo C-2

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C23-4.10-001	
	SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas	Versión	01	
	NTP 339.171-2002 (revisada el 2017)	Fecha	15-08-21	
		Páginas	2 de 2	

Expediente N° : 1416-2022
 Encargado : Dora Alexander Victor Castro Mesa
 Proyecto : Aplicación del método geotécnico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Dampas, 2021
 Ubicación : Abasaycha - Dampas - Tarma - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14/10/22

Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 5.00
 Calentamiento : C-2
 SUCS : ML
 Espesura : 1 cm (máx. < Tamiz N°2)

Página 3 de 3

	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.687	1.687	1.687
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.372	1.372	1.372
% Contenido de humedad inicial	14.5	14.5	14.6
Densidad húmeda final (g/cm ³)	1.915	1.917	1.928
Densidad seca final (g/cm ³)	1.535	1.507	1.601
% Contenido humedad final	18.9	19.3	20.1
Indice normal (kg/cm ²)	0.55	1.11	1.67
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.355	0.511	0.770
Ángulo de fricción interna	:	21.81	*
Cohesión (kg/cm ²)	:	0.05	

* Muestreo e identificación realizados por el peticionario.

* El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INTCOOP/ 07-04/ 1997).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Dora Alexander Castro Mesa



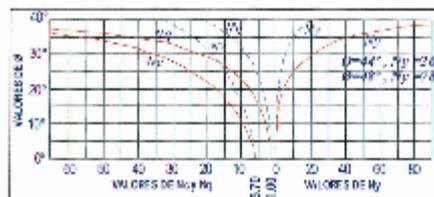
Ensayo análisis de capacidad admisible del terreno C-2

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código: C3-CT-EE1	
	ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO	Versión: 01 Fecha: 15-05-21 Página: 1 de 1	

Expediente N° : 141042022
 Polígono : Barrio Alejandro Varas Centro Museo
 Proyecto : Aplicación del material geométrieo para mejorar la capacidad portante del suelo en la obra universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Abancay - Pampas - Trujillo - Ucayalí
 Fecha de emisión : 15-11-22

N° DE MUESTRA : M-1
 N° DE CALICATA : C-2

Clasificación SUCS	ML
Peso específico	γm = 1.92 g/cm³
Ángulo de fricción	φ = 21.31°
Cohesión	c = 0.08 kg/cm²

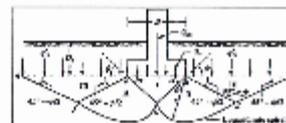


Según Terzaghi

Capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas

q_{ult} = Capacidad de carga última
 q_{adm} = Capacidad admisible

$$q_{ult} = 0.867c'N_c + \gamma DfN_q + 0.4\gamma B N_\gamma$$



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE LA CIMENTACIÓN					
TIPO DE PÁLTA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA					
Prof. Cimentación (metros)	C1	C	Nc	Nq	Nγ
0.00-1.00	2.81	0.06	13.82	4.52	1.51

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S			
Base (cm)	Prof. (cm)	S _u (kg/cm²)	S _v (kg/cm²)

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S			
Base (cm)	Prof. (cm)	S _u (kg/cm²)	S _v (kg/cm²)

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S			
Base (cm)	Prof. (cm)	S _u (kg/cm²)	S _v (kg/cm²)

100	150	1.90	0.95
100	160	1.95	0.98
100	170	2.01	1.01
100	180	2.09	1.05
100	190	2.16	1.08
100	200	2.23	1.11
100	210	2.30	1.14
130	150	1.94	0.97
130	160	2.01	1.00
130	170	2.09	1.04
130	180	2.14	1.07
130	190	2.20	1.10
130	200	2.27	1.13
130	210	2.33	1.15
200	150	1.95	0.95
200	160	2.02	0.98
200	170	2.10	1.02
200	180	2.18	1.06
200	190	2.25	1.10
200	200	2.31	1.13
200	210	2.38	1.15
250	150	2.03	1.02
250	160	2.10	1.05
250	170	2.18	1.08
250	180	2.23	1.11
250	190	2.29	1.13
250	200	2.36	1.15
250	210	2.42	1.17

100	150	1.90	0.95
100	160	1.95	0.98
100	170	2.01	1.01
100	180	2.09	1.05
100	190	2.16	1.08
100	200	2.23	1.11
100	210	2.30	1.14
130	150	1.94	0.97
130	160	2.01	1.00
130	170	2.09	1.04
130	180	2.14	1.07
130	190	2.20	1.10
130	200	2.27	1.13
130	210	2.33	1.15
200	150	1.95	0.95
200	160	2.02	0.98
200	170	2.10	1.02
200	180	2.18	1.06
200	190	2.25	1.10
200	200	2.31	1.13
200	210	2.38	1.15
250	150	2.03	1.02
250	160	2.10	1.05
250	170	2.18	1.08
250	180	2.23	1.11
250	190	2.29	1.13
250	200	2.36	1.15
250	210	2.42	1.17

100	150	1.90	0.95
100	160	1.95	0.98
100	170	2.01	1.01
100	180	2.09	1.05
100	190	2.16	1.08
100	200	2.23	1.11
100	210	2.30	1.14
130	150	1.94	0.97
130	160	2.01	1.00
130	170	2.09	1.04
130	180	2.14	1.07
130	190	2.20	1.10
130	200	2.27	1.13
130	210	2.33	1.15
200	150	1.95	0.95
200	160	2.02	0.98
200	170	2.10	1.02
200	180	2.18	1.06
200	190	2.25	1.10
200	200	2.31	1.13
200	210	2.38	1.15
250	150	2.03	1.02
250	160	2.10	1.05
250	170	2.18	1.08
250	180	2.23	1.11
250	190	2.29	1.13
250	200	2.36	1.15
250	210	2.42	1.17

* Muestra de ensayo realizada por el personal
 * El presente documento no tiene validez legal si no se acompaña con la evidencia escrita de laboratorio en el que se reportó el resultado de la prueba
 DESARROLLO TECNICO DE OBRAS

El trabajo es propiedad del Sr. Ing. César Augusto Rodríguez



Ensayo de análisis granulométrico C-3

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-Suelo-001	
	CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Versión	01	
		Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1719-2022
 Peticionario : Hoch, Alexander Victor Castro Maza
 Proyecto : Aplicación del método granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Abangochá - Pampas - Tayacaja - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-23

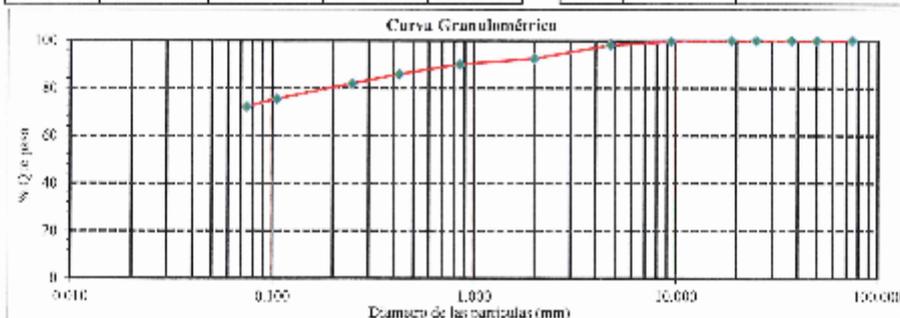
Unidad : C34
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.20 a 1.00

SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico NTP 359.126/199 (referencia al 2019)				
Tamiz	Abertura (mm)	% retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa
4 in.	101.600	0.0	0.0	100.0
2 in.	50.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2 in.	37.500	0.0	0.0	100.0
1 in.	25.400	0.0	0.0	100.0
3/4 in.	19.000	0.0	0.0	100.0
N.º 10	1.900	0.3	0.3	99.7
N.º 4	4.750	1.6	1.9	98.1
N.º 10	2.000	3.6	7.5	96.4
N.º 20	0.850	2.1	10.0	90.0
N.º 40	0.425	4.7	15.1	85.5
N.º 60	0.250	4.0	18.2	81.8
N.º 100	0.150	6.7	24.8	75.4
N.º 200	0.075	9.2	27.8	72.2
Fondo		72.2	100.0	0.0

SI PLGS. Método de ensayo para la determinación del límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelo NTP 359.126/199 (referencia al 2019)	
Límite Líquido	79
Límite Plástico	25
Índice de Plasticidad	4

Pruebas Granulométricas		MÉTODO PRESUMIDO para determinar el contenido de agua y el índice de plasticidad NTP 359.126/199 (referencia al 2019)	
% Arena	1.9	% Contenido de humedad	15.5
% Arcilla	25.7		
% Finos	72.3		

SI PLGS. Método para la clasificación de suelos NTP 359.126/199 (referencia al 2019)		SI PLGS. Método para la determinación de agua y el índice de plasticidad NTP 359.126/199 (referencia al 2019)	
Símbolo	M1	A-1 (1)	
Nombre	limos arenos		



NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) -El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA FURJUNAS (NOROCYPR) 19/004/1993)

Redactado y revisado por el Sr. Ing. Oscar Alexander Sánchez



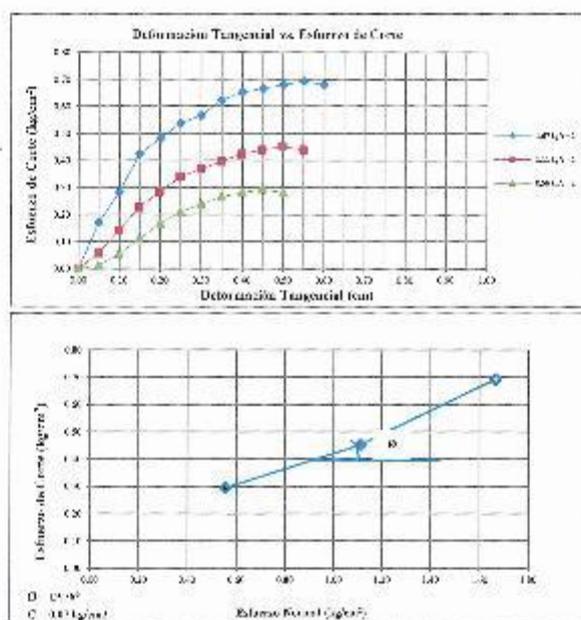
Ensayo normalizado para el corte directo C-3

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-C.D-001	
	SDE.148, Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas	Versión	01	
	NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)	Fecha	15-09-21	
		Páginas	1 de 2	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticionario : Dsch. Alexander Victor Castro-Meza
 Proceso : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante de suelo en la ciudad de Ica, distrito de Pongos, 2022
 Colocación : Ahuayta - Pampas - Tayocca - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

Fig. 08 1 de 2

Estado : Inconcluso
 Profundidad (m) : 5.00
 Calicata : C-3



* Muestras e identificación de suelos por el peticionario.

* El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (CICUA PERUANA INTECOPIE CP.000: 1999).

Revisado y revisado por el N.º Sr. Ing. César Alex. Turner Sánchez



Ensayo normalizado para el corte directo C-3

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-C D-001	
	SUTLOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas	Versión	01	
	NTP 339.151-2002 (revisada el 2017)	Fecha	15-08-21	
		Página	2 de 2	

Espaldao N° : 1410-2022
 P. Colocada : Bach. Alexander Visser Castro Meza
 Proyecto : Aplicación del método granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Abogadía - Pampas - Tegucigalpa - Chancavelica
 Fecha de emisión : 15-10-22

Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 5.20
 Calicón : C-3
 SUCS : hL
 Especimen : Remoldeado (moir < 1mm > N°4)

Figura 2 de 2

	I	II	III
Forma de la muestra	6.00	6.00	6.00
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.795	1.795	1.795
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.534	1.534	1.534
% Contenido de humedad inicial	15.1	15.1	15.1
Densidad húmeda final (g/cm ³)	1.992	1.994	2.001
Densidad seca final (g/cm ³)	1.511	1.528	1.516
% Contenido húmedo final	23.3	22.5	23.8
Estados normal (kg/cm ²)	0.76	1.11	1.57
Esfuerzos de corte máximo (kg/cm ²)	0.236	0.152	0.575
Ángulo de fricción interna	19.76	*	
Cohesión (kg/cm ²)	0.07		

* Muestreo e identificación realizados por el pensionante.

* El presente documento es de carácter confidencial y no debe ser divulgado públicamente, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA FERUANA INDECOPE-GE-001: 1993).

Redactado por: Bach. Ing. César Alexander Meza Salazar



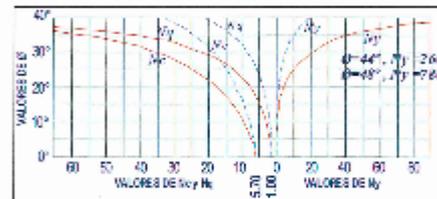
Ensayo análisis de capacidad admisible del terreno C-3

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	CL-CP-00	
	ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO	Versión	01	
		Fecha	15-05-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N°: 1410-9023
 Politécnico: Dashi Alejandro Víctor Castro Méza
 Proyecto: Aplicación del material gramo orgánico para mejorar la capacidad portante de suelo en la erudic universitaria Pampa, 2021
 Ubicación: Acaescha - Pampa - Tuzumayo - Huancavelica
 Fecha de emisión: 14-10-22

Nº DE MUESTRA: M1
 Nº DE CALICATA: C-3

Clasificación SUCOS:		MI
Peso específico	γ _m	1.53 g/cm ³
Índice de plasticidad	Ip	19.75
Cohesión	c	0.07 kg/cm ²

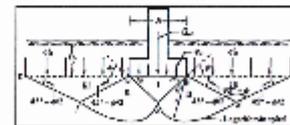


Signo Terzaghi

Capacidad de carga última para elementos no articulados

q_{ult} = Capacidad de carga última
 q_{adm} = Capacidad admisible

$$q_{adm} = 0.85 \gamma_c N_c + \gamma Df N_q + 0.47 B N_q$$



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA BIENES AJUSTAS DE LA UBICACION					
TIPO DE FALLA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA					
Parámetro	q	c	Nc	Nq	Nγ
Calculado	9.78	0.07	11.73	3.82	1.12

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S.			
Base (cm)	Prof. (cm)	q _{adm} (kg/cm ²)	q _{ult} (kg/cm ²)

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S.			
Base (cm)	Prof. (cm)	q _{adm} (kg/cm ²)	q _{ult} (kg/cm ²)

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S.			
Base (cm)	Prof. (cm)	q _{adm} (kg/cm ²)	q _{ult} (kg/cm ²)

150	150	1.02	0.81
150	150	1.05	0.84
150	150	1.74	0.87
150	180	1.80	0.93
150	190	1.80	0.93
150	200	1.82	0.95
150	210	1.88	0.99
150	150	1.06	0.81
150	150	1.72	0.86
150	170	1.78	0.87
150	180	1.81	0.92
150	190	1.89	0.95
150	200	1.95	0.99
150	210	2.01	1.01
200	150	1.69	0.83
200	160	1.75	0.85
200	170	1.81	0.91
200	180	1.87	0.94
200	190	1.93	0.98
200	200	1.99	0.99
200	210	2.05	1.02
250	150	1.75	0.86
250	160	1.79	0.89
250	170	1.84	0.92
250	180	1.90	0.95
250	190	1.95	0.98
250	200	2.02	1.01
250	210	2.08	1.04

150	150	1.03	0.85
150	150	1.05	0.87
150	170	1.74	0.90
150	180	1.80	0.92
150	190	1.86	0.94
150	200	1.92	0.97
150	210	1.98	0.99
150	150	1.06	0.86
150	160	1.72	0.90
150	170	1.78	0.91
150	180	1.81	0.93
150	190	1.89	0.96
150	200	1.95	0.98
150	210	2.01	0.99
200	150	1.69	0.88
200	160	1.75	0.90
200	170	1.81	0.92
200	180	1.87	0.93
200	190	1.93	0.97
200	200	1.99	0.99
200	210	2.05	0.99
250	150	1.75	0.89
250	160	1.79	0.91
250	170	1.84	0.94
250	180	1.90	0.96
250	190	1.96	0.99
250	200	2.02	0.99
250	210	2.08	0.99

150	150	1.65	0.84
150	160	1.69	0.86
150	170	1.74	0.88
150	180	1.80	0.90
150	190	1.86	0.92
150	200	1.92	0.94
150	210	1.98	0.95
150	150	1.66	0.85
150	160	1.72	0.87
150	170	1.78	0.89
150	180	1.84	0.91
150	190	1.89	0.93
150	200	1.95	0.95
150	210	2.01	0.97
200	150	1.69	0.85
200	160	1.75	0.88
200	170	1.81	0.90
200	180	1.87	0.92
200	190	1.93	0.94
200	200	1.99	0.96
200	210	2.04	0.98
250	150	1.75	0.88
250	160	1.79	0.91
250	170	1.84	0.93
250	180	1.90	0.95
250	190	1.96	0.97
250	200	2.02	0.97
250	210	2.08	0.97

* Muestreo a distancias iguales por el pericloro.
 * El presente documento no debe reproducirse en la totalidad o en parte sin el consentimiento escrito de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA "GRUPO 1996".



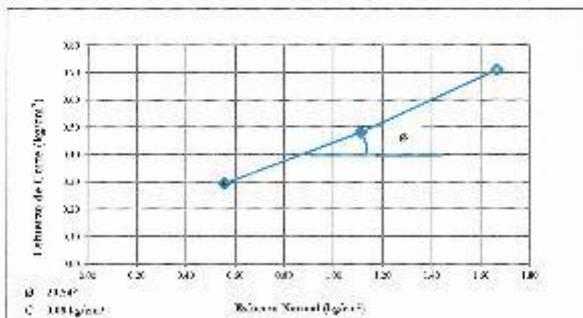
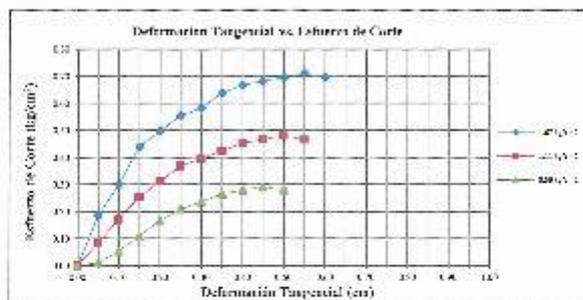
Ensayo normalizado para el corte directo C-4

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO SUELOS , Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas NTP 339.171-2002 (revisada el 2017)	Código	C3-C.10-001	
		Versión	01	
		Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 2	

Especificación N° : 1410-2022
 Peticionario : Bach. Alexander Victor Castro Mosca
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Alcañal - Pampas - Tarma - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-21

Página 1 de 2

Estado : Inalterada
 Profundidad (m) : 5.50
 Calicada : C-4



- * Muestreo e identificación realizadas por el peticionario.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (OJCA, PERUANA, INDIHCCP: 11-2004, 1993).

Redactado y revisado por: Msc. Ing. Omar Alexander Basso



Ensayo normalizado para el corte directo C-4

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	CJ-CD-001	
	SU.EL.08. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas	Versión	01	
	NTP 339.151:2002 (revisada el 2017)	Fecha	15-08-21	
		Páginas	2 de 2	

Expediente N° : 410-2022
 Particulariano : Sr. Alexander Victor Casera Mesa
 Proyecto : Aplicación de materia granulométrica para mejorar la capacidad portante de suelo en la ciudad universitaria Pampas, 901
 Ubicación : Abataycha - Pampas - Trepojo - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 3.00
 Caliceta : C-1
 SUCS : ML
 Espesura : Remo ceado (mat. < Tamiz N°6)

Figura 2 de 2

	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.762	1.782	1.762
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.548	1.548	1.548
% Contenido de humedad inicial	13.8	13.8	13.8
Densidad húmeda final (g/cm ³)	2.025	2.015	2.008
Densidad seca final (g/cm ³)	1.664	1.589	1.655
% Contenido de humedad final	21.6	20.7	21.3
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.280	0.481	0.679
Ángulo de fricción interna	: 20.5° *		
Cohesión (kg/cm ²)	: 0.08		

* Muestra e identificación realizadas por el particulariano

* El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDUSTRIAL GIP-004/1994).

Realizado y revisado por el Sr. Ing. César Alex Lucero Salazar



Ensayo análisis de capacidad admisible del terreno C-4

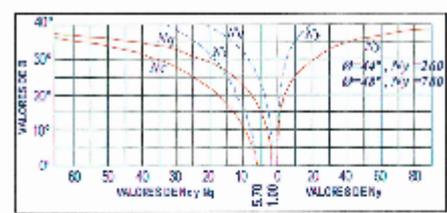
	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C2-C1949	
	ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO	Versión	01	
		Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 14.0262
 Pasionario : Bach. Alexander César Lora Mora
 Proyecto : Ajuste de la cimentación para mejorar la capacidad portante del suelo en la cimbra de concreto. Proyecto 2021
 Ubicación : Alameda - Pinar del Río - Dpto. Sancti Spiritus
 Fecha de emisión : 14.02.22

Nº DE MUESTRA : M-1
 Nº DE CALICATA : C-4

Clasificación SUCS

Peso específico	γm	1.778	g/cm ³
Ángulo de fricción	φ	20.51	°
Cohesión	c	0.06	kg/cm ²

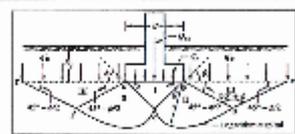


Según Terzaghi

Capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas

$q_{ult} =$ Capacidad de carga última
 $q_{adm} =$ Capacidad admisible

$$q_{adm} = 0.867c'N'c + \gamma DfN'q + 0.4\gamma B'N'q$$



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE LA CIMENTACIÓN
 TIPO DE PALLA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA

Profundidad (cm)	φ	c	N _c	N _q	N _γ
60-1548	20.51	0.06	12.13	4.34	1.25

ZAPATA CUADRADA
 Factor de seguridad F.S. 2.0

Base (cm)	Prof. (cm)	Q _u (kg/cm ²)	Q _{adm} (kg/cm ²)
100	150	1.42	0.91
100	160	1.39	0.94
100	170	1.55	0.97
100	180	2.01	1.01
100	190	2.07	1.04
100	200	2.14	1.07
100	210	2.20	1.10
150	150	1.46	0.93
150	160	1.53	0.95
150	170	1.59	0.99
150	180	2.05	1.03
150	190	2.11	1.05
150	200	2.18	1.09
150	210	2.24	1.12
200	150	1.50	0.95
200	160	1.56	0.98
200	170	2.03	1.01
200	180	2.09	1.04
200	190	2.15	1.08
200	200	2.21	1.11
200	210	2.28	1.14
250	150	1.54	0.97
250	160	2.00	1.00
250	170	2.07	1.03
250	180	2.13	1.05
250	190	2.19	1.10
250	200	2.25	1.13
250	210	2.32	1.15

ZAPATA CUADRADA
 Factor de seguridad F.S. 2.0

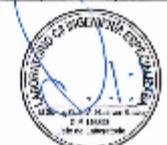
Base (cm)	Prof. (cm)	Q _u (kg/cm ²)	Q _{adm} (kg/cm ²)
100	150	1.82	0.75
100	160	1.88	0.75
100	170	1.95	0.78
100	180	2.31	0.80
100	190	2.37	0.83
100	200	2.44	0.85
100	210	2.50	0.88
150	150	1.86	0.75
150	160	1.91	0.77
150	170	1.99	0.80
150	180	2.35	0.82
150	190	2.41	0.85
150	200	2.48	0.87
150	210	2.54	0.90
200	150	1.90	0.76
200	160	1.95	0.79
200	170	2.03	0.81
200	180	2.39	0.83
200	190	2.45	0.86
200	200	2.51	0.89
200	210	2.58	0.91
250	150	1.94	0.78
250	160	2.00	0.80
250	170	2.07	0.83
250	180	2.43	0.85
250	190	2.49	0.88
250	200	2.55	0.90
250	210	2.62	0.93

ZAPATA CUADRADA
 Factor de seguridad F.S. 3.0

Base (cm)	Prof. (cm)	Q _u (kg/cm ²)	Q _{adm} (kg/cm ²)
100	150	1.42	0.61
100	160	1.39	0.63
100	170	1.55	0.65
100	180	2.01	0.67
100	190	2.07	0.69
100	200	2.14	0.71
100	210	2.20	0.73
150	150	1.46	0.62
150	160	1.53	0.64
150	170	1.59	0.66
150	180	2.05	0.68
150	190	2.11	0.70
150	200	2.18	0.73
150	210	2.24	0.75
200	150	1.50	0.63
200	160	1.56	0.65
200	170	2.03	0.68
200	180	2.09	0.70
200	190	2.15	0.72
200	200	2.21	0.74
200	210	2.28	0.76
250	150	1.54	0.65
250	160	2.00	0.67
250	170	2.07	0.68
250	180	2.43	0.71
250	190	2.49	0.74
250	200	2.55	0.75
250	210	2.62	0.77

* Muestreo y ensayos realizados por el propio laboratorio.
 * El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización expresa del autor, así como la explotación por cualquier otro medio.
 2020-014-2020-014-0004-1330

Realizado y validado por el M.Sc. en Geotecnia Alexander Sotelo



Ensayo de análisis granulométrico C-5

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3 Suelo-001	
	CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Versión	01	
		Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Pediccionario : Dato: Alexander Viter Castro Maza
 Proyecto : Aplicación de material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pomas, 2021
 Ubicación : Abuzayha - Fampas - Tazacaja - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

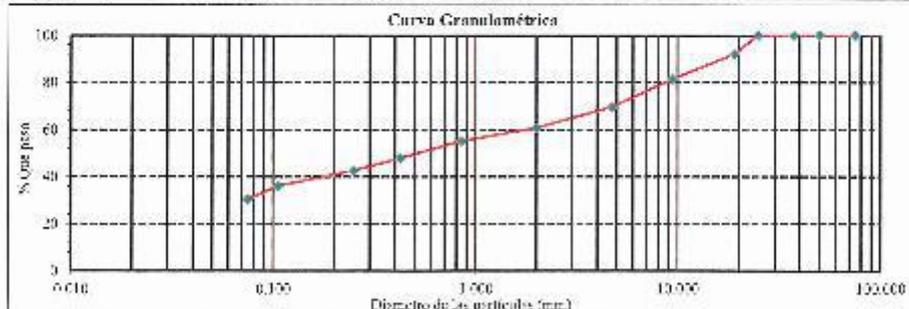
Cobertura : C-5
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.60 - 3.00

SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico NTP 519.125.1599 (vigente al 2019)				
Tamaño	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulada retenida	% Que pasa
3.00	75.000	0.0	0.0	100.0
7.50	50.000	0.0	0.0	100.0
15.00	25.000	0.0	0.0	100.0
30.00	15.000	0.0	0.0	100.0
60.00	7.500	0.0	0.0	100.0
75.00	4.750	0.0	0.0	100.0
100.00	2.000	0.0	0.0	100.0
150.00	1.000	0.0	0.0	100.0
200.00	0.750	0.0	0.0	100.0
250.00	0.600	0.0	0.0	100.0
300.00	0.500	0.0	0.0	100.0
350.00	0.425	0.0	0.0	100.0
400.00	0.375	0.0	0.0	100.0
450.00	0.330	0.0	0.0	100.0
500.00	0.290	0.0	0.0	100.0
550.00	0.250	0.0	0.0	100.0
600.00	0.210	0.0	0.0	100.0
650.00	0.180	0.0	0.0	100.0
700.00	0.150	0.0	0.0	100.0
750.00	0.125	0.0	0.0	100.0
800.00	0.100	0.0	0.0	100.0
850.00	0.080	0.0	0.0	100.0
900.00	0.075	0.0	0.0	100.0
950.00	0.070	0.0	0.0	100.0
1000.00	0.060	0.0	0.0	100.0
1100.00	0.050	0.0	0.0	100.0
1200.00	0.045	0.0	0.0	100.0
1300.00	0.040	0.0	0.0	100.0
1400.00	0.035	0.0	0.0	100.0
1500.00	0.030	0.0	0.0	100.0
1600.00	0.025	0.0	0.0	100.0
1700.00	0.020	0.0	0.0	100.0
1800.00	0.018	0.0	0.0	100.0
1900.00	0.016	0.0	0.0	100.0
2000.00	0.015	0.0	0.0	100.0
2100.00	0.014	0.0	0.0	100.0
2200.00	0.013	0.0	0.0	100.0
2300.00	0.012	0.0	0.0	100.0
2400.00	0.011	0.0	0.0	100.0
2500.00	0.010	0.0	0.0	100.0
2600.00	0.009	0.0	0.0	100.0
2700.00	0.008	0.0	0.0	100.0
2800.00	0.007	0.0	0.0	100.0
2900.00	0.006	0.0	0.0	100.0
3000.00	0.005	0.0	0.0	100.0
3100.00	0.004	0.0	0.0	100.0
3200.00	0.003	0.0	0.0	100.0
3300.00	0.002	0.0	0.0	100.0
3400.00	0.001	0.0	0.0	100.0
3500.00	0.000	0.0	0.0	100.0

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelo NTP 519.125.1599 (vigente al 2019)	
Límite Líquido	50
Límite Plástico	21
Índice de Plasticidad	3

Fracción Granulométrica		SI KLOS. Método para la clasificación de suelos para uso en carreteras (vigente al 2020)	
% Grava	88.5	% Grava y contenido de humedad	16.7
% Arena	59.1		
% Fines	30.4		

SI KLOS. Método para la clasificación de suelos para uso en carreteras (vigente al 2020)		SI KLOS. Método para la clasificación de suelos para uso en carreteras (vigente al 2020)	
SI KLOS	SM	A-2-1 (U)	
Nombre	Suelo arcilloso con arena		



NOTAS:

- 1) Muestra e identificación realizadas por el solicitante.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Redactado y revisado por el Mtro. Ing. Don Alex Huamán Salazar



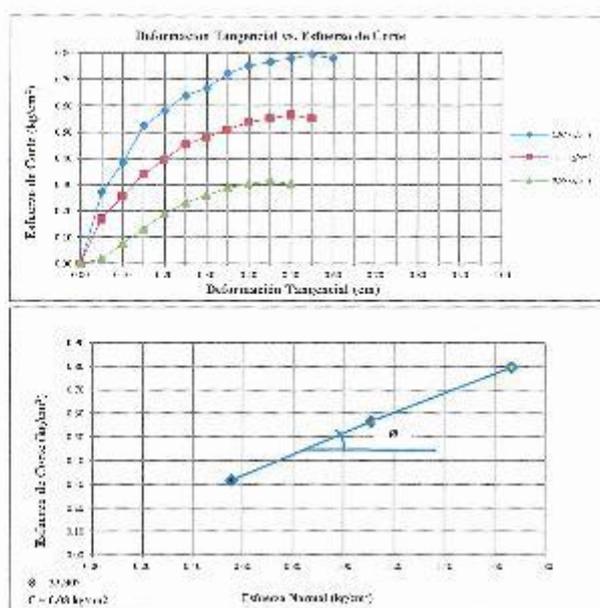
Ensayo normalizado para el corte directo C-5

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-C-D-001	
	SULLOS, Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas	Versión	01	
	NTP 339.171:2002 (revisado el 2017)	Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 2	

Expediente N° : 1410-2022
 Defensor/a : Darío, Alexander Victor Castro Méza
 Proyecto : Aplicación del método geotécnico para medir la resistencia pasante del suelo en la obra del edificio en Prepara, 2021
 Ubicación : Abascocha - Fariñas - Tarma - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-21

Página 1 de 2

Estado : Iniciado
 Profundidad (m) : 5.00
 Cálculo : C-5



* Muestreo e identificación realizadas por el propietario.

† El presente documento debe ser reproducido sin la autorización escrita de la Laboratorio, a través de la información contenida en su totalidad (C.I.U.A. PERUANA INDRCOOP. GP 004 - 953).

Realizado y revisado por el MSc. Ing. César Alex Huamán Sáenz



Ensayo normalizado para el corte directo C-5

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-C-D-001	
	SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas	Versión	01	
	NIP 339.171.2002 (revisado el 2017)	Fecha	15 08 21	
		Página	2 de 2	

Expediente N° : 1410-2022
 Felicitario : Bach. Alexander Vique Castro Mesa
 Proyecto : Aplicación del material granularétrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Fampas, 2021
 Ubicación : Alujayá - Fampas - Tayacaja - Huamantla en
 Fecha de emisión : 14-10-22

Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 5.00
 Caliente : C-5
 SUCS : SW
 Especimen : Remoldeado (mat. < 75µm) N°4

Página 2 de 2

	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.992	1.992	1.992
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.653	1.653	1.653
% Contenido de humedad inicial	16.5	16.5	16.5
Densidad húmeda final (g/cm ³)	2.029	2.014	2.018
Densidad seca final (g/cm ³)	1.599	1.597	1.605
% Contenido humedad final	26.5	26.1	25.4
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.525	0.522	0.601
Ángulo de fricción interna	: 29.50	"	
Cohesión (kg/cm ²)	: 0.03		

* Muestreo e identificación realizados por el peticionario.

* El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (C.I. 14-01-2014-000001-2014-000001-000001).

Realizado y verificado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Humberto Salazar



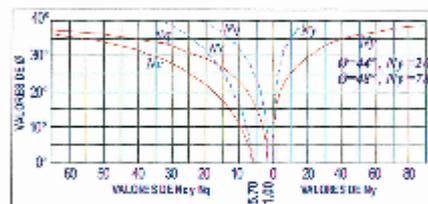
Ensayo análisis de capacidad admisible del terreno C-5

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código: C-5-1-0-01	
	ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO	Version: 01	
		Fecha: 15-08-21	
		Página: 1 de 1	

Capítulo NF : 1410-0111
 Proyecto : Balc. Alameda Vial, Costa Rica
 Ubicación : Aterrizaje de maquina generadora para repone la capacidad perdida de la sala de distribución Proyecto NPI
 Fecha de emisión : 15-08-21

Nº DE MUESTRA : M-1
 Nº DE CALICATA : C-5

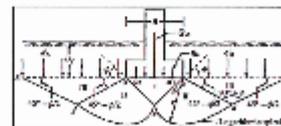
Características SUCS		SM
Frecuencia específica	γm	1.093 g/cm ³
Ángulo de fricción	φ	21.50 °
Cohesión	c	0.08 kg/cm ²



Región Terzaghi

Capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas

$q_{ult} = 1.3cN_c + \gamma DfN_q - 0.4\gamma B\gamma N_\gamma$



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE LA CIMENTACIÓN				
TIPO DE FALLA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA				
Prof. Espesor Zapata (cm)	φ	c	N _q	N _γ
Calicatas	25.30	0.08	13.64	0.64
				1.81

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S.			
Base (cm)	Prof. (cm)	c _u (kg/cm ²)	c _u (kg/cm ²)

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S.			
Base (cm)	Prof. (cm)	q _u (kg/cm ²)	c _u (kg/cm ²)

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad F.S.			
Base (cm)	Prof. (cm)	c _u (kg/cm ²)	c _u (kg/cm ²)

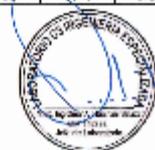
100	150	2.75	1.38
100	150	2.85	1.42
100	170	2.91	1.46
100	180	3.01	1.51
100	190	3.09	1.55
100	200	3.18	1.59
100	210	3.26	1.63
150	150	2.62	1.41
150	160	2.69	1.45
150	170	2.76	1.49
150	180	2.83	1.54
150	190	2.91	1.58
150	200	2.99	1.62
150	210	3.07	1.66
200	150	2.53	1.34
200	160	2.59	1.38
200	170	2.65	1.42
200	180	2.71	1.46
200	190	2.77	1.50
200	200	2.83	1.54
200	210	2.89	1.58
250	150	2.55	1.37
250	160	2.63	1.41
250	170	2.71	1.45
250	180	2.79	1.50
250	190	2.87	1.54
250	200	2.95	1.58
250	210	3.04	1.63

100	150	2.40	0.92
100	160	2.51	1.04
100	170	2.59	1.17
100	180	2.67	1.30
100	190	2.75	1.44
100	200	2.83	1.57
100	210	2.91	1.70
150	150	2.32	1.05
150	160	2.41	1.16
150	170	2.50	1.28
150	180	2.57	1.43
150	190	2.65	1.56
150	200	2.73	1.69
150	210	2.81	1.83
200	150	2.20	1.19
200	160	2.27	1.29
200	170	2.35	1.42
200	180	2.43	1.55
200	190	2.51	1.69
200	200	2.59	1.82
200	210	2.67	1.95
250	150	2.25	1.18
250	160	2.35	1.31
250	170	2.44	1.47
250	180	2.53	1.61
250	190	2.62	1.76
250	200	2.71	1.90
250	210	2.80	2.04

100	150	2.40	0.77
100	160	2.55	0.95
100	170	2.65	1.08
100	180	2.75	1.20
100	190	2.85	1.33
100	200	2.95	1.46
100	210	3.05	1.59
150	150	2.32	0.84
150	160	2.41	0.97
150	170	2.50	1.10
150	180	2.57	1.23
150	190	2.65	1.36
150	200	2.73	1.49
150	210	2.81	1.62
200	150	2.20	0.96
200	160	2.27	1.09
200	170	2.35	1.22
200	180	2.43	1.35
200	190	2.51	1.48
200	200	2.59	1.61
200	210	2.67	1.74
250	150	2.25	0.98
250	160	2.37	1.11
250	170	2.47	1.24
250	180	2.57	1.37
250	190	2.67	1.50
250	200	2.77	1.63
250	210	2.87	1.76

* Método de clasificación realizado por el laboratorio.
 * El presente documento es de la propiedad de la institución con copia del laboratorio, todo que la reproducción no es autorizada (Ley 6600 Ley de Derechos de Autor, Ley 1430)

Proyecto: Balcón para N.10, Ing. Víctor Acosta Ramírez



Ensayo de análisis granulométrico C-6

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	CS-Suelo-001	
	CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Versión	01	
		Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 0410-2022
 Particular : Sach, Alexandra Violeta Castro Mesa
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pompei, 2021
 Ubicación : Amaycha - Pampas - Ayacucho - Huancavelica
 Fecha de análisis : 17-10-22

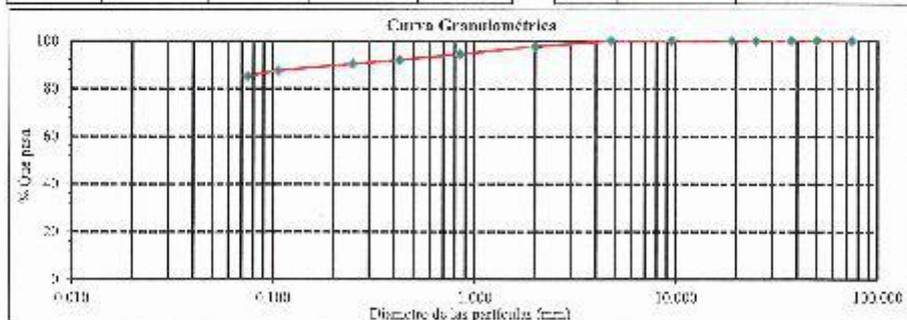
Calleja : C-6 - Cerro Perimetral
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.20 a 1.50

SUELOS Método de ensayo para el análisis granulométrico NTP 319.125.1399 (revisada el 2015)				
Tamaño	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa
3 mm	75.000	0.0	0.0	100.0
7.5 mm	50.000	0.0	0.0	100.0
15 mm	37.500	0.0	0.0	100.0
30 mm	25.000	0.0	0.0	100.0
60 mm	19.000	0.0	0.0	100.0
75 mm	9.500	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	0.0	0.0	100.0
No. 10	2.000	2.4	2.4	97.6
No. 20	0.850	3.2	5.6	94.4
No. 40	0.425	3.4	8.1	91.9
No. 60	0.250	3.6	11.7	88.3
No. 100	0.150	3.9	15.6	85.1
No. 200	0.075	5.3	4.8	85.2
Fondo		85.2	100.0	0.0

SUELOS Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelo NTP 319.125.1399 (revisada el 2015)	
Límite Líquido	12
Límite Plástico	18
Índice de Plasticidad	21

Fracciones Granulométricas		NTP 319.125.1399 para determinar el límite líquido y límite plástico de suelo NTP 319.125.1399 (revisada el 2015)	
% Grava	0.0	% Contenido de humedad	18.0
% Arena	14.8		
% Fines	85.2		

SUELOS Método de ensayo para la clasificación de suelos NTP 319.125.1399 (revisada el 2015)		SUELOS Método para la clasificación de suelos por su plasticidad NTP 319.125.1399 (revisada el 2015)	
Símbolo	CU	Nombre	A-7-6 (20)
Nombre	suelo tipo arcilla		



NOTAS:

- Muestra e identificación realizadas por el particular.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (C.O.T.A. PERU. ANA. INDI-COPE. GP3004: 1995).

Realizado y revisado por: el M.Sc. Ing. Oscar Alvarado Huancani Salazar



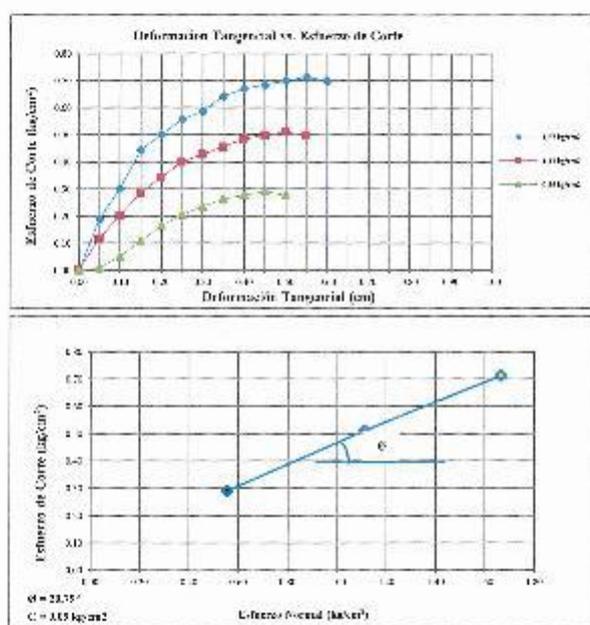
Ensayo normalizado para el corte directo C-6

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-C.D-001	
	SHETARS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas	Versión	01	
	NTP 339.171-2002 (revisada el 2017)	Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 2	

Expediente N° : 1410-2021
 Peticionario : Hch. Alexander Viquez Casiro Mesa
 Proyecto : Apt. esctivo del material granométrico para mejorar la capacidad portante de suelo en la ciudad nueva Miraflores Pampas, 2021
 Ubicación : Ahuaylla - Pampas - Tarma - Huancavelica
 Fecha de emisión : 24-10-22

Figura 1-A-2

Estado : Inducido
 Profundidad (m) : 5.00
 Calidad : C-6 Corte no saturado



* Muestreo e identificación realizados por el peticionario.

* El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (LAW PERUANA INDECOPI, GP.001, 1997).

Realizado y revisado por el Sr. Ing. César Alexander Salazar.



Ensayo normalizado para el corte directo C-6

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	CJ_C.D.001	
	SUPLEN. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas	Versión	01	
	NIP 339.171:2002 (revisada el 2017)	Fecha	15-06-21	
		Página	2 de 2	

Expediente N°	: 1510-2022
Paticipante	: Bach. Alexander Viquez Casero Maza
Proyecto	: Aplicación del método geométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad Universitaria Dampis, 2021
Ubicación	: Abasvecha - Pampas - Tarma - Huancavelica
Fecha de emisión	: 14-06-22
Muestra	: M-1
Profundidad (m)	: 5.00
Calicena	: C-6 Ocreo permatónico
SUCS	: CL
Especimen	: Remolcado (unt. - Trinch N°4)

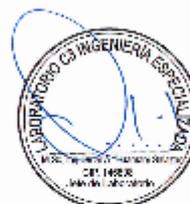
Página 2 de 2

	I	II	III
Edo de la caja (m)	5.00	5.00	5.00
Densidad húmeda inicial (g/cm^3)	1.583	1.583	1.583
Densidad seca inicial (g/cm^3)	1.535	1.535	1.535
% Contenido de humedad inicial	34.3	34.3	34.3
Densidad húmeda final (g/cm^3)	1.617	1.696	1.684
Densidad seca final (g/cm^3)	1.602	1.694	1.680
% Contenido humedad final	20.3	21.6	20.3
Ratio de normal (g/cm^3)	0.26	1.11	1.89
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm^2)	0.305	0.316	0.741
Ángulo de fricción interna	: 20.95 °		
Cohesión (kg/cm^2)	: 0.08		

* Muestra e identificación realizadas por el participante.

* El presente documento no deberá modificarse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la modificación sea en totalidad (UNDA FERCANA INDECOEL GE:004:1992).

Realizado y revisado por el Sr. Ing. Oscar Ades Escobar Salazar



Ensayo análisis de capacidad admisible del terreno C-6

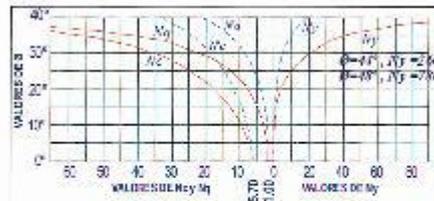
	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C-6 (P. 00)	
	ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO	Versión	01	
		Fecha	15.08.21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 010-2022
 P. Licitación : Bida Aterrizaje Vial en Casca Masca
 Proyecto : Adquisición del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la modalidad concesión a Pompos, 702.
 Ubicación : Alameda - Pompos - Tarma - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-21

N° DE MUESTRA : M-1
 N° DE CALICATA : C-6 Casca granulométrica

Clasificación S.U.C.S.:

Plasticidad	γm	CL	ρ _{ác}
Coherencia	θ	UC	
	C	0.05	kg/cm ³

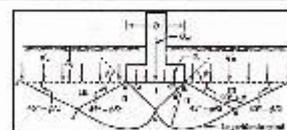


Sigla Termino

Capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas

Q_{ult} = Capacidad de carga última
 Q_{adm} = Capacidad admisible

$$q_{ult} = 0.867c'N'c + \gamma DfN'q + 0.4\gamma B'N'q$$



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE LA CIMENTACIÓN					
TIPO DE FALLA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA					
Prof. Espesor (cm)	Q	Q _{adm}	N _c	N _q	N _y
0.001500	26.74	0.09	2.25	4.11	1.40

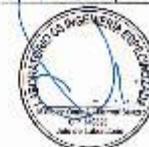
ZAPATA CUADRADA				
Factor de seguridad F.S. 2.0				
Base (cm)	Prof. (cm)	Q _{adm} (kg/cm ²)	Q _{adm} (t/cm ²)	
100	50	2.82	1.26	
100	60	2.84	1.29	
100	70	2.85	1.32	
100	80	2.87	1.36	
100	90	2.88	1.39	
100	200	2.94	1.42	
100	210	2.96	1.45	
150	50	2.96	1.28	
150	60	2.97	1.31	
150	70	2.98	1.34	
150	80	2.99	1.38	
150	90	3.00	1.41	
150	200	3.06	1.44	
150	210	3.07	1.47	
200	150	3.08	1.50	
200	160	3.07	1.53	
200	170	3.07	1.56	
200	180	3.07	1.59	
200	190	3.06	1.63	
200	200	3.05	1.65	
200	210	3.04	1.69	
250	150	3.04	1.52	
250	160	3.03	1.55	
250	170	3.02	1.59	
250	180	3.01	1.62	
250	190	2.99	1.65	
250	200	2.98	1.68	
250	210	2.96	1.71	

ZAPATA CUADRADA				
Factor de seguridad F.S. 2.5				
Base (cm)	Prof. (cm)	Q _{adm} (kg/cm ²)	Q _{adm} (t/cm ²)	
100	50	2.22	1.01	
100	60	2.25	1.03	
100	70	2.26	1.05	
100	80	2.27	1.09	
100	90	2.28	1.11	
100	200	2.34	1.14	
100	210	2.36	1.15	
150	50	2.36	1.02	
150	60	2.37	1.05	
150	70	2.38	1.08	
150	80	2.38	1.10	
150	90	2.39	1.13	
150	200	2.44	1.15	
150	210	2.45	1.18	
200	150	2.46	1.18	
200	160	2.47	1.20	
200	170	2.47	1.21	
200	180	2.47	1.22	
200	190	2.46	1.24	
200	200	2.45	1.25	
200	210	2.44	1.29	
250	150	2.45	1.05	
250	160	2.44	1.08	
250	170	2.43	1.11	
250	180	2.43	1.13	
250	190	2.42	1.15	
250	200	2.41	1.17	
250	210	2.39	1.21	

ZAPATA CUADRADA				
Factor de seguridad F.S. 3.0				
Base (cm)	Prof. (cm)	Q _{adm} (kg/cm ²)	Q _{adm} (t/cm ²)	
100	50	1.72	0.74	
100	60	1.73	0.76	
100	70	1.74	0.77	
100	80	1.74	0.80	
100	90	1.75	0.81	
100	200	1.81	0.82	
100	210	1.82	0.83	
150	50	1.73	0.75	
150	60	1.74	0.77	
150	70	1.74	0.79	
150	80	1.75	0.81	
150	90	1.75	0.82	
150	200	1.81	0.83	
150	210	1.82	0.84	
200	150	1.75	0.77	
200	160	1.75	0.79	
200	170	1.75	0.81	
200	180	1.75	0.82	
200	190	1.74	0.84	
200	200	1.74	0.85	
200	210	1.73	0.89	
250	150	1.74	0.78	
250	160	1.73	0.80	
250	170	1.73	0.82	
250	180	1.73	0.83	
250	190	1.72	0.85	
250	200	1.72	0.86	
250	210	1.70	0.90	

* Máximo coeficiente de fricción por actividad.
 * El primer decimado de los exponentes de la relación entre el momento último y la resistencia nominal está al 0.0016 PERUANA INDECOPI (P. 001.1.1993)

Analizado y firmado por: Ing. Oscar Alvarado Salazar



Ensayo de resultados de análisis físico – químicos C-1

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-Químicos-001	
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Versión	01	
		Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticionario : Bach. Alexander Victor Castro Meza
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Pampas, 2021
 Ubicación : Ahuaycha - Pampas - Tayacaja - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS

Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 5.00

Parámetro	Unidad	Norma	Resultado	Método
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 339.152 2002 (revisada el 2015)	120.1	Gravimétrico
SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea	mg/l	NTP 339.177 2002 (revisada el 2015)	198.6	Volumétrico
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 339.178 2002 (revisada el 2015)	314.7	Turbidimétrico

NOTA:

- 1) El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra al laboratorio son responsabilidad del solicitante.
- 2) Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la Autorización del laboratorio.
- 3) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Huamani Salazar



Ensayo de resultados de análisis físico – químicos C-2

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código Versión	C3-Químicos-001 01	
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Fecha Página	15.08.21 1 de 1	

Expediente N° : 14111-2022
 Peticionario : Sr. Alexander Victor Castro Mesa
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria Temuco, 2021
 Dirección : Alameda - Pomaire - Doyonaja - Fusineo, Temuco
 Fecha de emisión : 15-08-2021

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS

Calicata : C-2
 Muestra : S6-1
 Profundidad (cm) : 5,00

Parámetro	Unidad	Norma	Resultado	Método
SUELOS: Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 339.152:2002 (revisión del 2015)	545,1	Gravimétrico
SUELOS: Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.	mg/l	NTP 339.17:2002 (revisión del 2015)	2,53,6	Volúmico
SUELOS: Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 339.174:2002 (revisión del 2015)	285,5	Turbidimétrico

NOTA:

- 1) En su totalidad, las condiciones de muestreo, empaque y transporte de la muestra al laboratorio son responsabilidad del solicitante.
- 2) Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la Autorización del Laboratorio.
- 3) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (CÓDIGO PERICANA INDECOP: CP-2001-1993).

Redactor y revisor: Ing. C. M.Sc. Ing. Omar Alex Escobar Salazar



Ensayo de resultados de análisis físico – químicos C-3

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-Químicos-001	
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Versión	01	
		Fecha	15-06-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticionario : Sr. Sr. Alexander Yizra Clavio Meza
 Puesto : Aplicación del material granular (seca) para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad univa silesita Pampas, 2021
 Ubicación : Azañucha - Pampas - Taysanta - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-21

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS

Cálculo : 10-4
 Viento : M-1
 Profundidad (q) : 5.00

Parámetro	Unidad	Norma	Resultado	Método
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 559 153 2002 (revisada el 2015)	411.7	Gravimétrico
SUELOS. Método de ensayo para la determinación cualitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.	mg/lit	N.º Paso 9.179 2002 (revisada el 2015)	196.8	Volúmetrico
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 559 158 2002 (revisada el 2015)	356.3	Turbidimétrico

NOTAS:

- 1) El muestreo, las condiciones de muestra, almacenamiento y transporte de la muestra al laboratorio son responsabilidad del solicitante.
- 2) Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del laboratorio.
- 3) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (CULA PERUANA INDELUPE: GP904: 1993).

Realizado y revisado por el M. Sc. Ing. César Alvarado Estigarribia



Ensayo de resultados de análisis físico – químicos C-4

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C-5 Químicos 001	
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Versión	01	
		Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1413-2022
 Patrocinador : Bachi, Alexander Vinicio Casare Maza
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria
 Píezamo, 2021
 Ubicación : Almatayo - Piépez - Tarma - Huánuco
 Fecha de emisión : 14-10-22

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS

Cálculo : C-4
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 0.00

Parámetros	Unidad	Norma	Resultado	Método
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 309.152-2002 (revisada el 2015)	189.2	Gravimétrico
SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de elementos solubles en suelos y agua subterránea.	mg/l	NTP 339.177-2003 (revisada el 2015)	315.6	Volúmetrico
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 339.178-2002 (revisada el 2015)	242.7	Turbidimétrico

NOTA:

- 1) El cliente, las condiciones de muestra, transporte y transporte de la muestra al laboratorio son responsabilidad del solicitante.
- 2) Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del laboratorio.
- 3) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (LEY PERUANA INDECOPI-GRUPO 1997).

Realizado y revisado por el MSc. Ing. Omar Alexander Salazar



Ensayo de resultados de análisis físico – químicos C-5

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-Químicos 001	
		Versión	01	
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 1	

Especificación N° : I-19-2022
 Ejecutor(a) : Dsch. Alexander Vitor Castro Meza
 Proyecto : Aplicación del material granalométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria
 Pucallpa, 2021
 Ubicación : Abancaya - Pucallpa - Tarma - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-21

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS

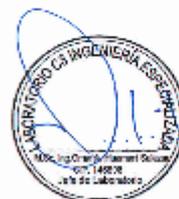
Calidad : C-5
 Muestra : V-1
 Precisión (µm) : 7.00

Parámetro	Unidad	Norma	Resultado	Método
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 339.152 2002 (revisada el 2015)	364.1	Gravimétrico
SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.	mg/L	NTP 339.177 2003 (revisada el 2015)	203.6	Volumétrico
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 339.178 2002 (revisada el 2015)	215.8	Colorimétrico

NOTA:

- 1) El usuario, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra al laboratorio son responsabilidad del solicitante.
- 2) Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización del laboratorio.
- 3) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita de la entidad, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI 02.004.1995).

Elaborado y revisado por el Ing. César Alex Luermán Salazar



Ensayo de resultados de análisis físico – químicos C-6

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-Químicos 001	
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Versión	01	
		Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1410-2022
 Peticiónario : Bach. Alejandra Violeta Castro Maza
 Proyecto : Aplicación del material granulométrico para mejorar la capacidad portante del suelo en la ciudad universitaria
 Fuzgar, 2021
 Ubicación : Alameda - Pampas - Ayacucho - Huancavelica
 Fecha de emisión : 14-10-22

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS

Catena : C-6
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 0.00

Parámetro	Unidad	Norma	Resultado	Método
SUELOS. Método de ensayo no utilizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.	mg/kg	NTP 539.153.3003 (revista el 2015)	520.2	Gravimétrica
SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y aguas subterráneas.	mg/kg	NTP 539.159.2002 (revista el 2015)	326.5	Volumétrica
SUELOS. Método de ensayo no utilizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y aguas subterráneas.	mg/kg	NTP 539.158.3003 (revista el 2015)	314.8	Turbidimétrica

NOTA:

- 1) El muestreo, las condiciones de muestreo, empaque y transporte de la muestra al laboratorio son responsabilidad del solicitante.
- 2) Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del laboratorio.
- 3) El presente documento no debe ser utilizado sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad SOLA PERUANA INDECOP (D.L. Nº 1992).

Redactó y emitió para el M.Sc. Ing. César Alejandro Salazar



Anexo 8

Certificado del INACAL - Calibración de instrumentos

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a:

C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en Av. Los Próceros N° 1000, Urbanización Cercado, distrito de Chilca, provincia de Huancayo y departamento de Junín.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-act-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo:

Fecha de Acreditación: 07 de mayo de 2021

Fecha de Vencimiento: 06 de mayo de 2024

Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA
Aleandra FAU 20903263015 soft
Fecha: 2021.05.17 16:35:03
Motivo: Soy el Autor de Documento

ALEANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Código N° 1071302-194219
Código N° 0712511-192121
Registro N° 18-02

Fecha de emisión: 07 de mayo de 2021

El presente certificado de calibración es un instrumento de medición que indica el grado de conformidad de la muestra con los requisitos establecidos en el estándar de referencia. El mismo es válido para el uso que se indica en el alcance de la acreditación otorgada. El presente certificado de calibración es válido para el uso que se indica en el alcance de la acreditación otorgada.

La Dirección de Acreditación del INACAL es responsable de la emisión de este certificado de calibración. El presente certificado de calibración es válido para el uso que se indica en el alcance de la acreditación otorgada. El presente certificado de calibración es válido para el uso que se indica en el alcance de la acreditación otorgada.

DA-act-06P-21F-01



BUREAU VERITAS
Certification

C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.
Contracting Entity: Av. Los Próceros Nro. 1000 Chilca, Huancayo - Perú

Bureau Veritas Certification Holding SAS – UK Branch certifies that the Management System of the above organisation has been audited and found to be in accordance with the requirements of the management system standards detailed below

ISO 9001:2015
Scope of certification

**ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS.**

No aplicabilidad: 8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios

**LABORATORY TESTING OF SOILS, AGGREGATES, CONCRETE AND PAVEMENTS
QUALITY CONTROL OF CONSTRUCTION WORKS
SOIL MECHANIC STUDIES.**

Non applicability: 8.3 Design and development of products and service

Original cycle start date: **02-May-2022**

Expiry date of previous cycle: **N.A.**

Certification Audit date: **18-March-2022**

Certification cycle start date: **02-May-2022**

Subject to the continued satisfactory operation of the organization's Management System, this certificate expires on: **01-May-2025**

Certificate No. C022.00201/U Version: No. 1 Issue date: 02-May-2022
Previous Certificate No. N.A.

Certification body address: 5th Floor, 66 Princess Street, London E1 8HG, United Kingdom
Local office: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 390 – Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.



**BUREAU
VERITAS**



UKAS
MANAGEMENT
SYSTEMS

0006

Further clarifications regarding the scope and validity of this certificate and the applicability of the management system requirements, please call: 51-1-422 8050

UKAS Certificate Template single site rev 3.10 1 / 1 October 22, 2021

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

001-CMP-2022

Área de Metrología

Página 1 de 2

Expediente	: 635-06-2022	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.								
Solicitante	: C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.									
Dirección	: Av. Los Próceres Nro. 1000 Urb. Cercado Junin - Chilca - Huancayo - Perú									
Equipo/ Instrumento	: MEDIDOR DE PH	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.								
Marca	: HANNA									
Modelo	: HI98103	Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad								
Serie	: H05520202									
Identificación	: No indica	CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.								
Procedencia	: Rumania									
Ubicación	: No indica									
Alcance de indicación	: 0 pH a 14 pH (*)									
Resolución	: 0,1 pH									
Precisión	: $\pm 0,2$ pH (*)									
Datos del electrodo	: <table border="1" data-bbox="518 1272 949 1344"> <thead> <tr> <th>Modelo</th> <th>Serie</th> <th>Identificación</th> <th>Precisión (pH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HI1271</td> <td>05480628101</td> <td>No indica</td> <td>No indica</td> </tr> </tbody> </table>	Modelo	Serie	Identificación	Precisión (pH)	HI1271	05480628101	No indica	No indica	
Modelo	Serie	Identificación	Precisión (pH)							
HI1271	05480628101	No indica	No indica							
Fecha de calibración	: 2022-06-07									
Lugar	: Laboratorio 02 - CORPORACIÓN 2M & N S.A.C Jr. Chiclayo Nro. 489, Int A - Rimac - Lima.									
Método utilizado	: Según el procedimiento PC-020 para la calibración de medidores de pH, Edición 2ª, Noviembre - 2017, del DM-INACAL.									



2022-06-09

Fecha de emisión



VALENCIA VELASCO FERNANDO
GABRIEL
CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
JEFE DE METROLOGÍA LAB 02
gabriel@2myn.com
Fecha: 06/06/2022 10:09
Firmado con www.tocall.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAM
ARACELI
CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
GERENTE GENERAL
araceli@2myn.com
Fecha: 06/06/2022 11:37
Firmado con www.tocall.pe

Código de servicio: 03791

FT-CFQ-05 Rev. 01

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,4	20,2
Humedad Relativa (%hr)	53,7	55,2

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrología a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Analisis
Soluciones estándar del NIST	pH 4,006 @ 25 °C	4280-12519275
Soluciones estándar del NIST	pH 7,000 @ 25 °C	4281-12794197
Soluciones estándar del NIST	pH 10,008 @ 25 °C	4282-12544994
Patrones de Referencia al DM-INACAL	Termómetro Digital con sensor de platino con incertidumbres del orden desde 0,021 °C hasta 0,07 °C.	LT-279-2021

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 03791 y la fecha de calibración.
- El equipo fue ajustado en los valores estándar utilizados correspondientes a la temperatura medida en el momento de la calibración.
- La profundidad de inmersión del electrodo fue de: 4 cm

Resultados de la Medición

Medición de PH

Antes del Ajuste

Temperatura de referencia (°C)	Valor certificado (pH)	Indicación del instrumento (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
25,03	4,006	4,2	0,194	0,058
25,01	7,000	7,2	0,200	0,089
25,02	10,008	9,7	-0,308	0,058

Después del Ajuste

Temperatura de referencia (°C)	Valor certificado (pH)	Indicación del instrumento (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
24,97	4,006	4,0	-0,006	0,058
25,02	7,000	7,0	0,000	0,058
25,01	10,008	10,0	-0,008	0,089

FIN DEL DOCUMENTO

Código de servicio: 03791

FT-CFQ-05 Rev. 01

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Tel: (01) 381-6230 RPC: 969-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correo: vventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Perú, S. 2022

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-1121-2022

SERV - 0898 - 2022
Pág. 1 de 5

1. Cliente : C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.
- Dirección : Av. Los Proceros Nro. 1000 Urb. Cercado - Chica - Huancayo - Junín
2. Equipo calibrado : HORNO
- Marca : ELE INTERNATIONAL
- Modelo : 88-022001
- Número de serie : 88-0220-01-1002
- Ventilación : Forzada
- Procedencia : No indica
- Identificación : C3-H-004
- Ubicación : Área de Laboratorio

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones, y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser utilizado completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C. no es responsable de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma digital del responsable de SAT carecerá de validez.

Instrumento de medición del equipo:

Nombre	Tipo	Intervalo de indicación	Resolución
Termómetro de medición (°)	Digital	-200 °C a 1372 °C (**)	0,1 °C
Dispositivo de control	Análogo	25 °C a 250 °C	5 °C

3. Fecha y lugar de Calibración
- Fecha de calibración : 2022-11-09
- Lugar de calibración : Instalaciones de C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

4. Método de Calibración
- La calibración se efectuó por comparación directa según el procedimiento PC-018, 2da Ed., "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de medidores isotermos con aire como medio termostático", del INDECOPI-SNM.

5. Trazabilidad
- Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Instrumento patrón	Certificado de calibración N°
Termómetro de código LT-TC-07 con 10 termopares tipo K (K07-13 al K07-22) con incertidumbre del orden de 0,15 °C a 0,17 °C.	LT-0628-2022 de SAT S.A.C.

6. Condiciones ambientales
- Temperatura ambiental : Mínima : 18,7 °C Máxima : 19,6 °C
- Humedad relativa : Mínima : 40 %hr Máxima : 45 %hr

7. Condiciones de Calibración
- La calibración se realizó bajo condiciones nominales de uso del equipo.

N°	Temperatura de trabajo (°C)	Posición del Controlador	Porcentaje de carga (%)	Tipo de carga /muestra
1	50 ± 5	(***)	100	2 recipientes metálicos conteniendo muestras.
2	110 ± 5	(***)	100	

Fecha de emisión: 2022-11-14



Firmado digitalmente por:
Ana Juana Yapez Mejia
Fecha: 14/11/2022 15:19

Jefe de Laboratorio de Temperatura y Humedad (s)



Firmado digitalmente por:
Ing. Yaret Maldonado Pérez
Fecha: 14/11/2022 15:34

Jefe de División de Metrología


Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC-014**


Certificado de Calibración N° LT-1121-2022

Pág. 2 de 5

8. Resultados de la Medición

TEMPERATURA DE TRABAJO : 80 °C ± 5 °C

N°	Tiempo (min)	Tem. del equipo T (°C)	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR					Desviación estándar "T.prom"	"T.max - T.min"	
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10			
1	00	61,9	63,1	61,1	62,1	62,5	62,4	62,0	62,7	62,2	62,3	61,7	62,2	2,0	
2	02	61,3	62,7	61,0	61,8	62,2	62,0	61,8	62,5	62,1	62,2	61,5	62,0	1,7	
3	04	62,2	63,0	61,1	62,2	62,5	62,4	61,9	62,5	62,2	62,6	61,7	62,3	1,9	
4	05	61,7	62,9	61,1	62,1	62,4	62,4	61,9	62,7	62,2	62,5	61,7	62,2	1,8	
5	05	62,2	62,8	61,1	62,1	62,3	62,3	61,7	62,5	62,1	62,3	61,5	62,1	1,7	
6	10	61,9	63,1	61,2	62,3	62,5	62,5	61,9	62,5	62,3	62,6	61,5	62,3	1,9	
7	12	61,3	62,8	61,1	62,0	62,2	62,2	61,8	62,5	62,1	62,3	61,5	62,1	1,7	
8	14	61,8	63,1	61,3	62,2	62,6	62,5	62,0	62,3	62,4	62,6	61,5	62,3	1,8	
9	15	61,4	62,8	61,1	62,1	62,3	62,3	61,8	62,5	62,2	62,3	61,5	62,1	1,7	
10	15	62,3	63,2	61,3	62,4	62,6	62,5	62,2	62,9	62,4	62,6	62,0	62,4	1,9	
11	20	61,6	62,9	61,2	62,3	62,4	62,5	62,0	62,7	62,3	62,5	61,9	62,3	1,7	
12	22	62,4	62,8	61,2	62,2	62,5	62,5	62,0	62,3	62,4	62,6	61,9	62,3	1,7	
13	24	62,1	63,2	61,4	62,4	62,7	62,7	62,2	63,0	62,4	62,7	62,1	62,5	1,8	
14	26	61,8	62,9	61,2	62,2	62,3	62,3	61,9	62,5	62,1	62,3	61,7	62,2	1,7	
15	25	62,2	63,2	61,4	62,5	62,8	62,8	62,3	63,0	62,4	62,7	62,0	62,5	1,8	
16	30	61,7	63,1	61,3	62,3	62,6	62,5	62,0	62,3	62,4	62,5	61,9	62,4	1,8	
17	32	62,5	63,0	61,2	62,4	62,7	62,7	62,1	62,7	62,4	62,6	61,9	62,4	1,8	
18	34	62,4	62,8	61,3	62,3	62,6	62,7	62,0	62,9	62,3	62,6	62,0	62,4	1,8	
19	36	62,1	63,2	61,2	62,5	62,8	62,5	62,2	63,0	62,5	62,7	62,2	62,5	2,0	
20	38	61,7	62,8	61,1	62,2	62,3	62,4	61,8	62,5	62,2	62,3	61,7	62,2	1,7	
21	40	62,2	63,2	61,4	62,8	62,8	62,5	62,3	63,0	62,5	62,7	62,1	62,5	1,9	
22	42	61,8	63,1	61,5	62,4	62,8	62,5	62,2	62,9	62,4	62,6	62,1	62,5	1,6	
23	44	62,4	63,0	61,3	62,3	62,4	62,5	62,0	62,3	62,4	62,6	61,9	62,3	1,7	
24	46	62,2	63,2	61,4	62,5	62,8	62,5	62,3	63,0	62,5	62,7	62,1	62,5	1,8	
25	48	61,5	62,8	61,2	62,4	62,6	62,5	62,0	62,7	62,4	62,5	62,0	62,3	1,6	
26	50	62,3	63,1	61,3	62,4	62,5	62,5	62,2	62,9	62,4	62,5	62,1	62,4	1,8	
27	52	62,0	63,2	61,4	62,5	62,8	62,9	62,3	63,0	62,5	62,8	62,2	62,6	1,8	
28	54	62,3	63,3	61,4	62,5	62,8	62,8	62,4	63,1	62,5	62,6	62,2	62,6	1,9	
29	56	61,5	62,8	61,2	62,3	62,3	62,4	62,0	62,5	62,3	62,3	61,9	62,2	1,7	
30	58	62,4	63,3	61,5	62,7	62,8	63,0	62,3	63,1	62,5	62,8	62,2	62,6	1,8	
31	60	62,5	63,0	61,3	62,4	62,6	62,5	62,0	62,7	62,4	62,5	62,0	62,4	1,7	
T.PROM		62,0	63,0	61,3	62,3	62,6	62,5	62,0	62,3	62,3	62,6	61,9	62,3		
T.MAX		62,5	63,3	61,5	62,7	62,8	63,0	62,4	63,1	62,5	62,9	62,2			
T.MIN		61,3	62,7	61,0	61,9	62,2	62,0	61,7	62,5	62,1	62,2	61,5			
DTT =(TMAX-TMIN)		1,2	0,6	0,5	0,8	0,6	1,0	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7			

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima temperatura medida.	63,3	0,3
Mínima temperatura medida.	61,0	0,3
Desviación de la Temperatura en el Tiempo.	1,0	0,1
Desviación de la Temperatura en el Espacio.	1,7	0,2
Estabilidad Medida (s)	0,50	0,04
Uniformidad Medida	2,0	0,2



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Registo N° LC-014

Certificado de Calibración N° LT-1121-2022

Pág. 3 de 5

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C ± 5 °C

N°	Tiempo (min)	Tem. del equipo T (°C)	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR					Rango T _{prom}	T _{max} - T _{min}
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	00	111,2	112,1	107,5	110,8	110,7	111,2	109,7	111,8	110,7	110,8	110,3	110,6	4,6
2	02	110,4	111,8	107,8	110,8	110,6	111,1	109,4	111,7	110,7	110,7	110,2	110,5	4,3
3	04	111,0	112,0	107,8	110,7	110,7	111,3	109,7	111,8	110,7	110,8	110,4	110,5	4,3
4	06	111,2	111,8	107,7	110,7	110,7	111,2	109,6	111,8	110,6	110,7	110,3	110,5	4,3
5	08	110,8	111,8	107,6	110,6	110,5	111,1	109,5	111,7	110,6	110,8	110,1	110,4	4,3
6	10	110,6	111,8	107,7	110,6	110,6	111,2	109,6	111,7	110,5	110,7	110,2	110,5	4,2
7	12	111,2	112,0	107,8	110,7	110,8	111,3	109,7	111,8	110,8	110,8	110,5	110,6	4,3
8	14	111,1	111,8	107,8	110,7	110,7	111,2	109,7	111,8	110,7	110,6	110,3	110,5	4,3
9	16	110,6	111,8	107,7	110,6	110,6	111,1	109,6	111,7	110,6	110,7	110,2	110,5	4,2
10	18	110,8	112,1	107,8	110,8	110,8	111,3	109,8	111,9	110,7	110,8	110,5	110,7	4,6
11	20	111,2	112,0	107,7	110,6	110,6	111,4	109,7	111,7	110,6	110,6	110,4	110,5	4,4
12	22	110,7	111,8	107,6	110,7	110,6	111,2	109,6	111,8	110,7	110,7	110,3	110,5	4,3
13	24	111,2	112,1	107,6	110,7	110,7	111,2	109,7	111,9	110,6	110,7	110,5	110,6	4,6
14	25	111,3	111,9	107,6	110,8	110,8	111,3	109,7	111,7	110,6	110,8	110,4	110,6	4,3
15	28	110,6	111,8	107,6	110,7	110,8	111,4	109,8	111,7	110,6	110,7	110,4	110,6	4,3
16	30	110,8	112,0	107,6	110,6	110,6	111,2	109,7	111,8	110,5	110,8	110,3	110,5	4,5
17	32	110,7	111,9	107,7	110,8	110,8	111,4	109,8	111,8	110,6	110,8	110,5	110,7	4,3
18	34	111,1	111,9	107,6	110,7	110,7	111,2	109,7	111,7	110,6	110,7	110,4	110,5	4,3
19	36	111,0	111,8	107,7	110,6	110,6	111,1	109,8	111,6	110,5	110,6	110,2	110,5	4,2
20	38	111,2	112,0	107,6	110,8	110,7	111,3	109,7	111,8	110,6	110,7	110,4	110,6	4,5
21	40	111,1	111,9	107,7	110,8	110,7	111,2	109,8	111,7	110,7	110,8	110,5	110,6	4,3
22	42	111,1	111,8	107,7	110,8	110,7	111,2	109,8	111,8	110,7	110,7	110,4	110,6	4,2
23	44	111,0	112,0	107,8	110,8	110,8	111,3	109,7	111,8	110,6	110,7	110,5	110,6	4,3
24	46	111,1	112,1	107,6	110,7	110,7	111,2	109,8	111,7	110,7	110,6	110,4	110,6	4,6
25	48	111,0	111,9	107,7	110,7	110,8	111,4	109,8	111,6	110,6	110,7	110,3	110,6	4,3
26	50	110,9	111,8	107,6	110,8	110,7	111,2	109,7	111,7	110,6	110,8	110,4	110,6	4,3
27	52	110,5	112,0	107,6	110,7	110,6	111,3	109,5	112,0	110,7	110,8	110,5	110,6	4,5
28	54	110,8	111,9	107,7	110,9	110,5	111,1	109,6	111,8	110,6	110,7	110,4	110,6	4,3
29	56	110,9	112,0	107,7	110,6	110,6	111,2	109,7	111,9	110,6	110,6	110,5	110,6	4,4
30	58	111,1	111,8	107,7	110,7	110,7	111,3	109,5	112,0	110,7	110,5	110,6	110,6	4,3
31	60	110,6	111,9	107,8	110,7	110,8	111,2	109,7	111,8	110,6	110,8	110,3	110,6	4,3
T.PROM		110,9	112,0	107,6	110,7	110,6	111,3	109,7	111,8	110,7	110,8	110,4	110,6	
T.MAX		111,3	112,1	107,8	110,9	110,8	111,4	109,8	112,0	110,8	110,9	110,6		
T.MIN		110,4	111,6	107,5	110,6	110,5	111,1	109,4	111,6	110,6	110,5	110,1		
DTT = (T _{MAX} - T _{MIN})		0,9	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,4	0,5		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima temperatura medida.	112,1	0,3
Mínima temperatura medida.	107,5	0,3
Desviación de la Temperatura en el Tiempo.	0,5	0,1
Desviación de la Temperatura en el Espacio.	4,4	0,2
Estabilidad Medida (s)	0,25	0,04
Uniformidad Medida	4,6	0,2



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014

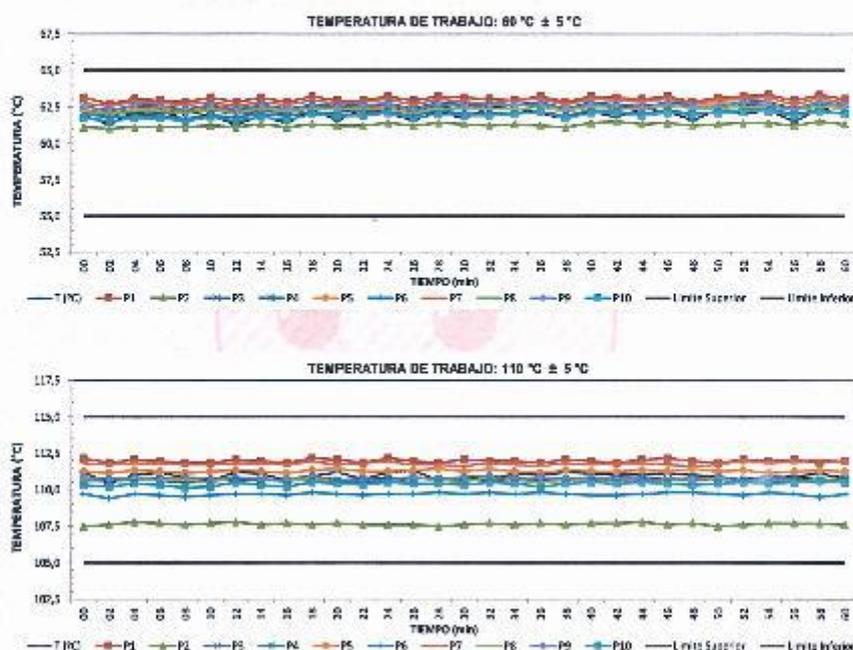


Certificado de Calibración N° LT-1121-2022
Pág. 4 de 5

- T: PROM promedio de temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T_{max}: promedio de las temperaturas en las 10 posiciones de medición para un sustrato dado.
- T_{MAX}: Temperatura máxima.
- T_{MIN}: Temperatura mínima.
- DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para esta posición de medición se "distribución de temperatura en el tiempo" DTT está dado por la diferencia entre la máxima y mínima temperatura registrada en dicha posición. Entre dos posiciones de medición se "distribución de temperatura en el espacio" está dado por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones. La Estabilidad es considerada igual a ± 10 min. DTT. La uniformidad de temperatura a través de la muestra se mide en las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo. Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propiamente dicho: $0,06$ °C. La incertidumbre asociada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$, es decir que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

B. Gráfico: Temperatura en el interior del Equipo





Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

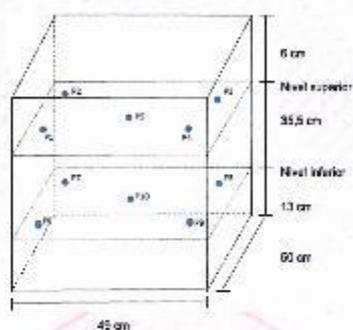
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC-014



Certificado de Calibración N° LT-1121-2022

Pág. 5 de 5

10. Gráfico: Distribución de los sensores en el equipo



- Los sensores P5 y P10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del P1 al P5 están ubicados a 14 cm por encima de la perilla superior.
- Los sensores del P6 al P10 están ubicados a 1,5 cm por encima de la perilla inferior.
- Los sensores del P1 al P4 y P6 al P9 están ubicados a 10 cm de las paredes laterales y a 7 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL INTERIOR DEL EQUIPO CON LAS MUESTRAS



11. Observaciones:

- Se colocó una etiqueta de color naranja con la indicación CALIBRADO.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La calibración se efectuó 3 horas después de haber encendido y cerrado el equipo.
- Además el equipo cuenta con operación del aire fresco: Completamente abierto.
- Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura indicados en el ítem 7.
- (*) Código: C3-DLT-001.
- (**) Dato obtenido del manual del fabricante.
- (***) Se dejó marcada con una etiqueta.

FIN DEL DOCUMENTO



CALIBRATEC S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LF -130 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0808-2022	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realicen las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.	
3. Dirección	Av. los Próceres Nro. 1000 - Huancayo - Chilca - Junín	
4. Equipo	CORTE DIRECTO	
Capacidad	2000 N	
Marca	HUMBOLDT	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Modelo	HM-5750A.3F(5750)	
Número de Serie	1701004	
Clase	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	
Marca	HUMBOLDT	
Modelo	HM-5750A.3F(5750)	
Número de Serie	1701004	
División de Escala / Resolución	1 N	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
5. Fecha de Calibración	2022-07-14	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-07-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



**CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LF -130 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. las Proceras Nro. 1000 - Huancayo - Chilca - Junín

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	12,4 °C	12,0 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	CELDA TIPO S MARCA: KELY CAP: 500 kg	CF-0040-2021



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479580

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LF -130 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Arconsol) Patrón de Referencia			
%	F_1 (N)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	200	20.4	20.5	20.5	20.5
20	400	40.9	41.1	41.0	40.9
30	600	61.3	61.4	61.4	61.4
40	800	81.8	81.9	81.8	81.8
50	1000	102.1	102.2	102.2	102.2
60	1200	122.5	122.5	122.5	122.5
70	1400	142.7	142.9	142.9	142.8
80	1600	163.2	163.2	163.3	163.2
90	1800	183.6	183.6	183.6	183.6
100	2000	203.9	204.0	204.0	204.0
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (N)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa ρ (%)	
200	-0.42	0.68	0.01	0.50	0.83
400	-0.33	0.22	0.01	0.25	0.72
600	-0.28	0.11	0.01	0.17	0.71
800	-0.27	0.06	0.00	0.13	0.71
1000	-0.15	0.08	0.01	0.10	0.71
1200	-0.09	0.04	0.01	0.08	0.71
1400	-0.03	0.18	0.01	0.07	0.72
1600	-0.03	0.06	0.01	0.06	0.71
1800	0.00	0.01	0.01	0.06	0.71
2000	0.02	0.07	0.01	0.05	0.71

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (ϵ_0) 0.00 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@calibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 0247 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Métros

Página 1 de 4

1. Expediente	02778-2021	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.	
3. Dirección	Av. los Próceres Nro. 1000 - Chilca - Huancayo - Junín	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE302H	
Número de Serie	8342167813	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-10-25	

Fecha de Emisión

2021-10-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0247 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001; "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase II y Clase III" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	65%	65%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0887-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0888-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0886-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECCO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 0247 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Mareas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	GURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20.3 °C	20.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	14,999	200	-700	29,999	200	-700	
2	14,999	100	-600	30,000	500	0	
3	14,999	200	-700	29,999	200	-700	
4	15,000	500	0	30,000	400	100	
5	15,000	500	0	30,000	500	0	
6	15,000	500	0	30,000	400	100	
7	15,000	500	0	30,000	500	0	
8	14,999	400	-900	30,001	600	700	
9	16,000	500	0	30,001	700	800	
10	15,001	700	600	29,999	200	-700	
Diferencia Máxima	1,700			Diferencia Máxima			1,500
Error Máximo Permisible	± 3,000			Error Máximo Permisible			± 3,000

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	9
1	8
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20.3 °C	20.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1		9	200	-700		10,001	600	700	1,400
2		10	500	0		10,000	500	0	0
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100
4		9	300	-800		9,999	200	-700	100
5		11	600	700		10,000	500	0	-700
						Error máximo permisible			± 3,000

* Valor entre 0 y 10g



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 0247 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20.3 °C	20.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	400	100	100	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	800	700	700	10,000	500	0	0	3,000
15,000	14,999	300	-800	-800	14,999	400	-800	-800	3,000
20,000	19,999	200	-700	-700	19,999	300	-800	-800	3,000
25,000	24,999	300	-800	-800	24,999	200	-700	-700	3,000
30,000	29,999	400	-900	-900	29,999	400	-800	-800	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E_c: Error en cero.
f: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.4968333 \times R)^2 + (0.0000000480 \times R)^2}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R - 0.0000213 R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

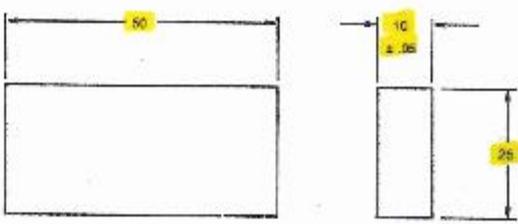
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

	<h2 style="margin: 0;">VERIFICACIÓN DEL CALIBRE</h2>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">ID:</td> <td style="font-size: small;">020-03-04-3</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Versión:</td> <td style="font-size: small;">01</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Estatus:</td> <td style="font-size: small;">VIGENTE</td> </tr> </table>	ID:	020-03-04-3	Versión:	01	Estatus:	VIGENTE																																					
ID:	020-03-04-3																																												
Versión:	01																																												
Estatus:	VIGENTE																																												
<p> Código Equipo: <u>C3-CL-001</u> Área de Laboratorio: <u>Serie Laborales</u> Realizado por: <u>Cesar Talacanda</u> Realizado y emitido por: <u>Josue Vilca Rojas</u> Fecha de Verificación: <u>18-09-2023</u> Fecha de Próxima Verificación: <u>18-09-2023</u> </p>																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #FFD700;"> <th style="font-size: small;">Equipo utilizado para la verificación</th> <th style="font-size: small;">Marca/Modelo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="font-size: small;">Marca/Modelo</td> <td style="font-size: small;"><u>Insize</u></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Serie</td> <td style="font-size: small;"><u>H02H4283</u></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Resolución</td> <td style="font-size: small;"><u>0,01 mm</u></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Calibración equipo</td> <td style="font-size: small;"><u>C3-V-003</u></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Última fecha de calibración</td> <td style="font-size: small;"><u>16/11/22</u></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Proveedor que realizó el servicio</td> <td style="font-size: small;"><u>Metro</u></td> </tr> </tbody> </table>	Equipo utilizado para la verificación	Marca/Modelo	Marca/Modelo	<u>Insize</u>	Serie	<u>H02H4283</u>	Resolución	<u>0,01 mm</u>	Calibración equipo	<u>C3-V-003</u>	Última fecha de calibración	<u>16/11/22</u>	Proveedor que realizó el servicio	<u>Metro</u>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #FFD700;"> <th colspan="6" style="font-size: small;">Alfom del calibre (mm)</th> </tr> <tr style="background-color: #FFD700;"> <th style="font-size: small;">Dirección del Calibre</th> <th colspan="3" style="font-size: small;">Valores medidos</th> <th style="font-size: small;">Promedio</th> <th style="font-size: small;">Especificaciones según a NTP 118.020.0049 (Resolución 012019)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="font-size: small;">L a</td> <td style="font-size: small;">49,99</td> <td style="font-size: small;">50,00</td> <td style="font-size: small;">50,00</td> <td style="font-size: small;">50,00</td> <td style="font-size: small;">50 mm</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">J a</td> <td style="font-size: small;">40,00</td> <td style="font-size: small;">999</td> <td style="font-size: small;">40,00</td> <td style="font-size: small;">40,00</td> <td style="font-size: small;">10,00 mm</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">K a</td> <td style="font-size: small;">25,00</td> <td style="font-size: small;">25,00</td> <td style="font-size: small;">25,00</td> <td style="font-size: small;">25,00</td> <td style="font-size: small;">25 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Alfom del calibre (mm)						Dirección del Calibre	Valores medidos			Promedio	Especificaciones según a NTP 118.020.0049 (Resolución 012019)	L a	49,99	50,00	50,00	50,00	50 mm	J a	40,00	999	40,00	40,00	10,00 mm	K a	25,00	25,00	25,00	25,00	25 mm
Equipo utilizado para la verificación	Marca/Modelo																																												
Marca/Modelo	<u>Insize</u>																																												
Serie	<u>H02H4283</u>																																												
Resolución	<u>0,01 mm</u>																																												
Calibración equipo	<u>C3-V-003</u>																																												
Última fecha de calibración	<u>16/11/22</u>																																												
Proveedor que realizó el servicio	<u>Metro</u>																																												
Alfom del calibre (mm)																																													
Dirección del Calibre	Valores medidos			Promedio	Especificaciones según a NTP 118.020.0049 (Resolución 012019)																																								
L a	49,99	50,00	50,00	50,00	50 mm																																								
J a	40,00	999	40,00	40,00	10,00 mm																																								
K a	25,00	25,00	25,00	25,00	25 mm																																								
<p style="font-size: small; background-color: #FFD700; padding: 2px;">ACCIONES OBLIGATORIAS (Marcar con una X)</p> <p> El equipo está en óptimo estado <input checked="" type="checkbox"/> El equipo muestra evidencia de deterioro <input type="checkbox"/> </p>	Observaciones: _____ _____																																												

