

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil



INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL MÓDULO RESILIENTE DE UN SUELO ARCILLOSO DE ALTA PLASTICIDAD

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Kassandra Franchesska Seclen Vasquez

Código 20172655

Asesor

Manuel Ricardo Madrid Argomedo

Lima – Perú
Abril del 2025

**INFLUENCE OF POLYPROPYLENE FIBERS
ON THE RESILIENT MODULE OF CLAY
SOILS OF HIGH PLASTICITY**

ÍNDICE

Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Capítulo 1: Introducción	1
1.1. Antecedentes generales	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivo de la investigación.....	6
1.5. Estado del arte	7
1.5.1. Uso de fibras para mejorar la capacidad de resistencia del suelo	7
1.5.2. Módulo resiliente del suelo reforzado con fibras.....	11
1.6. Casos de aplicaciones de fibras como refuerzo del suelo	14
1.6.1. Proyecto de autopista de peaje PGBT	14
1.6.2. Proyecto de reparación de Lake Ridge Parkway	15
Capítulo 2: Marco teórico	17
2.1. Introducción	17
2.2. Suelo arcilloso.....	17
2.3. Fibra de polipropileno.....	18
2.4. Impacto de la fibra de polipropileno en el medio ambiente.....	20
2.5. Suelos reforzados con fibras sintéticas	21
2.6. Compresión no confinada	22
2.7. Módulo resiliente (Mr).....	23

2.8. Análisis de la varianza	28
Capítulo 3: Materiales y Métodos	29
3.1. Introducción	29
3.2. Recolección de muestras de suelo.....	31
3.3. Características de los materiales	34
3.3.1. Características de la arcilla	34
3.3.2. Características de la fibra de polipropileno	37
3.4. Preparación de las probetas.....	41
3.5. Ensayo de módulo resiliente del suelo arcilloso	42
Capítulo 4: Resultados y análisis.....	44
4.1. Introducción	44
4.2. Compresión no confinada	44
4.3. Módulo resiliente	52
4.3.1. Efecto del esfuerzo axial cíclico	53
4.3.2. Efecto de la presión de confinamiento.....	57
4.3.3. Efecto del contenido de fibra	60
4.3.4. Efecto de la longitud de la fibra	62
4.4. Comparación con una fórmula matemática del módulo resiliente.....	64
4.5. Análisis estadístico.....	70
4.5.1. Análisis de la Varianza del ensayo de compresión no confinada.	70
4.5.2. Análisis de Varianza del ensayo de módulo resiliente.....	77
Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones	97
5.1. Conclusiones	97
5.2. Recomendaciones	100

Referencias	101
Anexo A: Ensayos de caracterización del suelo de la ciudad de Pucallpa.....	110
Anexo B: Ensayo de tracción de la fibra de polipropileno.....	138
Anexo C: Ensayo de módulo resiliente	158
Anexo D: Ensayo de compresión simple o no confinada.....	218



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 <i>Piel de cocodrilo en la Av. Vice en Piura</i>	3
Figura 1.2 <i>Falla piel de cocodrilo y desintegraciones por baches en el Jirón Dos de Mayo en Cajamarca</i>	4
Figura 1.3 <i>Fisuras de hinchamiento, baja capacidad de soporte y desgaste en Av. Aviación en Pucallpa</i>	5
Figura 1.4 <i>(a) Esparciendo fibras y (b) mezclando fibras en el Proyecto PGBT</i>	15
Figura 1.5 <i>(a) Carretera y (b) fallo de pendiente en el borde de la carretera – Lake Ridge Pkwy</i>	16
Figura 2.1 <i>Fibras de polipropileno (PPF)</i>	19
Figura 2.2 <i>Equipo universal de ensayo dinámico Controls UTM-30</i>	25
Figura 2.3 <i>Módulo resiliente (Mr)</i>	26
Figura 2.4 <i>Relación entre deformación vertical y carga desviante</i>	27
Figura 3.1 <i>Definición de variables</i>	31
Figura 3.2 <i>Mapa del distrito de Manantay - Pucallpa.</i>	32
Figura 3.3 <i>Calicata 1 y 2 de suelo arcilloso del distrito de Manantay</i>	33
Figura 3. 4 <i>Vías elegidas las cuales formaron parte del estudio</i>	33
Figura 3. 5 <i>Carta de plasticidad</i>	35
Figura 3. 6 <i>Granulométrica por sedimentación</i>	35
Figura 3. 7 <i>Curva de compactación Proctor estándar.</i>	36
Figura 3. 8 <i>(a) Colocación de la fibra en la prensa universal y (b) ensayo de tracción de la fibra</i>	38
Figura 3. 9 <i>Diagrama de esfuerzo y desplazamiento de las fibras de polipropileno en el ensayo de tracción.</i>	40
Figura 3. 10 <i>(a) Probeta de suelo arcilloso con 0.25% de fibra, (b) probeta de suelo arcilloso con 0.5% de fibra y (c) probeta de suelo arcilloso con 1% de fibra</i>	42
Figura 3. 11 <i>(a) Colocación de la probeta, (b) instalación de la membrada en la probeta, (c) ensamblaje en la cámara triaxial y (d) colocación de pistones para iniciar el ensayo</i>	43

Figura 3. 12 (a) Ensayo de compresión no confinada y (b) falla del ensayo de compresión no confinada	43
Figura 4.1 UCS para fibras de PP de 40 mm en la calicata 1.....	45
Figura 4.2 UCS para fibras de PP de 40 mm en la calicata 2.....	46
Figura 4.3 UCS para fibras de PP de 50 mm en la calicata 1.....	47
Figura 4.4 UCS para fibras de PP de 50 mm en la calicata 2.....	48
Figura 4.5 UCS para fibras de PP de 60 mm en la calicata 1.....	49
Figura 4.6 UCS para fibras de PP de 60 mm en la calicata 2.....	50
Figura 4.7 UCS vs contenido de fibras en la calicata 1	51
Figura 4.8 UCS vs contenido de fibras en la calicata 2	52
Figura 4.9 Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 40 mm de longitud y presión de confinamiento en la calicata 1	53
Figura 4. 10 Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 40 mm de longitud y presión de confinamiento en la calicata 2	54
Figura 4. 11 Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 50 mm de longitud y presión de confinamiento en la calicata 1	55
Figura 4. 12 Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 50 mm de longitud y presión de confinamiento en la calicata 2	55
Figura 4. 13 Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 60 mm de longitud y la presión de confinamiento en la calicata 1	56
Figura 4. 14 Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 60 mm de longitud y la presión de confinamiento en la calicata 2	57
Figura 4. 15 Módulo resiliente vs presión de confinamiento en muestras con diferentes porcentajes de fibras de PP de 40 mm de longitud correspondientes a las calicatas 1 y 2..	58
Figura 4. 16 Módulo resiliente vs presión de confinamiento en muestras con diferentes porcentajes de fibras de PP de 50 mm de longitud correspondientes a las calicatas 1 y 2..	59
Figura 4. 17 Módulo resiliente vs presión de confinamiento en muestras con diferentes porcentajes de fibras de PP de 60 mm de longitud correspondientes a las calicatas 1 y 2..	60

Figura 4. 18 Módulo resiliente vs contenido de fibra de polipropileno según las diferentes longitudes y presión de confinamiento correspondientes a la calicata 1	61
Figura 4. 19 Módulo resiliente vs contenido de fibra de polipropileno según las diferentes longitudes y presión de confinamiento correspondientes a la calicata 2	62
Figura 4. 20 Módulo resiliente vs longitud de fibra de polipropileno según los diferentes porcentajes y presión de confinamiento correspondientes a la calicata 1	63
Figura 4. 21 Módulo resiliente vs longitud de fibra de polipropileno según los diferentes porcentajes y presión de confinamiento correspondientes a la calicata 2	64
Figura 4. 22 Módulo resiliente vs resistencia a la UCS según las diferentes muestras evaluadas en la calicata 1	69
Figura 4. 23 Módulo resiliente vs resistencia a la UCS según las diferentes muestras evaluadas en la calicata 2	70
Figura 4. 24 Gráfico de Perfil de la calicata 1	74
Figura 4. 25 Gráfico de Perfil de la calicata 2	77
Figura 4. 26 Gráfico de Perfil de la calicata 1 bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa	81
Figura 4. 27 Gráfico de Perfil de la calicata 1 bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa	84
Figura 4. 28 Gráfico de Perfil de la calicata 1 bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa	87
Figura 4. 29 Gráfico de Perfil de la calicata 2 bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa	90
Figura 4. 30 Gráfico de Perfil de la calicata 2 bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa	93
Figura 4. 31 Gráfico de Perfil de la calicata 2 bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Límites de Atterberg para los minerales arcillosos.....	18
Tabla 3.1 Características de la arcilla de la ciudad de Pucallpa.	37
Tabla 3.2 Resultados de las fibras de polipropileno en el ensayo de tracción.....	39
Tabla 3.3 Propiedades de las fibras de polipropileno.....	40
Tabla 3.4 Pesos de los materiales a utilizar para la realización de las probetas en el compactador giratorio de la calicata 1 (C1) y calicata 2 (C2).....	41
Tabla 4.1 Datos del índice de plasticidad, porcentaje que pasa el tamiz N°200 y la resistencia UCS de la muestra sin fibra en la calicata 1 y calicata 2	65
Tabla 4.2 Módulo resiliente de las distintas muestras evaluadas según el laboratorio y la fórmula matemática de Hossain y Kim (2014)	66
Tabla 4.3 Resultados de UCS de las muestras de la calicata 1	71
Tabla 4.4 Resultados de UCS de las muestras de la calicata 2.....	71
Tabla 4.5 Pruebas de efectos inter - sujetos (C1).....	72
Tabla 4.6 Comparaciones múltiples de Porcentajes de fibras de PP en el suelo - HSD Tukey (C1)	73
Tabla 4.7 Comparaciones múltiples de Longitud de fibras de PP en el suelo - HSD Tukey (C1)	73
Tabla 4.8 Pruebas de efectos inter - sujetos (C2).....	75
Tabla 4.9 Comparaciones múltiples de Porcentajes de fibras de PP en el suelo - HSD Tukey (C2)	75
Tabla 4.10 Comparaciones múltiples de Longitud de fibras de PP en el suelo - HSD Tukey (C2)	76
Tabla 4.11 Resultados del Módulo Resiliente de las muestras C1	77
Tabla 4.12 Resultados del Módulo Resiliente de las muestras C2	78
Tabla 4.13 Pruebas de efectos inter-sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 41.1 kPa (C1)	79

Tabla 4.14 Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 41.1 kPa (C1) - HSD Tukey.....	80
Tabla 4.15 Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 41.1 kPa (C1) - HSD Tukey.....	80
Tabla 4.16 Pruebas de efectos inter-sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 27.6 kPa (C1)	82
Tabla 4.17 Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 27.6 kPa (C1) - HSD Tukey.....	83
Tabla 4.18 Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 27.6 kPa (C1) - HSD Tukey.....	83
Tabla 4.19 Pruebas de efectos inter- sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 13.8 kPa (C1)	85
Tabla 4.20 Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 13.8 kPa (C1) - HSD Tukey.....	85
Tabla 4.21 Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 13.8 kPa (C1) - HSD Tukey.....	86
Tabla 4.22 Pruebas de efectos inter-sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 41.1 kPa (C2)	88
Tabla 4.23 Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 41.1 kPa (C2) - HSD Tukey.....	88
Tabla 4.24 Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 41.1 kPa (C2) - HSD Tukey.....	89

Tabla 4.25 Pruebas de efectos inter-sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 27.6 kPa (C2)	90
Tabla 4.26 Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 27.6 kPa (C2) - HSD Tukey.....	91
Tabla 4.27 Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 27.6 kPa (C2) - HSD Tukey.....	92
Tabla 4.28 Pruebas de efectos inter-sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 13.8 kPa (C2)	93
Tabla 4.29 Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 13.8 kPa (C2) - HSD Tukey.....	94
Tabla 4.30 Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 13.8 kPa (C2) - HSD Tukey.....	95

Resumen

El comportamiento y la durabilidad de los pavimentos se ven afectados cuando el subsuelo está compuesto por arcilla de alta plasticidad. En estos casos, los costos operativos aumentan significativamente debido a la mayor frecuencia de labores de mantenimiento y conservación de las vías. Tradicionalmente, la estabilización de estos suelos se lleva a cabo mediante la adición de cal o cemento. No obstante, en ciertas regiones del Perú, la aplicación de estas técnicas es limitada, y en algunos casos, la disponibilidad de materiales de buena calidad se encuentra a distancias que hacen inviable su uso mediante reemplazo. Los suelos arcillosos representan un reto para la infraestructura vial debido a su susceptibilidad a cambios volumétricos ante variaciones en la humedad, lo que ocasiona la formación de grietas, deterioro en las bermas y daños en las vías urbanas. En este contexto, el presente estudio experimental tiene como propósito analizar la influencia de las fibras de polipropileno (PPF) en el módulo resiliente (M_r) de suelos arcillosos empleados como base de subrasante en pavimentos en la ciudad de Pucallpa. Para ello, se han realizado ensayos con el fin de evaluar las propiedades geotécnicas del suelo y su módulo resiliente, incorporando diversas proporciones de PPF (0.25%, 0.5% y 1%) y diferentes longitudes de fibra (40 mm, 50 mm y 60 mm). Los resultados del módulo resiliente para la calicata 1 y 2, indican que con el aumento del porcentaje y la longitud de PPF se logra mejorar hasta un 192% y 193%, respectivamente, el valor del módulo resiliente del suelo sin refuerzo, presentando relaciones altamente significativas entre estas variables según el análisis estadístico.

Palabras claves: alta plasticidad, arcilla, fibra de polipropileno (PPF), módulo resiliente, reforzamiento de suelos.

Abstract

The performance and durability of pavements are affected when the subsoil is composed of high plasticity clay. In these cases, operational costs increase significantly due to the higher frequency of maintenance and conservation work on the roads. Traditionally, the stabilization of these soils is carried out by adding lime or cement. However, in certain regions of Peru, the application of these techniques is limited, and in some cases, the availability of good quality materials is found at distances that make their use through replacement unfeasible. Clayey soils pose a challenge for road infrastructure due to their susceptibility to volumetric changes in response to moisture variations, leading to the formation of cracks, deterioration of shoulders, and damage to urban roads. In this context, the present experimental study aims to analyze the influence of polypropylene fibers (PPF) on the resilient modulus (M_r) of clay soils used as subgrade base in pavements in the city of Pucallpa. To this end, tests have been conducted to evaluate the geotechnical properties of the soil and its resilient modulus, incorporating various proportions of PPF (0.25%, 0.5%, and 1%) and different fiber lengths (40 mm, 50 mm, and 60 mm). The resilient modulus results for pits 1 and 2 indicate that by increasing the percentage and length of PPF, the resilient modulus of unreinforced soil improves by up to 192% and 193%, respectively, showing highly significant relationships between these variables according to the statistical analysis.

Keywords: high plasticity, clay, polypropylene fiber (PPF), resilient modulus, soil reinforcement.

Capítulo 1: Introducción

1.1. Antecedentes generales

En periodos recientes, ha habido un crecimiento notable en el número de ciudades peruanas, lo que ha llevado a la necesidad de construir infraestructura sobre superficies inadecuadas o problemáticas. El suelo se utiliza como material de construcción y soporte para importantes proyectos de infraestructura en ingeniería civil.

Las arcillas tienen la característica de ser plásticas y presentan baja capacidad de soporte. Por esta razón, se requieren técnicas de mejora para las propiedades mecánicas del suelo arcilloso. Al pasar de los años, se han empleado diferentes tipos de soluciones para tratar esta problemática de los suelos arcillosos, entre las cuales las más usadas son la estabilización con cemento, cal y aditivos químicos (Pelé & Lê, 2012).

El reforzamiento del suelo consiste en añadir un material que mejore las características mecánicas del suelo, aumentando la capacidad de carga y estabilidad, y disminuyendo la expansión del suelo. Asimismo, el refuerzo del suelo con fibras es una tecnología antigua, y su investigación ha adquirido mayor auge en los últimos 20 años; siendo su comportamiento una técnica viable y un tema bastante investigado. Asimismo, diferentes estudios indican que la resistencia al corte se ve incrementada cuando las fibras se introducen en la matriz del suelo (Vitoréelo & Clariá, 2014).

Existen numerosas opciones al momento de elegir la fibra que se adicionará al suelo; sin embargo, las PPF, como fibra sintética, se distingue por su notable resistencia mecánica y su durabilidad en comparación con los demás tipos de fibras (Vettorelo & Clariá, 2014).

El objetivo de la investigación es evaluar la influencia de PPF en el módulo resiliente de un suelo arcilloso compactado de alta plasticidad, la cual es utilizado como material de subrasante en un proyecto vial. El módulo resiliente caracteriza la respuesta del suelo ante cargas dinámicas generadas por el tránsito de ruedas, que transmiten un pulso dinámico a

través de las capas del pavimento y subrasante. Estos pulsos provocan deflexiones que varían rápidamente desde valores bajos hasta máximos, dependiendo de la velocidad del vehículo. El ensayo determina la carga sometida mediante una célula de carga electrónica, registra la presión de confinamiento con un manómetro y evalúa la deformación generada en la muestra. Según Garnica et al. (2001), citado en Seed (1996), el módulo resiliente se describe como la relación entre el esfuerzo repetido aplicado en un ensayo de compresión triaxial y la deformación axial recuperable del material, siendo equivalente al módulo de Young (módulo elástico).

La tesis se ha estructurado en la siguiente manera. Primero, la recopilación bibliográfica teórica referente al tema como el suelo arcilloso, las PPF, el impacto de las PPF en el medio ambiente, el suelo reforzado con fibras, el ensayo de compresión no confinada y el módulo resiliente. Segundo, se ejecuta la recopilación de muestras del suelo arcilloso en el área de estudio a través de calicatas, se desarrolla la caracterización del suelo arcilloso y de la fibra, y la elaboración de muestras para la prueba de módulo resiliente en la Prensa universal UTM - 30. Finalmente, se desarrolla un estudio numérico, comparativo y un análisis estadístico sobre los efectos y la influencia de la PPF en el suelo arcilloso con los datos recogidos del ensayo de módulo resiliente y UCS del suelo. Además, se efectúa comparaciones de los resultados obtenidos del ensayo de módulo resiliente en el laboratorio con la fórmula matemática de los ingenieros Hossain y Kim (2014). Así pues, según la literatura revisada, el refuerzo del suelo con fibras de polipropileno es una técnica viable para mejorar la resistencia y durabilidad del suelo arcilloso.

1.2. Planteamiento del problema

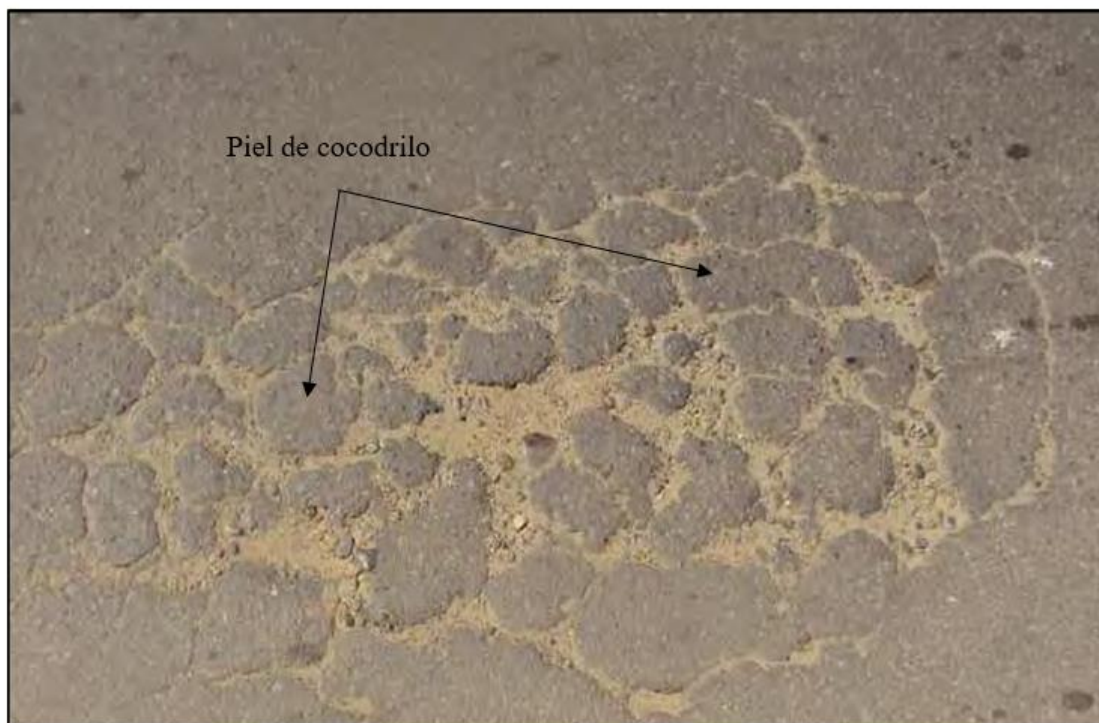
Los suelos arcillosos son suelos expansibles cuando son sometidos a cambios en las condiciones de humedad, lo cual conduce al desarrolló de grietas, fisuras y daños en los pavimentos.

Este tipo de problemas se ha observado en varios departamentos tales como Piura (Suárez, 2019), Cajamarca (Fernández, 2017) y Pucallpa (Hernández et al., 2023) que se asientan sobre suelos arcillosos, y donde es usual encontrar pavimentos urbanos con una cantidad elevada de deterioros.

En la Figura 1.1, se observa la condición de desgaste de la Av. Vice - Piura, donde es usual encontrar fallas de tipo piel de cocodrilo moderado (Suarez, 2019). Este tipo de daño es generalmente ocasionado por la presencia de suelos arcillosos en la subrasante.

Figura 1. 1

Piel de cocodrilo en la Av. Vice en Piura.



Nota: Adaptada de Determinación del estado de deterioro del tramo de Av. Vice en Piura, aplicando el método PCI, Suárez, C., 2019.

En la Figura 1.2, se visualiza la vía urbana Dos de Mayo, ubicado en el departamento de Cajamarca. Se observa que la zona, a nivel de afirmado, se encuentra deteriorado y el suelo está compuesto mayormente de arcilla. Al presentar un suelo expansivo experimenta cambios de volumen cuando varía la humedad, lo que generalmente provoca fallas y daños en la estructura del pavimento, como la formación de grietas en patrón de piel de cocodrilo (Fernández, 2017).

Figura 1. 2

Falla piel de cocodrilo y desintegraciones por baches en el Jirón Dos de Mayo en Cajamarca.

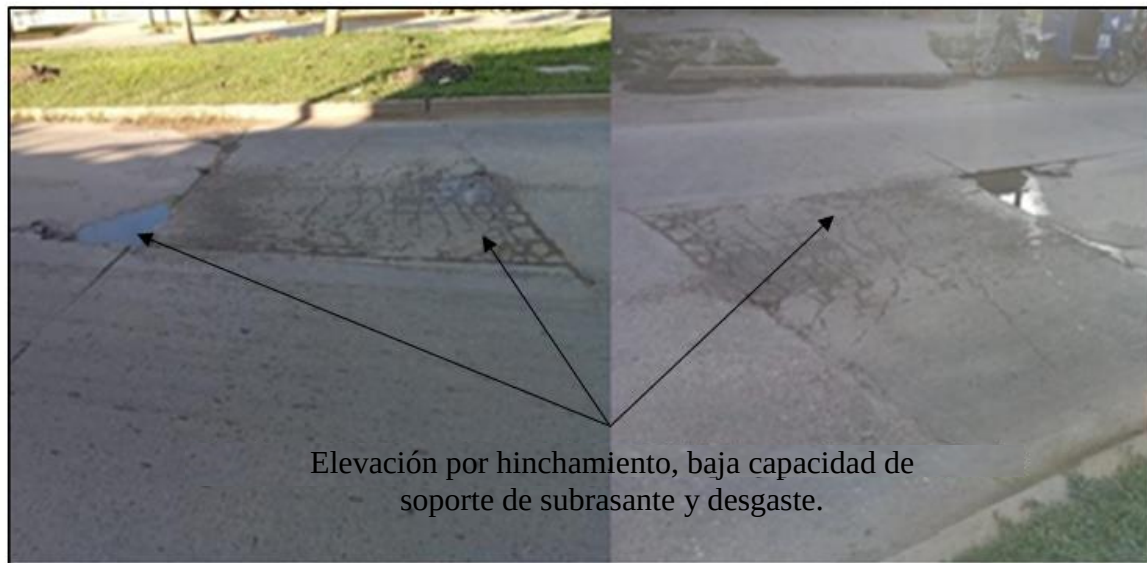


Nota: Adaptado de Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca, Fernández, H., 2017.

Finalmente, en la Figura 1.3, se puede observar a la Av. Aviación, ubicado en la ciudad de Pucallpa, con presencia de posible elevación por hinchamiento y desgaste. Esto ocurre cuando las capas inferiores no están correctamente compactadas o presentan una calidad deficiente, lo que provoca la deformación del pavimento, generando grietas o una serie de fisuras en su superficie. Hernández et al. (2023) en su investigación desarrollada en el distrito de Manantay – Pucallpa, refiere que presenta suelos cohesivos (suelos arcillosos), y estas grietas se producen por carencia de estudios de mecánica de suelos. Estos daños son ocasionados generalmente por el constante tránsito de carga pesada para la cual no fue diseñado el pavimento de un tramo de vía o también por el subsuelo que es inestable debido a su estado de saturación o baja capacidad de soporte de subrasante.

Figura 1. 3

Fisuras de hinchamiento, baja capacidad de soporte y desgaste en Av. Aviación en Pucallpa



Nota: Adaptado de Caracterización geotécnica de los suelos arcillosos de Pucallpa, Hernández et al., 2023.

1.3. Justificación

El motivo que conllevó al desarrollo de la presente investigación está comprendido por un conjunto de metas globales con miras al desarrollo económico y sostenible de los lugares más desfavorables. En ese sentido, el presente estudio se acoge del objetivo número nueve que plantea “Industria, innovación e infraestructura” de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) creado por las Naciones Unidas.

Por ello, la presente tesis propone usar fibras de polipropileno para el reforzamiento del suelo utilizado como subrasante, de forma que esté presente características de mayor durabilidad y mejor resiliencia.

El mejoramiento de estos suelos identifica un incremento en el desarrollo y hoy por hoy es un avance en las construcciones. De la misma manera, a pesar de que la PPF no es un material biodegradable, la utilización de estos materiales es importante para la lucha contra el impacto ambiental y la reducción del cambio climático, esto gracias a que es considerado un material que permitirá una compaginación con la sociedad basada en las 3R (reducir, reciclar y reutilizar) y es uno de los materiales sin BPA (bisfenol A) u otros elementos

adversos para el medio ambiente, lográndose de esta manera una construcción de infraestructuras sostenibles y resilientes.

Esta fibra presenta baja densidad, alta resistencia al calor, larga durabilidad, es un gran aislante e impermeabilizante, esto permite que no se deba cambiar de fibra al poco tiempo y tener que realizar de nuevo el proceso de refuerzo del suelo.

Por otra parte, la presente investigación busca a aportar a nivel teórico, práctico y metodológico en el estudio sobre la adición de PPF para mejorar el desempeño de los pavimentos construidos sobre suelos arcillosos, buscando que el valor de dicho estudio sea relevante para el desarrollo de investigaciones posteriores y tratando un problema como lo son los suelos arcillosos.

En relación con la justificación práctica, los suelos arcillosos representan un reto para el desenvolvimiento del proyecto de infraestructura vial, dado a los cambios volumétricos que se dan por las condiciones de humedad, lo que produce fisuras, grietas y daños en las vías urbanas. En razón a ello, se propone el uso de las PPF en los suelos arcillosos.

1.4. Objetivo de la investigación

El objetivo general es evaluar la influencia de las fibras de polipropileno de 40 mm, 50 mm y 60 mm, mezclado a 0.25%, 0.5% y 1%, en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad de la ciudad de Pucallpa.

Objetivos específicos:

- Determinar las propiedades geotécnicas del suelo arcilloso de Pucallpa (límite líquido y plástico, índice de plasticidad, granulometría por sedimentación y tamizado, gravedad específica, peso específico con parafina, contenido de humedad y máxima densidad seca) y las características de la fibra de polipropileno mediante el ensayo de tracción.

- Analizar los resultados del ensayo de módulo resiliente y compresión no confinada del suelo arcilloso de Pucallpa con respecto a las muestras de suelo reforzadas con fibras de Polipropileno (PPF), incluyendo diferentes contenidos (0.25%, 0.5% y 1%) y longitudes de fibras (40 mm, 50 mm y 60 mm).

- Comparar la fórmula matemática propuesta por Hossain y Kim (2014) con los resultados obtenidos del ensayo de módulo resiliente en el laboratorio, asegurando la consistencia de los datos obtenidos experimentalmente.

- Realizar un análisis de la varianza de los resultados del ensayo de módulo resiliente y comprensión no confinada.

1.5. Estado del arte

En tiempos recientes, distintos investigadores han evaluado la influencia de las fibras como refuerzo de los suelos arcillosos (Gregory, 2006; Pusari & Rodríguez, 2020; Mohammad & Mohammad, 2006 y Al – Mahbashi et al., 2021). Principalmente, Los estudios se han centrado en analizar las características de resistencia y deformación de estos materiales.

En esta sección, se describen los avances logrados con relación al estudio de las propiedades de los suelos reforzados con fibras. En términos generales, los estudios experimentales han demostrado que añadir fibras para reforzar los suelos arcillosos mejora notablemente su resistencia, rigidez y módulo resiliente (Clariá & Vettorelo, 2012).

1.5.1. Uso de fibras para mejorar la capacidad de resistencia del suelo

La integración de las PPF como refuerzo del suelo es un método económico y eficiente, ya que optimiza las propiedades mecánicas relacionadas con la rigidez y resistencia del suelo. Estos elementos de refuerzo son colocados en tiras, láminas o al azar.

En la investigación de Gregory (2006), el tema de estudio fue sobre la resistencia al corte, desplazamiento y la estabilidad de los taludes de suelos arcillosos y arenosos reforzados con fibras de polipropileno. El suelo está formado por arcillas residuales de la formación geológica Eagle Ford del centro norte de Texas. Se reforzó el suelo con diferentes contenidos de fibras (0.17%, 0.25% y 0.50%) de 2.5 cm y 5.0 cm de longitud. Las dimensiones de las fibras individuales son 0,047 pulgadas (1,2 mm) de ancho por 0,00149 pulgadas (0,038mm) de espesor. El propósito central de la investigación fue desarrollar un modelo que se puede utilizar con confianza para predecir la resistencia al corte basado en el conocimiento de las propiedades del suelo y fibra sin que se requieran de pruebas de fluencia.

Los resultados obtenidos indican un incremento progresivo del 100% en la resistencia al corte del suelo al añadir un 0.5% de fibras de 50 mm de longitud.

Asimismo, Kumar et al. (2006) desarrollaron estudios a cerca de los suelos arcillosos altamente compresibles reforzados con fibras de poliéster, evaluando el efecto en la resistencia a la compresión sin confinamiento. El suelo utilizado pertenece a la ciudad Jalandhar, del estado de Punjab en la India. Se reforzó el suelo con diferentes contenidos de fibras lisas (0,5%, 1,0%, 1,5% y 2,0%) con longitud de 3 mm, 6 mm y 12 mm, y 6 mm de fibras rizadas. Los resultados determinaron que hay un incremento significativo en la UCS al añadir fibras del suelo. El aumento de la resistencia es del 90% al 118% con la inclusión del 0,5% al 2% de fibras de 12 mm. Para contenido de fibras constante, la resistencia aumenta con la longitud de fibras. El aumento es del 70%, 105%, 110% y 118% en el caso de 2% de fibras de 3 mm, 6mm (lisas), 6 mm (rizadas) y de 12 mm respectivamente. En general, el estudio sugiere que las fibras utilizadas en el refuerzo del suelo para construcciones de estructuras de ingeniería, como subrasantes de pavimento, rellenos sanitarios, revestimientos y pequeños terraplenes, puede aumentar considerablemente la resistencia de la arcilla.

También, Akbulut et al. (2007), estudiaron la alteración de suelos arcillosos mediante llantas desechadas de caucho, fibras de polietileno y PPF. El suelo utilizado pertenece a los depósitos arcillosos de la cuenca sedimentaria del Oligoceno de Oltu, Erzurum, noreste de Turquía. Se reforzó el suelo con diferentes contenidos de caucho de llantas de desecho (1%, 2%, 3% 4% y 5%) y con distintos porcentajes de polietileno de 2.5 mm de grosor y PPF de 1 mm de espesor (0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% y 0.5%), estas fibras presentan 5 mm, 10 mm y 15 mm de longitud. El estudio se centra en la influencia de fibras aleatorias en la resistencia UCS y el comportamiento dinámico de los suelos arcillosos, en donde las ondas sísmicas atraviesan el suelo que, según su consistencia, estructura y composición, pueden alterar el contenido frecuencial, la duración del movimiento y la amplificación del suelo. Se ejecutaron ensayos de compresión no confinada, ensayo de frecuencia resonante y corte directo para establecer sus propiedades dinámicas con un Instrumento E-meter producido por James Instruments Inc., en la cual una unidad de accionamiento electromecánico obliga a una muestra a vibrar y la respuesta es monitoreada por una unidad de captación liviana en la muestra. Los resultados evidenciaron el crecimiento de los valores de UCS en un 150% con

5% de fibras de caucho de neumáticos de 15mm de longitud, las fibras de polietileno mejoran en un 170% y las fibras de polipropileno en un 225% al incluir 0.5% de fibra y de longitud 15 mm, siendo más visible el incremento con las fibras de polipropileno.

De la misma manera, Tang et al. (2007) estudiaron el comportamiento de la fibra corta discreta de polipropileno en la resistencia y en las características mecánicas del suelo arcilloso. El suelo utilizado en las pruebas experimentales se obtuvo del área de Nanjing, China. Se reforzó el suelo con diferentes contenidos de fibra (0.05 %, 0.15 % y 0.25 %) de 12 mm de longitud. Se efectuaron ensayos de compresión uniaxial y corte directo. Los datos de las pruebas mostraron que la adición de fibras, en el suelo, aumenta la UCS, la resistencia al corte y la deformación axial en el punto de falla. El máximo esfuerzo axial aumentó con la inclusión del 0.25% de fibras en un 50% en comparación al suelo sin refuerzo, modificando su comportamiento frágil en uno más dúctil. Las propiedades micromecánicas de la interfaz fibra/matriz fueron influenciadas por varios factores, por ejemplo, materiales aglutinantes en el suelo, tensión normal alrededor del cuerpo de la fibra, área de contacto efectiva de la interfaz y rugosidad de la superficie de la fibra.

Plé y Lê (2012) estudiaron el efecto de las PPF como refuerzo en las propiedades mecánicas de las arcillas limosas. El suelo utilizado pertenece a los depósitos inferiores de arcilla de un vertedero en Francia. Se reforzó el suelo con diferentes contenidos de fibras (0.3% y 0.6%) con longitud y espesor de 12 mm y 0.034 mm respectivamente. Las muestras se sometieron a ensayos de compresión no confinada, tracción directa y compresión triaxial, todas las pruebas se realizaron en condiciones no drenadas y no consolidadas sin mediciones de presión de poro. Los parámetros mecánicos en compresión no reforzada son relativamente constantes en aproximadamente 5 MPa. Con una adición del 0.3% de fibra, la UCS crece a 7.0 MPa, esto implica una mejora del 40%. Aumentando la cuantía de fibra al 0.6%, la resistencia se eleva a 7.6 MPa, logrando una ganancia del 52%. El módulo de Young inicial en ensayos de tracción directa es de 4 MPa; con incorporación del 0.3% de fibra, este módulo se incrementa a 14.3 MPa, lo que equivale a un aumento en rigidez del 257.5%. Con una proporción de 0.6% de fibra, la rigidez aumenta aún más, alcanzando un incremento aproximado del 580% (27.2 MPa).

Soğancı (2015) estudió el efecto de las PPF en la estabilización de suelos expansivos. El suelo utilizado pertenece al camino del canal de transporte Apa-Hotamiş, perteneciente a la Obra Hidráulica Estatal en la región de Konya, Turquía. Se reforzó el suelo con diferentes contenidos de fibra (0.5%, 0.75% y 1%) de 12 mm de longitud. Se efectuaron ensayos de UCS y de hinchamiento unidimensionales en el edómetro, las muestras se hincharon libremente bajo una sobrecarga baja de 7 kPa y se midió el hinchamiento total. Los resultados indicaron que la UCS aumentó en un 41%, pasando de 202 a 285 MPa en las muestras reforzadas con un 1% de fibra. Asimismo, se registró una disminución notable en la expansión del suelo, que disminuyó del 11,6% al 5,3%. Las muestras reforzadas también mostraron un comportamiento más dúctil del suelo. Esto sugiere que la estabilización de suelos expansivos con fibra de polipropileno es un método eficaz; en lugar de reemplazar el suelo hinchado con un suelo granular, se puede estabilizar utilizando fibra de polipropileno, lo que reduce el porcentaje de expansión y, en consecuencia, los costos.

Pusari y Rodríguez (2020) evaluaron formas de potenciar la resistencia al corte de un suelo expansivo utilizando fibras como refuerzo. El suelo utilizado pertenece a la ciudad de Talara, Perú. Se reforzó el suelo con diferentes contenidos de fibra (5%, 6% y 7.5%) de 40 mm de longitud y se efectuaron pruebas de corte directo. Los resultados demostraron que el uso de fibra mejora significativamente el comportamiento del suelo expansivo, incrementando su resistencia al corte en un 32%. La dosificación óptima fue del 7.5% de fibra, que logró la mayor mejora en ángulo de fricción llegando a registrar un valor de 37.80 y cohesión alcanzando un valor de 0.4 kg/cm². La cohesión experimenta un crecimiento del 100%, mientras que el ángulo de fricción subió un 28%, frente a la muestra en estado natural. Este tratamiento también redujo la expansividad del suelo.

Taha et al. (2020), estudiaron el impacto del refuerzo de PPF en las características mecánicas del suelo arcilloso. El suelo utilizado pertenece al subdistrito La Bu Dalin de Erguna, China. Se reforzó el suelo con diferentes contenidos de fibras (0.75%, 1.5%, 2.25% y 3%) con espesor de 0.034 mm de y longitud de 12 mm. Las muestras se sometieron a compactación, resistencia al corte y consolidación, CBR y análisis de microestructura. Los datos alcanzados del estudio indican un progreso en la resistencia al corte, compactación, consolidación y capacidad de soporte del suelo arcilloso estabilizado con fibras de

polipropileno. Al comparar el suelo arcilloso sin refuerzo con el suelo reforzado a una dosis del 3% de fibra, la proporción de huecos disminuyó de 0.96 a 0.93, el coeficiente de consolidación se redujo de 2.52 cm²/s a 2.34 cm²/s y la conductividad hidráulica disminuyó de 1.12 cm/s a 1.02 cm/s. Se estableció que el contenido óptimo de fibra era del 3% del peso del suelo seco, ya que esta proporción resultó en la mayor mejora de las propiedades del suelo.

1.5.2. Módulo resiliente del suelo reforzado con fibras

Según Brown et al. (1966), en la Universidad de California, llevaron a cabo pruebas de carga repetida e incorporaron el término de módulo resiliente como un comportamiento presente en el suelo arcilloso.

Li y Ding (2002) analizaron el comportamiento elástico no lineal del suelo al reforzarse con PPF bajo cargas cíclicas. El suelo utilizado pertenece a la Avenida Perring en Baltimore, EE. UU., y se reforzó con PPF de 30 mm de longitud en dos proporciones diferentes: 0.2% y 0.5%. Las pruebas de módulo resiliente se realizan con pequeñas deformaciones utilizando un equipo triaxial dinámico convencional, bajo diferentes presiones de confinamiento (50 kPa, 100 kPa y 150 kPa) y repetición de carga (10, 50 y 100 veces). Los resultados muestran que el módulo resiliente del suelo reforzado se ve considerablemente afectado por múltiples factores como la deformación por corte, presión de confinamiento, cantidad de fibra y la repetición de carga. Con 0.5% de fibra y 150 kPa de presión de confinamiento, el módulo resiliente aumenta en un 50%. En conclusión, el refuerzo con fibras produce un progreso significativo en la resistencia y rigidez del suelo.

Según Chavva et al. (2005), evaluaron las características de resistencia, módulos resilientes, expansión y contracción de varios suelos para la estabilización de subrasantes para soportar la infraestructura de pavimento con fibras de ceniza volante y cal. El suelo utilizado pertenece al sur de Arlington, Texas, y contenía sulfato superior a 5000 ppm los cuales son propensos a acumularse, y la deformación de esos suelos no es fácil de reducirse con los estabilizadores convencionales. Se reforzó el suelo con 0.15% de fibra de ceniza volante de 65 mm de longitud y 8% de cal. Los resultados mostraron que el módulo

resiliente para suelo expansivo refirió una mejora de orden 40% para la mezcla de cal y suelo, y de orden 73% para la mezcla de fibras de ceniza y suelo.

Mohammad y Mohammad (2006) investigaron la durabilidad y las propiedades mecánicas del suelo reforzado con fibras de celulosa procesada (PCF) y PPF. En este estudio, se recolectaron cuatro muestras de suelo de diferentes ubicaciones en el estado de Luisiana, EE. UU. Dos muestras provinieron de la Autopista I-10, mientras que las otras dos se obtuvieron de las carreteras 167 y 82. Las muestras de suelo fueron reforzadas con diferentes contenidos de fibras (0.15%, 0.3% y 0.5%) de 12.7 mm de longitud y se realizaron ensayos de carga cíclica de tracción indirecta para evaluar el módulo y las propiedades de deformación de la mezcla suelo-fibra bajo carga dinámica. Los datos obtenidos señalaron que el módulo resiliente del suelo con un 0.5% de fibra de polipropileno aumentó en un 45%, mientras que con un 0.5% de PCF se incrementó en un 30% en comparación con el suelo sin refuerzo. El suelo reforzado con fibras mejora la resistencia a la formación de grietas por tracción o contracción, lo que optimiza la capacidad estructural y el comportamiento de los pavimentos construidos sobre estos suelos.

Del mismo modo, Hojjati y Sarkar (2019), estudiaron las propiedades mecánicas del suelo incorporando PPF. En su investigación, el suelo arcilloso de grano fino utilizado pertenece a la ciudad de Tehran, Irán, y lo reforzaron con 0.5% de fibra, cuya longitud y diámetro es de 20 mm y 0.3 mm respectivamente. Se efectuaron pruebas triaxiales estáticas y dinámicas a diversas presiones de confinamiento (41.3, 27.6 y 13.7 kPa). Los resultados experimentales señalaron que el aumento de fibras presenta una mejora mayor del módulo de resiliencia (M_r) del suelo bajo cargas cíclicas en comparación con las cargas estáticas. Además, el módulo resiliente bajo carga cíclica se evaluó mediante un modelo de regresión, revelando que crece con un aumento en la presión de confinamiento y la tensión del desviador vertical. Cuando se utiliza un esfuerzo desviador vertical de 200 kPa, el módulo resiliente del suelo reforzado con fibras aumenta un 40% en contraste al suelo sin refuerzo. También, se encontró un aumento del 80% en el M_r del suelo reforzado con fibra en las pruebas triaxiales cíclicas en comparación con un aumento del 13% en las pruebas estáticas no confinadas, lo que indica que la adición de fibras es altamente efectiva para mejorar el desempeño del suelo, debido a su notable capacidad de mejora en la resistencia y resiliencia del suelo.

Gupta et al. (2020) investigaron la respuesta del módulo de resiliente (M_r) de un suelo arcilloso reforzado con fibra de poliéster para el diseño de pavimentos. El suelo utilizado pertenece a la ciudad de Chandigarh, al norte de la India. Estos suelos cohesivos, que forman la capa de subrasante de pavimentos flexibles, tienden a sufrir deformaciones excesivas bajo cargas de tráfico. Para menguar esas deformaciones, se reforzó el suelo con diferentes contenidos de fibra (0.25%, 0.5%, 0.75% y 1.0%) de 12mm de longitud. El módulo de resiliencia, un factor que varía con la tensión, se emplea para caracterizar el comportamiento del suelo mediante el ensayo triaxial cíclico bajo tensiones predefinidas, representando la presión de confinamiento (41.40 kPa, 27.60 kPa y 13.80 kPa) y la tensión desviadora cíclica (12.40 kPa, 24.80 kPa, 37.30 kPa, 49.70 kPa y 62.00 kPa) que actúa en un pavimento. Los resultados mostraron que el refuerzo de fibra resultó en una ganancia máxima en el módulo resiliente del orden 48,1% para muestras húmedas y del orden 55% para muestras secas con 1% de fibras en comparación al suelo natural. También, en este estudio, se probó el modelo matemático de Puppala AJ, Hoyos LR y Potturi AK para verificar el valor del módulo resiliente obtenido en la prueba experimental, considerando el efecto de la tensión de confinamiento y la tensión del desviador cíclico de cada muestra de suelo reforzado.

$$\frac{M_R}{P_a} = k_5 \times \left(\frac{\sigma_3}{P_a}\right)^{k_6} \times \left(\frac{\sigma_d}{P_a}\right)^{k_7} \quad (1.1)$$

Las constantes k_5 , k_6 y k_7 se calcularon mediante análisis de regresión multilíneal, la presión atmosférica es 100 kPa, σ_3 (presión de confinamiento) y σ_d (tensión del desviador cíclico). El modelado matemático, utilizando análisis de regresión lineal múltiple, fue eficaz para determinar con mayor precisión el valor del módulo de resiliencia. Al incrementar el contenido de fibras, se nota un aumento en el módulo resiliente.

Al – Mahbashi et al. (2021) evaluaron los valores del módulo de resiliencia (M_r) en las capas de subrasante reforzado con cal y tratado con fibra de polipropileno. El suelo utilizado pertenece a la región central de Arabia Saudita, Al-Ghat ubicado a unos 230 km al norte de la capital Riad. Se reforzó el suelo con 0.2% y 0.6% de fibra con 6 mm y 12 mm de longitud respectivamente. Para asegurar la unión entre la fibra y las partículas del suelo, se ha agregado cal deshidratada a la mezcla de suelo y fibra. Se realizaron pruebas de módulo resiliente dinámico en el laboratorio para mezclas de suelo, cal y fibras utilizando un

dispositivo triaxial dinámico. La prueba se llevó a cabo para 15 secuencias de carga y tres presiones de confinamiento (13,8, 27,6, 41,4 kPa) que se consideraron para simular la carga dinámica sobre el pavimento. Los resultados mostraron, independientemente de la dosis de cal, el refuerzo de fibra mejoró significativamente el valor de módulo resiliente con incrementos promedio de 73% y 135% para probetas reforzadas a una dosis de 0.2% de 6 mm y 0.6% de 12mm de longitud, respectivamente. La variación en la eficiencia de las fibras puede ser atribuido a la diferencia en sus propiedades morfológicas superficiales.

1.6. Casos de aplicaciones de fibras como refuerzo del suelo

Entre los casos aplicados más resaltantes encontramos lo realizado por Gregory (2006) quien participo en dos proyectos muy importante de gran envergadura, siendo trabajos en los cuales tuvo un gran impacto la utilización de las PPF; detalles que se describen a continuación.

1.6.1. Proyecto de autopista de peaje PGBT

Gregory (2006) participó en un proyecto denominado la PGBT (*President George Bush Turnpike*) y está ubicado en el área de Dallas - Texas. La parte del proyecto en la que participó el autor es un segmento norte-sur de 6 millas de largo que se encuentra en las áreas de Farmers Branch y Carrollton, Texas. El autor realizó el diseño geotécnico, lo que conllevó a la estabilización del subsuelo problemático ya que el proyecto está ubicado dentro de la formación geológica Eagle Ford Shale, con suelos residuales que consisten principalmente en arcillas grasas altamente expansivas. Estos suelos arcillosos son esencialmente el único material de relleno de tierra disponible a un costo asequible para la construcción de los terraplenes. Por ello, se tuvo que reforzar los suelos con fibras de polipropileno ya que implicó una gran cantidad de construcción de terraplenes de tierra con alturas que oscilaban entre aproximadamente 15 pies (4.6 m) y más de 35 pies (10.7 m). Se sabe que estos suelos experimentan fallas generalizadas en pendientes poco profundas y una vez que comienzan estas fallas superficiales, son muy costosas, incómodas de reparar e impactan en los pavimentos de la autopista.

El refuerzo del suelo con fibra de polipropileno fue a una dosis del 0.5% con longitud de 50 mm. La fibra se utilizó en los 6 pies (1,8 m) superiores de las pendientes laterales como

medida de mantenimiento preventivo para reducir significativamente el potencial de fallas en pendientes poco profundas. Para este proyecto se utilizaron PPF con tratamientos de carbono para restringir el daño por los rayos UV de la luz solar. Esto se realizó en todas las pendientes de 15,5 pies (4,7 m) de altura o más y que tuvieran relaciones de pendiente de 4 o más pronunciadas. En el proyecto se utilizaron aproximadamente 520.000 libras de fibras (236.000 kilogramos) a una tasa de aplicación de 6 libras de fibra por yarda cúbica (3,6 kg/m³). La construcción de terraplenes en las áreas fue completada a finales de 2004. Los terraplenes han funcionado bien hasta la fecha; sin embargo, se necesitarán varios años para evaluar completamente el desempeño. Cabe destacar que este proyecto representa uno de los más importantes hasta la actualidad en cuanto a la utilización de fibras para reforzar el suelo y movimiento de tierras.

Figura 1. 4

(a) Esparciendo fibras y (b) mezclando fibras en el Proyecto PGBT.



Nota: De Shear Strength, creep and stability of Fiber – Reinforced soil slopes, Gregory, G., 2006.

1.6.2. Proyecto de reparación de Lake Ridge Parkway

Gregory (2006) participó en un proyecto ubicado en la ciudad de Grand Prairie, Texas. También, está ubicado dentro de suelos residuales del Eagle Ford. El proyecto consistió en reparar 6.700 pies lineales (2.000 m) de un terraplén y aproximadamente 2000 pies lineales (600 m) de un carril adyacente a la pendiente. Las pendientes del terraplén existentes habían sido construidas por los Ingenieros del Ejército de EE. UU en 1980 para elevar el nivel de la carretera por encima del nivel normal propuesto para la piscina del lago Joe Pool, que estaba en construcción. Las pendientes se construyeron con suelo arcilloso con

una relación de pendiente lateral de 3 y alturas que oscilaban entre 10 y 25 pies (3 a 7,6 m). Aproximadamente entre 5 y 8 años después de la construcción, los taludes del terraplén comenzaron a experimentar fallas poco profundas. En 2003, las fallas de las pendientes se habían vuelto progresivas y habían dañado levemente una parte del pavimento de la carretera. El autor realizó un estudio geotécnico y trabajó con el equipo de diseño del proyecto para reparar la carretera.

El refuerzo del suelo con fibra de polipropileno fue a una dosis del 0.5% con longitud de 50 mm. Para este proyecto se utilizaron PPF con tratamientos de carbono, minimizando el impacto de los rayos UV. El negro del carbono no cambia las propiedades de resistencia de la fibra, como lo demuestran las pruebas de propiedades del material de la fibra realizadas por los fabricantes en fibras de polipropileno tratado y no tratado con carbono. En el proyecto, se utilizó una tasa de aplicación de 6,75 libras por yarda cúbica (4 kg/m³). Además, se utilizaron aproximadamente 365.000 libras (166.000 kilogramos) de fibras, lo que lo convierte en el segundo volumen más grande de fibras utilizado en un proyecto de movimiento de tierras. Se completó la construcción de las reparaciones del talud con fibras en septiembre de 2005. Las pistas han funcionado bien hasta la fecha, sin embargo, varias necesitarán años para evaluar completamente el desempeño. El autor se encuentra actualmente involucrado en el diseño geotécnico de la segunda fase de reparación de taludes en la siguiente sección de la carretera.

Figura 1. 5

(a) Carretera y (b) fallo de pendiente en el borde de la carretera – Lake Ridge Pkwy.



Nota: De Shear Strength, creep and stability of Fiber – Reinforced soil slopes, Gregory, G., 2006.

Capítulo 2: Marco teórico

2.1. Introducción

La construcción de carreteras urbanas puede extenderse sobre superficies planas como turbas, arcillas o limos. La solución más drástica podría ser erradicar ciertos tipos de suelos, pero esto requerirá un adecuado entendimiento geotécnico del área. Es difícil establecer el espesor de sedimentos blandos que se necesita excavar y que resulte económicamente la eliminación; no obstante, este tipo de solución puede ser ventajosa en situaciones en las que la excavación no exceda los 5 o 6 metros de material escaso (Ventura, 1981).

Otra técnica que se utiliza en diversas ocasiones cuando el suelo es muy blando es la eliminación de los materiales mediante el desplazamiento. Este procedimiento es bastante arriesgado ya que no garantiza la extracción de todo el material blando. El desplazamiento es causado por la fuerza generada por el peso del pavimento, y se requiere una supervisión cuidadosa, culminando en el uso de sondeos para regular la posible formación de bolsas (Ventura, 1981).

Así, para construir cualquier estructura en superficies blandas se realiza un estudio geotécnico detallado de estabilidad y asentamiento, junto con el control de la construcción de la estructura extendida sobre el suelo.

2.2. Suelo arcilloso

Es cualquier tipo de sedimento o depósito de un material muy fino que adquiere ductilidad y/o plasticidad cuando se humedecen. Además, se compone de láminas de mica y otros minerales, que presentan un tamaño menor a 2.0 micras. En algunos casos, las partículas del suelo que varían entre 0.002 mm y 0.005 mm se clasifican como arcilla (Carrozzo & Salazar, 2021).

La arcilla, al ser plástica, experimenta cambios volumétricos en condiciones de humedad y al aplicar una fuerza sobre su superficie. Sus principales características incluyen bajo esfuerzo cortante, elevada plasticidad, alto porcentaje de expansión, baja permeabilidad y escasa consolidación primaria. Mediante el límite líquido, plástico y de contracción, presentados en la Tabla 2.1, se puede identificar el mineral predominante en el suelo arcilloso para determinar el potencial de cambio de volumen del suelo.

Tabla 2.1

Límites de Atterberg para los minerales arcillosos.

Mineral	Límite líquido	Límite plástico	Límite de contracción	Potencial de cambio de Volumen
Montmorillonita	100 – 900	50 – 100	8.5 – 15	Alto
Nontronita	37 – 72	19 – 27	-----	Medio
Illita	60 – 120	35 – 60	15 – 17	Medio
Caolinita	30 – 110	25 – 40	25 – 29	Bajo
Hallosita hidratada	50 – 70	47 – 60	-----	Medio
Hallosita deshidratada	35 – 55	30 – 45	-----	Bajo
Atapulgita	160 - 230	100 – 120	-----	Alto
Clorita	44 – 47	36 – 40	-----	Bajo
Alófono (sin secar)	200 - 250	130 – 140	-----	Alto

Nota: De Capítulo I: Introducción., Puy, Y., 2005, [Tesina de pregrado, Universidad Politécnica de Cataluña].

2.3. Fibra de polipropileno

Para la investigación, se utilizaron las PPF como refuerzo del suelo arcilloso. Los ensayos de laboratorio han demostrado la eficacia de estas fibras para reforzar el suelo, mejorando sus características de resistencia, reduciendo la contracción volumétrica y contrarrestando los efectos perjudiciales de la degradación química y biológica.

Como se observar en la Figura 2.1, la PPF es un material sintético compuesto por monómeros de propileno, formados en fibras continuas o discontinuas en una matriz plástica.

Asimismo, este material presenta propiedades aislantes térmicas y resistencia a ácidos, álcalis y disolventes orgánicos (Linares et al., 2021). Se utiliza en bienes de consumo envasados, piezas de la industria del automóvil y textiles (Muñoz, 2023).

Figura 2.1

Fibras de polipropileno (PPF).



Según Muñoz (2023), las fibras de polipropileno presentan un coeficiente de fricción considerablemente alto de 0.1 a 0.3. Además, posee baja densidad en comparación con demás plásticos comúnmente utilizados en la industria, es capaz de mantener sus características mecánicas y eléctricas tanto a temperaturas ambiente como elevadas. Así mismo, es fácil copolimerizar con otros polímeros como el polietileno, mejorando así sus características para aplicaciones en ingeniería. Entre sus propiedades destacadas se incluyen:

- El punto de fusión del PPF se origina entre el rango de temperatura de 135°C y 165°C.

- La densidad del PPF se destaca como uno de los polímeros más livianos en el ámbito de los plásticos de uso común. Estas fibras son una opción ideal para aplicaciones que priorizan la reducción de peso o requieren una solución liviana. La densidad de la fibra de polipropileno oscila entre 0.90 g/cm^3 y 0.95 g/cm^3 .
- La resistencia química de este material ofrece una excelente protección de ácidos, agentes oxidantes, alcoholes y bases tanto concentrados como diluidos.
- El PPF es un material sumamente combustible.

El PPF presenta una excelente repelencia al agua, una fuerte resistencia contra el agrietamiento causado por el estrés ambiental y es susceptible a ataques microbianos de bacterias y mohos. También, muestra una resistencia encomiable a la esterilización por vapor (Muñoz, 2023).

2.4. Impacto de la fibra de polipropileno en el medio ambiente

Al año, se producen 350 millones de toneladas de plásticos en todo el planeta. El 90% de esa producción es ocasionada por combustibles fósiles, los cuales tardan aproximadamente 450 años en descomponerse. Hay alternativas a los plásticos convencionales que podrían ser la clave para equilibrar una sociedad centrada en reducir, reciclar y reutilizar con el desarrollo económico como es el uso de las fibras de polipropileno (Arquitectura Sostenible, 2022).

El PPF es un termoplástico derivado de la polimerización del propileno y su producción creció durante la década de 1980. A pesar de ser un subproducto de los combustibles fósiles, se distingue de los plásticos convencionales, debido a que se puede reciclar y alargar su ciclo de vida a infinito gracias a la circularidad que le caracteriza en comparación al plástico tradicional que tarda 450 años en desintegrarse. De hecho, Las Naciones Unidas recomienda el polipropileno como el único plástico apto para el contacto con el medio ambiente y la salud del ser humano. La aplicación de materiales sintéticos sostenibles para el reforzamiento del suelo es tema muy amplio, pero se centra en la utilización de la fibra de polipropileno como refuerzo (Arquitectura Sostenible, 2022).

La fibra de polipropileno tiene múltiples aplicaciones, es considerada como uno de los productos con mayor desarrollo en el futuro. Esta fibra presenta baja densidad, alta

resistencia al calor, larga durabilidad, es un gran aislante e impermeabilizante, esto permite que no se deba cambiar de fibra al poco tiempo y tener que realizar de nuevo el proceso de refuerzo del suelo. La utilización de estas fibras, en la construcción como refuerzo de terraplenes para pavimentos o edificaciones, puede atribuirse a su rigidez, debido a que este material es diseñado específicamente para mitigar la aparición de fisuras y grietas (Arquitectura Sostenible, 2022).

Además, la fibra de polipropileno es libre de BPA (bisfenol A) u otras sustancias químicas nocivas que afectan negativamente al cuerpo humano o al medio ambiente. A pesar de que el PPF no es biodegradable, es considerado una de las fibras sintéticas más seguras, ya que facilita la eliminación de residuos y reciclaje de productos al terminar su vida útil. En consecuencia, esto puede disminuir la presión de los sistemas de gestión de residuos y contribuir a salvaguardar el medio ambiente (Poly & Jute, 2022).

Asimismo, en comparación a otras fibras sintéticas o con algunos otros plásticos convencionales, la incineración de las fibras de polipropileno no genera efectos contaminantes, y su proceso de producción tiene un impacto ambiental menor, ya que requiere de menor energía y emite menores cantidades de gases de efecto invernadero (Acoplastico, 2022).

En el sector construcción, todavía se sigue empleando una gran cantidad de plásticos y desechos contaminantes. Por esta razón, el uso del polipropileno es una alternativa muy viable que debe ser considerada a medio y corto plazo (Arquitectura Sostenible, 2022).

2.5. Suelos reforzados con fibras sintéticas

Existen numerosas opciones para elegir el tipo de fibra para reforzar el suelo; por lo general, se busca utilizar materiales sintéticos que ofrezcan alta durabilidad y gran resistencia mecánica. Solís y Inga (2021) refieren que las fibras que se utilizan con frecuencia son las de polipropileno (PPF), alcohol polivinílico y de monofilamento de poliamida. También, se utilizan materiales derivados de fuentes recicladas, como las fibras de tereftalato de polietileno (PET) y fibras de caucho para neumáticos.

En cuanto a los porcentajes de fibras que se incorporan al suelo, diversas investigaciones sugieren el uso de cantidades bajas, generalmente en un rango que varía entre el 0.25% y el 0.50% en relación con el peso del suelo seco. Asimismo, las longitudes de las fibras utilizadas suelen estar comprendidas entre 10.00 mm y 60.00 mm, un intervalo que está estrechamente vinculado con la dimensión de las partículas del suelo. Pero, el desafío del estudio es lograr una distribución homogénea de las fibras dentro de la muestra de suelo, ya que esto es crucial para garantizar resultados consistentes y confiables en los ensayos (Vettorelo et al., 2014).

La fricción en la interfaz con el PPF y la resistencia a la adhesión son los mecanismos que gobiernan el refuerzo del suelo. Numerosos minerales de arcilla están presentes en la superficie de esta fibra, lo que promueve la adhesión y la fricción entre la fibra y el suelo. Además, la distribución discreta de las fibras funciona como una red que interconecta los granos del suelo, permitiendo la limitación de su desplazamiento (Tang et al., 2007).

2.6. Compresión no confinada (UCS)

El ensayo de compresión no confinada es un método utilizado en Geotecnia para calcular la resistencia máxima que el suelo puede soportar antes de fallar. Se toma muestras de suelo cohesivo y posteriormente se somete a una carga axial de compresión sin restricciones laterales. Con el círculo de Mohr, se observa que la capacidad portante de una muestra de suelo se calcula mediante la ecuación (2.1).

$$c = \frac{q_u}{2} \quad (2.1)$$

Dónde C es la cohesión no drenada (kPa) y q_u es la capacidad portante del suelo (kPa), estos valores proporcionan información sobre su comportamiento mecánico. Con respecto a suelos cohesivos, tanto para la tensión principal menor (σ_3) y el ángulo de fricción interna (ϕ) su valor es cero, lo que significa que no hay resistencia por fricción.

Este ensayo puede realizarse utilizando control de deformación unitaria o control de esfuerzo. La muestra de suelo se prueba hasta que la carga comience a disminuir o hasta que

alcance, al menos, un 20% de deformación unitaria. Se realizan cálculos del esfuerzo y la deformación unitaria para determinar el esfuerzo máximo, que se considera el UCS del suelo.

Para calcular la deformación unitaria (ε) se utiliza la ecuación (2.2).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \quad (2.2)$$

Dónde ΔL es el desplazamiento de la muestra (mm) y L_o es la altura de la muestra (mm).

En mecánica de suelos, es una práctica habitual ajustar el área sobre la cual se aplica la carga (P), debido a que es necesario permitir cierta tolerancia para la distribución real de la carga sobre el terreno. Mediante la ecuación (2.3), se puede determinar el área de la sección transversal de la muestra para cada carga.

$$A_c = \frac{A' \cdot (1 - \varepsilon)}{1000} \quad (2.3)$$

Dónde A_c es el área de la sección transversal de la muestra (m^2), ε es la deformación unitaria bajo una carga (P) y A' es el área de la de la probeta (m^2).

El esfuerzo instantáneo del ensayo en la muestra se determina con la ecuación (2.4).

$$\sigma = \frac{P}{A_c} \quad (2.4)$$

Dónde σ es el esfuerzo (kPa), P representa una carga aplicada a la muestra en un momento dado correspondiente al valor de desplazamiento (kN) y A_c es el área de la sección transversal de la muestra correspondiente a la carga (m^2).

2.7. Módulo resiliente (M_r)

El módulo resiliente está asociado al comportamiento estructural de la vía, ya que mide la capacidad del material de absorber energía sin sufrir deformaciones permanentes. Además, cuando el material es sometido a múltiples cargas, reacciona recuperando parte de

la deformación; esta capacidad se conoce generalmente como la resiliencia de los suelos (Romero & Ossa, 2018).

El Mr de un suelo se establece a través de ensayos triaxiales con carga repetida, en la cual un mayor valor del módulo permite obtener un mejor desempeño del suelo como terraplén o subrasante en la construcción y diseño de pavimentos (Romero & Ossa, 2018).

Este método abarca el procedimiento de la preparación y ensayo de suelos de subrasantes no tratadas y materiales de sub-base o base no tratados con el fin de determinar el Mr. Los ensayos se realizan en condiciones que simulan el comportamiento físico y los estados de tensión de materiales situados debajo de pavimentos sometido a cargas de ruedas en movimiento (Garnica et al., 2001).

Para realizar este ensayo, se necesita una máquina hidráulica que aplique cargas graduales (tracción y compresión), sobre las muestras de materiales simples o compuestos, con el fin de determinar sus propiedades de resistencia mecánica (Garnica et al., 2001). Para ello, se utiliza el equipo universal de ensayo dinámico Controls UTM-30, como se muestra en la Figura 2.2. Este equipo incluye una cámara triaxial equipada con una celda de carga de 30 kN, diseñada para realizar ensayos cíclicos. También, cuenta con un pistón de carga con actuador dinámico servo controlado, un medidor de presión de aire, un medidor de deformación, un panel de control y una unidad de adquisición de datos con software de procesamiento. En el ensayo, se aplica un esfuerzo axial cíclico repetido a un espécimen cilíndrico, el cual ha sido debidamente preparado y acondicionado, con magnitudes, duraciones (0.1 s) y frecuencias fijas. El software de procesamiento del equipo proporciona valores de módulo resiliente, presión de confinamiento y esfuerzo axial cíclico para cada una de las quince secuencias de cada probeta ensayada (Intriago & Nadia, 2006).

Figura 2.2

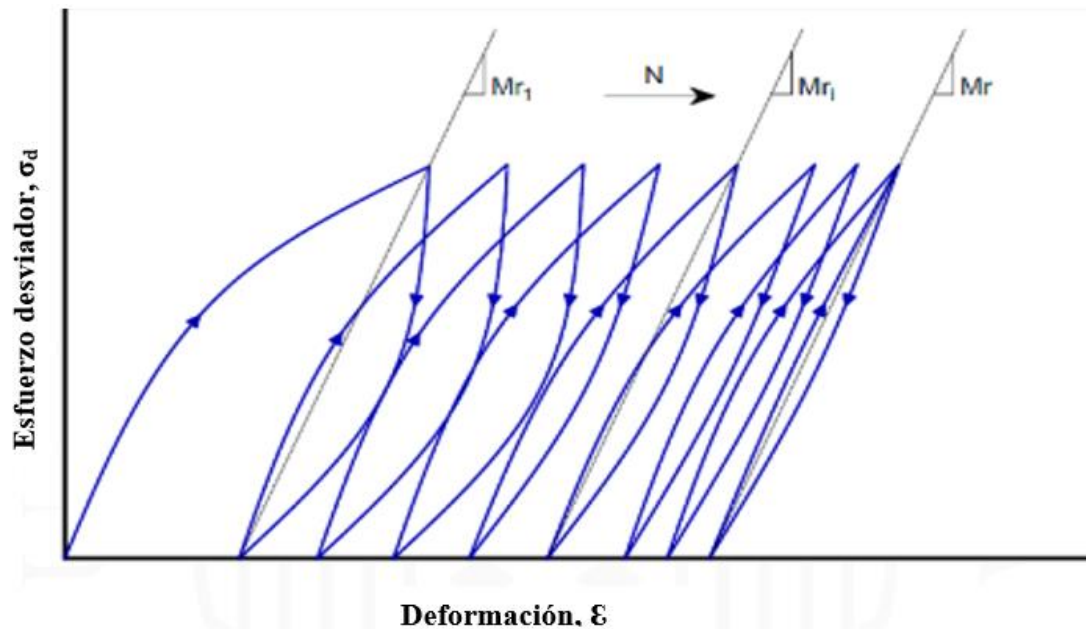
Equipo universal de ensayo dinámico Controls UTM-30.



Durante este ensayo, se observa en la Figura 2.3 que, luego de un determinado número de ciclos de carga (N), el módulo se convierte aproximadamente constante y la respuesta del suelo puede ser considerada como elástica, los valores de M_r pueden calcularse tras realizar entre 100 y 200 esfuerzos desviadores repetidos (Romero et al., 2018).

Figura 2.3

Módulo resiliente (M_r).



Nota: De Módulo resiliente en suelos blandos y su relación con el Módulo dinámico, Romero et al., 2018.

Este ensayo proporciona una mejor comprensión del comportamiento del suelo bajo cargas dinámicas generadas por las ruedas de los vehículos. Estas ruedas, a medida que el vehículo se moviliza, transmiten un pulso dinámico a las capas del pavimento y subrasante. En respuesta a este pulso, cada capa del pavimento experimenta una deflexión. La magnitud del pulso de carga varía rápidamente, de un valor mínimo hasta un máximo, dependiendo de la velocidad del vehículo.

La muestra de forma cilíndrica se sitúa en la cámara triaxial, donde se ejerce una extensa gama de presiones sobre la probeta. Esto se realiza a través de un dispositivo especializado capaz de generar cargas pulsantes de diversas magnitudes y duraciones. En el ensayo, se registran los siguientes parámetros:

- 1) Carga aplicada, utilizando una célula de carga electrónica.
- 2) Presión de confinamiento, medida con un medidor de presiones.

3) Deformación experimentada por la probeta.

En suelos, es importante conocer la tensión desviadora con la ecuación (2.5).

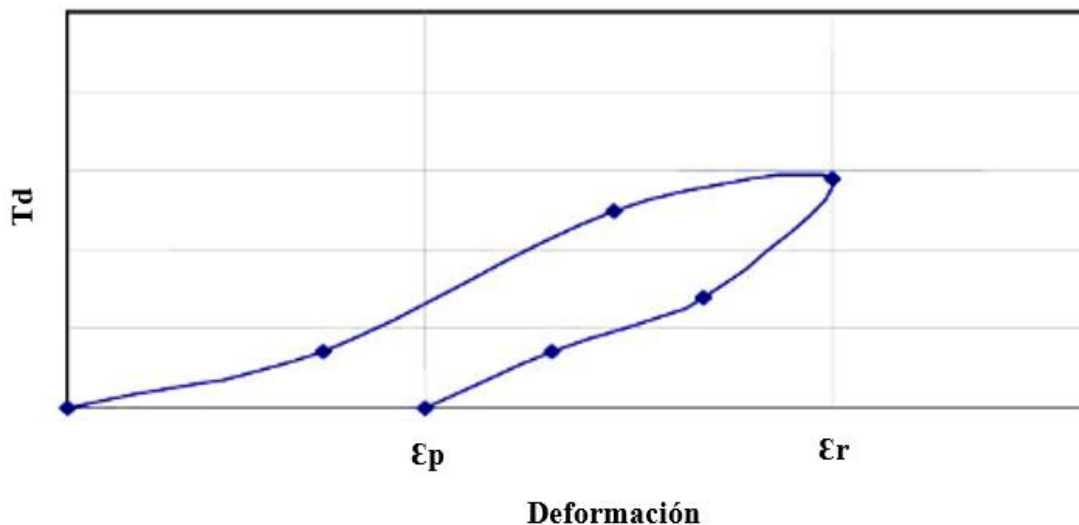
$$\sigma_d = \sigma_1 - \sigma_3 \quad (2.5)$$

Dónde σ_d es la tensión desviadora (kPa), σ_1 es el esfuerzo principal mayor (kPa) y σ_3 es el esfuerzo principal menor (kPa).

Las cargas dinámicas repetidas ocasionan una deformación vertical en la probeta, estas deformaciones son la deformación permanente (p), no se recupera al cesar la carga, y la deformación resiliente (ϵ_r), es recuperable una vez que la carga se retira. La Figura 2.4 muestra la relación entre estas deformaciones verticales y la carga desviante.

Figura 2.4

Relación entre deformación vertical y carga desviante.



Nota: De Módulo resiliente en suelos blandos y su relación con el Módulo dinámico, Romero et al., 2018.

El concepto de M_r es la relación entre el esfuerzo desviador repetido (σ_d) y la deformación axial recuperable (ϵ_r) en una prueba triaxial. Para ello, se registra la deformación axial de la probeta durante el ensayo y se determina con la ecuación (2.6).

$$M_r = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)}{\varepsilon_r} = \frac{\sigma_d}{\varepsilon_r} \quad (2.6)$$

El M_r de un suelo, determinado en pruebas de laboratorio, está sujeto a la influencia de múltiples factores. Entre estos se encuentran el contenido de humedad, el peso unitario seco, el esfuerzo desviador y la presión de confinamiento, así como las dimensiones y la preparación de las muestras. Además, otros aspectos como la forma del pulso de carga, su duración, frecuencia y la secuencia de aplicación de los niveles de esfuerzo también juegan un papel importante. Asimismo, el equipo utilizado para los ensayos y el método de acondicionamiento de las muestras pueden afectar significativamente los resultados obtenidos (Romero & Ossa, 2018).

2.8. Análisis de la varianza

El análisis de la varianza (ANOVA) es una técnica estadística que compara las medias de tres o más grupos independientes para determinar si existen diferencias significativas entre ellos, evaluando si estas variaciones se deben a los factores analizados o al azar. Es particularmente útil en investigaciones experimentales donde se comparan varias condiciones o tratamientos. En el contexto de esta investigación, el ANOVA se emplea para evaluar si la adición de fibras del PP en distintos porcentajes y longitudes afecta significativamente el módulo resiliente del suelo arcilloso.

El ANOVA analiza la dispersión total de los datos, descomponiéndola en dos partes clave: la variación que existe entre los diferentes grupos y la variación que se presenta dentro de cada grupo. Esto se traduce en una relación matemática expresada mediante la estadística F, que compara la varianza entre grupos con la varianza dentro de los grupos. Si el valor de F es significativamente alto, se concluye que al menos uno de los grupos tiene una media diferente a los demás (Douglas C., 2019).

Capítulo 3: Materiales y Métodos

3.1. Introducción

El estudio es aplicado, explicativo y adopta un enfoque cuantitativo. Además, se ha utilizado un diseño metodológico experimental. En el contexto de este análisis, se utilizaron muestras de suelos arcillosos recolectados de las vías urbanas de Pucallpa, que fueron examinados en el laboratorio de Geotécnica y Pavimentos de la Universidad de Lima.

Esta investigación demanda una elección cuidadosa y controlada de las muestras de estudio. Por ello, se empleó el muestreo no probabilístico, la elección de las muestras fue seleccionada por el autor mediante los daños que se observan en las vías urbanas y los puntos con mayores deterioros, utilizando un total de 60 muestras de suelo reforzado con distintos porcentajes de fibra (0.25%, 0.5% y 1.0%) y longitudes (40 mm, 50 mm y 60 mm).

La elección del muestreo no probabilístico en esta investigación se justifica por varias razones de carácter práctico y experimental. En primer lugar, el objetivo principal es evaluar la influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad de la ciudad de Pucallpa, no es necesario realizar inferencias a una población general. El uso de muestras intencionadas permite establecer comparaciones válidas entre tratamientos bajo condiciones de laboratorio. Esto garantiza que las muestras obtenidas sean representativas de las condiciones específicas que se desean investigar y contribuye a la confiabilidad de los resultados (Showkat & Parveen, 2017).

En segundo lugar, las muestras fueron seleccionadas en función de su disponibilidad en el laboratorio, bajo condiciones controladas de preparación, curado y ensayo. El proceso de obtención, mezcla homogénea de fibras y posterior compactación de las probetas requería un manejo cuidadoso de materiales y tiempos de ensayo. En este contexto, el muestreo no probabilístico resultó más adecuado para garantizar la viabilidad del trabajo experimental. Todas las muestras fueron preparadas siguiendo un protocolo uniforme, lo que permitió

controlar las condiciones experimentales y reducir la variabilidad asociada a factores externos (Showkat & Parveen, 2017).

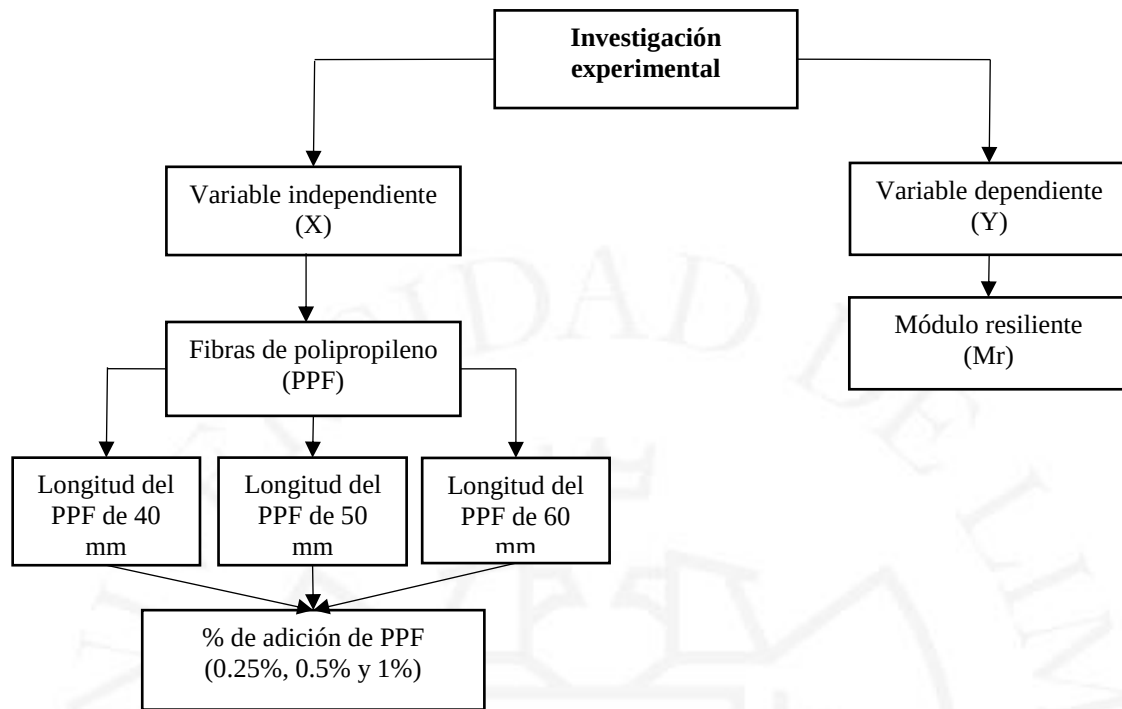
En tercer lugar, el tamaño muestral considerado ($n = 60$), distribuido equitativamente entre los distintos niveles del factor experimental, fue suficiente para aplicar técnicas estadísticas como el Análisis de Varianza (ANOVA), permitiendo identificar diferencias significativas entre grupos, no requieren una representatividad estadística exhaustiva. El muestreo no probabilístico permite centrarse en las arcillas de alta plasticidad que representan un mayor riesgo para los pavimentos de la ciudad, lo que facilita una profunda investigación en sus propiedades mecánicas y el comportamiento del módulo resiliente dando resultados confiables dentro de un marco experimental delimitado (Acharya, Prakash, Saxena, & Nigam, 2021).

Se reconoce que el uso de un muestreo no probabilístico implica una limitación en la capacidad de generalización de los resultados, los cuales deben ser interpretados dentro del marco específico del experimento realizado. No obstante, los hallazgos obtenidos pueden servir como base para estudios posteriores, con diseños más robustos y representativos a nivel poblacional (Acharya, Prakash, Saxena, & Nigam, 2021).

En conclusión, el uso del muestreo no probabilístico en esta investigación se justifica por las variables de estudio (Figura 3.1), la necesidad de obtener muestras cuidadosamente seleccionadas y controladas, y el enfoque exploratorio centrado en las arcillas de alta plasticidad que representan un mayor riesgo para las vías urbanas. Esto garantiza un análisis más preciso y detallado del comportamiento mecánico de estos suelos en la ciudad de Pucallpa.

Figura 3.1

Definición de variables.



3.2.Recolección de muestras de suelo

La Figura 3.2 presenta la ubicación de las calicatas realizadas. Estas excavaciones se llevaron a cabo en el cruce de las Av. Aviación con la Av. Túpac Amaru (calicata 1) y en el cruce de Av. Túpac Amaru con Av. Colonización (calicata 2), son vías urbanas ubicadas en el distrito de Manantay de la ciudad de Pucallpa.

Figura 3.2

Mapa del distrito de Manantay - Pucallpa.



La Figura 3.3 muestra una vista de la calicata 1 y calicata 2, ambas alcanzaron una profundidad de 1m. De cada una de las calicatas se obtuvieron treinta muestras inalteradas, haciendo un total de 60 muestras, las cuales fueron recopiladas en tubos de PVC con longitud de 20 cm y diámetro de 4". Además, se extrajeron muestras alteradas para clasificar al suelo. No se encontró nivel freático en las excavaciones.

Figura 3.3

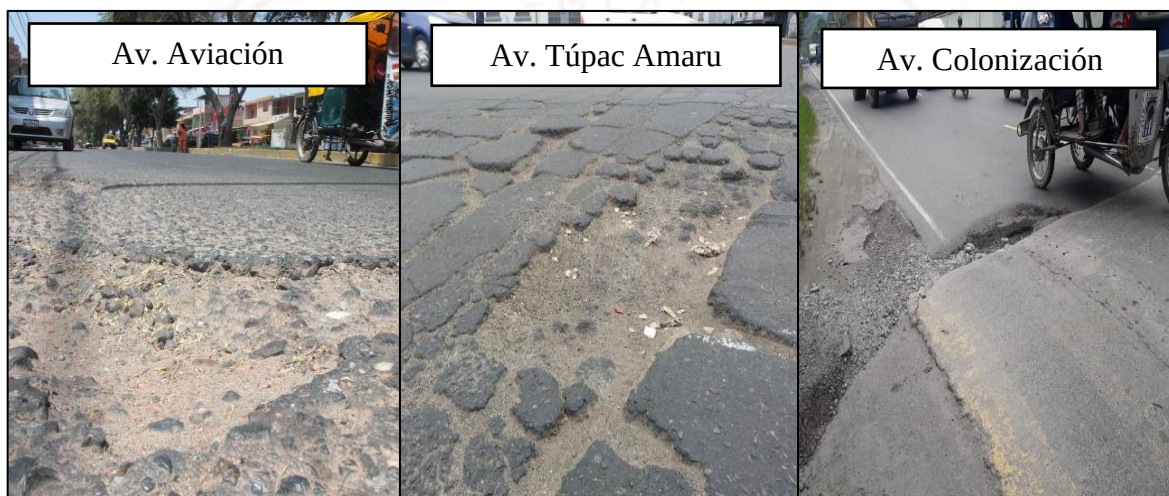
Calicata 1 y 2 de suelo arcilloso del distrito de Manantay.



Se escogieron estas zonas de acuerdo con los daños que se observaron en las vías urbanas y se seleccionó los puntos con mayores deterioros. En la Figura 3.4 se muestra el estado de deterioro de las vías Av. Aviación, Túpac Amaru y Av. Colonización. El suelo de fundación de estas vías es generalmente de tipo arcilloso. Cabe mencionar, que este suelo arcilloso también es utilizado como terraplén o subrasante para la construcción de los pavimentos en otras zonas de la ciudad.

Figura 3. 4

Vías elegidas las cuales formaron parte del estudio.



3.3. Características de los materiales

3.3.1. Características de la arcilla

Las muestras de suelo obtenidas en Pucallpa fueron clasificadas según el sistema SUCS como CH, lo que corresponde a arcillas de alta plasticidad. Esta clasificación se basó en datos conseguidos de las calicatas 1 y 2, los cuales se representan en la Figura 3.5 mediante una carta de plasticidad. Además, según la norma AASHTO, el suelo se categoriza como A-7-6, indicando su naturaleza arcillosa. En la Figura 3.6 se presentan los resultados del análisis granulométrico por sedimentación para ambas calicatas. En el caso de la calicata 1, se observó que el 79.80% de las partículas pasaron el tamiz N°200, mientras que el 34.22% correspondió a arcillas con un tamaño menor a 2 micras. Para la calicata 2, estos valores fueron del 79.87% y 34.84%, respectivamente.

En cuanto a los límites de Atterberg, se analizaron tres muestras por cada calicata. Los resultados promedio para la calicata 1 mostraron un límite líquido de 53, un límite plástico de 20 y un índice de plasticidad de 33. Por otro lado, en la calicata 2, estos valores fueron de 57, 18 y 39, respectivamente. El contenido de humedad registrado fue de 20.67% para la calicata 1 y 20.65% para la calicata 2. La gravedad específica fue de 2.80 y 2.79, mientras que la densidad específica se ubicó en 1.99 g/cm³ y 1.97 g/cm³ para las calicatas 1 y 2, respectivamente.

Adicionalmente, la Figura 3.7 muestra los resultados del ensayo Proctor estándar. Para la calicata 1, se consiguió una densidad seca máxima de 1653 kg/m³ con un contenido de humedad óptimo del 21.4%. En la calicata 2, estos valores fueron de 1652 kg/m³ y 21.3%. Dado que el suelo corresponde a una subrasante y requiere menor energía de compactación, el ensayo se realizó en tres capas por cada muestra. Finalmente, según la Tabla 2.1, el suelo presenta un alto potencial de cambio de volumen. Para un análisis más detallado, se incluyen tablas adicionales en el Anexo A, donde se pueden observar todos los datos obtenidos de las muestras ensayadas.

Figura 3. 5

Carta de plasticidad.

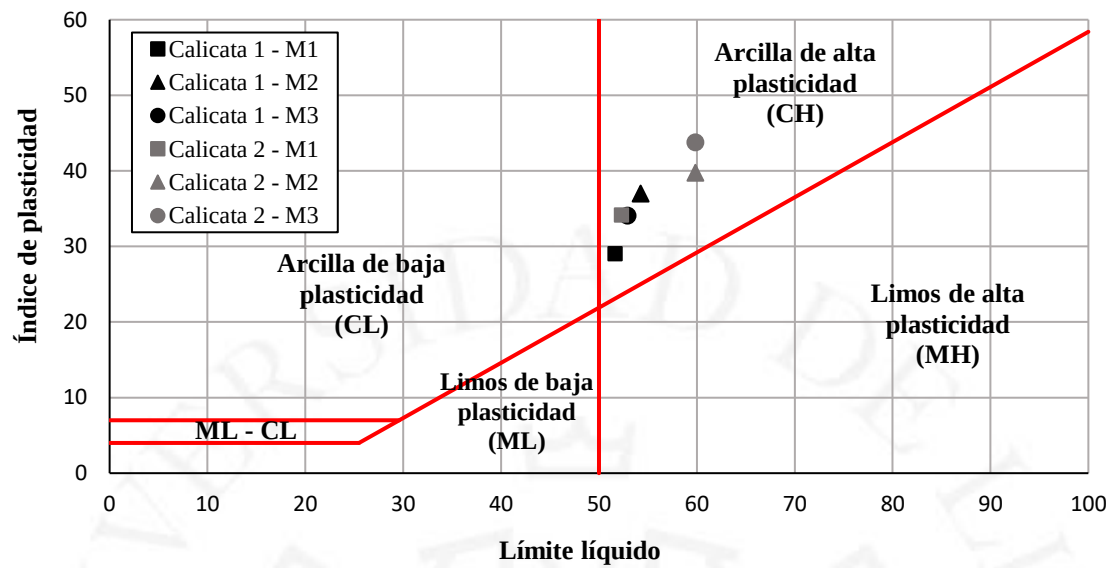


Figura 3. 6

Granulométrica por sedimentación.

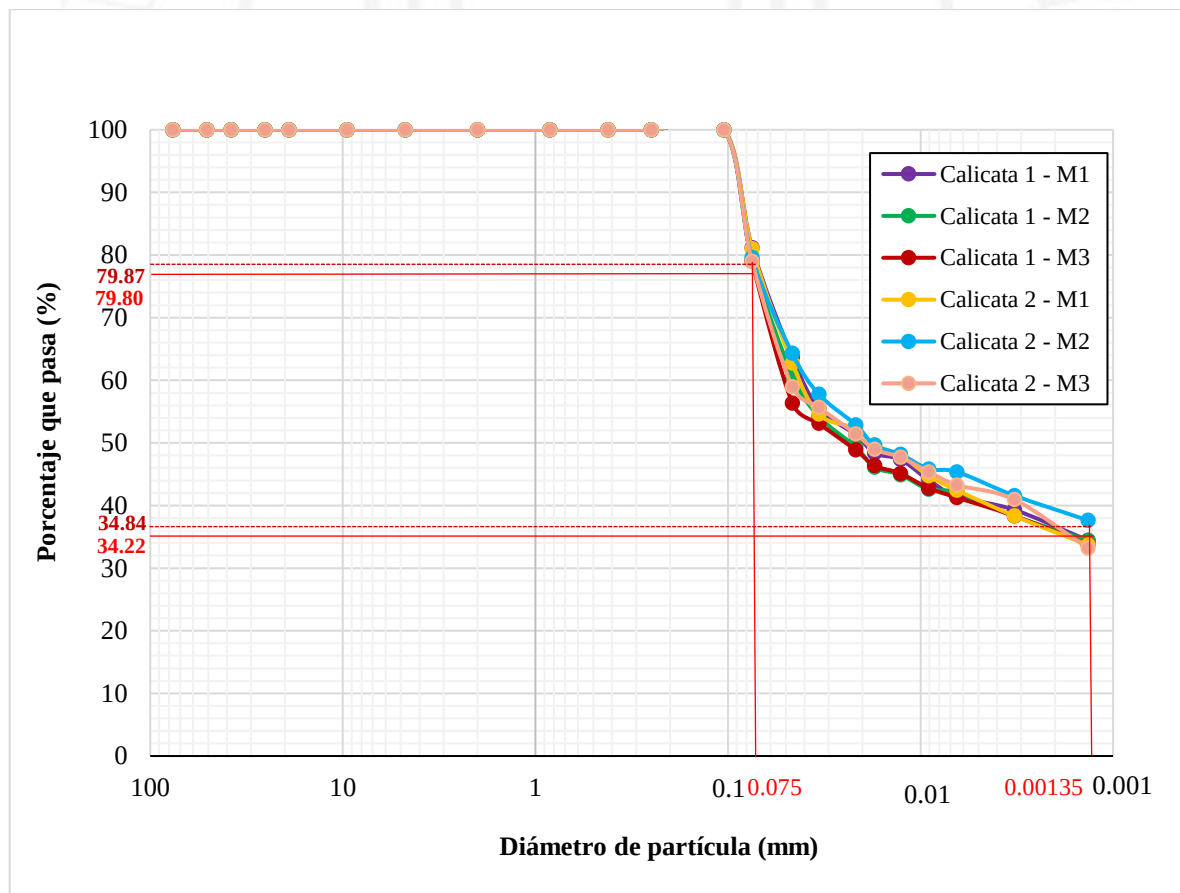
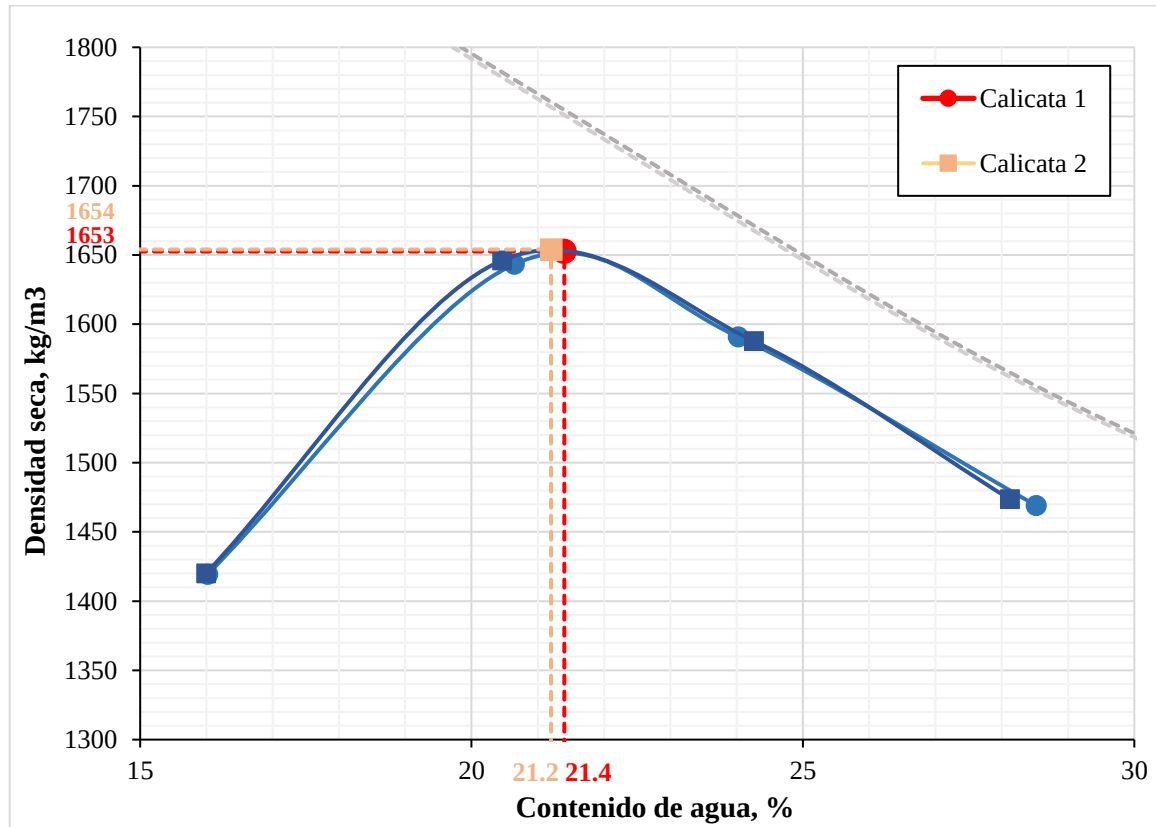


Figura 3. 7

Curva de compactación Proctor estándar.



En la Tabla 3.1 se muestra el resumen de las características de la arcilla de la ciudad de Pucallpa, la cual se obtiene de los ensayos de granulometría por sedimentación, límite de Atterberg, gravedad específica, peso específico con parafina, contenido de humedad y Proctor estándar.

Tabla 3. 1*Características de la arcilla de la ciudad de Pucallpa.*

Ensayo	Unidades	Calicata 1	Calicata 2
% Finos	%	79.80	79.87
% Arcilla	% < 2um	34.22	34.84
ASTM D 4318	LL	53	57
ASTM D 4318-05	IP	33	39
ASTM D 4319	LP	20	18
Gravedad específica	----	2.80	2.79
Peso específico con parafina	g/cm ³	1.99	1.97
Contenido de humedad (w)	%	20.67	20.65
Proctor estándar - Densidad máxima del suelo (DMS)	kg/m ³	1653	1654
Proctor estándar – Contenido humedad óptimo (OCH)	%	21.4	21.2

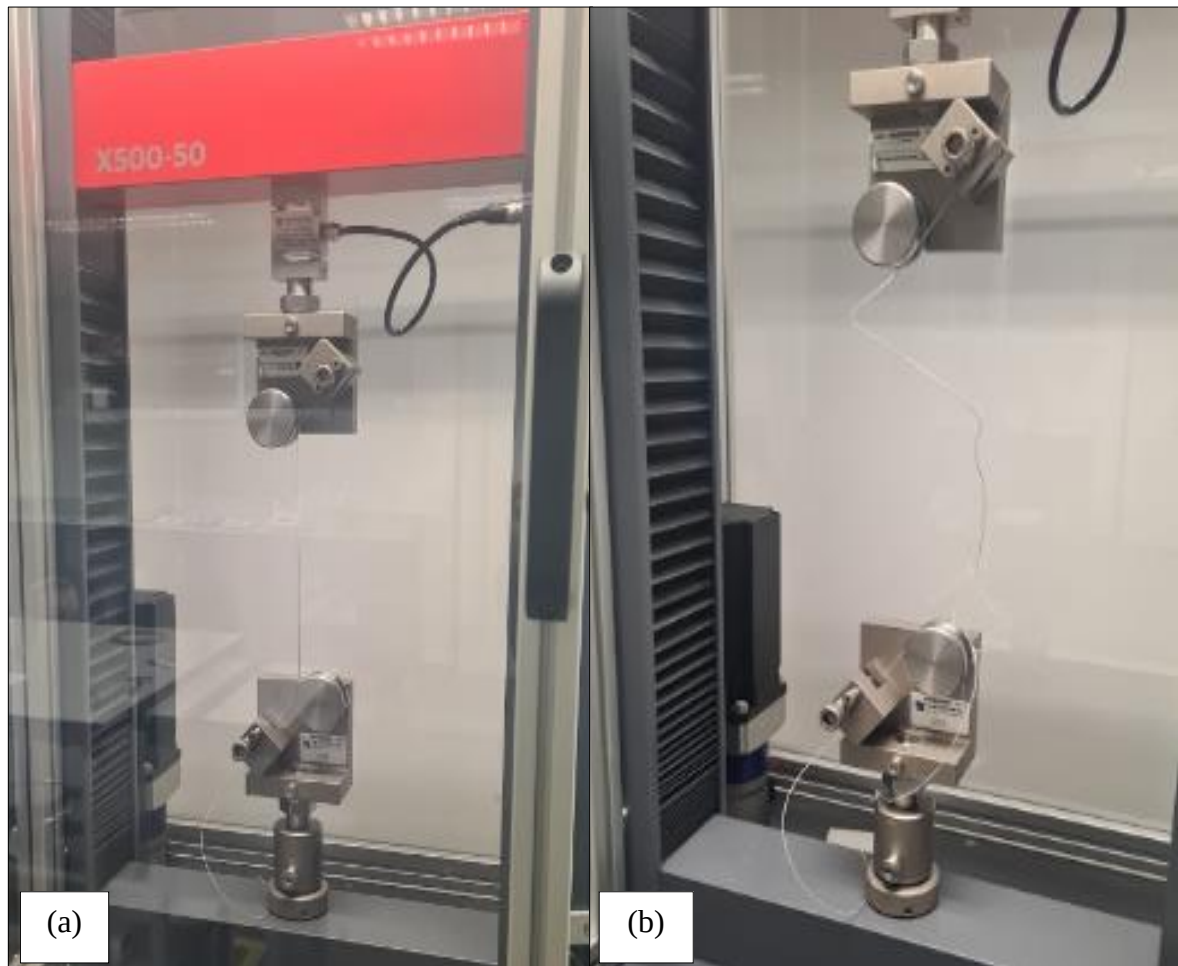
3.3.2. Características de la fibra de polipropileno

Leiva (2020) indica que las características más importantes de la fibra es que, al ser macro sintética (longitud mayor a 1”), son resistentes al impacto, reduce la fisuración, mejoran la resistencia a la compresión y tracción, y por ser de tipo físico, no interfieren con el proceso de hidratación de la mezcla.

Las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de polipropileno se determinan mediante el ensayo de tracción de fibras con ayuda de la prensa universal X500-50 que se muestra en la Figura 3.8. Aplicando la Norma DIN EN ISO 2062, los resultados se presentan mediante el diagrama de esfuerzo y desplazamiento, el cual contiene la información sobre la resistencia a la tensión final, la fuerza de rendimiento y la ductilidad de la fibra en condiciones de tracción uniaxial (Norma Española, 2010).

Figura 3. 8

(a) Colocación de la fibra en la prensa universal y (b) ensayo de tracción de la fibra.



Para el ensayo, se utilizan 20 fibras de polipropileno escogidas al azar, obtenidas de la empresa GEXIM, con longitud de 250 mm y 0.75 mm de diámetro. Asimismo, para elaborar las probetas de suelo arcilloso reforzado con fibras de polipropileno, se utilizan las fibras encontradas en el Laboratorio de Pavimentos de la Universidad de Lima, también provenientes de la empresa antes mencionada, con longitudes de 40 mm, 50 mm y 60 mm. En la Tabla 3.2, se evidencian los resultados, en el cual el esfuerzo pico mínimo es de 494.58 MPa con un desplazamiento de 40.93 mm; mientras que el esfuerzo pico máximo es de 574.49 MPa con un desplazamiento de 47.13 mm.

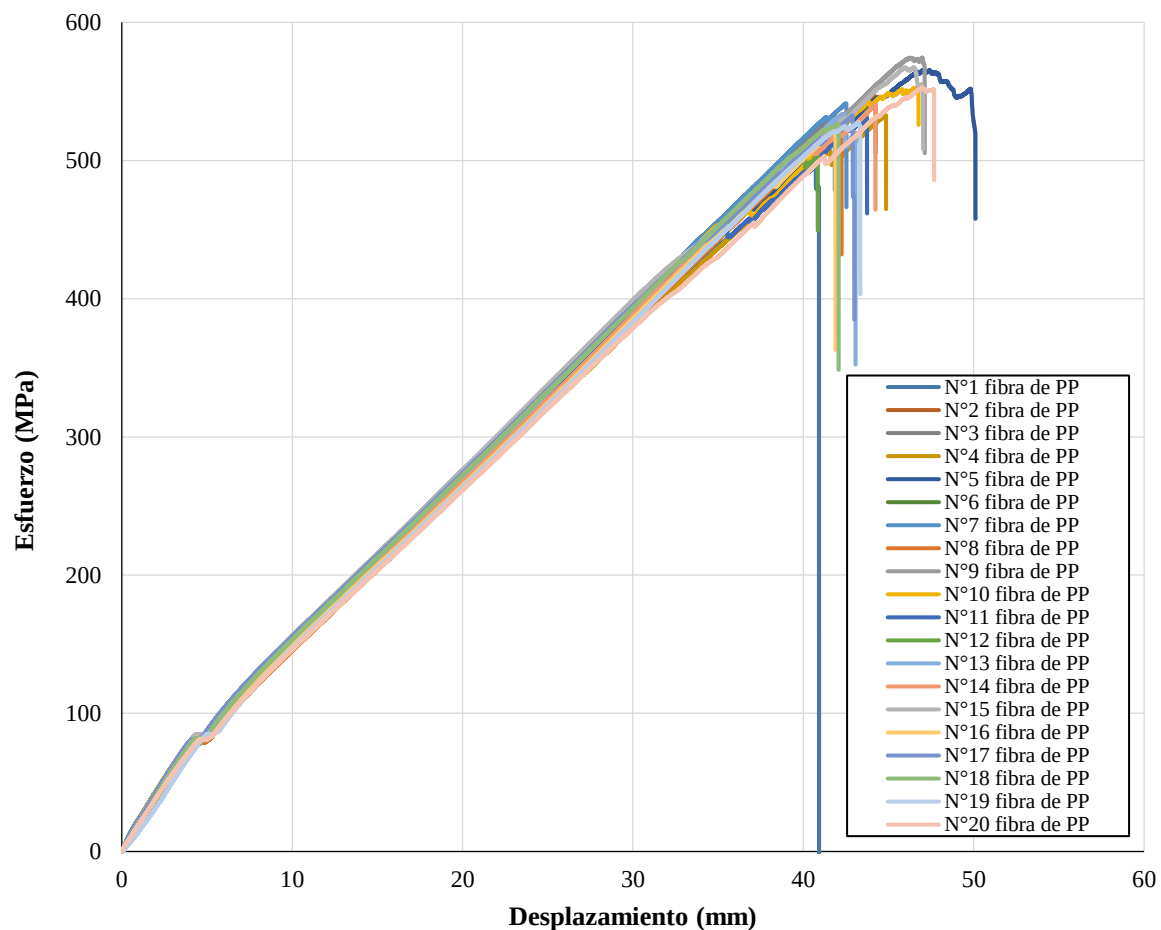
Tabla 3. 2*Resultados de las fibras de polipropileno en el ensayo de tracción.*

Muestra	Ø (mm)	Peso (g)	Esfuerzo pico (MPa)	Desplazamiento (mm)	Fuerza (N)
PP1	0.75	0.5419	494.583	40.9267	218.50
PP2	0.75	0.5524	546.418	44.2492	241.40
PP3	0.75	0.5588	532.384	41.8530	235.20
PP4	0.75	0.5597	532.837	44.8606	235.40
PP5	0.75	0.5513	565.432	50.1079	249.80
PP6	0.75	0.5612	544.833	43.7122	240.70
PP7	0.75	0.5596	541.212	42.5332	239.10
PP8	0.75	0.5471	527.178	42.2489	232.90
PP9	0.75	0.5638	574.486	47.1286	253.80
PP10	0.75	0.5483	552.756	46.7666	244.20
PP11	0.75	0.5414	530.347	43.7439	234.30
PP12	0.75	0.5465	503.863	40.8529	222.60
PP13	0.75	0.5477	533.742	43.0686	235.80
PP14	0.75	0.5471	540.306	44.2386	238.70
PP15	0.75	0.5378	567.469	47.0376	250.70
PP16	0.75	0.5468	521.972	41.8995	230.60
PP17	0.75	0.557	532.610	42.9982	235.30
PP18	0.75	0.5446	526.272	42.0766	232.50
PP19	0.75	0.5563	527.857	43.3466	233.20
PP20	0.75	0.5468	552.756	47.6816	244.20

El diagrama de esfuerzo y desplazamiento, como se aprecia en la Figura 3.9, presenta el esfuerzo máximo registrado para las veinte fibras ensayadas, que alcanza 574.486 MPa con un desplazamiento máximo de 50.1079 mm y la fuerza es 253.80 N. Para un estudio más detallado, se presentan otros gráficos en el Anexo B, donde se puede observar los datos de las veinte fibras ensayadas.

Figura 3. 9

Diagrama de esfuerzo y desplazamiento de las fibras de polipropileno en el ensayo de tracción.



La Tabla 3.3 resume los valores de las propiedades de las fibras de polipropileno obtenidas de la prensa universal X500-50 del ensayo de tracción.

Tabla 3. 3

Propiedades de las fibras de polipropileno.

Propiedades - Fibras de polipropileno			Valores
Físicas	Longitud de fibra	250	mm
	Espesor de fibra	0.75	mm
Mecánicas	Módulo de elasticidad	3040	MPa
	Resistencia a la rotura	526	MPa

3.4. Preparación de las probetas

Se realiza la preparación de las probetas según el procedimiento recomendado por la norma AASHTO T-307 para materiales de subrasante.

El suelo arcilloso se seca en un horno manteniendo una temperatura estable de 110 °C durante un lapso de 24 horas. Luego, el material se tritura meticulosamente con un martillo de goma y se tamiza mediante una malla N°8. Para calcular la densidad húmeda, que resultó en 2 g/cm³ en ambas calicatas, se emplearon datos anteriores del ensayo de Proctor estándar, tales como la densidad máxima seca (1.652 g/cm³ en promedio) y el contenido de humedad óptimo (21.30% en promedio).

Después, se elaboraron 60 probetas en la máquina del compactador giratorio. El molde utilizado tiene un diámetro de 10 cm, una altura de 20 cm, un área de 78.5 cm² y un volumen de 1570.8 cm³. Para elaborar las pruebas, se determinó el peso del suelo húmedo, en función del volumen del molde y la densidad húmeda; el peso del suelo seco; la cantidad de agua y fibra requerida. Se añadió un 15.3% al peso del suelo seco (Ps) para lograr el contenido de humedad inicial, los cuales se describen en la Tabla 3.4.

La mezcla correspondiente a cada probeta se colocó en el compactador giratorio en tres capas. Una vez finalizado este proceso, las probetas se almacenaron en una cámara de humedad durante tres días. En la Figura 3.10 se puede apreciar las probetas que contienen 0.25%, 0.5% y 1.0% de fibras de polipropileno.

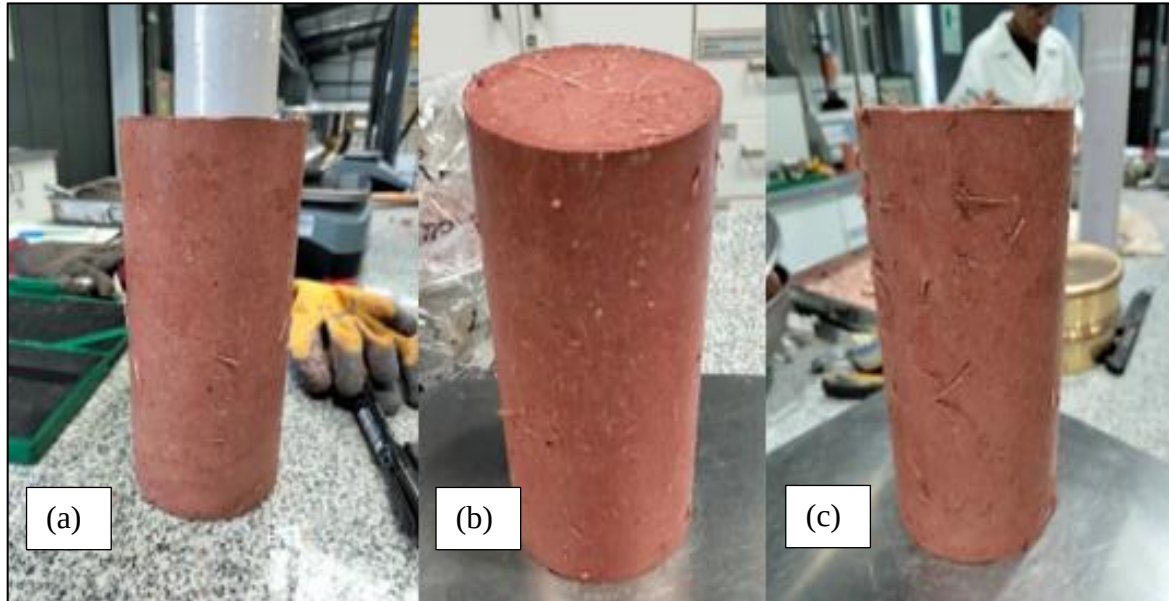
Tabla 3. 4

Pesos de los materiales a utilizar para la realización de las probetas en el compactador giratorio de la calicata 1 (C1) y calicata 2 (C2).

Materiales	Valores
Peso de suelo húmedo (Ph)	3570 g
Peso de suelo seco (Ps)	3000 g
Agua	570 g
Fibra del PP 0.25%	7.5 g
Fibra del PP 0.5%	15 g

Figura 3. 10

(a) Probeta de suelo arcilloso con 0.25% de fibra, (b) probeta de suelo arcilloso con 0.5% de fibra y (c) probeta de suelo arcilloso con 1% de fibra.



3.5. Ensayo de módulo resiliente del suelo arcilloso

Las probetas, tras permanecer durante tres días en la cámara de humedad, se colocaron en el equipo universal de ensayo dinámico Controls UTM-30. Para ello, cada probeta se cubrió con una membrana, se ensambló en la cámara triaxial, y se instaló el pistón de carga junto con los medidores de presión y desplazamiento, tal como se ilustra en la Figura 3.11. Posteriormente, las probetas son ensayadas en una máquina de compresión uniaxial, en donde la velocidad con la que se aplica la carga es de 1 mm por minuto, como se observa en la Figura 3.12. Este proceso permitió obtener datos sobre la resistencia a la rotura (UCS). Durante el ensayo, los desplazamientos verticales se registraron en función del tiempo, manteniendo la velocidad de carga mencionada.

Figura 3. 11

(a) Colocación de la probeta, (b) instalación de la membrada en la probeta, (c) ensamblaje en la camara triaxial y (d) colocación de pistones para iniciar el ensayo.

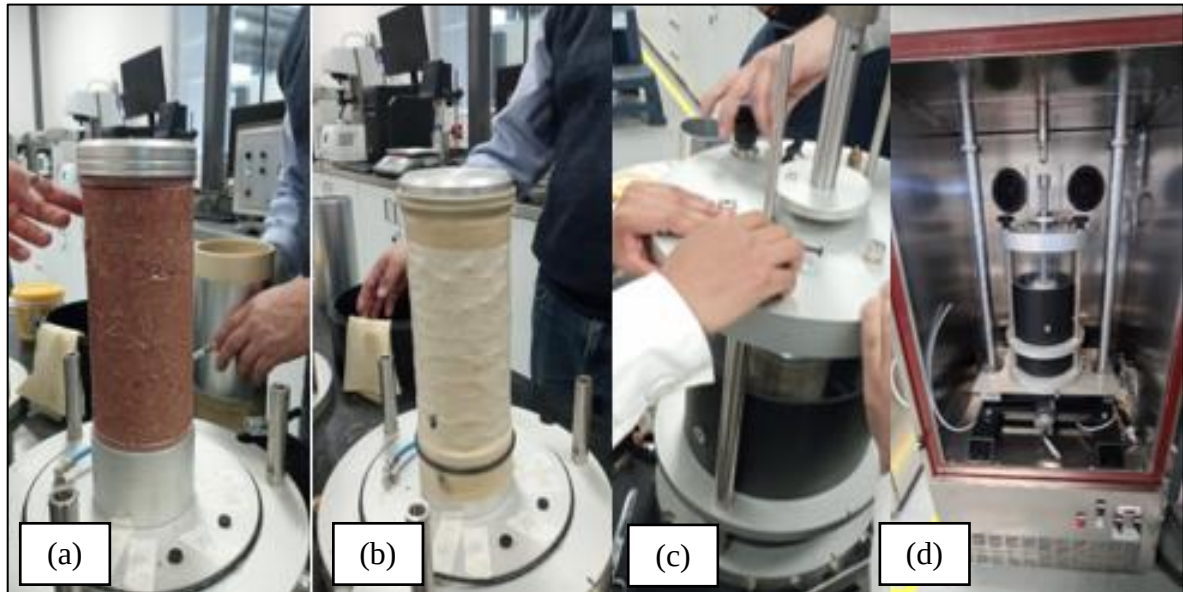
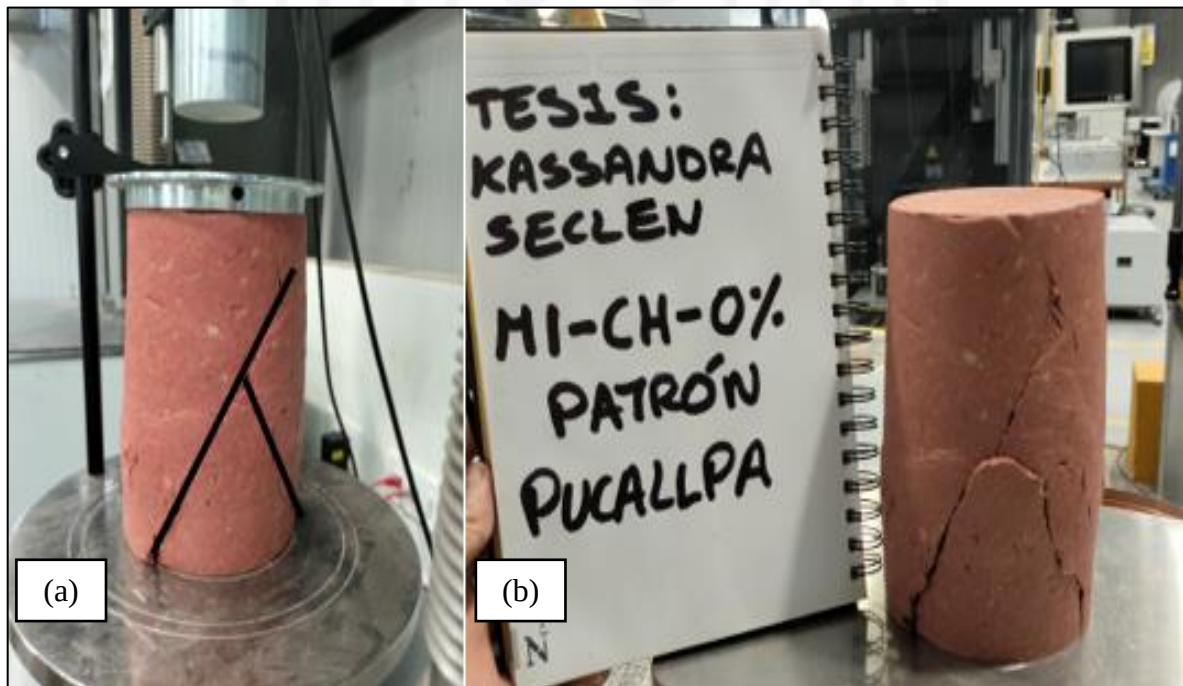


Figura 3. 12

(a) Ensayo de compresión no confinada y (b) falla del ensayo de compresión no confinada.



Capítulo 4: Resultados y análisis

4.1. Introducción

En este capítulo, se exponen los resultados de los ensayos de compresión no confinada (UCS), módulo resiliente (M_r) y la comparación entre los valores de módulo resiliente obtenidos en el laboratorio y la fórmula matemática de Hossain y Kim.

El ensayo de compresión no confinada se llevó a cabo para evaluar la resistencia máxima del suelo arcilloso reforzado con fibras de polipropileno. De igual manera, se realizó el ensayo de módulo resiliente con el fin de analizar la capacidad del suelo para almacenar energía sin sufrir deformaciones permanentes al incluir las fibras. Por último, se compararon los resultados del módulo resiliente obtenidos en el laboratorio con los valores derivados de la fórmula matemática mencionada. Además, se efectuó un análisis estadístico (ANOVA) para examinar la relación entre los datos de la UCS y el módulo resiliente con el refuerzo de polipropileno, con el objetivo de determinar la eficacia de este refuerzo.

4.2. Compresión no confinada

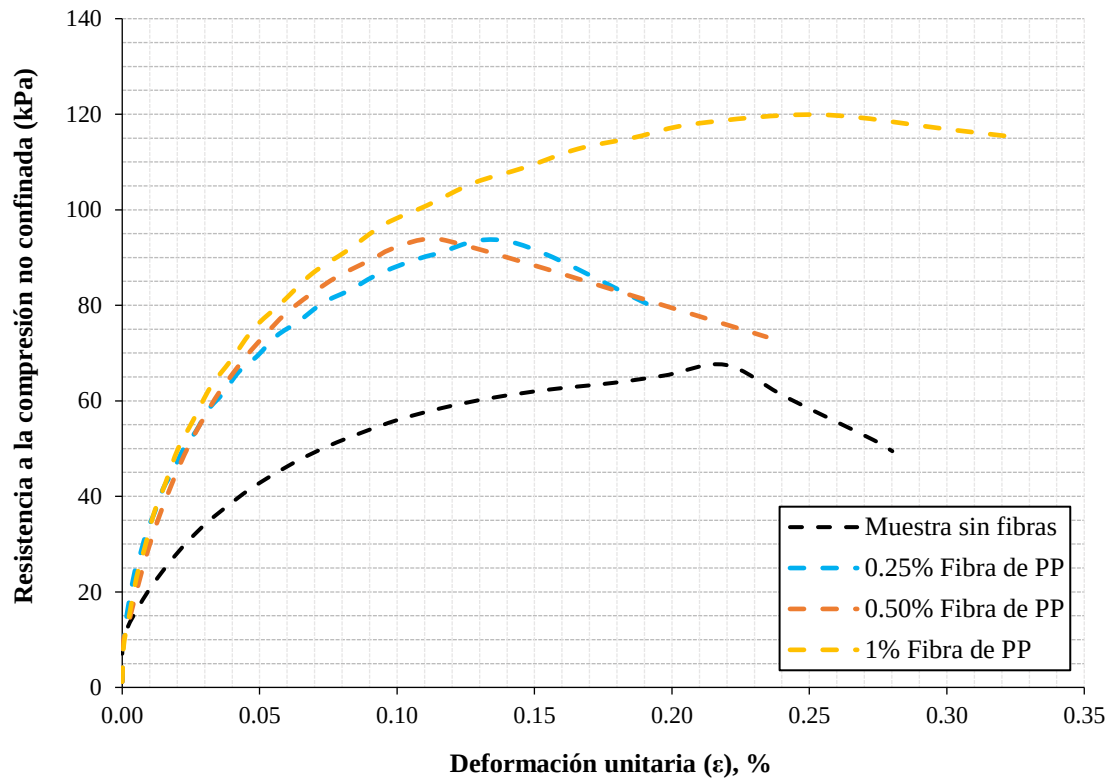
Para el ensayo de compresión no confinada o simple, se empleó una máquina de compresión uniaxial, aplicando la carga a una velocidad invariable de 1 mm por minuto. Durante el ensayo, los desplazamientos verticales se midieron en función del tiempo (en segundos) y la velocidad de carga mencionada. A continuación, se presentan las gráficas que muestran los resultados del ensayo, en donde se observa que la adición de fibras al suelo arcilloso de Pucallpa incrementa su resistencia a la compresión no confinada (UCS). Para un estudio más exhaustivo, se incluyen tablas adicionales en el Anexo D, las cuales contienen todos los datos recopilados de cada muestra ensayada.

En la Figura 4.1, para la calicata 1, se observa que, al incluir 0.25% de fibra de 40 mm de longitud, la resistencia a la UCS mejora en el orden 38% (93.19 kPa) con respecto al suelo sin refuerzo (67.52 kPa); con 0.5% de fibra se logra una mejora del orden 39% (93.58

kPa) y con 1% de fibra el suelo muestra una mejora del orden 78% (119.91 kPa), en este último caso se observa un desplazamiento (0.25 mm) mayor.

Figura 4.1

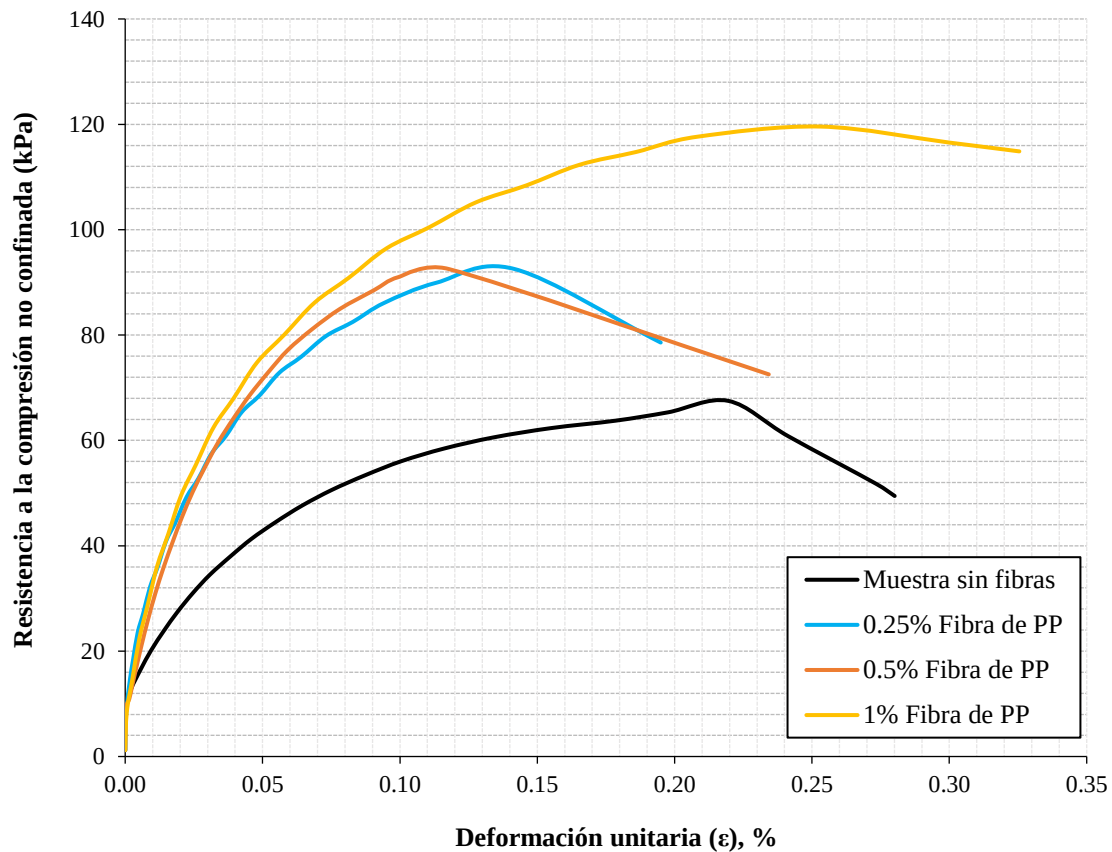
UCS para fibras de PP de 40 mm en la calicata 1.



En la Figura 4.2, para la calicata 2, se observa que, al incluir 0.25% de fibra de 40 mm de longitud, la resistencia a la UCS mejora en el orden 38% (92.52 kPa) con respecto al suelo sin refuerzo (66.93 kPa); con 0.5% de fibra se logra una mejora del orden 39% (92.54 kPa) y con 1% de fibra el suelo muestra una mejora del orden 79% (119.91 kPa), en este último caso se observa un desplazamiento (0.25 mm) mayor.

Figura 4.2

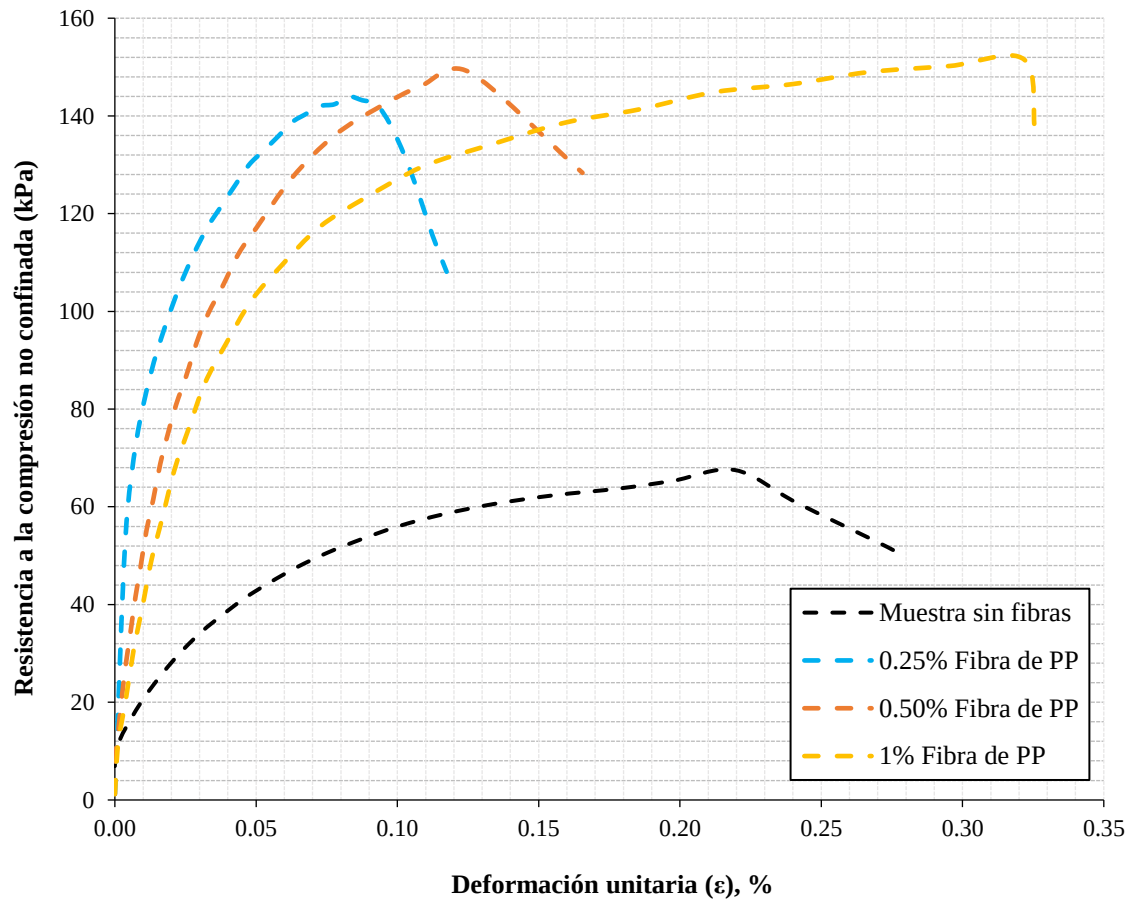
UCS para fibras de PP de 40 mm en la calicata 2.



En la Figura 4.3, para la calicata 1, se observa que, al incluir 0.25% de fibra de 50 mm de longitud, la resistencia a la UCS mejora en el orden 113% (143.98 kPa) con respecto al suelo sin refuerzo (67.52 kPa); con 0.5% de fibra se logra una mejora del orden 121% (148.98 kPa) y con 1% de fibra el suelo muestra una mejora del orden 124% (151.54 kPa), en este último caso se observa un desplazamiento (0.32 mm) mayor. Nuevamente los resultados confirman que la UCS aumenta cuando se incrementa el contenido de fibra.

Figura 4.3

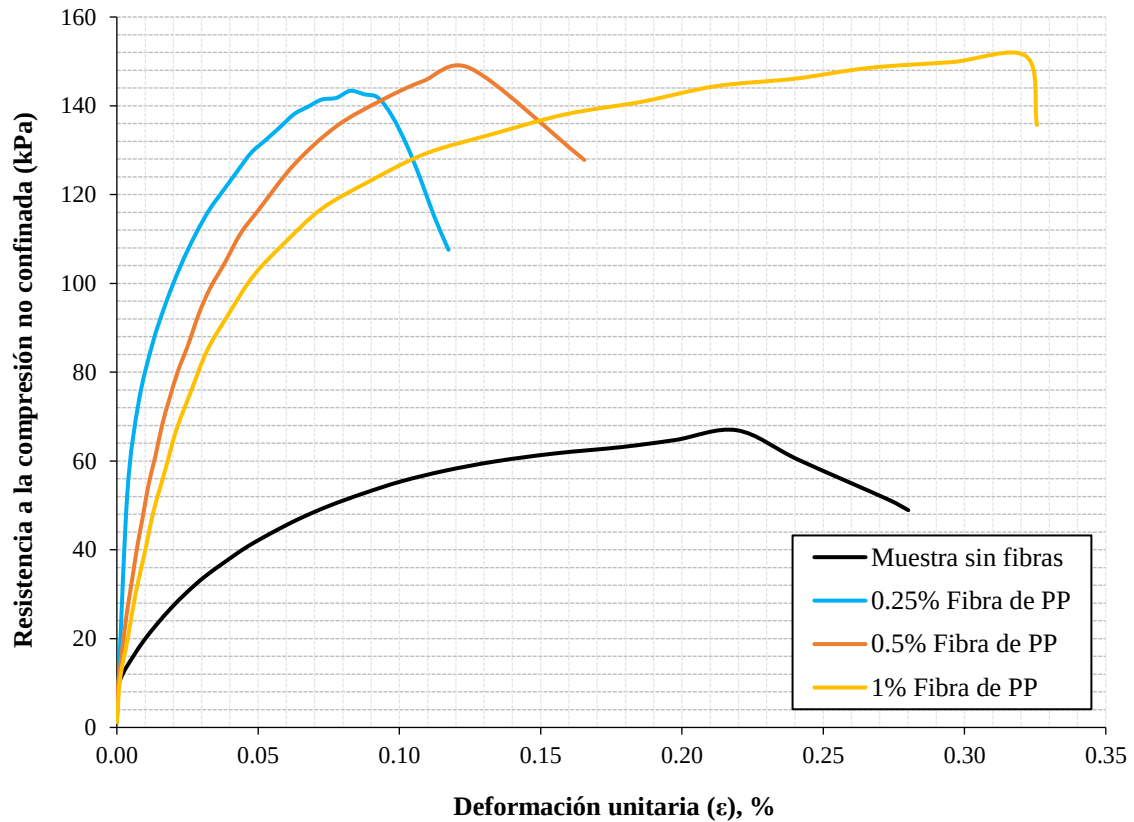
UCS para fibras de PP de 50 mm en la calicata 1.



En la Figura 4.4, para la calicata 2, se observa que, al incluir 0.25% de fibra de 50 mm de longitud, la resistencia a la UCS mejora en el orden 114% (143.37 kPa) con respecto al suelo sin refuerzo (66.93 kPa); con 0.5% de fibra se logra una mejora del orden 122% (148.39 kPa) y con 1% de fibra el suelo muestra una mejora del orden 126% (151.17 kPa), en este último caso se observa un desplazamiento (0.32 mm) mayor. Nuevamente los resultados confirman que la UCS aumenta cuando se incrementa el contenido de fibra.

Figura 4.4

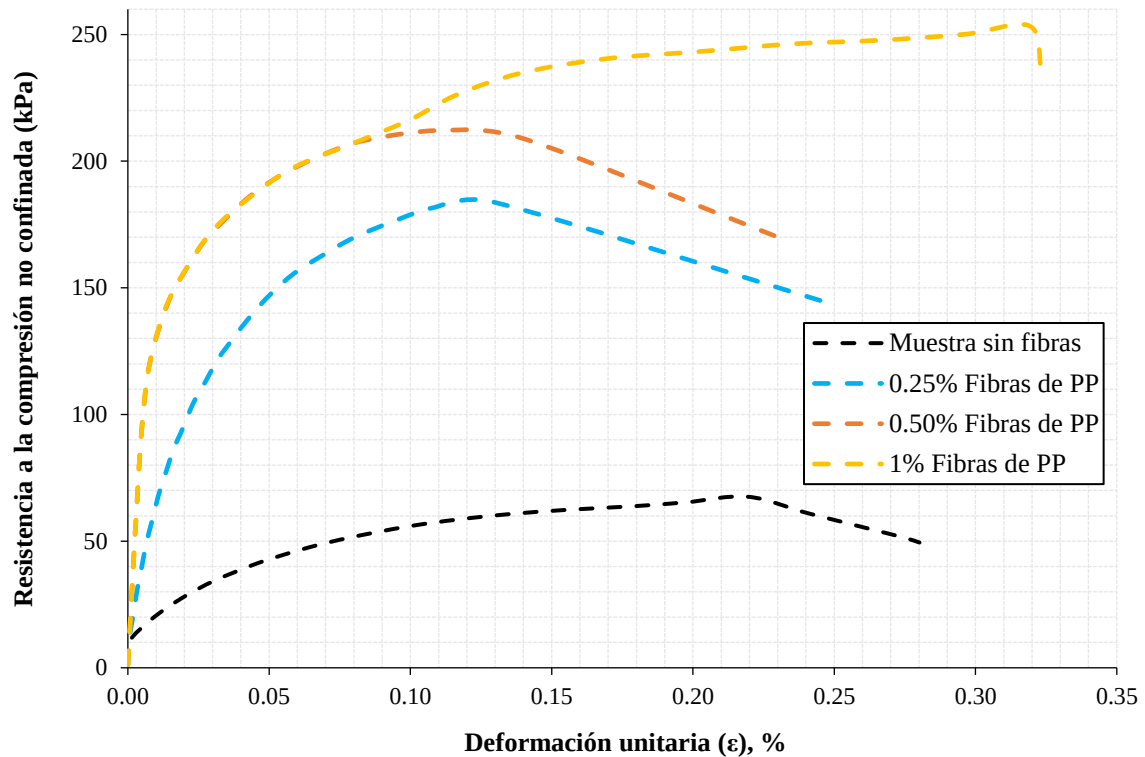
UCS para fibras de PP de 50 mm en la calicata 2.



En la Figura 4.5 se observa que, al incluir 0.25% de fibra de 60 mm de longitud, la resistencia a la UCS mejora en el orden 173% (184.01 kPa) con respecto al suelo sin refuerzo (67.52 kPa); con 0.5% de fibra se logra una mejora del orden 214% (212.23 kPa) y con 1% de fibra el suelo muestra una mejora del orden 275% (253.32 kPa), en este último caso se observa un desplazamiento (0.32 mm) mayor. Del mismo modo, los resultados confirman que la UCS aumenta en la medida que se incrementa el contenido de fibra.

Figura 4.5

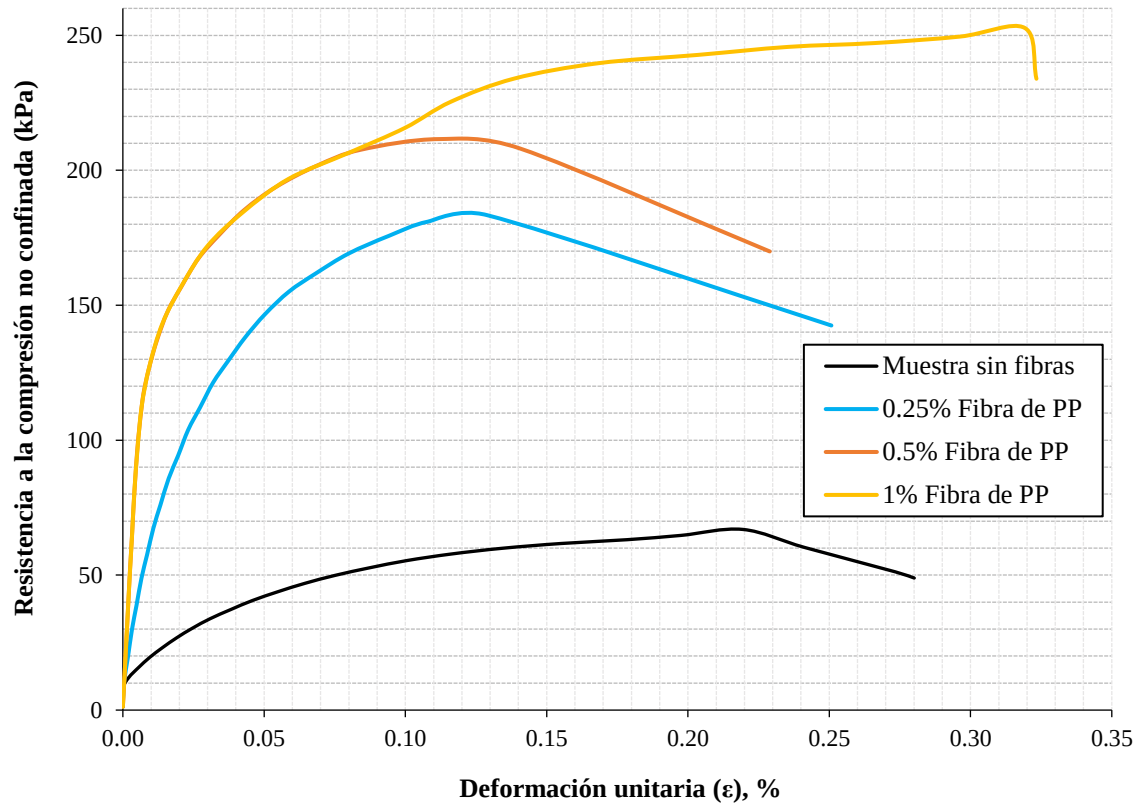
UCS para fibras de PP de 60 mm en la calicata 1.



En la Figura 4.6 se observa que, al incluir 0.25% de fibra de 60 mm de longitud, la resistencia a la UCS mejora en el orden 174% (183.39 kPa) con respecto al suelo sin refuerzo (67.52 kPa); con 0.5% de fibra se logra una mejora del orden 216% (211.57 kPa) y con 1% de fibra el suelo muestra una mejora del orden 278% (252.75 kPa), en este último caso se observa un desplazamiento (0.32 mm) mayor. Del mismo modo, los resultados confirman que la UCS aumenta en la medida que se incrementa el contenido de fibra.

Figura 4.6

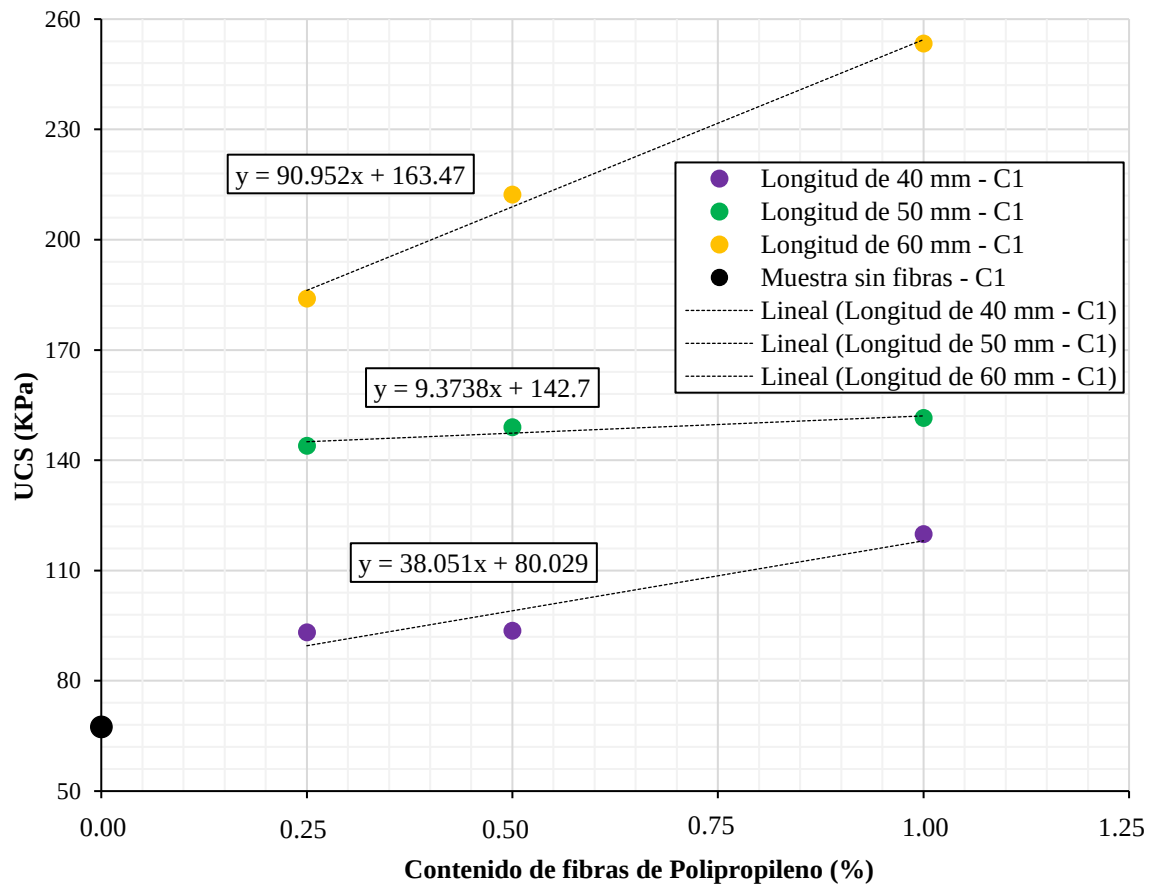
UCS para fibras de PP de 60 mm en la calicata 2.



Por otro lado, en la calicata 1, sin importar la longitud de las fibras, se observa en la Figura 4.7 que el aumento de la resistencia UCS sigue una tendencia lineal, definido por la ecuación: $UCS = a * (\% \text{ fibra}) + b$. Los parámetros de ajuste de esta ecuación varían para cada longitud de fibra ($a = 38.051$ y $b = 80.029$ para $L = 40$ mm; $a = 9.3738$ y $b = 142.7$ para $L = 50$ mm; $a = 90.952$ y $b = 163.47$ para $L = 60$ mm). Los incrementos máximos de la resistencia UCS, con relación a la muestra sin fibra (67.52 kPa), se observa con 1% de fibra y alcanza valores del orden de 275% (253.32 kPa), 124% (151.54 kPa) y 78% (119.91 kPa) cuando la longitud de la fibra es de 60, 50 y 40mm, respectivamente. La figura muestra que la resistencia UCS incrementa cuando se aumenta el porcentaje de fibras de polipropileno (0.25%, 0.5% y 1%) y la longitud de estas (40mm, 50mm y 60mm).

Figura 4.7

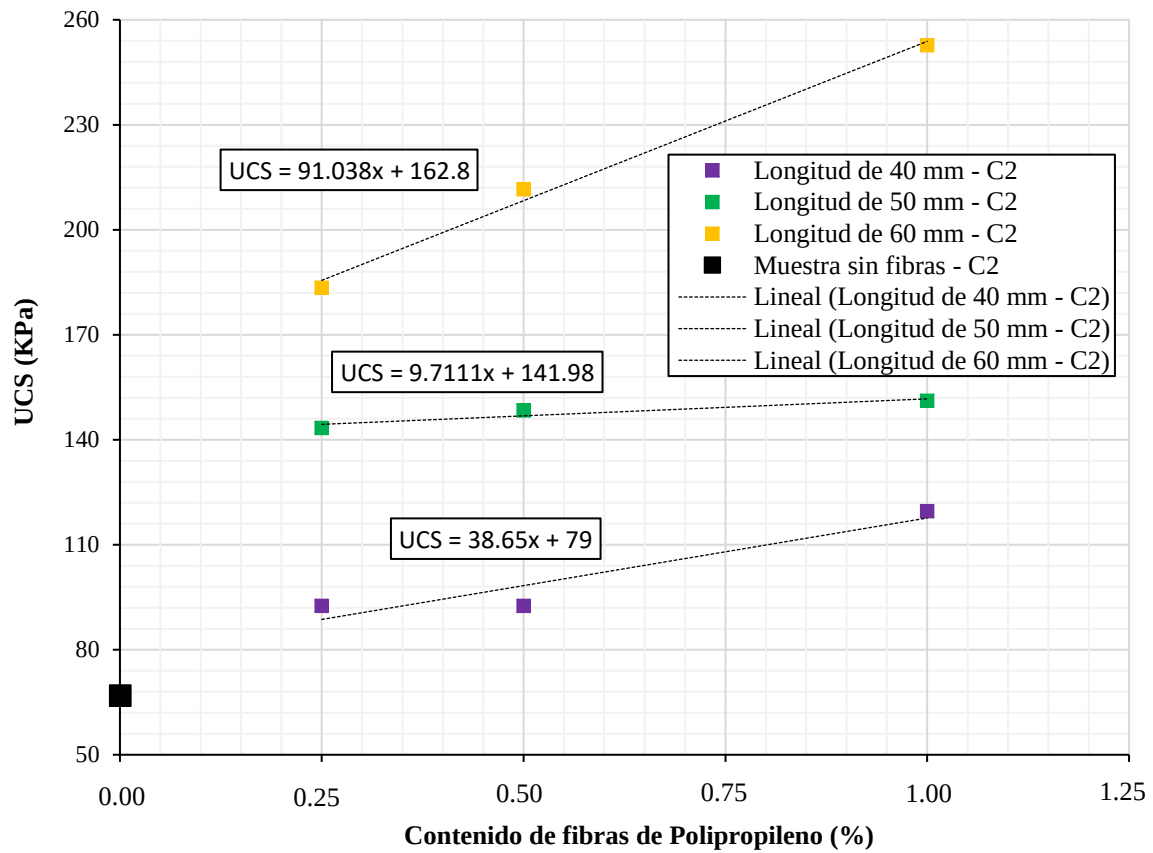
UCS vs contenido de fibras en la calicata 1.



Del mismo modo, en la calicata 2, sin importar la longitud de las fibras, se observa en la Figura 4.8 que el aumento de la resistencia UCS sigue una tendencia lineal, definido por la ecuación: $UCS = a * (\%fibra) + b$. Los parámetros de ajuste de esta ecuación varían para cada longitud de fibra ($a = 38.65$ y $b = 79$ para $L = 40$ mm; $a = 9.7111$ y $b = 141.98$ para $L = 50$ mm; $a = 91.038$ y $b = 162.8$ para $L = 60$ mm). Los incrementos máximos de la resistencia UCS, con relación a la muestra sin fibra (66.93 kPa), se observa con 1% de fibra y alcanza valores del orden de 278% (252.75 kPa), 126% (151.17 kPa) y 79% (119.58 kPa) cuando la longitud de la fibra es de 60, 50 y 40 mm, respectivamente. Kumar et al. (2006) en su investigación, también, demostraron que la resistencia UCS se incrementa con el aumento del porcentaje de fibras. Además, cuando la cantidad de fibras es constante, la resistencia UCS mejora al aumentar la longitud de fibras.

Figura 4.8

UCS vs contenido de fibras en la calicata 2.



Esta mejora en las propiedades del suelo se debe a que, cuando se somete a esfuerzos de compresión, las partículas del suelo arcilloso tienden a reorganizarse y rotar. Sin embargo, la presencia de fibras limita este movimiento, lo que demuestra que un mayor porcentaje de fibras de polipropileno incrementa la resistencia del suelo, ya que las partículas del suelo se entrelazan con las fibras, permitiendo una mejor distribución y transferencia de las cargas a través de esfuerzos de tracción. Además, la incorporación de fibras reduce la contracción del material bajo cargas normales (Arrelucé & Solís, 2021).

4.3. Módulo resiliente

Se realizaron ensayos para determinar el módulo de resiliencia, conforme al procedimiento recomendado por la norma AASHTO T-307 para materiales de subrasante. Se prepararon un total de 60 especímenes de ensayo, probando diferentes longitudes de fibra

(40 mm, 50 mm y 60 mm), para cada longitud se ha variado el porcentaje de fibras en 0.25%, 0.5% y 1%. Se ensayó seis muestras de cada porcentaje y longitud de fibra de polipropileno (PP), tres muestras corresponden a la calicata 1 y las otras tres muestras pertenecen a la calicata 2. Para un estudio más detallado, se presentan otras tablas en el Anexo C, donde se puede observar todos los datos de cada muestra ensayada.

4.3.1. Efecto del esfuerzo axial cíclico

La Figura 4.9 muestra los resultados del módulo resiliente de la calicata 1 en función del esfuerzo axial cíclico aplicado (12.2, 24.7, 37.1, 49.6 y 61.8 kPa) y la Figura 4.10 presenta los datos de la calicata 2, bajo diversas combinaciones de presión de confinamiento (41.4, 27.6 y 13.8 kPa) para fibras de 40 mm de longitud. En ambas figuras se puede observar que el módulo resiliente disminuye a medida que aumenta el esfuerzo axial cíclico.

Figura 4.9

Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 40 mm de longitud y presión de confinamiento en la calicata 1.

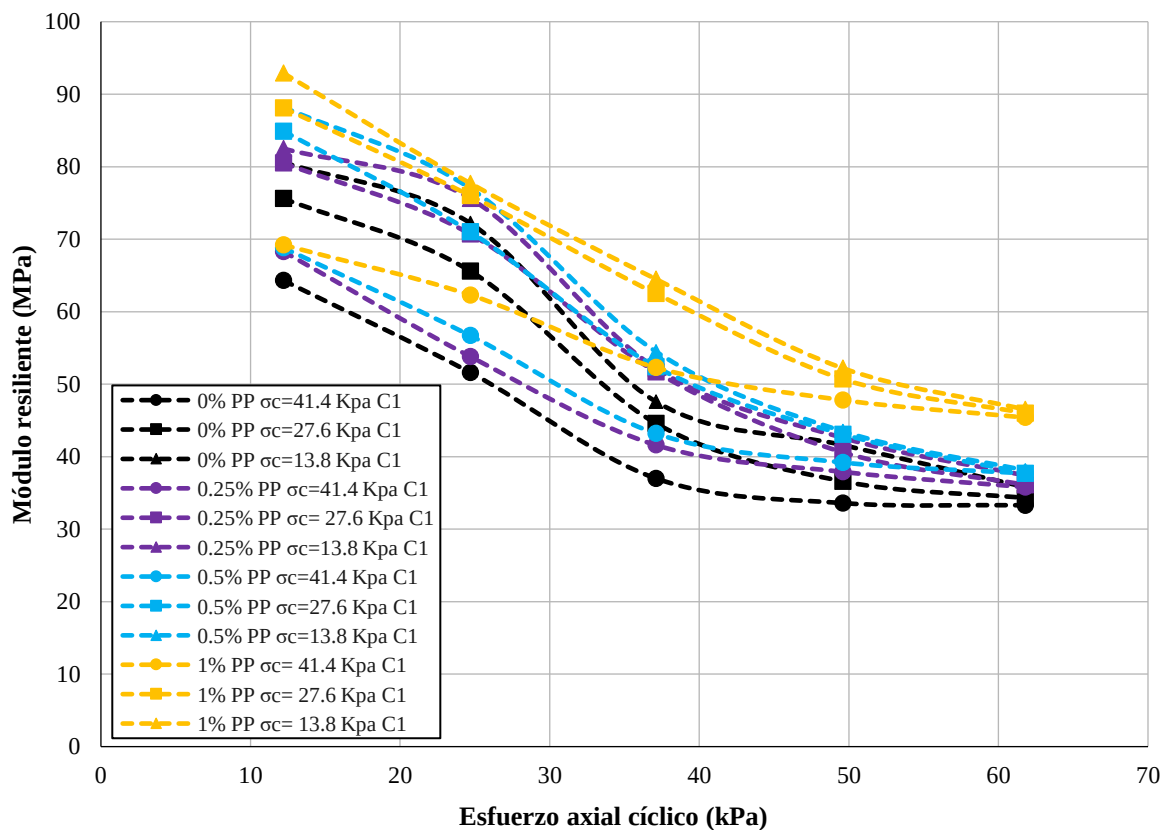
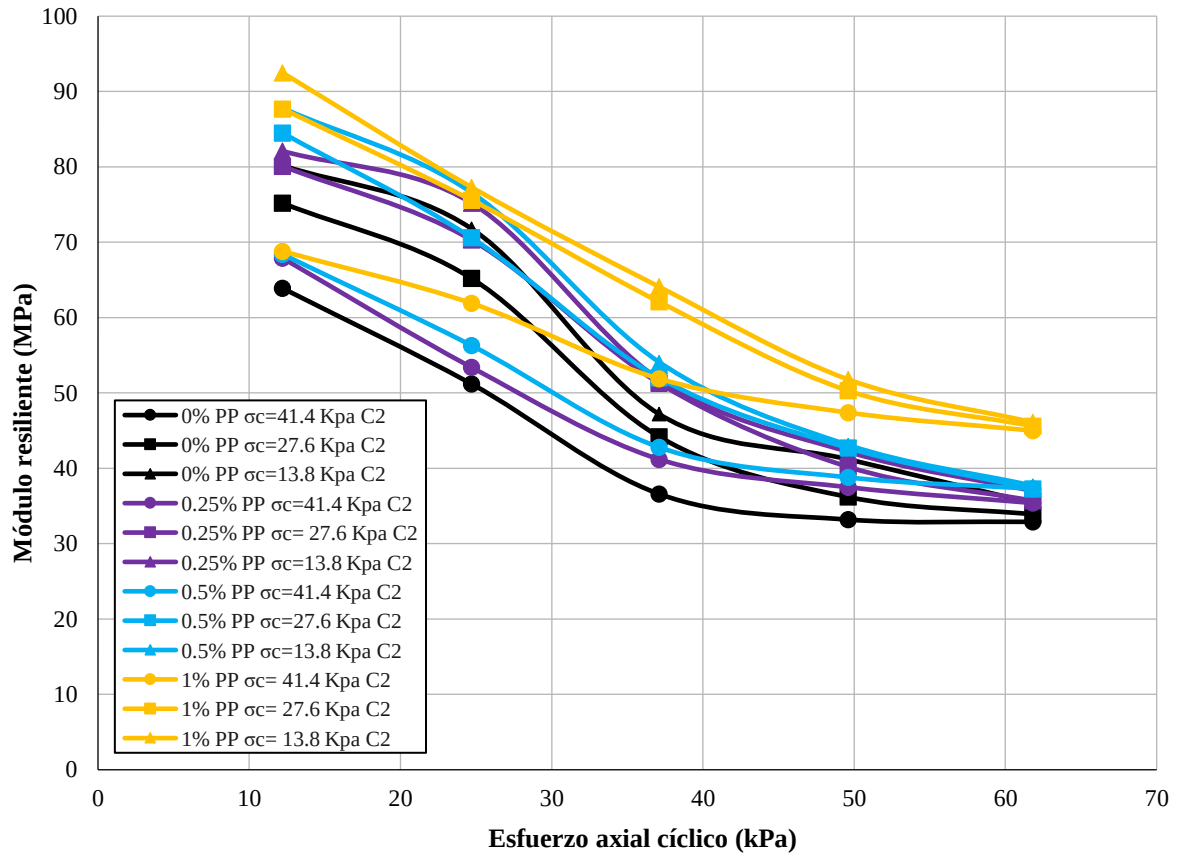


Figura 4. 10

Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 40 mm de longitud y presión de confinamiento en la calicata 2.



La Figura 4.11 muestra los resultados del módulo resiliente de la calicata 1 en función del esfuerzo axial cíclico aplicado (12.2, 24.7, 37.1, 49.6 y 61.8 kPa) y la Figura 4.12 presenta los datos de la calicata 2, bajo diversas combinaciones de presión de confinamiento (41.4, 27.6 y 13.8 kPa) para fibras de 50 mm de longitud. Del mismo modo, en ambas figuras se puede observar que el módulo resiliente disminuye a medida que aumenta el esfuerzo axial cíclico.

Figura 4. 11

Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 50 mm de longitud y presión de confinamiento en la calicata 1.

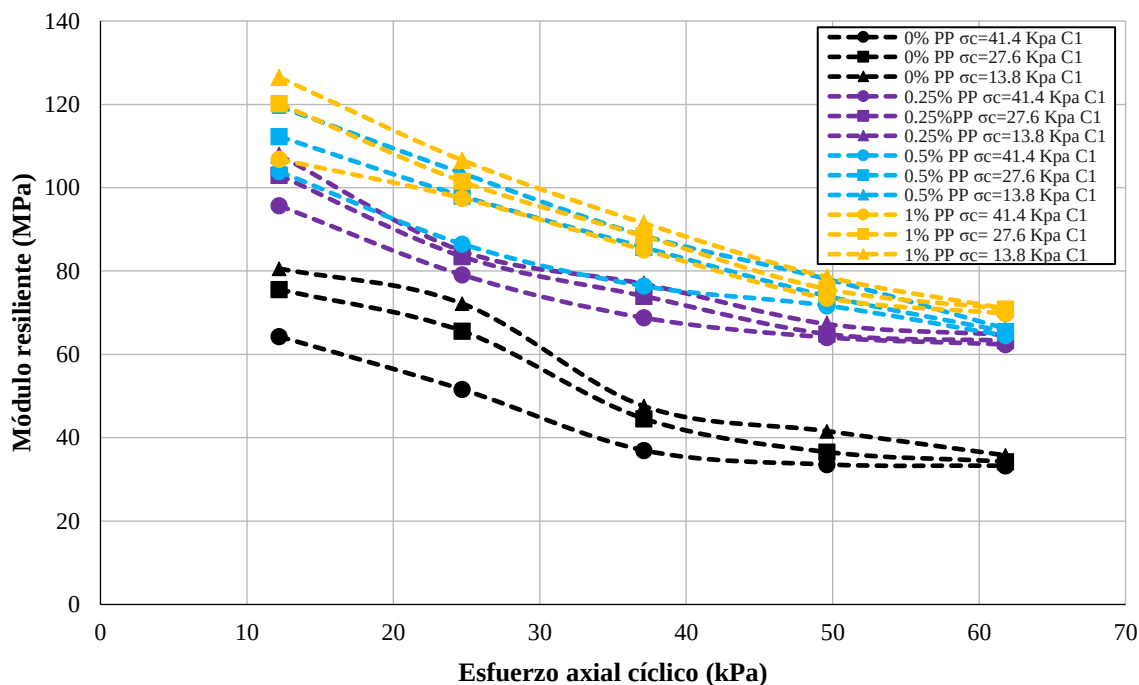
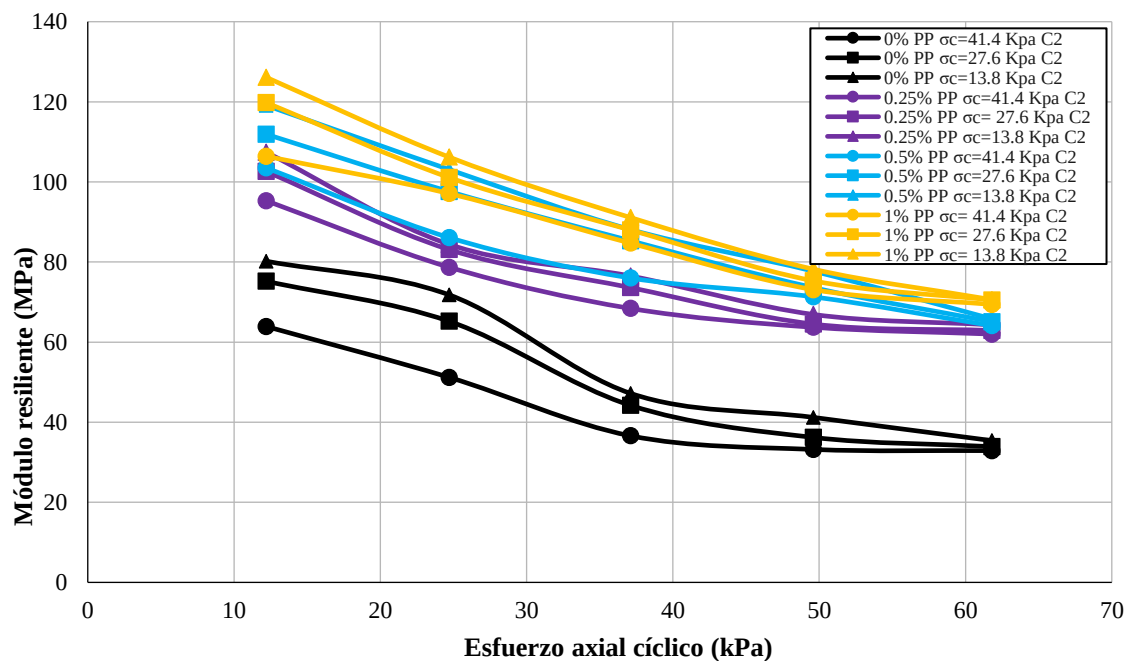


Figura 4. 12

Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 50 mm de longitud y presión de confinamiento en la calicata 2.



La Figura 4.13 muestra los resultados del módulo resiliente de la calicata 1 en función del esfuerzo axial cíclico aplicado (12.2, 24.7, 37.1, 49.6 y 61.8 kPa) y la Figura 4.14 presenta los datos de la calicata 2, bajo diversas combinaciones de presión de confinamiento (41.4, 27.6 y 13.8 kPa) para fibras de 60 mm de longitud. De la misma forma, en ambas figuras se puede observar que el módulo resiliente disminuye a medida que aumenta el esfuerzo axial cíclico.

Esta reacción indica que las muestras se densifican, ganan resistencia y rigidez en la medida que el suelo es sometido a los ciclos de carga.

Figura 4. 13

Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 60 mm de longitud y la presión de confinamiento en la calicata 1.

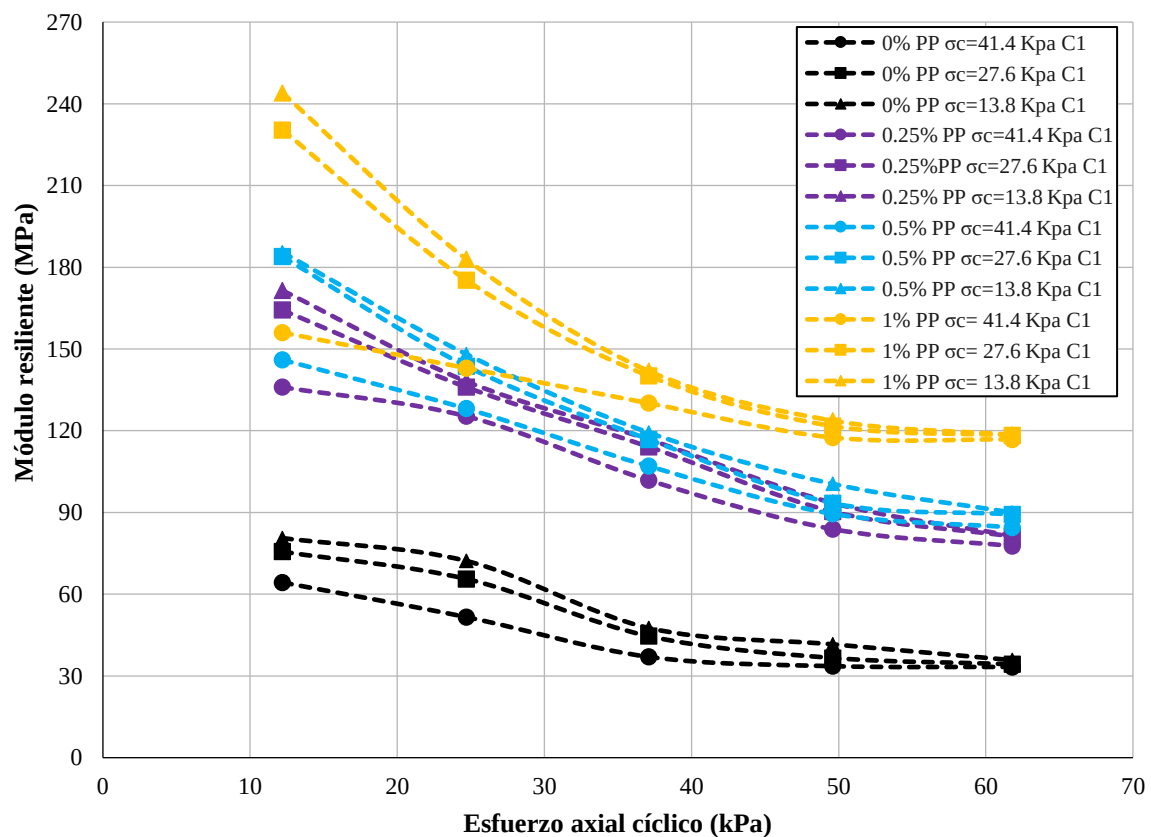
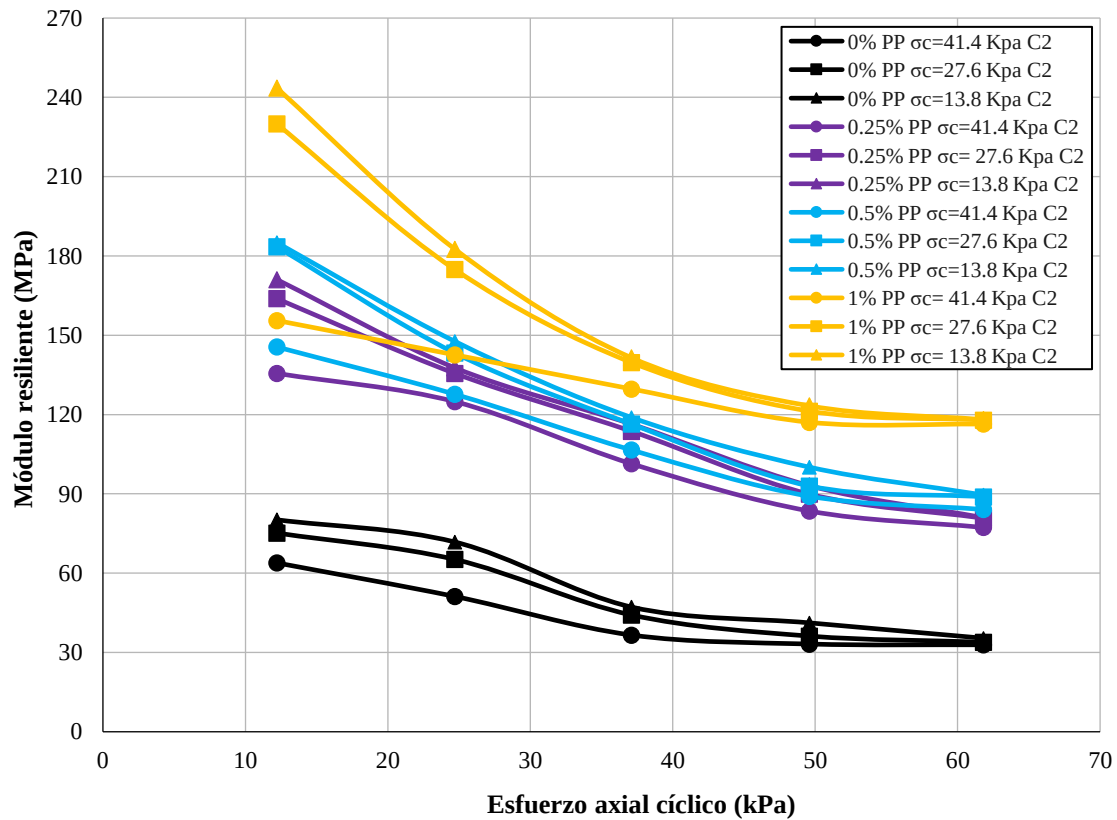


Figura 4. 14

Módulo resiliente vs esfuerzo axial cíclico bajo distintos porcentajes de fibra de PP de 60 mm de longitud y la presión de confinamiento en la calicata 2.



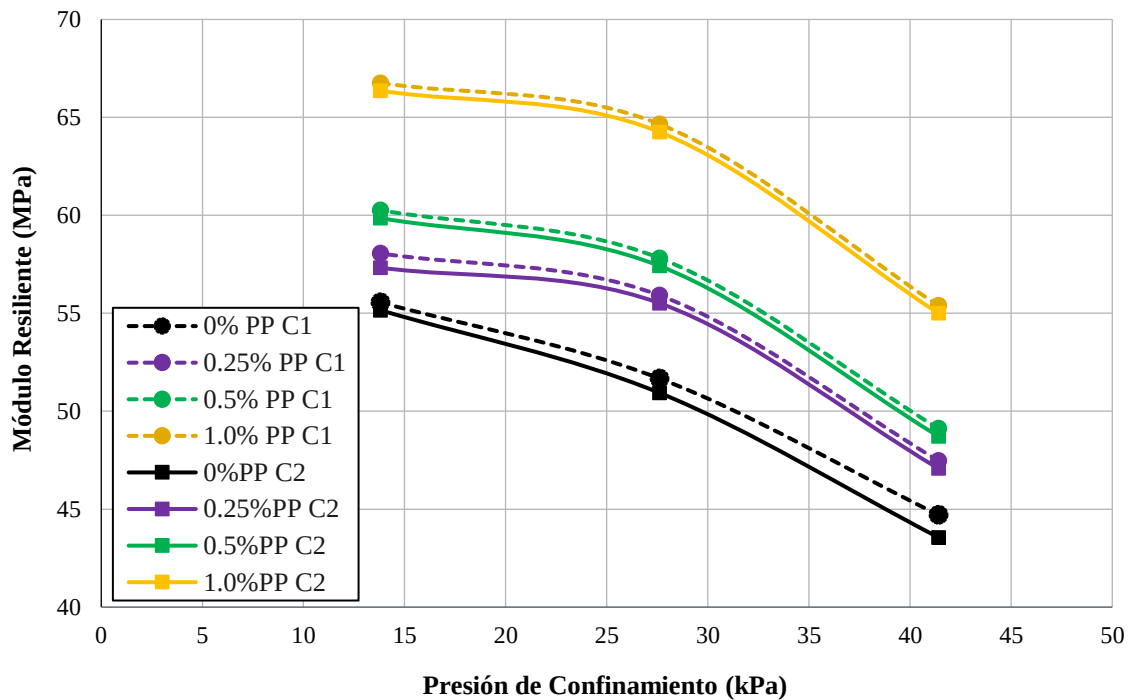
4.3.2. Efecto de la presión de confinamiento

Se muestran los resultados obtenidos de módulo resiliente con relación a la presión de confinamiento (41.4, 27.6 y 13.8 kPa), para lo cual se utilizó el módulo resiliente promedio para cada presión de confinamiento. La Figura 4.15 presenta que el módulo resiliente del suelo arcilloso disminuye a medida que aumenta la presión de confinamiento. Los mayores valores de módulo resiliente se registran con una presión de confinamiento de 13.8 kPa. En la muestra sin fibra para la calicata 1, se obtiene un módulo de 55.56 MPa; y a medida que se incrementa el porcentaje de fibra de 40 mm de longitud, el módulo resiliente aumenta aproximadamente en un 4% (58.06 MPa) con 0.25% de fibra, en un 8% (60.26 MPa) con 0.5% de fibra y en un 20% (66.76 MPa) con 1% de fibra. Del mismo modo, en la muestra sin fibra para la calicata 2, se obtiene un módulo de 55.16 MPa; y a medida que se incrementa el porcentaje de fibra de 40 mm de longitud, el módulo resiliente aumenta aproximadamente

en un 4 % (57.33 MPa) con 0.25% de fibra, en un 9% (59.86 MPa) con 0.5% de fibra y en un 20% (66.36 MPa) con 1% de fibra.

Figura 4. 15

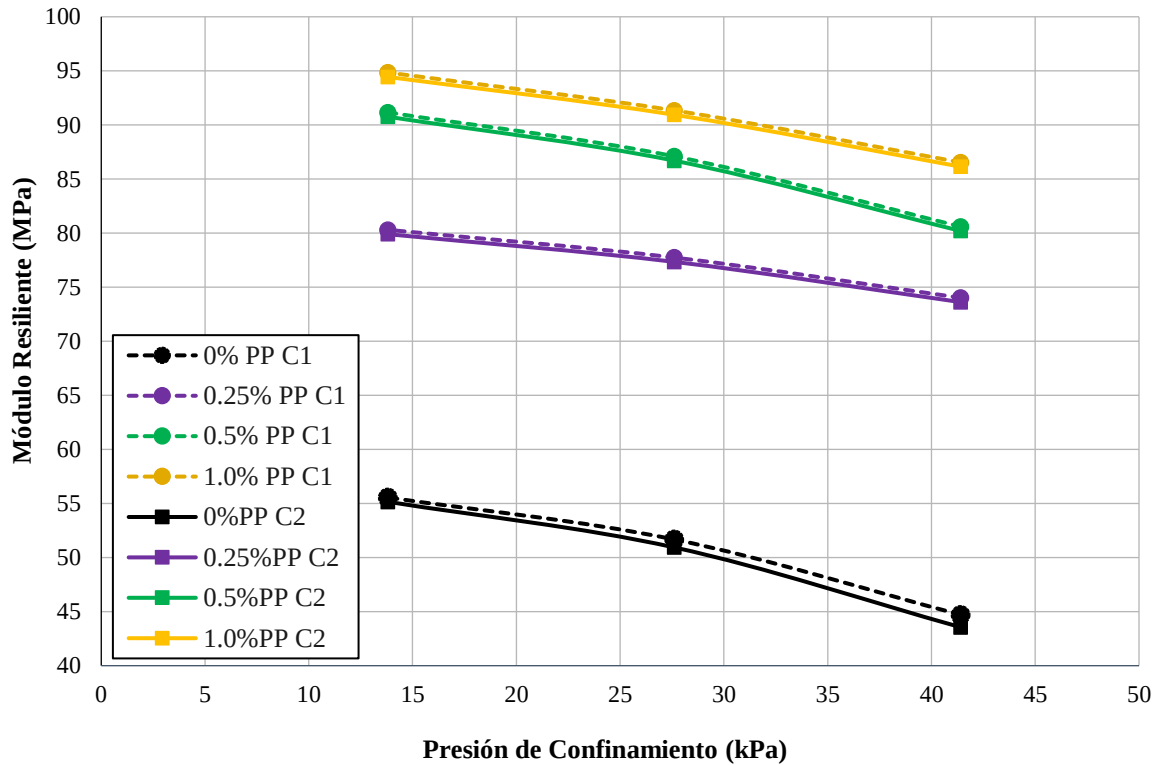
Módulo resiliente vs presión de confinamiento en muestras con diferentes porcentajes de fibras de PP de 40 mm de longitud correspondientes a las calicatas 1 y 2.



La Figura 4.16 muestra que el módulo resiliente del suelo arcilloso se disminuye conforme se aumenta la presión de confinamiento (41.4, 27.6 y 13.8 kPa). Los mayores valores de módulo resiliente se registran con una presión de confinamiento de 13.8 kPa; y en la medida que se incrementa el porcentaje de fibra de 50 mm de longitud, el módulo resiliente para la calicata 1 aumenta aproximadamente en un 45% (80.3 MPa) con 0.25% de fibra, en un 64% (91.16 MPa) con 0.5% de fibra y en un 71% (94.84 MPa) con 1% de fibra. Del mismo modo, en la calicata 2, el módulo resiliente aumenta aproximadamente en un 45% (79.90 MPa) con 0.25% de fibra, en un 65% (90.76 MPa) con 0.5% de fibra y en un 71% (94.44 MPa) con 1% de fibra.

Figura 4. 16

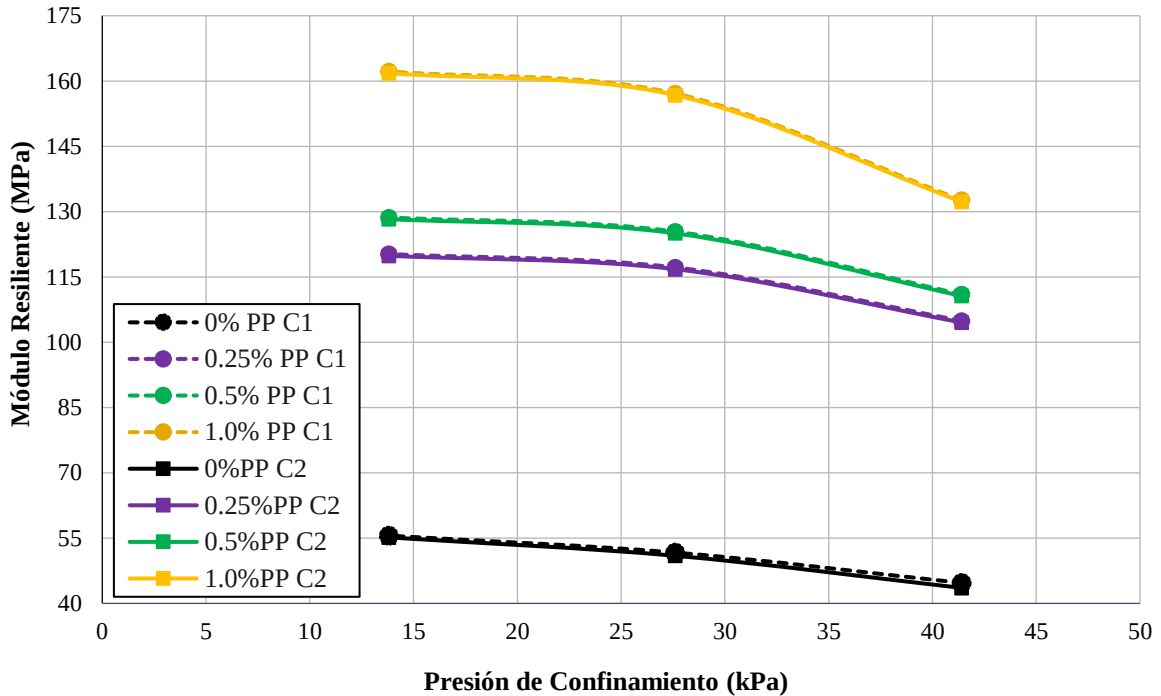
Módulo resiliente vs presión de confinamiento en muestras con diferentes porcentajes de fibras de PP de 50 mm de longitud correspondientes a las calicatas 1 y 2.



Al igual que en los casos anteriores, para muestras con fibras de 60 mm, el módulo resiliente del suelo arcilloso se reduce cuando se incrementa la presión de confinamiento (41.4, 27.6 y 13.8 kPa). Cuando la presión de confinamiento es 13.8 kPa, para la calicata 1, se observa que el módulo resiliente aumenta en un 116% (120.26 MPa) con 0.25% de fibra; en un 132% (128.68 MPa) con 0.5% de fibra y en un 192% (162.22 MPa) con 1% de fibra con respecto al suelo arcilloso sin refuerzo (55.56 MPa). Del mismo modo, en la calicata 2, el módulo resiliente aumenta aproximadamente en un 117% (119.86 MPa) con 0.25% de fibra, en un 133% (128.28 MPa) con 0.5% de fibra y en un 193% (161.82 MPa) con 1% de fibra.

Figura 4. 17

Módulo resiliente vs presión de confinamiento en muestras con diferentes porcentajes de fibras de PP de 60 mm de longitud correspondientes a las calicatas 1 y 2.



4.3.3. Efecto del contenido de fibra

La Figura 4.18 y la Figura 4.19 muestran los resultados de módulo resiliente con relación al contenido de fibra (0.25%, 0.50% y 1%), para lo cual se utilizó el módulo resiliente promedio correspondiente a cada presión de confinamiento (41.4, 27.6 y 13.8 kPa) para la calicata 1 y calicata 2. En las figuras se presentan los valores de tres grupos de fibras de polipropileno (longitudes de 40, 50 y 60 mm).

Sin importar la longitud de las fibras, se observa que el aumento del módulo resiliente sigue una tendencia lineal, definido por la ecuación: $Mr = a * (\% \text{fibra}) + b$. Para la calicata 1, los parámetros de ajuste de esta ecuación varían para cada longitud de fibra ($a = 11.943$ y $b = 52.5$ para $L = 40$ mm; $a = 16.754$ y $b = 75.62$ para $L = 50$ mm; $a = 37.891$ y $b = 94.11$ para $L = 60$ mm). Los incrementos máximos de módulo resiliente, con relación a la muestra sin fibra (55,56 MPa), se observa con 1% de fibra y alcanza valores del orden de 192% (162.22 MPa), 71% (94.84 MPa) y 20% (66.76 MPa) cuando la longitud de la fibra es de 60, 50 y 40

mm, respectivamente. Para la calicata 2, los parámetros de ajuste de esta ecuación varían para cada longitud de fibra ($a = 11.943$ y $b = 52.1$ para $L = 40$ mm; $a = 16.754$ y $b = 75.22$ para $L = 50$ mm; $a = 37.891$ y $b = 93.71$ para $L = 60$ mm). Los incrementos máximos de módulo resiliente, con relación a la muestra sin fibra (55,16 MPa), se observa con 1% de fibra y alcanza valores del orden de 193% (161.82 MPa), 71% (94.44 MPa) y 20% (66.36 MPa) cuando la longitud de la fibra es de 60, 50 y 40 mm, respectivamente.

Figura 4. 18

Módulo resiliente vs contenido de fibra de polipropileno según las diferentes longitudes y presión de confinamiento correspondientes a la calicata 1.

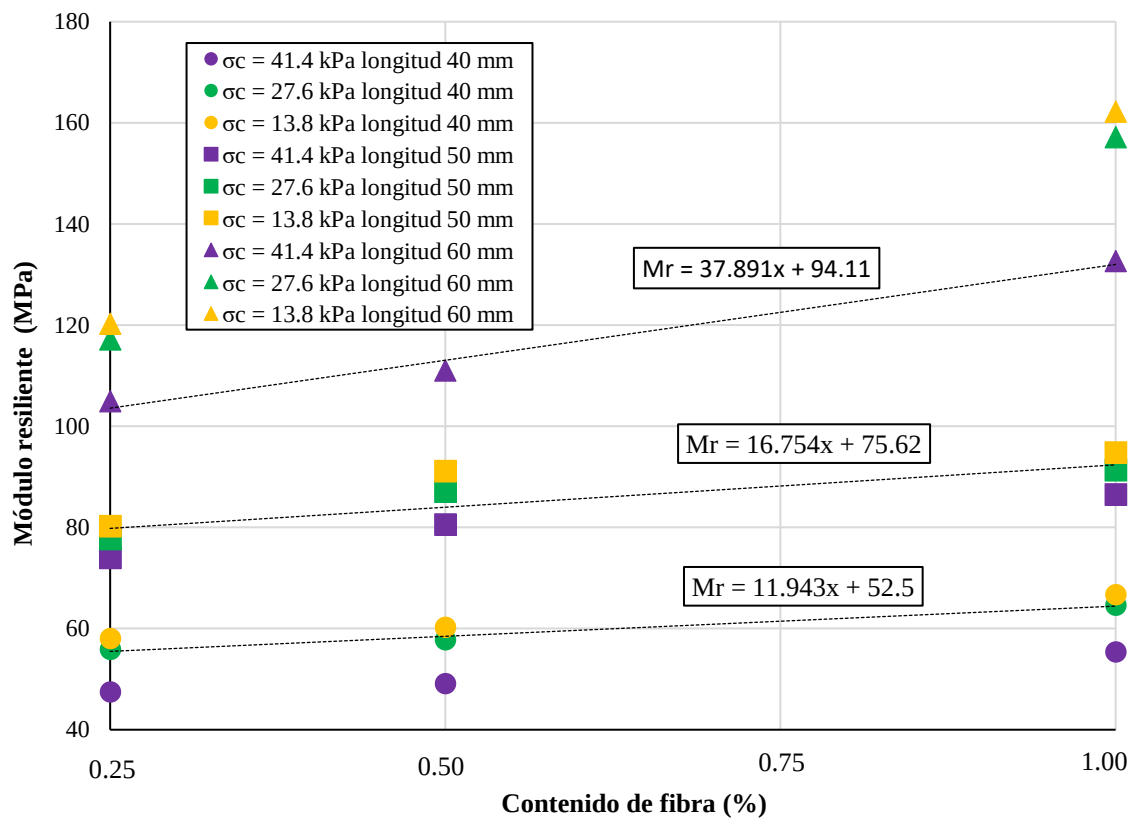
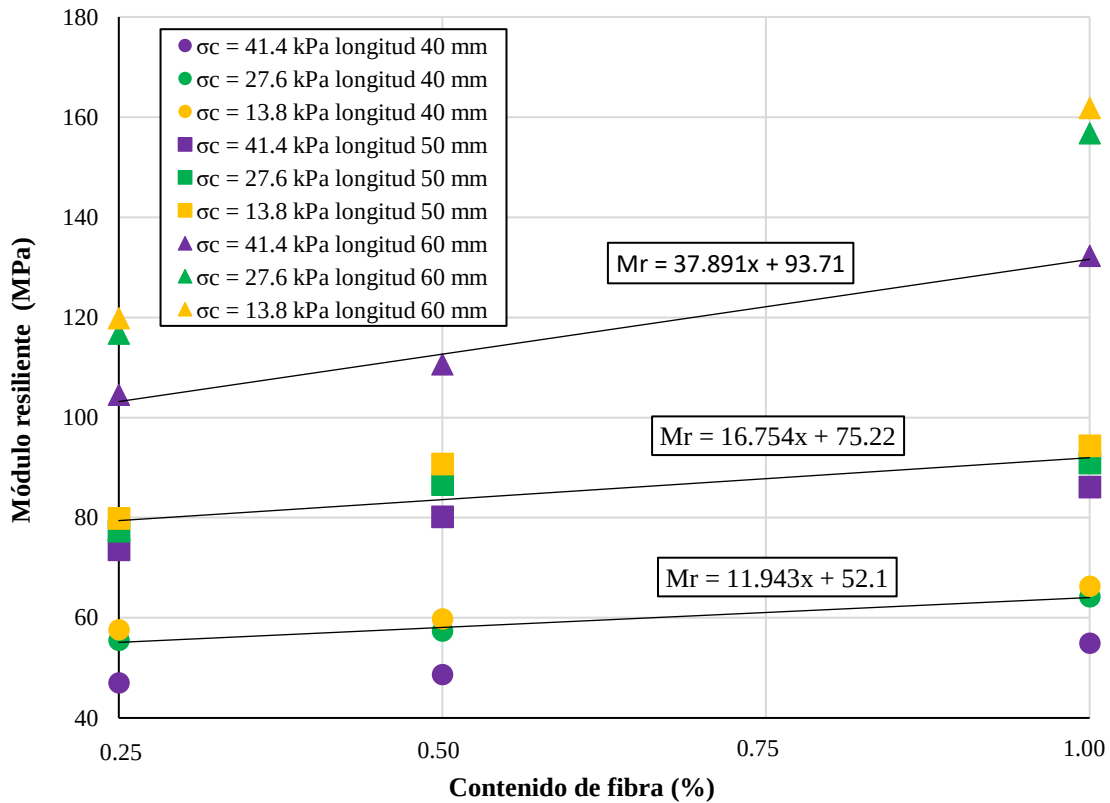


Figura 4. 19

Módulo resiliente vs contenido de fibra de polipropileno según las diferentes longitudes y presión de confinamiento correspondientes a la calicata 2.



4.3.4. Efecto de la longitud de la fibra

La Figura 4.20 y la Figura 4.21 muestran los resultados de módulo resiliente con relación a la longitud de fibra (40 mm, 50 mm y 60 mm), para lo cual se utilizó el módulo resiliente promedio correspondiente a cada presión de confinamiento (41.4, 27.6 y 13.8 kPa) para la calicata 1 y calicata 2. En las figuras se presentan los valores de tres grupos de fibras de polipropileno (contenido de fibra de 0.25%, 0.5% y 1%).

Sin importar el porcentaje de las fibras, se observa que el incremento del módulo resiliente sigue una tendencia lineal, definido por la ecuación: $Mr = a \cdot (\text{longitud de fibra}) + b$. Para la calicata 1, los parámetros de ajuste de esta ecuación varían para cada porcentaje de fibra ($a = 3.063$ y $b = -69.537$ para 0.25%; $a = 3.38$ y $b = -79.887$ para 0.5%; $a = 4.625$ y

$b = -126.86$ para 1%). Los incrementos máximos de módulo resiliente, con relación a la muestra sin fibra (55,56 MPa), se observa con 60 mm de longitud y alcanza valores del orden de 192% (162.22 MPa), 132% (128.68 MPa) y 116% (120.26 MPa) cuando el contenido de fibra es de 1%, 0.5% y 0.25%, respectivamente. Para la calicata 2, los parámetros de ajuste de esta ecuación varían para cada porcentaje de fibra ($a = 3.063$ y $b = -69.937$ para 0.25%; $a = 3.38$ y $b = -79.287$ para 0.5%; $a = 4.625$ y $b = -127.26$ para 1%). Los incrementos máximos de módulo resiliente, con relación a la muestra sin fibra (55,16 MPa), se observa con 60 mm de longitud y alcanza valores del orden de 193% (161.82MPa), 133% (128.28 MPa) y 117% (119.86 MPa) cuando el contenido de fibra es de 1%, 0.5% y 0.25%, respectivamente.

Figura 4. 20

Módulo resiliente vs longitud de fibra de polipropileno según los diferentes porcentajes y presión de confinamiento correspondientes a la calicata 1.

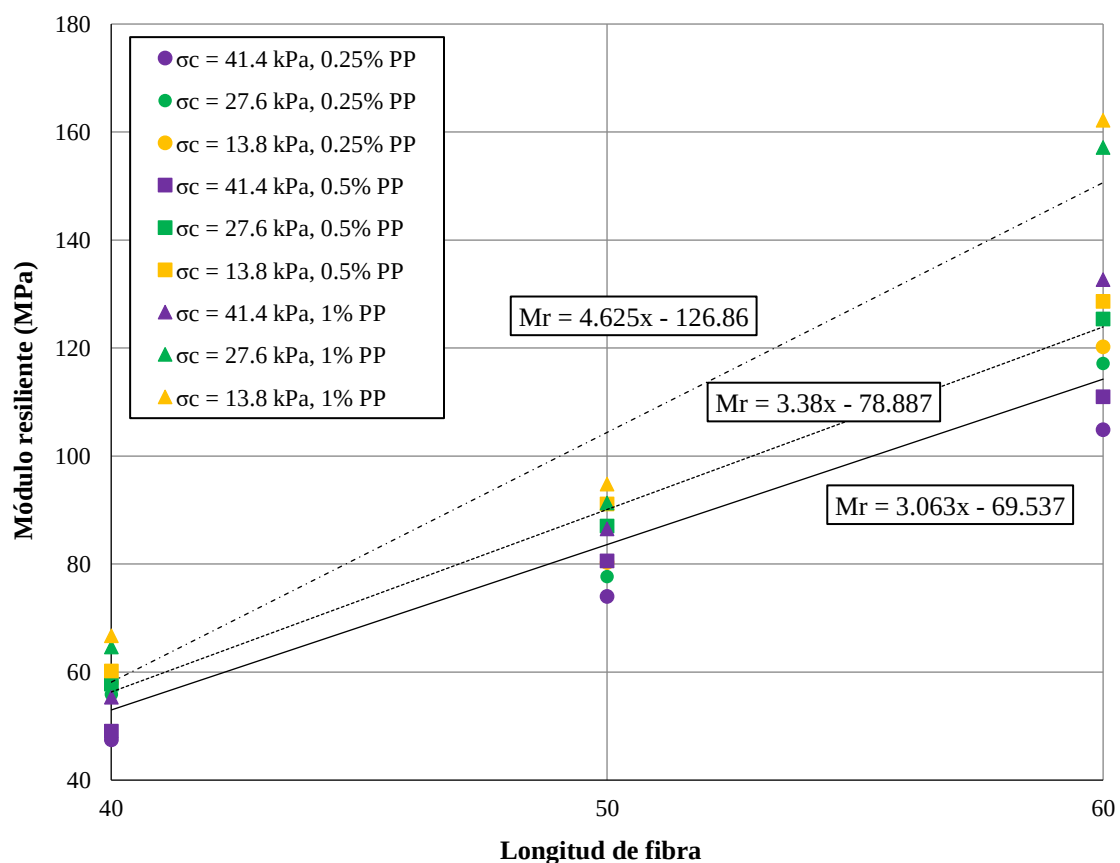
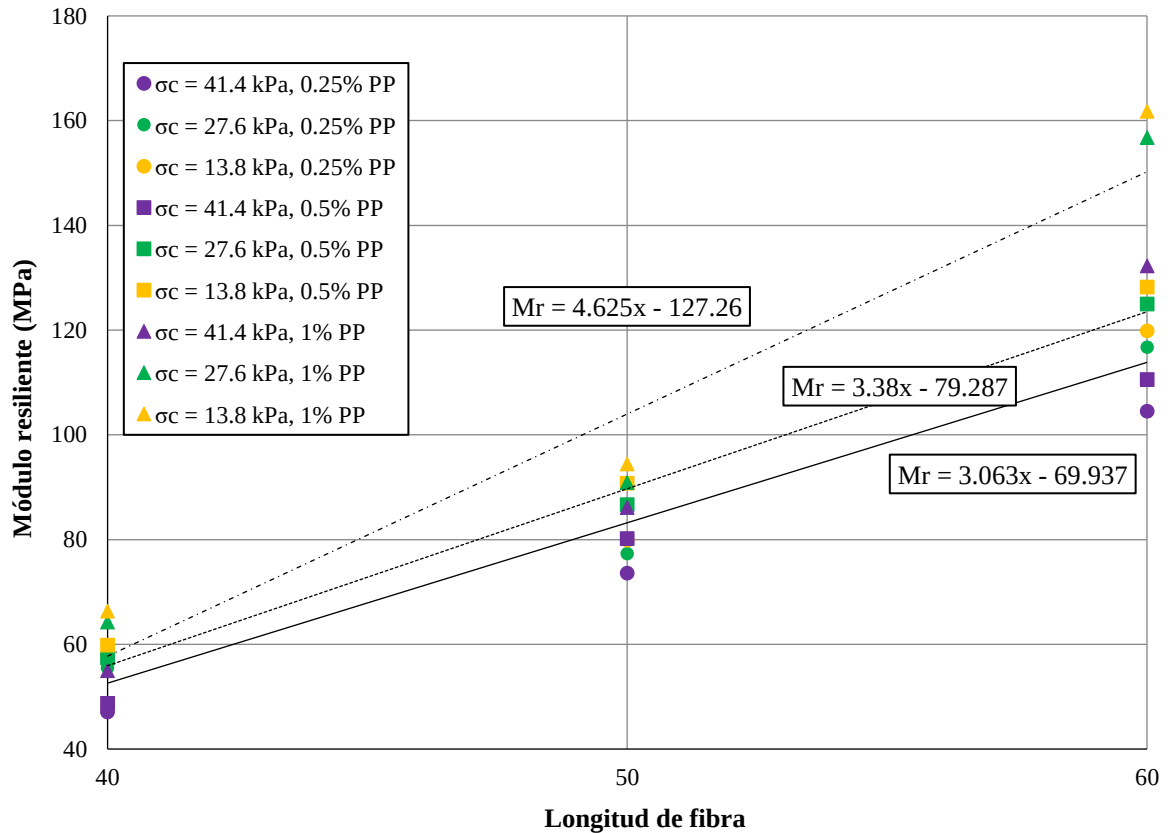


Figura 4. 21

Módulo resiliente vs longitud de fibra de polipropileno según los diferentes porcentajes y presión de confinamiento correspondientes a la calicata 2.



4.4. Comparación con una fórmula matemática del módulo resiliente

Los ingenieros Hossain y Kim (2014) realizaron ensayos de módulo resiliente con muestras de suelos arcilloso del estado de Virginia, al sureste de los Estados Unidos, utilizando el procedimiento AASHTO T307. Después del ensayo de módulo resiliente, llevaron a cabo pruebas de compresión no confinada, que consiste en aplicar una carga a la muestra a una velocidad de 1 mm por minuto.

Con los valores obtenidos, Hossain y Kim (2014) desarrollaron una fórmula matemática para estimar el módulo resiliente (de suelos finos) en muestras compactadas. Esta fórmula matemática no solo toma en cuenta a la resistencia a la compresión no confinada, sino también otras propiedades del suelo como el porcentaje que pasa por el tamiz

Nº200 y el índice de plasticidad. La fórmula matemática de Hossain y Kim (2014) se describe a continuación:

$$Mr(psi) = 6113 + 95.1(UCS) + 173.7(IP) - 27.8(P200) \quad (4.1)$$

Dónde Mr (psi) es el módulo de resiliencia, UCS es la resistencia a la compresión no confinada, IP es el índice de plasticidad y P200 es el porcentaje que pasa por el tamiz #200.

La Tabla 4.1 presenta los valores de la resistencia UCS, el porcentaje que pasa por el tamiz Nº200 y el índice de plasticidad para calcular el módulo resiliente de la muestra patrón (muestra sin fibras) con la fórmula matemática expuesta por Hossain y Kim (2014).

Tabla 4. 1

Datos del índice de plasticidad, porcentaje que pasa el tamiz Nº200 y la resistencia UCS de la muestra sin fibra en la calicata 1 y calicata 2.

Nº de Calicata	Variables	Valores	Valores
C1	UCS	67.52 kPa	9.79 psi
	IP	33	0.33
	P200	79.80%	0.798
C2	UCS	66.93 kPa	9.71 psi
	IP	39	0.39
	P201	79.87%	0.7987

Reemplazamos para la calicata 1, los valores de la Tabla 4.1 en la fórmula matemática de los ingenieros Hossain y Kim (2014).

$$Mr(psi) = 6113 + 95.1(9.79) + 173.7(0.33) - 27.8(0.798)$$

$$Mr(psi) = 7079.17 \text{ psi}$$

Se sabe que 1 psi = 0.0068948 MPa. Entonces:

$$Mr = 7079.17 \text{ psi} * 0.0068948 \text{ MPa/psi}$$

$$Mr = 48.81 \text{ MPa}$$

También, reemplazamos para la calicata 2, los valores de la Tabla 4.1 en la fórmula matemática de los ingenieros Hossain y Kim (2014).

$$Mr(psi) = 6113 + 95.1(9.71) + 173.7(0.39) - 27.8(0.7987)$$

$$Mr(psi) = 7081.96 \text{ psi}$$

Se sabe que 1 psi = 0.0068948 MPa. Entonces:

$$Mr = 7081.96 \text{ psi} * 0.0068948 \text{ MPa/psi}$$

$$Mr = 48.83 \text{ MPa}$$

El valor obtenido del módulo resiliente para ambas calicatas según la fórmula matemática de Hossain y Kim (2014) (48.81 MPa y 48.83 MPa) es similar al encontrado en el laboratorio del suelo arcilloso sin reforzamiento. Con la misma fórmula matemática, se calculó los valores de módulo resiliente del suelo arcilloso reforzado con distintos porcentajes y longitudes de fibras de polipropileno.

La Tabla 4.2 muestra los resultados de módulo resiliente del suelo arcilloso reforzado con distintos porcentajes y longitudes de fibras de polipropileno calculados según la fórmula matemática de Hossain y Kim (2014). Para la calicata 1, el valor del índice de plasticidad es 33 y el porcentaje que pasa por el tamiz N°200 es 79.80%. Para la calicata 2, el valor del índice de plasticidad es 39 y el porcentaje que pasa por el tamiz N°200 es 79.87%.

Tabla 4. 2

Módulo resiliente de las distintas muestras evaluadas según el laboratorio y la fórmula matemática de Hossain y Kim (2014).

N° Calicata	Descripción	UCS (kPa)	Mr laboratorio (MPa)			Mr laboratorio promedio (MPa)	Mr fórmula matemática (MPa)
			$\sigma_c =$ 41,4 kPa	$\sigma_c =$ 27,6 kPa	$\sigma_c =$ 13,8 kPa		
C1	Suelo sin fibras	67.52	44.71	51.67	55.56	50.65	48.81
C2	Suelo sin fibras	66.93	43.56	50.94	55.16	49.89	48.83
C1	Suelo con 0.25% PP longitud 40 mm	93.19	47.48	55.92	58.06	53.82	51.25

C2	Suelo con 0.25% PP longitud 40 mm	92.52	47.08	55.52	57.33	53.31	51.26
C1	Suelo con 0.50% PP longitud 40 mm	93.58	49.12	57.82	60.26	55.73	53.29
C2	Suelo con 0.50% PP longitud 40 mm	92.54	48.72	57.42	59.86	55.33	53.26
C1	Suelo con 1% PP longitud 40 mm	119.91	55.40	64.66	66.76	62.27	60.79
C2	Suelo con 1% PP longitud 40 mm	119.58	55.00	64.26	66.36	61.87	60.83
C1	Suelo con 0.25% PP longitud 50 mm	143.98	74.02	77.74	80.30	77.35	76.08
C2	Suelo con 0.25% PP longitud 50 mm	143.37	73.62	77.34	79.90	76.95	76.10
C1	Suelo con 0.5% PP longitud 50 mm	148.98	80.60	87.10	91.16	86.29	84.56
C2	Suelo con 0.5% PP longitud 50 mm	148.39	80.20	86.70	90.76	85.89	84.57
C1	Suelo con 1% PP longitud 50 mm	151.54	86.54	91.34	94.84	90.91	89.80
C2	Suelo con 1% PP longitud 50 mm	151.17	86.14	90.94	94.44	90.51	89.84
C1	Suelo con 0.25% PP longitud 60 mm	184.01	104.94	117.18	120.26	114.13	113.89
C2	Suelo con 0.25% PP longitud 60 mm	183.39	104.54	116.78	119.86	113.73	113.90
C1	Suelo con 0.5% PP	212.23	111.02	125.42	128.68	121.71	120.57

	longitud 60 mm						
C2	Suelo con 0.5% PP longitud 60 mm	211.57	110.62	125.02	128.28	121.31	120.58
C1	Suelo con 1% PP longitud 60 mm	253.32	132.68	157.16	162.22	150.69	150.48
C2	Suelo con 1% PP longitud 60 mm	252.75	132.28	156.76	161.82	150.29	150.50

La Figura 4.22 y la Figura 4.23 presentan los resultados de módulo resiliente con relación a la resistencia UCS del suelo arcilloso reforzado con distintos porcentajes y longitudes de fibras de polipropileno para la calicata 1 y la calicata 2. Los valores de módulo resiliente son los calculados con la fórmula matemática de Hossain y Kim (2014) y los obtenidos en el laboratorio, se utilizó el módulo resiliente promedio correspondiente a cada presión de confinamiento (41.4, 27.6 y 13.8 kPa). Para la calicata 1, se observa que el incremento del módulo resiliente sigue una tendencia lineal, definido por la ecuación: $M_r = 0.5745 \cdot (UCS) + 2.004$, lo que refiere que a mayor resistencia UCS de las muestras evaluadas, mayor será su módulo resiliente. También, presenta un coeficiente de determinación entre ambas variables de $R^2 = 0.9714$ (97.14%). Para la calicata 2, se observa que el incremento del módulo resiliente sigue una tendencia lineal, definido por la ecuación: $M_r = 0.5752 \cdot (UCS) + 1.7953$, lo que refiere que a mayor resistencia UCS de las muestras evaluadas, mayor será su módulo resiliente. También, presenta un coeficiente de determinación entre ambas variables de $R^2 = 0.9719$ (97.19%). Para que exista una validez de los datos, el valor del R^2 tiene que ser mayor a 0.5 (equivalente a un 50%).

Figura 4. 22

Módulo resiliente vs resistencia a la UCS según las diferentes muestras evaluadas en la calicata 1.

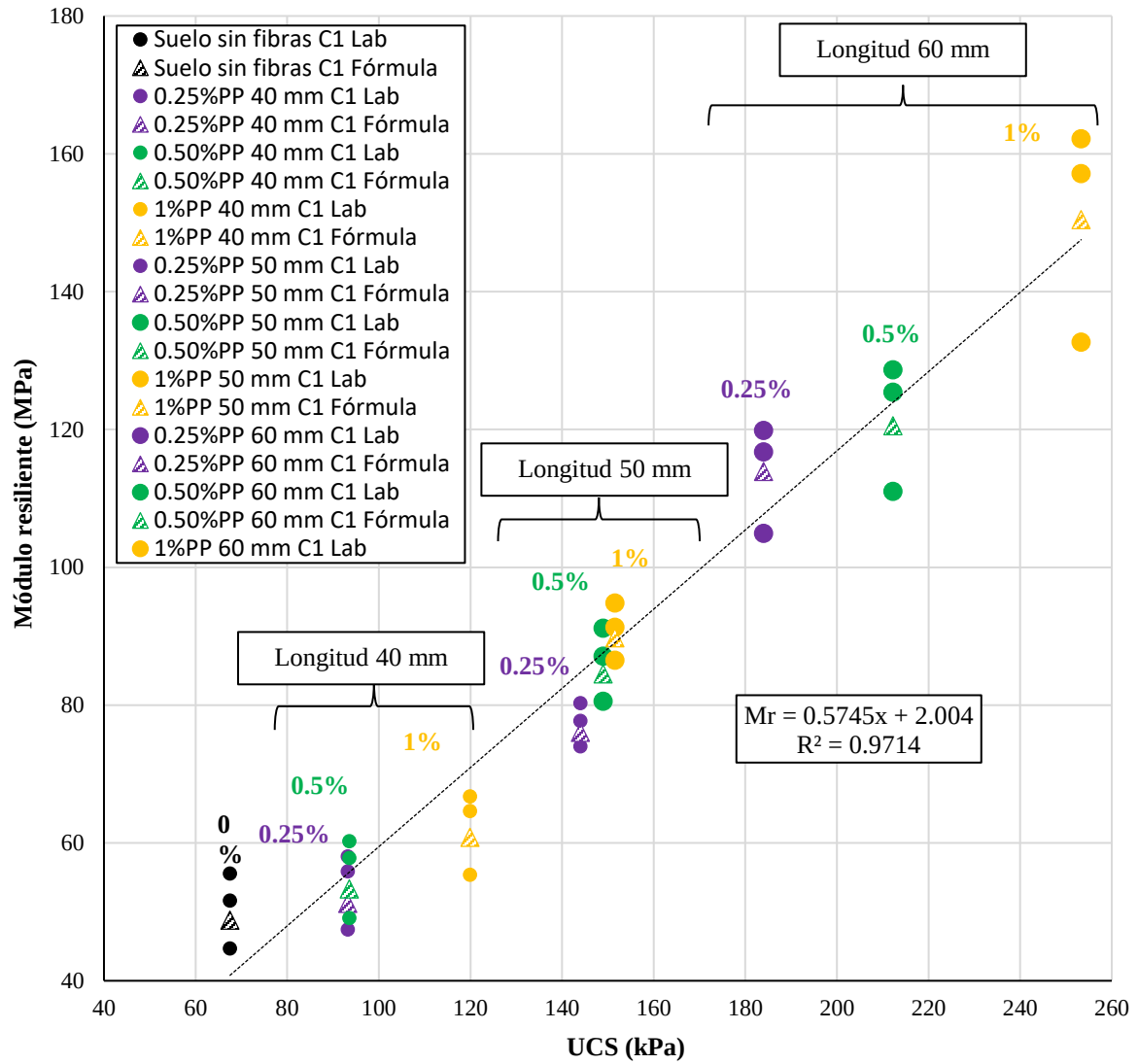
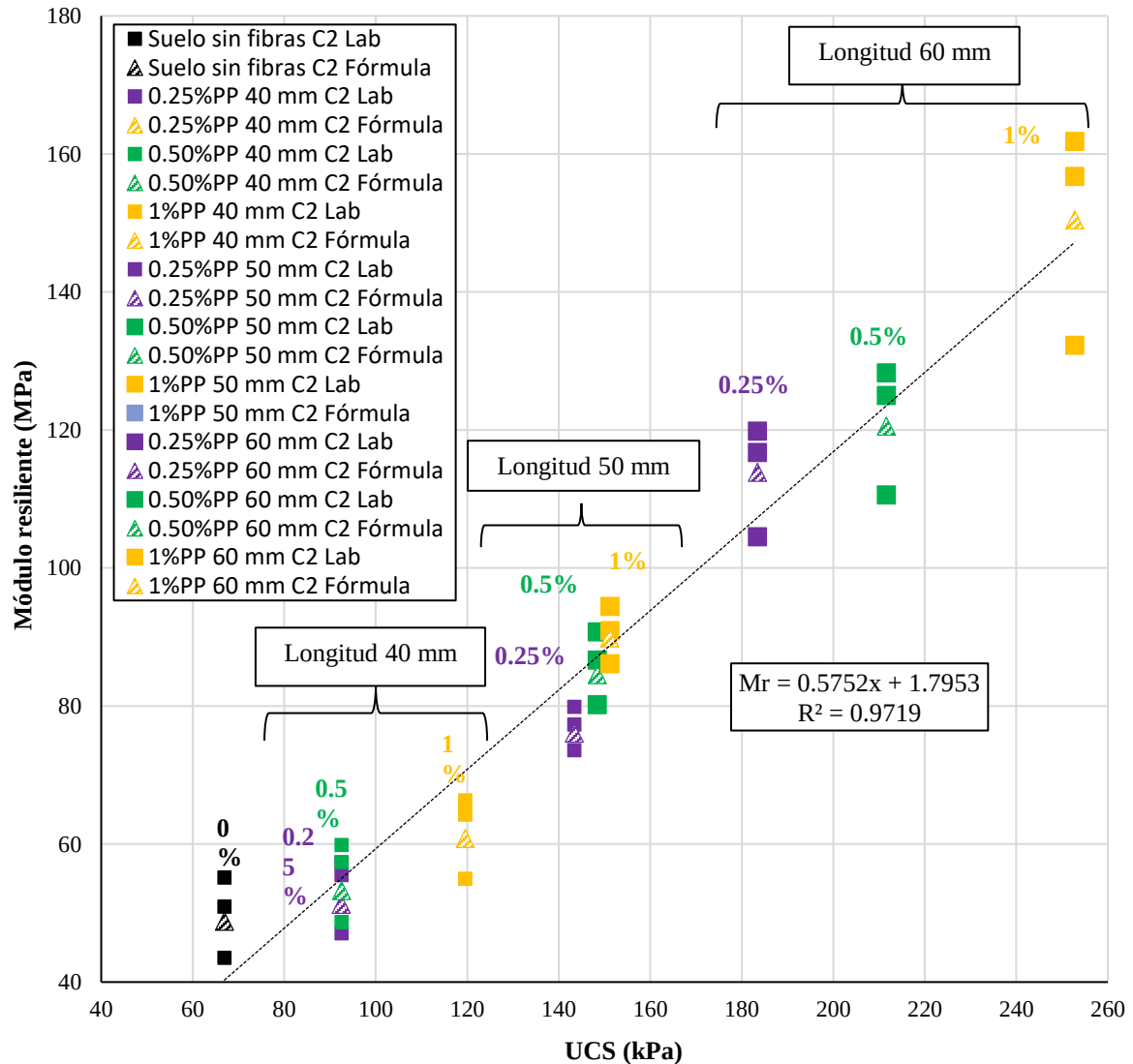


Figura 4. 23

Módulo resiliente vs resistencia a la UCS según las diferentes muestras evaluadas en la calicata 2.



4.5. Análisis estadístico

4.5.1. Análisis de la Varianza del ensayo de compresión no confinada.

Para evaluar estadísticamente los resultados del ensayo de compresión no confinada (UCS) en las muestras obtenidas de las calicatas 1 y 2, que corresponden a un suelo arcilloso reforzado con diferentes porcentajes y longitudes de PPF, se aplicó un análisis de varianza de dos factores. Los datos utilizados para este análisis, correspondientes a la calicata 1 (C1),

se encuentran en la Tabla 4.3, mientras que los de la calicata 2 (C2) se aprecian en la Tabla 4.4.

Tabla 4. 3

Resultados de UCS de las muestras de la calicata 1.

N° Calicata	Descripción	UCS (kPa) (kN/m2)		
C1	Suelo sin fibras	67.1686	68.0332	67.3509
C1	Suelo con 0.25% PP longitud 40 mm	92.7326	93.6370	93.2086
C1	Suelo con 0.50% PP longitud 40 mm	93.1027	94.0466	93.5830
C1	Suelo con 1% PP longitud 40 mm	119.0455	120.2630	120.4086
C1	Suelo con 0.25% PP longitud 50 mm	143.2933	144.1824	144.4523
C1	Suelo con 0.5% PP longitud 50 mm	148.2972	149.1105	149.5224
C1	Suelo con 1% PP longitud 50 mm	150.9077	151.5156	152.1901
C1	Suelo con 0.25% PP longitud 60 mm	183.1995	183.9420	184.8995
C1	Suelo con 0.5% PP longitud 60 mm	211.3026	212.0119	213.3867
C1	Suelo con 1% PP longitud 60 mm	252.3309	252.7608	254.8799

Tabla 4. 4

Resultados de UCS de las muestras de la calicata 2.

N° Calicata	Descripción	UCS (kPa) (kN/m2)		
C2	Suelo sin fibras	66.3058	67.2740	67.2075
C2	Suelo con 0.25% PP longitud 40 mm	91.8103	93.0010	92.7455
C2	Suelo con 0.50% PP longitud 40 mm	92.1624	93.3782	92.0806
C2	Suelo con 1% PP longitud 40 mm	118.8038	120.0325	119.8993
C2	Suelo con 0.25% PP longitud 50 mm	142.4125	143.9559	143.7413
C2	Suelo con 0.5% PP longitud 50 mm	147.4681	148.9922	148.7012
C2	Suelo con 1% PP longitud 50 mm	150.3243	151.6437	151.5454
C2	Suelo con 0.25% PP longitud 60 mm	182.4402	184.1644	183.5677
C2	Suelo con 0.5% PP longitud 60 mm	210.5722	212.4850	211.6532
C2	Suelo con 1% PP longitud 60 mm	251.9216	253.7867	252.5517

El análisis de varianza de dos factores, aplicado a los resultados obtenidos, se detalla en las tablas siguientes. Este análisis considera como variables de estudio el porcentaje y la

longitud de las fibras de polipropileno empleadas en la estabilización del suelo. Este método permite evaluar tanto la influencia individual como la combinada de estos factores sobre la resistencia a la compresión no confinada de las muestras.

En la Tabla 4.5 se muestran los resultados del modelo ANOVA de dos factores para la Calicata 1, lo que permite analizar el efecto del porcentaje de fibras de polipropileno (PPF) y su longitud en la variabilidad de los datos obtenidos. A partir de los valores de significancia (Sig.), se concluye que ambos factores tienen un impacto significativo en las diferencias observadas en la resistencia a la compresión no confinada. Esto confirma que existen variaciones importantes en los resultados dependiendo del porcentaje y la longitud de las fibras añadidas al suelo.

Tabla 4. 5

Pruebas de efectos inter - sujetos (C1).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	89292.918 ^a	9	9921.435	16332.514	0.000
Intersección	504325.163	1	504325.163	830212.307	0.000
%PP	5585.434	2	2792.717	4597.328	0.000
Longitud	59542.750	2	29771.375	49009.178	0.000
PP * Longitud	3198.896	4	799.724	1316.493	0.000
Error	12.149	20	0.607		
Total	736037.067	30			
Total corregido	89305.068	29			

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = 1.000)

La prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey es una técnica estadística utilizada para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de distintos grupos. En el caso de la Calicata 1, este método se aplicó para evaluar cómo el porcentaje de PPF afecta la resistencia a la compresión no confinada del suelo. Como se observa en la Tabla 4.6, el valor de significancia obtenido al comparar los diferentes porcentajes de fibras (suelo sin fibras, 0.25%, 0.5% y 1%) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto demuestra que la

cantidad de fibras incorporadas tiene un efecto notable en las propiedades mecánicas del suelo.

Tabla 4. 6

Comparaciones múltiples de Porcentajes de fibras del PP en el suelo - HSD Tukey (C1).

(I) %PP		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo sin fibras	0.25%	-72.8766*	0.51960	0.000	-74.3309	-71.4222
	0.50%	-84.0784*	0.51960	0.000	-85.5327	-82.6241
	1.00%	-107.4049*	0.51960	0.000	-108.8592	-105.9506
	Suelo sin fibras	72.8766*	0.51960	0.000	71.4222	74.3309
0.25%	0.50%	-11.2018*	0.36741	0.000	-12.2302	-10.1735
	1.00%	-34.5283*	0.36741	0.000	-35.5567	-33.5000
	Suelo sin fibras	84.0784*	0.51960	0.000	82.6241	85.5327
0.50%	0.25%	11.2018*	0.36741	0.000	10.1735	12.2302
	1.00%	-23.3265*	0.36741	0.000	-24.3549	-22.2981
	Suelo sin fibras	107.4049*	0.51960	0.000	105.9506	108.8592
1.00%	0.25%	34.5283*	0.36741	0.000	33.5000	35.5567
	0.50%	23,3265*	0.36741	0.000	22.2981	24.3549

Para la Calicata 1, la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey se utilizó para examinar cómo la longitud de las PPF influye en la resistencia a la compresión no confinada del suelo. Como se puede apreciar en la Tabla 4.7, el valor de significancia obtenido al comparar las distintas longitudes de fibras (0 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto confirma que la longitud de las fibras tiene un impacto relevante en las propiedades mecánicas del suelo.

Tabla 4. 7

Comparaciones múltiples de Longitud de fibras de PP en el suelo - HSD Tukey (C1).

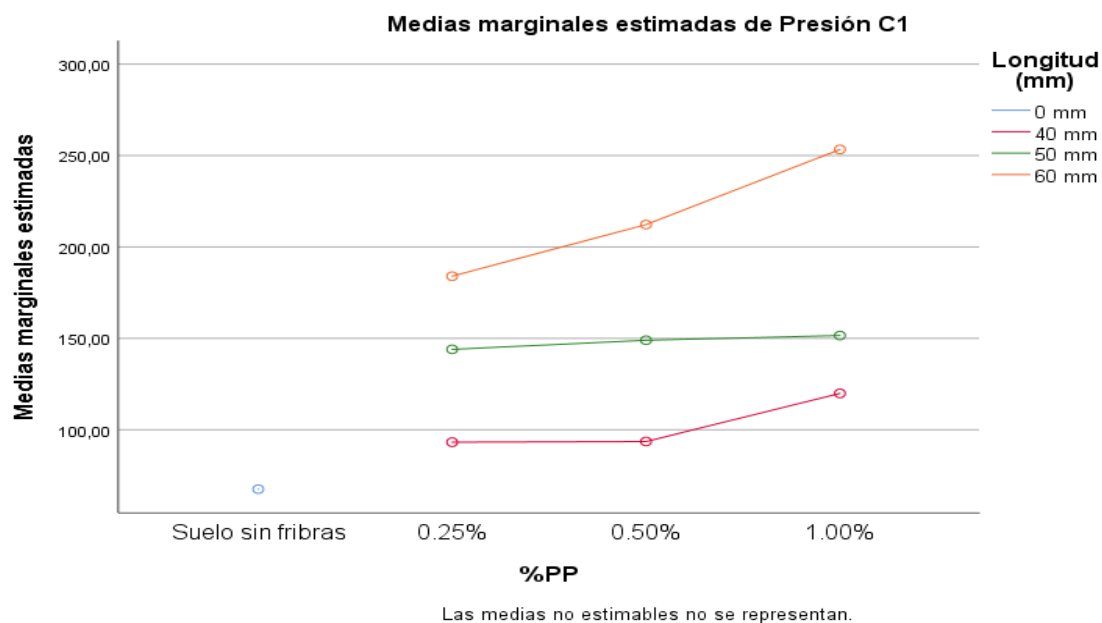
(I) Longitud (mm)		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0 mm	40 mm	-34,7077*	0.51960	0.000	-36.1621	-33.2534
	50 mm	-80,6459*	0.51960	0.000	-82.1003	-79.1916

	60 mm	-149,0062*	0.51960	0.000	-150.4605	-147.5519
	0 mm	34,7077*	0.51960	0.000	33.2534	36.1621
40 mm	50 mm	-45,9382*	0.36741	0.000	-46.9666	-44.9098
	60 mm	-114,2985*	0.36741	0.000	-115.3268	-113.2701
	0 mm	80,6459*	0.51960	0.000	79.1916	82.1003
50 mm	40 mm	45,9382*	0.36741	0.000	44.9098	46.9666
	60 mm	-68,3603*	0.36741	0.000	-69.3886	-67.3319
	0 mm	149,0062*	0.51960	0.000	147.5519	150.4605
60 mm	40 mm	114,2985*	0.36741	0.000	113.2701	115.3268
	50 mm	68,3603*	0.36741	0.000	67.3319	69.3886

La Figura 4.24 muestra que a medida que aumenta la longitud y el porcentaje de las fibras de polipropileno en el suelo, también se incrementa la resistencia a la compresión no confinada. Específicamente, las muestras que contienen un 1% de fibras con una longitud de 60 mm registran los valores más altos en términos de resistencia UCS.

Figura 4. 24

Gráfico de Perfil de la calicata 1.



En la Tabla 4.8 se muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de dos factores aplicado a la calicata 2, lo que permite evaluar el impacto del porcentaje de PPF y su longitud en la variabilidad de los datos obtenidos. Basándose en los valores de significancia (Sig.), se concluye que ambos factores tienen una influencia significativa en las diferencias observadas en la resistencia a la compresión no confinada (UCS) de las muestras.

Esto confirma que existen variaciones importantes en los resultados dependiendo del porcentaje y la longitud de las fibras añadidas al suelo.

Tabla 4. 8

Pruebas de efectos inter - sujetos (C2).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	89403,327 ^a	9	9933.703	16155.637	0.000
Intersección	499913.623	1	499913.623	813032.469	0.000
%PP	5669.237	2	2834.619	4610.070	0.000
Longitud	59587.643	2	29793.822	48455.059	0.000
PP * Longitud	3189.127	4	797.282	1296.656	0.000
Error	12.298	20	0.615		
Total	730832.523	30			
Total corregido	89415.624	29			

b. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = 1.000)

En el caso de la Calicata 2, la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey se aplicó para evaluar cómo el porcentaje de PPF afecta la resistencia a la compresión no confinada del suelo. Como se observa en la Tabla 4.9, el valor de significancia obtenido al comparar los diferentes porcentajes de fibras (suelo sin fibras, 0.25%, 0.5% y 1%) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto demuestra que la cantidad de fibras incorporadas tiene un efecto notable en las propiedades mecánicas del suelo.

Tabla 4. 9

Comparaciones múltiples de Porcentajes de fibras de PP en el suelo - HSD Tukey (C2).

(I) %PP		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo sin fibras	0.25%	-72,8308*	0.52276	0.000	-74.2939	-71.3676
	0.50%	-83,9035*	0.52276	0.000	-85.3666	-82.4403
	1.00%	-107,5719*	0.52276	0.000	-109.0351	-106.1087
	Suelo sin fibras	72,8308*	0.52276	0.000	71.3676	74.2939
0.25%	0.50%	-11,0727*	0.36965	0.000	-12.1073	-10.0381
	1.00%	-34,7411*	0.36965	0.000	-35.7758	-33.7065

	Suelo sin fibras	83,9035*	0.52276	0.000	82.4403	85.3666
0.50%	0.25%	11,0727*	0.36965	0.000	10.0381	12.1073
	1.00%	-23,6684*	0.36965	0.000	-24.7031	-22.6338
	Suelo sin fibras	107,5719*	0.52276	0.000	106.1087	109.0351
1.00%	0.25%	34,7411*	0.36965	0.000	33.7065	35.7758
	0.50%	23,6684*	0.36965	0.000	22.6338	24.7031

Para la Calicata 2, la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey se utilizó para examinar cómo la longitud de las PPF influye en la resistencia a la compresión no confinada del suelo. Como se puede apreciar en la Tabla 4.10, el valor de significancia obtenido al comparar las distintas longitudes de fibras (0 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto confirma que la longitud de las fibras tiene un impacto relevante en las propiedades mecánicas del suelo.

Tabla 4. 10

Comparaciones múltiples de Longitud de fibras de PP en el suelo - HSD Tukey (C2).

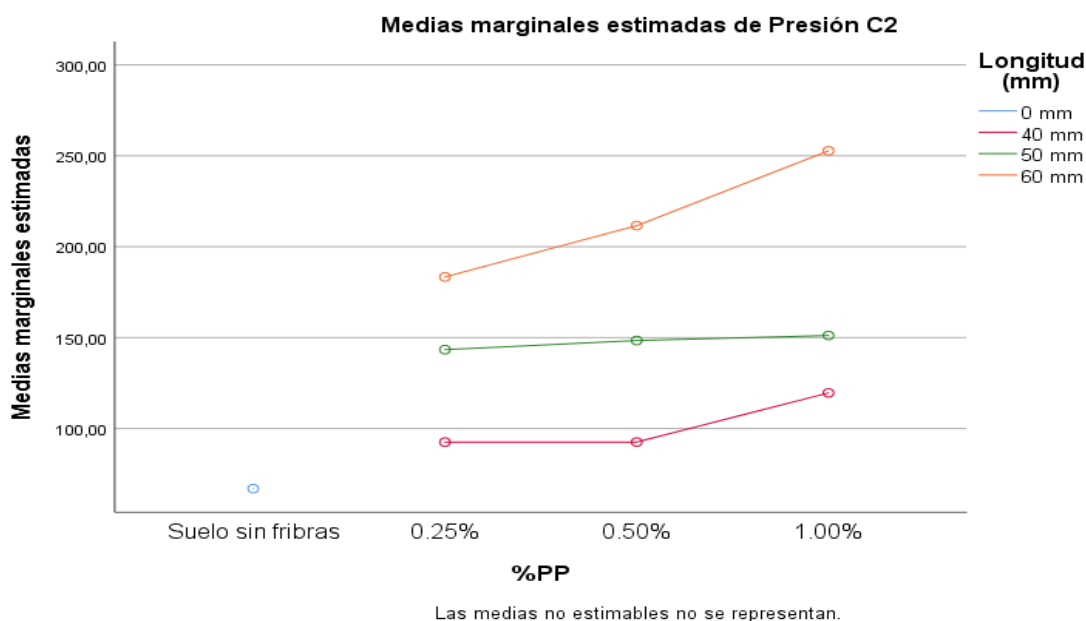
(I) Longitud (mm)		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0 mm	40 mm	-34,6169*	0.52276	0.000	-36.0800	-33.1537
	50 mm	-80,7136*	0.52276	0.000	-82.1768	-79.2505
	60 mm	-148,9756*	0.52276	0.000	-150.4388	-147.5125
40 mm	0 mm	34,6169*	0.52276	0.000	33.1537	36.0800
	50 mm	-46,0968*	0.36965	0.000	-47.1314	-45.0622
	60 mm	-114,3588*	0.36965	0.000	-115.3934	-113.3242
50 mm	0 mm	80,7136*	0.52276	0.000	79.2505	82.1768
	40 mm	46,0968*	0.36965	0.000	45.0622	47.1314
	60 mm	-68,2620*	0.36965	0.000	-69.2966	-67.2274
60 mm	0 mm	148,9756*	0.52276	0.000	147.5125	150.4388
	40 mm	114,3588*	0.36965	0.000	113.3242	115.3934
	50 mm	68,2620*	0.36965	0.000	67.2274	69.2966

La Figura 4.25 muestra que a medida que aumenta el porcentaje y la longitud de las PPF en el suelo, también se incrementa la resistencia a la compresión no confinada. Específicamente,

las muestras que contienen un 1% de fibras con una longitud de 60 mm registran los valores más altos en términos de resistencia UCS.

Figura 4. 25

Gráfico de Perfil de la calicata 2.



4.5.2. Análisis de Varianza del ensayo de módulo resiliente.

Con el fin de analizar estadísticamente los resultados de los ensayos de Mr en las muestras recolectadas de las calicatas 1 y 2, las cuales corresponden a un suelo arcilloso estabilizado con diferentes porcentajes y longitudes de fibras de polipropileno, se utilizó un análisis de varianza de dos factores. Los datos empleados en este estudio, pertenecientes a la calicata 1 (C1), se detallan en la Tabla 4.11, mientras que los correspondientes a la calicata 2 (C2) se exponen en la Tabla 4.12.

Tabla 4. 11

Resultados del Módulo Resiliente de las muestras C1.

Descripción	Mr laboratorio (MPa)								
	$\sigma_c = 41.4 \text{ kPa}$			$\sigma_c = 27.6 \text{ kPa}$			$\sigma_c = 13.8 \text{ kPa}$		
Suelo sin fibras	43.86	44.86	45.42	51.24	52.24	51.54	55.46	56.46	54.76
Suelo con 0.25% PP longitud 40 mm	47.38	48.38	46.68	55.82	56.82	55.12	57.96	58.96	57.26
Suelo con 0.50% PP longitud 40 mm	49.02	50.02	48.32	57.72	58.72	57.02	60.16	61.16	59.46

Suelo con 1% PP longitud 40 mm	55.3	56.30	54.60	64.56	65.56	63.86	66.66	67.66	65.96
Suelo con 0.25% PP longitud 50 mm	73.92	74.92	73.22	77.64	78.64	76.94	80.2	81.20	79.50
Suelo con 0.5% PP longitud 50 mm	80.5	81.50	79.80	87	88.00	86.30	91.06	92.06	90.36
Suelo con 1% PP longitud 50 mm	86.44	87.44	85.74	91.24	92.24	90.54	94.74	95.74	94.04
Suelo con 0.25% PP longitud 60 mm	104.84	105.84	104.14	117.08	118.08	116.38	120.16	121.16	119.46
Suelo con 0.5% PP longitud 60 mm	110.92	111.92	110.22	125.32	126.32	124.62	128.58	129.58	127.88
Suelo con 1% PP longitud 60 mm	132.58	133.58	131.88	157.06	158.06	156.36	162.12	163.12	161.42

Tabla 4. 12

Resultados del Módulo Resiliente de las muestras C2.

Descripción	Mr laboratorio (MPa)								
	$\sigma_c = 41.4 \text{ kPa}$			$\sigma_c = 27.6 \text{ kPa}$			$\sigma_c = 13.8 \text{ kPa}$		
Suelo sin fibras	42.86	43.46	44.36	50.24	50.84	51.74	54.46	55.06	55.96
Suelo con 0.25% PP longitud 40 mm	46.38	46.98	47.88	54.82	55.42	56.32	55.96	57.56	58.46
Suelo con 0.50% PP longitud 40 mm	48.02	48.62	49.52	56.72	57.32	58.22	59.16	59.76	60.66
Suelo con 1% PP longitud 40 mm	54.3	54.90	55.80	63.56	64.16	65.06	65.66	66.26	67.16
Suelo con 0.25% PP longitud 50 mm	72.92	73.52	74.42	76.64	77.24	78.14	79.2	79.80	80.70
Suelo con 0.5% PP longitud 50 mm	79.5	80.10	81.00	86	86.60	87.50	90.06	90.66	91.56
Suelo con 1% PP longitud 50 mm	85.44	86.04	86.94	90.24	90.84	91.74	93.74	94.34	95.24
Suelo con 0.25% PP longitud 60 mm	103.84	104.44	105.34	116.08	116.68	117.58	119.16	119.76	120.66
Suelo con 0.5% PP longitud 60 mm	109.92	110.52	111.42	124.32	124.92	125.82	127.58	128.18	129.08
Suelo con 1% PP longitud 60 mm	131.58	132.18	133.08	156.06	156.66	157.56	161.12	161.72	162.62

El análisis de varianza de dos factores, aplicado a estos resultados, se detalla en las siguientes tablas. Este análisis considera como variables de estudio el porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno, evaluadas bajo diferentes presiones de confinamiento (41.1 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa) en la estabilización del suelo. Este método permite examinar tanto la influencia individual como la combinada de estos factores en el módulo resiliente de las muestras.

En la Tabla 4.13 se muestran los resultados del modelo ANOVA de dos factores para la calicata 1, específicamente bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa. Este análisis evalúa el efecto del porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno (PP) en la variabilidad del módulo resiliente. Basándose en los valores de significancia (Sig.), se concluye que ambos factores tienen un impacto significativo en las diferencias observadas en el comportamiento del suelo. Esto confirma que el porcentaje y la longitud de las fibras influyen de manera estadísticamente significativa en la mejora del módulo resiliente bajo esta presión de confinamiento.

Tabla 4. 13

Pruebas de efectos inter-sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 41.1 kPa (C1).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	24844.689 ^a	9	2760.521	3836.970	0.000
Intersección	148694.786	1	148694.786	206677.458	0.000
%PP	1224.552	2	612.276	851.030	0.000
Longitud	19389.582	2	9694.791	13475.219	0.000
PP * Longitud	391.262	4	97.816	135.958	0.000
Error	14.389	20	0.719		
Total	210440.045	30			
Total corregido	24859.078	29			

a. R al cuadrado = .999 (R al cuadrado ajustada = .999)

En el caso de la calicata 1, bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa, se aplicó la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey para evaluar cómo el porcentaje de fibras de polipropileno afecta el módulo resiliente del suelo. Como se observa en la Tabla 4.14, el valor de significancia obtenido al comparar los diferentes porcentajes de fibras (suelo sin fibras, 0.25%, 0.5% y 1%) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto demuestra que la cantidad de fibras incorporadas tiene un efecto notable en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 14

Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 41.1 kPa (C1) - HSD Tukey.

(I) %PP		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo sin fibras	0.25%	-30.7667*	0.56547	0.000	-32.3494	-29.1840
	0.50%	-35.5333*	0.56547	0.000	-37.1160	-33.9506
	1.00%	-46.8267*	0.56547	0.000	-48.4094	-45.2440
	Suelo sin fibras	30.7667*	0.56547	0.000	29.1840	32.3494
0.25%	0.50%	-4.7667*	0.39985	0.000	-5.8858	-3.6475
	1.00%	-16.0600*	0.39985	0.000	-17.1791	-14.9409
	Suelo sin fibras	35.5333*	0.56547	0.000	33.9506	37.1160
0.50%	0.25%	4.7667*	0.39985	0.000	3.6475	5.8858
	1.00%	-11.2933*	0.39985	0.000	-12.4125	-10.1742
	Suelo sin fibras	46.8267*	0.56547	0.000	45.2440	48.4094
1.00%	0.25%	16.0600*	0.39985	0.000	14.9409	17.1791
	0.50%	11.2933*	0.39985	0.000	10.1742	12.4125

Para la Calicata 1, bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa, la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey se utilizó para examinar cómo la longitud de las PPF influye en el módulo resiliente del suelo. Como se puede apreciar en la Tabla 4.15, el valor de significancia obtenido al comparar las distintas longitudes de fibras (0 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto confirma que la longitud de las fibras tiene un impacto relevante en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 15

Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 41.1 kPa (C1) - HSD Tukey.

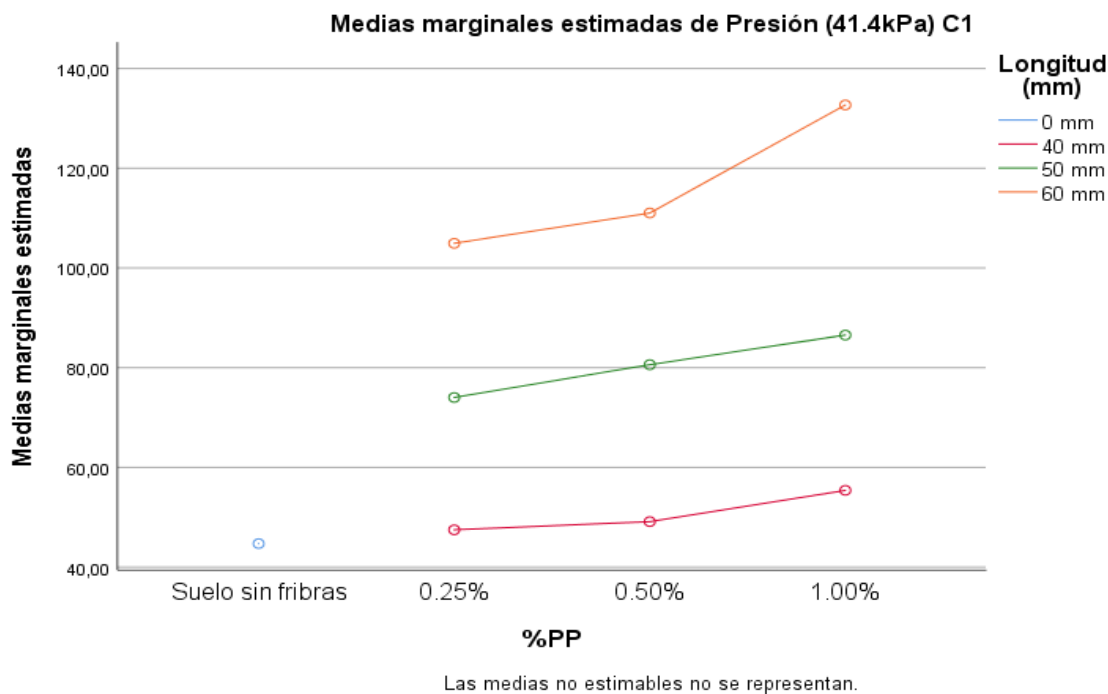
(I) Longitud (mm)		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0 mm	40 mm	-5.9533*	0.56547	0.000	-7.5360	-4.3706
	50 mm	-35.6733*	0.56547	0.000	-37.2560	-34.0906
	60 mm	-71.5000*	0.56547	0.000	-73.0827	-69.9173

	0 mm	5.9533*	0.56547	0.000	4.3706	7.5360
40 mm	50 mm	-29.7200*	0.39985	0.000	-30.8391	-28.6009
	60 mm	-65.5467*	0.39985	0.000	-66.6658	-64.4275
	0 mm	35.6733*	0.56547	0.000	34.0906	37.2560
50 mm	40 mm	29.7200*	0.39985	0.000	28.6009	30.8391
	60 mm	-35.8267*	0.39985	0.000	-36.9458	-34.7075
	0 mm	71.5000*	0.56547	0.000	69.9173	73.0827
60 mm	40 mm	65.5467*	0.39985	0.000	64.4275	66.6658
	50 mm	35.8267*	0.39985	0.000	34.7075	36.9458

En la Figura 4.26 se observa que el incremento en el porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno en el suelo está directamente relacionado con un aumento en el módulo resiliente bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa. En particular, las muestras de suelo con un 1% de fibras y una longitud de 60 mm presentan las medias más altas en los resultados del módulo resiliente, evidenciando que una mayor incorporación de fibras mejora significativamente el comportamiento mecánico del suelo.

Figura 4. 26

Gráfico de Perfil de la calicata 1 bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa



En la Tabla 4.16 se muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de dos factores aplicado a la calicata 1, específicamente bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa. Este análisis evalúa el efecto del porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno (PP) en la variabilidad del módulo resiliente de las muestras. Basándose en los valores de significancia (Sig.), se concluye que ambos factores tienen un impacto significativo en las diferencias observadas en el comportamiento del suelo. Esto confirma que el porcentaje y la longitud de las fibras influyen de manera estadísticamente significativa en la mejora del módulo resiliente bajo esta presión de confinamiento.

Tabla 4. 16

Pruebas de efectos inter-sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 27.6 kPa (C1).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	32858.378 ^a	9	3650.931	5342.826	0.000
Intersección	189385.317	1	189385.317	277149.244	0.000
%PP	2032.528	2	1016.264	1487.216	0.000
Longitud	25221.731	2	12610.866	18454.925	0.000
PP * Longitud	1058.528	4	264.632	387.266	0.000
Error	13.667	20	0.683		
Total	268377.933	30			
Total corregido	32872.045	29			

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = .999)

En el caso de la calicata 1, bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa, se aplicó la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey para evaluar cómo el porcentaje de fibras de polipropileno afecta el módulo resiliente del suelo. Como se observa en la Tabla 4.17, el valor de significancia obtenido al comparar los diferentes porcentajes de fibras (suelo sin fibras, 0.25%, 0.5% y 1%) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto demuestra que la cantidad de fibras incorporadas tiene un efecto notable en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 17

Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 27.6 kPa (C1) - HSD Tukey.

(I) %PP		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo sin fibras	0.25%	-31.9400*	0.55109	0.000	-33.4825	-30.3975
	0.50%	-38.4400*	0.55109	0.000	-39.9825	-36.8975
	1.00%	-52.7133*	0.55109	0.000	-54.2558	-51.1709
	Suelo sin fibras	31.9400*	0.55109	0.000	30.3975	33.4825
0.25%	0.50%	-6.5000*	0.38968	0.000	-7.5907	-5.4093
	1.00%	-20.7733*	0.38968	0.000	-21.8640	-19.6826
	Suelo sin fibras	38.4400*	0.55109	0.000	36.8975	39.9825
0.50%	0.25%	6.5000*	0.38968	0.000	5.4093	7.5907
	1.00%	-14.2733*	0.38968	0.000	-15.3640	-13.1826
	Suelo sin fibras	52.7133*	0.55109	0.000	51.1709	54.2558
1.00%	0.25%	20.7733*	0.38968	0.000	19.6826	21.8640
	0.50%	14.2733*	0.38968	0.000	13.1826	15.3640

Para la calicata 1, bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa, la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey se utilizó para examinar cómo la longitud de las PPF influye en el módulo resiliente del suelo. Como se puede apreciar en la Tabla 4.18, el valor de significancia obtenido al comparar las distintas longitudes de fibras (0 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto confirma que la longitud de las fibras tiene un impacto relevante en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 18

Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 27.6 kPa (C1) - HSD Tukey.

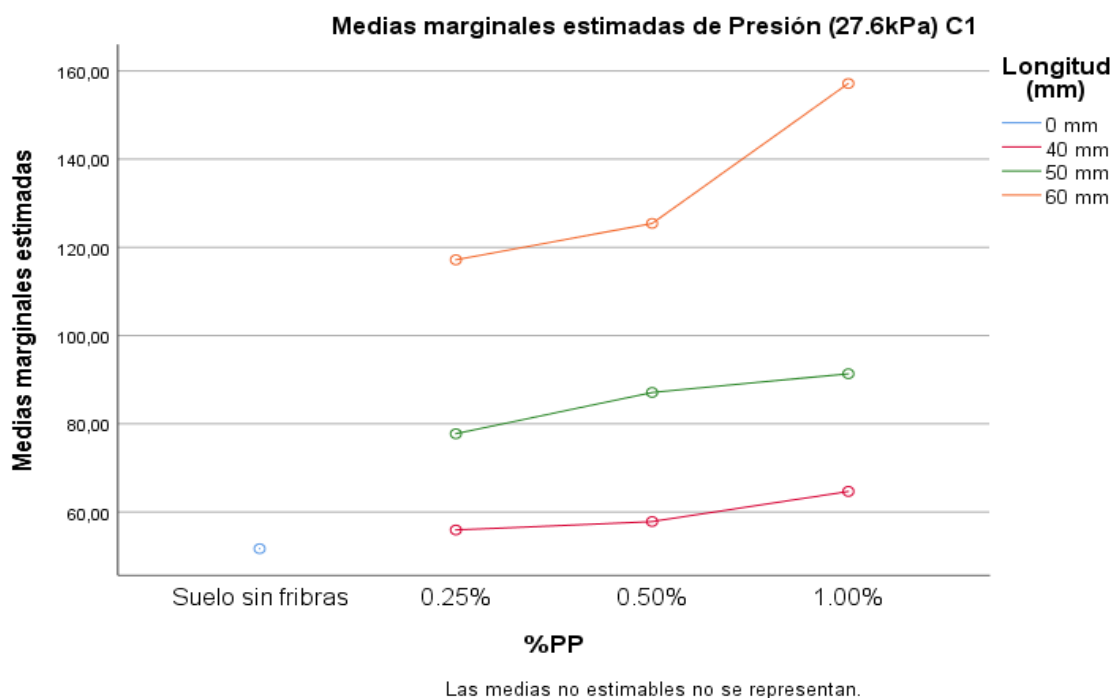
(I) Longitud (mm)		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0 mm	40 mm	-7.7933*	0.55109	0.000	-9.3358	-6.2509
	50 mm	-33.7200*	0.55109	0.000	-35.2625	-32.1775
	60 mm	-81.5800*	0.55109	0.000	-83.1225	-80.0375
40 mm	0 mm	7.7933*	0.55109	0.000	6.2509	9.3358

	50 mm	-25.9267*	0.38968	0.000	-27.0174	-24.8360
	60 mm	-73.7867*	0.38968	0.000	-74.8774	-72.6960
	0 mm	33.7200*	0.55109	0.000	32.1775	35.2625
50 mm	40 mm	25.9267*	0.38968	0.000	24.8360	27.0174
	60 mm	-47.8600*	0.38968	0.000	-48.9507	-46.7693
	0 mm	81.5800*	0.55109	0.000	80.0375	83.1225
60 mm	40 mm	73.7867*	0.38968	0.000	72.6960	74.8774
	50 mm	47.8600*	0.38968	0.000	46.7693	48.9507

En la Figura 4.27 se observa que el incremento en el porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno en el suelo está directamente relacionado con un aumento en el módulo resiliente bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa. En particular, las muestras de suelo con un 1% de fibras y una longitud de 60 mm presentan las medias más altas en los resultados del módulo resiliente, evidenciando que una mayor incorporación de fibras mejora significativamente el comportamiento mecánico del suelo.

Figura 4. 27

Gráfico de Perfil de la calicata 1 bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa.



En la Tabla 4.19 se muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de dos factores aplicado a la calicata 1, específicamente bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa. Este análisis evalúa el efecto del porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno

(PP) en la variabilidad del módulo resiliente de las muestras. Basándose en los valores de significancia (Sig.), se concluye que ambos factores tienen un impacto significativo en las diferencias observadas en el comportamiento del suelo. Esto confirma que el porcentaje y la longitud de las fibras influyen de manera estadísticamente significativa en la mejora del módulo resiliente bajo esta presión de confinamiento.

Tabla 4. 19

Pruebas de efectos inter- sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 13.8 kPa (C1).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	34033.433 ^a	9	3781.494	5180.128	0.000
Intersección	204456.701	1	204456.701	280077.672	0.000
%PP	2207.956	2	1103.978	1512.299	0.000
Longitud	26231.091	2	13115.546	17966.501	0.000
PP * Longitud	1214.187	4	303.547	415.817	0.000
Error	14.600	20	0.730		
Total	286920.326	30			
Total corregido	34048.043	29			

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = .999)

En el caso de la calicata 1, bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa, se aplicó la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey para evaluar cómo el porcentaje de fibras de polipropileno afecta el módulo resiliente del suelo. Como se observa en la Tabla 4.20, el valor de significancia obtenido al comparar los diferentes porcentajes de fibras (suelo sin fibras, 0.25%, 0.5% y 1%) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto demuestra que la cantidad de fibras incorporadas tiene un efecto notable en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 20

Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 13.8 kPa (C1) - HSD Tukey.

(I) %PP	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%

		Diferencia de medias (I-J)			Límite inferior	Límite superior
Suelo sin fibras	0.25%	-30.6467*	0.56960	0.000	-32.2409	-29.0524
	0.50%	-37.8067*	0.56960	0.000	-39.4009	-36.2124
	1.00%	-52.3800*	0.56960	0.000	-53.9743	-50.7857
	Suelo sin fibras	30.6467*	0.56960	0.000	29.0524	32.2409
0.25%	0.50%	-7.1600*	0.40277	0.000	-8.2873	-6.0327
	1.00%	-21.7333*	0.40277	0.000	-22.8607	-20.6060
	Suelo sin fibras	37.8067*	0.56960	0.000	36.2124	39.4009
0.50%	0.25%	7.1600*	0.40277	0.000	6.0327	8.2873
	1.00%	-14.5733*	0.40277	0.000	-15.7007	-13.4460
	Suelo sin fibras	52.3800*	0.56960	0.000	50.7857	53.9743
1.00%	0.25%	21.7333*	0.40277	0.000	20.6060	22.8607
	0.50%	14.5733*	0.40277	0.000	13.4460	15.7007

Para la calicata 1, bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa, la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey se utilizó para examinar cómo la longitud de las PPF influye en el módulo resiliente del suelo. Como se puede apreciar en la Tabla 4.21, el valor de significancia obtenido al comparar las distintas longitudes de fibras (0 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto confirma que la longitud de las fibras tiene un impacto relevante en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 21

Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 13.8 kPa (C1) - HSD Tukey.

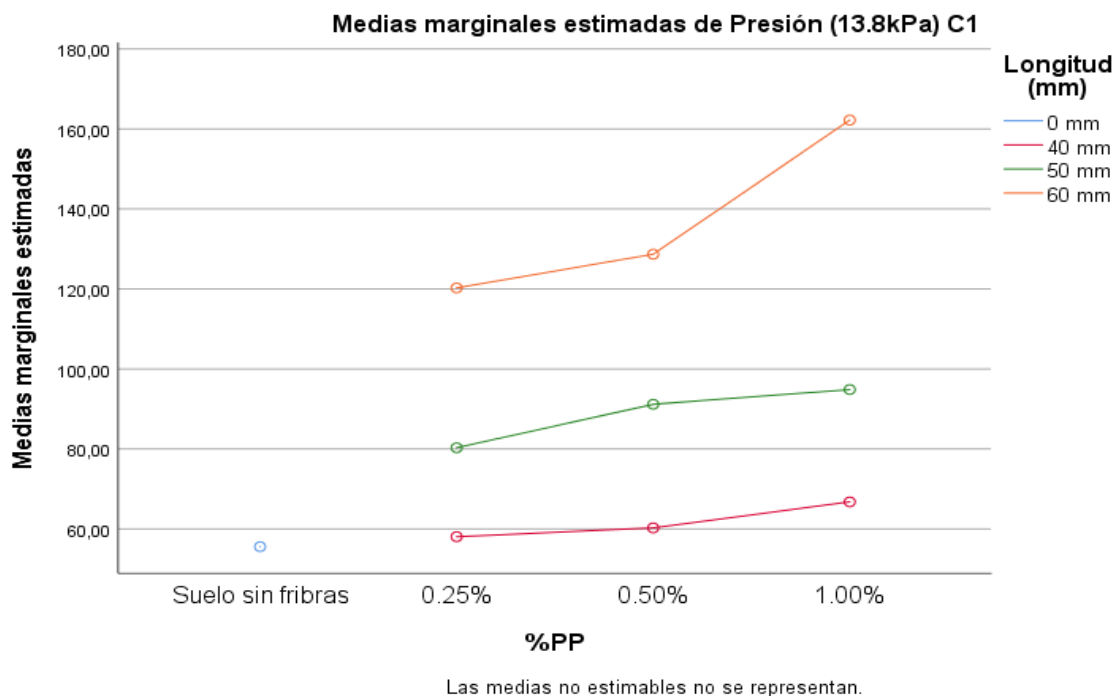
(I) Longitud (mm)		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0 mm	40 mm	-6,1333*	0.56960	0.000	-7.7276	-4.5391
	50 mm	-33,2067*	0.56960	0.000	-34.8009	-31.6124
	60 mm	-81,4933*	0.56960	0.000	-83.0876	-79.8991
40 mm	0 mm	6,1333*	0.56960	0.000	4.5391	7.7276
	50 mm	-27,0733*	0.40277	0.000	-28.2007	-25.9460
	60 mm	-75,3600*	0.40277	0.000	-76.4873	-74.2327
50 mm	0 mm	33,2067*	0.56960	0.000	31.6124	34.8009
	40 mm	27,0733*	0.40277	0.000	25.9460	28.2007
	60 mm	-48,2867*	0.40277	0.000	-49.4140	-47.1593

	0 mm	81,4933*	0.56960	0.000	79.8991	83.0876
60 mm	40 mm	75,3600*	0.40277	0.000	74.2327	76.4873
	50 mm	48,2867*	0.40277	0.000	47.1593	49.4140

En la Figura 4.28 se observa que el incremento en el porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno en el suelo está directamente relacionado con un aumento en el módulo resiliente bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa. En particular, las muestras de suelo con un 1% de fibras y una longitud de 60 mm presentan las medias más altas en los resultados del módulo resiliente, evidenciando que una mayor incorporación de fibras mejora significativamente el comportamiento mecánico del suelo.

Figura 4. 28

Gráfico de Perfil de la Calicata 1 bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa.



De manera similar, en la Tabla 4.22 se muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de dos factores aplicado a la calicata 2, específicamente bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa. Este análisis evalúa el efecto del porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno (PP) en la variabilidad del módulo resiliente de las muestras. Basándose en los valores de significancia (Sig.), se concluye que ambos factores tienen un impacto significativo en las diferencias observadas en el comportamiento del suelo. Esto

confirma que el porcentaje y la longitud de las fibras influyen de manera estadísticamente significativa en la mejora del módulo resiliente bajo esta presión de confinamiento.

Tabla 4. 22

Pruebas de efectos inter-sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 41.1 kPa (C2).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	24999.621 ^a	9	2777.736	4873.220	0.000
Intersección	146491.870	1	146491.870	257003.281	0.000
%PP	1224.552	2	612.276	1074.169	0.000
Longitud	19389.582	2	9694.791	17008.405	0.000
PP * Longitud	391.262	4	97.816	171.606	0.000
Error	11.400	20	0.570		
Total	208355.630	30			
Total corregido	25011.021	29			

a. R al cuadrado = .999 (R al cuadrado ajustada = .999)

En el caso de la calicata 2, bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa, se aplicó la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey para evaluar cómo el porcentaje de fibras de polipropileno afecta el módulo resiliente del suelo. Como se observa en la Tabla 4.23, el valor de significancia obtenido al comparar los diferentes porcentajes de fibras (suelo sin fibras, 0.25%, 0.5% y 1%) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto demuestra que la cantidad de fibras incorporadas tiene un efecto notable en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 23

Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 41.1 kPa (C2) - HSD Tukey.

(I) %PP		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo sin fibras	0.25%	-31.5200*	0.50332	0.000	-32.9288	-30.1112
	0.50%	-36.2867*	0.50332	0.000	-37.6954	-34.8779
	1.00%	-47.5800*	0.50332	0.000	-48.9888	-46.1712
	Suelo sin fibras	31.5200*	0.50332	0.000	30.1112	32.9288
0.25%	0.50%	-4.7667*	0.35590	0.000	-5.7628	-3.7705

	1.00%	-16.0600*	0.35590	0.000	-17.0561	-15.0639
	Suelo sin fibras	36.2867*	0.50332	0.000	34.8779	37.6954
0.50%	0.25%	4.7667*	0.35590	0.000	3.7705	5.7628
	1.00%	-11.2933*	0.35590	0.000	-12.2895	-10.2972
	Suelo sin fibras	47.5800*	0.50332	0.000	46.1712	48.9888
1.00%	0.25%	16.0600*	0.35590	0.000	15.0639	17.0561
	0.50%	11.2933*	0.35590	0.000	10.2972	12.2895

Para la calicata 2, bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa, la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey se utilizó para examinar cómo la longitud de las PPF influye en el módulo resiliente del suelo. Como se puede apreciar en la Tabla 4.24, el valor de significancia obtenido al comparar las distintas longitudes de fibras (0 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto confirma que la longitud de las fibras tiene un impacto relevante en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 24

Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 41.1 kPa (C2) - HSD Tukey.

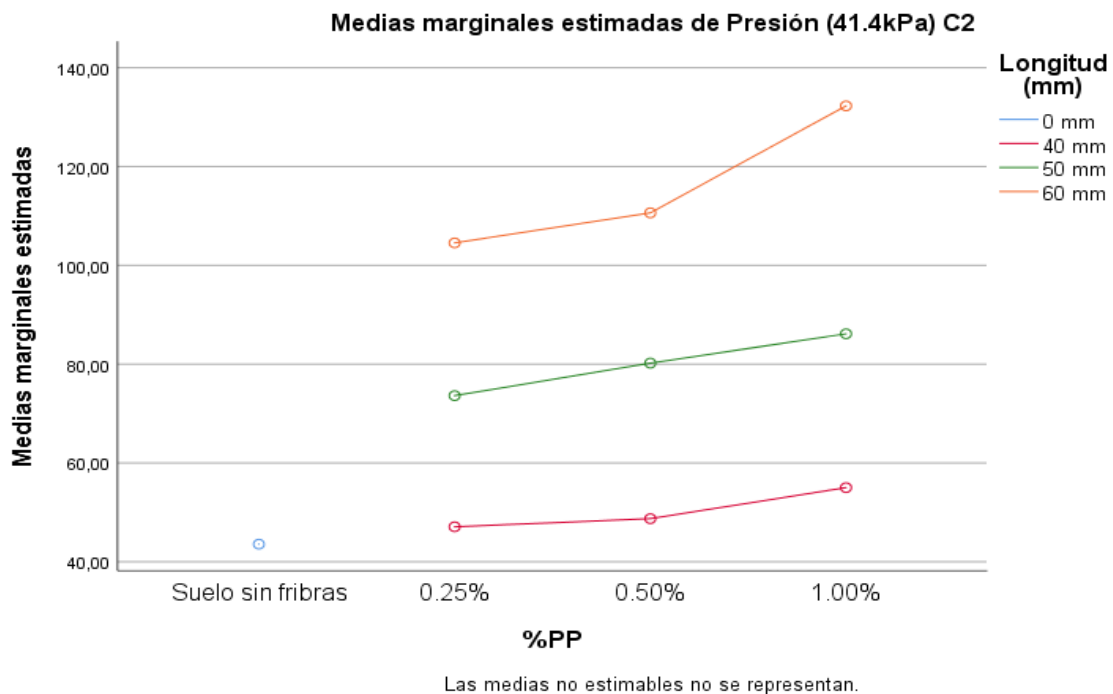
(I) Longitud (mm)		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0 mm	40 mm	-6.7067*	0.50332	0.000	-8.1154	-5.2979
	50 mm	-36.4267*	0.50332	0.000	-37.8354	-35.0179
	60 mm	-72.2533*	0.50332	0.000	-73.6621	-70.8446
40 mm	0 mm	6.7067*	0.50332	0.000	5.2979	8.1154
	50 mm	-29.7200*	0.35590	0.000	-30.7161	-28.7239
	60 mm	-65.5467*	0.35590	0.000	-66.5428	-64.5505
50 mm	0 mm	36.4267*	0.50332	0.000	35.0179	37.8354
	40 mm	29.7200*	0.35590	0.000	28.7239	30.7161
	60 mm	-35.8267*	0.35590	0.000	-36.8228	-34.8305
60 mm	0 mm	72.2533*	0.50332	0.000	70.8446	73.6621
	40 mm	65.5467*	0.35590	0.000	64.5505	66.5428
	50 mm	35.8267*	0.35590	0.000	34.8305	36.8228

En la Figura 4.29 se observa que el incremento en el porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno en el suelo está directamente relacionado con un aumento en el módulo resiliente bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa. En particular, las muestras

de suelo con un 1% de fibras y una longitud de 60 mm presentan las medias más altas en los resultados del módulo resiliente, evidenciando que una mayor incorporación de fibras mejora significativamente el comportamiento mecánico del suelo.

Figura 4. 29

Gráfico de Perfil de la calicata 2 bajo una presión de confinamiento de 41.1 kPa.



En la Tabla 4.25 se muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de dos factores aplicado a la calicata 2, específicamente bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa. Este análisis evalúa el efecto del porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno (PP) en la variabilidad del módulo resiliente de las muestras. Basándose en los valores de significancia (Sig.), se concluye que ambos factores tienen un impacto significativo en las diferencias observadas en el comportamiento del suelo. Esto confirma que el porcentaje y la longitud de las fibras influyen de manera estadísticamente significativa en la mejora del módulo resiliente bajo esta presión de confinamiento.

Tabla 4. 25

Pruebas de efectos inter-sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 27.6 kPa (C2).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	32932.534 ^a	9	3659.170	6419.597	0.000
Intersección	187284.495	1	187284.495	328569.289	0.000
%PP	2032.528	2	1016.264	1782.920	0.000
Longitud	25221.731	2	12610.866	22124.326	0.000
PP * Longitud	1058.528	4	264.632	464.267	0.000
Error	11.400	20	0.570		
Total	266151.821	30			
Total corregido	32943.934	29			

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = .999)

En el caso de la calicata 2, bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa, se aplicó la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey para evaluar cómo el porcentaje de fibras de polipropileno afecta el módulo resiliente del suelo. Como se observa en la Tabla 4.26, el valor de significancia obtenido al comparar los diferentes porcentajes de fibras (suelo sin fibras, 0.25%, 0.5% y 1%) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto demuestra que la cantidad de fibras incorporadas tiene un efecto notable en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 26

Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 27.6 kPa (C2) - HSD Tukey.

(I) %PP		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo sin fibras	0.25%	-32.2733*	0.50332	0.000	-33.6821	-30.8646
	0.50%	-38.7733*	0.50332	0.000	-40.1821	-37.3646
	1.00%	-53.0467*	0.50332	0.000	-54.4554	-51.6379
	Suelo sin fibras	32.2733*	0.50332	0.000	30.8646	33.6821
0.25%	0.50%	-6.5000*	0.35590	0.000	-7.4961	-5.5039
	1.00%	-20.7733*	0.35590	0.000	-21.7695	-19.7772
	Suelo sin fibras	38.7733*	0.50332	0.000	37.3646	40.1821
0.50%	0.25%	6.5000*	0.35590	0.000	5.5039	7.4961
	1.00%	-14.2733*	0.35590	0.000	-15.2695	-13.2772
	Suelo sin fibras	53.0467*	0.50332	0.000	51.6379	54.4554
1.00%						
	0.25%	20.7733*	0.35590	0.000	19.7772	21.7695

0.50%	14.2733*	0.35590	0.000	13.2772	15.2695

En el caso de la calicata 2, considerando el efecto de la presión de confinamiento de 27.6 kPa, la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey se aplica para evaluar la influencia de la longitud de las PPF en el módulo resiliente del suelo. Como se detalla en la Tabla 4.27, el nivel de significancia obtenido en la comparación de las diferentes longitudes de fibras (0 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm) es 0.000, lo que confirma que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas, evidenciando el impacto de la longitud de las fibras en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 27

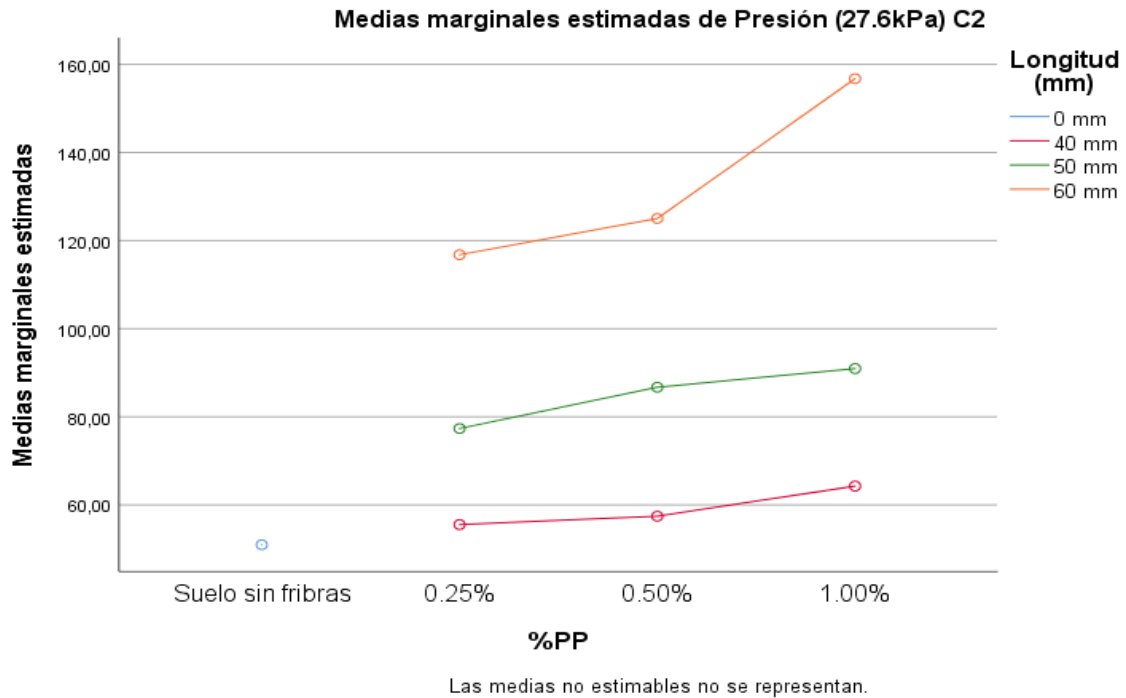
Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 27.6 kPa (C2) - HSD Tukey.

(I) Longitud (mm)		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0 mm	40 mm	-8.1267*	0.50332	0.000	-9.5354	-6.7179
	50 mm	-34.0533*	0.50332	0.000	-35.4621	-32.6446
	60 mm	-81.9133*	0.50332	0.000	-83.3221	-80.5046
40 mm	0 mm	8.1267*	0.50332	0.000	6.7179	9.5354
	50 mm	-25.9267*	0.35590	0.000	-26.9228	-24.9305
	60 mm	-73.7867*	0.35590	0.000	-74.7828	-72.7905
50 mm	0 mm	34.0533*	0.50332	0.000	32.6446	35.4621
	40 mm	25.9267*	0.35590	0.000	24.9305	26.9228
	60 mm	-47.8600*	0.35590	0.000	-48.8561	-46.8639
60 mm	0 mm	81.9133*	0.50332	0.000	80.5046	83.3221
	40 mm	73.7867*	0.35590	0.000	72.7905	74.7828
	50 mm	47.8600*	0.35590	0.000	46.8639	48.8561

En la Figura 4.30 se observa que el incremento en el porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno en el suelo está directamente relacionado con un aumento en el módulo resiliente bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa. En particular, las muestras de suelo con un 1% de fibras y una longitud de 60 mm presentan las medias más altas en los resultados del módulo resiliente, evidenciando que una mayor incorporación de fibras mejora significativamente el comportamiento mecánico del suelo.

Figura 4. 30

Gráfico de Perfil de la calicata 2 bajo una presión de confinamiento de 27.6 kPa.



En la Tabla 4.28 se muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de dos factores aplicado a la calicata 2, específicamente bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa. Este análisis evalúa el efecto del porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno (PP) en la variabilidad del módulo resiliente de las muestras. Basándose en los valores de significancia (Sig.), se concluye que ambos factores tienen un impacto significativo en las diferencias observadas en el comportamiento del suelo. Esto confirma que el porcentaje y la longitud de las fibras influyen de manera estadísticamente significativa en la mejora del módulo resiliente bajo esta presión de confinamiento.

Tabla 4. 28

Pruebas de efectos inter-sujetos del Módulo Resiliente y presión de confinamiento de 13.8 kPa (C2).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	34101.243 ^a	9	3789.027	5627.268	0.000
Intersección	202455.890	1	202455.890	300677.064	0.000

%PP	2227.293	2	1113.646	1653.930	0.000
Longitud	26299.454	2	13149.727	19529.298	0.000
PP * Longitud	1202.340	4	300.585	446.413	0.000
Error	13.467	20	0.673		
Total	284605.566	30			
Total corregido	34114.710	29			

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = .999)

En el caso de la calicata 2, bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa, se aplicó la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey para evaluar cómo el porcentaje de fibras de polipropileno afecta el módulo resiliente del suelo. Como se observa en la Tabla 4.29, el valor de significancia obtenido al comparar los diferentes porcentajes de fibras (suelo sin fibras, 0.25%, 0.5% y 1%) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto demuestra que la cantidad de fibras incorporadas tiene un efecto notable en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 29

Comparaciones múltiples de la influencia del porcentaje de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 13.8 kPa (C2) - HSD Tukey.

(I) %PP		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo sin fibras	0.25%	-30.5356*	0.54705	0.000	-32.0667	-29.0044
	0.50%	-37.8067*	0.54705	0.000	-39.3378	-36.2755
	1.00%	-52.3800*	0.54705	0.000	-53.9111	-50.8489
	Suelo sin fibras	30.5356*	0.54705	0.000	29.0044	32.0667
0.25%	0.50%	-7.2711*	0.38682	0.000	-8.3538	-6.1884
	1.00%	-21.8444*	0.38682	0.000	-22.9271	-20.7618
	Suelo sin fibras	37.8067*	0.54705	0.000	36.2755	39.3378
0.50%	0.25%	7.2711*	0.38682	0.000	6.1884	8.3538
	1.00%	-14.5733*	0.38682	0.000	-15.6560	-13.4906
	Suelo sin fibras	52.3800*	0.54705	0.000	50.8489	53.9111
1.00%	0.25%	21.8444*	0.38682	0.000	20.7618	22.9271
	0.50%	14.5733*	0.38682	0.000	13.4906	15.6560

Para la calicata 2, bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa, la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey se utilizó para examinar cómo la longitud

de las PPF influye en el módulo resiliente del suelo. Como se puede apreciar en la Tabla 4.30, el valor de significancia obtenido al comparar las distintas longitudes de fibras (0 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm) fue de 0.000, lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas. Esto confirma que la longitud de las fibras tiene un impacto relevante en la mejora del módulo resiliente.

Tabla 4. 30

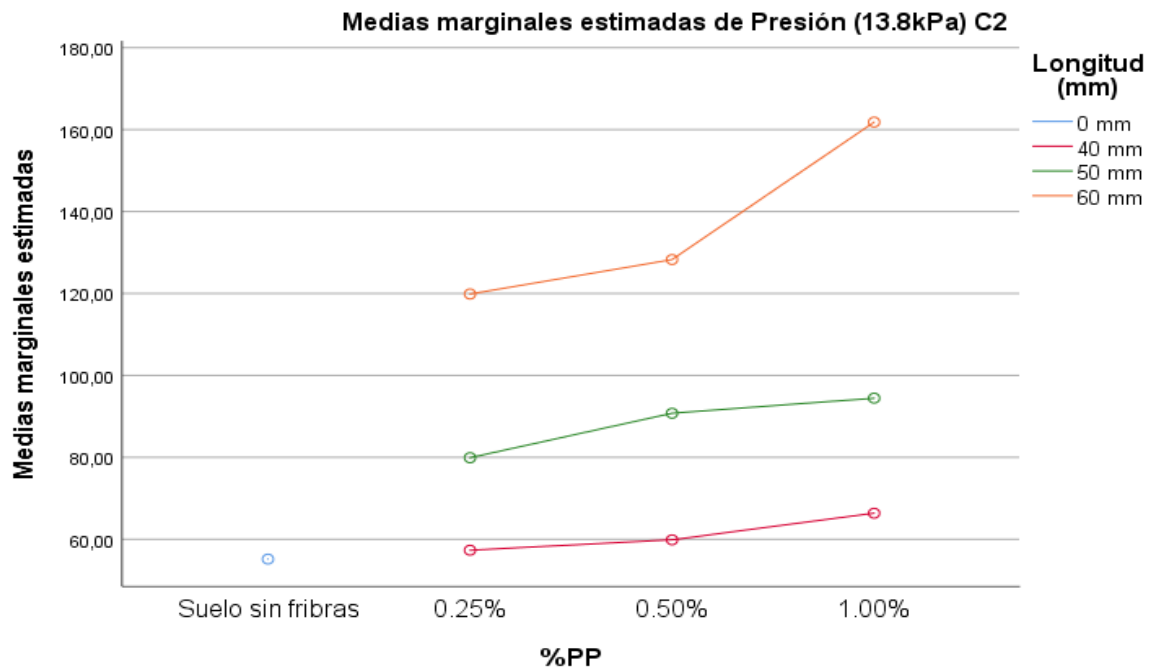
Comparaciones múltiples de la influencia de la longitud de las fibras de PP en el módulo resiliente del suelo bajo la presión de confinamiento de 13.8 kPa (C2) - HSD Tukey.

(I) Longitud (mm)		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0 mm	40 mm	-6.0222*	0.54705	0.000	-7.5534	-4.4911
	50 mm	-33.2067*	0.54705	0.000	-34.7378	-31.6755
	60 mm	-81.4933*	0.54705	0.000	-83.0245	-79.9622
40 mm	0 mm	6.0222*	0.54705	0.000	4.4911	7.5534
	50 mm	-27.1844*	0.38682	0.000	-28.2671	-26.1018
	60 mm	-75.4711*	0.38682	0.000	-76.5538	-74.3884
50 mm	0 mm	33.2067*	0.54705	0.000	31.6755	34.7378
	40 mm	27.1844*	0.38682	0.000	26.1018	28.2671
	60 mm	-48.2867*	0.38682	0.000	-49.3694	-47.2040
60 mm	0 mm	81.4933*	0.54705	0.000	79.9622	83.0245
	40 mm	75.4711*	0.38682	0.000	74.3884	76.5538
	50 mm	48.2867*	0.38682	0.000	47.2040	49.3694

En la Figura 4.31 se observa que el incremento en el porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno en el suelo está directamente relacionado con un aumento en el módulo resiliente bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa. En particular, las muestras de suelo con un 1% de fibras y una longitud de 60 mm presentan las medias más altas en los resultados del módulo resiliente, evidenciando que una mayor incorporación de fibras mejora significativamente el comportamiento mecánico del suelo.

Figura 4. 31

Gráfico de Perfil de la calicata 2 bajo una presión de confinamiento de 13.8 kPa.



Las medias no estimables no se representan.

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

La incorporación de las fibras de polipropileno refuerza las propiedades de resistencia y capacidad de carga del suelo. Luego de un análisis exhaustivo de los gráficos derivados de los resultados numéricos y analíticos, se lograron cumplir los objetivos planteados, lo que permite llegar a las siguientes conclusiones:

- El suelo estudiado se clasifica como una arcilla de alta plasticidad CH, con un límite líquido de 55, un límite plástico de 19 y un índice de plasticidad de 37.5. Este suelo presenta un porcentaje de arcilla del 36.22%, una gravedad específica de 2.80, un peso específico de 1.96 g/cm^3 y un contenido de humedad de 20.66%. Además, la densidad máxima seca es 1653.5 kg/m^3 y el contenido de humedad óptimo es 21.3%.

- Las fibras de polipropileno empleadas son livianas, no absorben agua, presentan una excelente resistencia a ácidos y álcalis, y tienen una resistencia promedio a la tracción de 526 MPa. Estas propiedades las hacen ideales para el refuerzo de suelos, ya que disminuye la contracción del material al estar bajo esfuerzos normales. Asimismo, la incorporación de estas fibras en el suelo arcilloso aumenta la resistencia de la mezcla, debido a que las partículas del suelo se entrelazan con las fibras, permitiendo la transmisión y redistribución de cargas a través de esfuerzos de tracción.

- Se determina el módulo de resiliencia, siguiendo el protocolo establecido por la norma AASHTO T-307 para materiales de subrasante. Para ello, se utilizó la máquina universal UTM-30, con una celda de carga de 30 kN de capacidad, implementado en una cámara triaxial. Se prepararon 30 muestras de ensayo para la calicata 1 y 30 muestras para la calicata 2, en las que se incorporaron diferentes longitudes de fibra de polipropileno (40 mm, 50 mm y 60 mm) y se varió el porcentaje de fibras (0.25%, 0.5% y 1%) para cada longitud; con el objetivo de evaluar y comparar el efecto de las fibras en el módulo resiliente

del suelo arcilloso, contribuyendo al conocimiento de un mejor desempeño de las propiedades del suelo como subrasante en aplicaciones de ingeniería vial.

- Mediante los valores obtenidos en los ensayos del módulo resiliente, se determina que la incorporación de fibras de polipropileno incrementa el módulo resiliente de los suelos arcillosos. Para la calicata 1, los incrementos máximos de módulo resiliente, con relación a la muestra sin fibra (55,56 MPa), se observa con 1% de fibra y alcanza valores del orden de 192% (162.22 MPa), 71% (94.84 MPa) y 20% (66.76 MPa) cuando la longitud de la fibra es de 60, 50 y 40 mm, respectivamente. Del mismo modo, los incrementos máximos de módulo resiliente, con relación a la muestra sin fibra (55,56 MPa), se observa con 60 mm de longitud y alcanza valores del orden de 192% (162.22 MPa), 132% (128.68 MPa) y 116% (120.26 MPa) cuando el contenido de fibra es de 1%, 0.5% y 0.25%, respectivamente. Para la calicata 2, los incrementos máximos de módulo resiliente, con relación a la muestra sin fibra (55,16 MPa), se observa con 1% de fibra y alcanza valores del orden de 192% (161.82 MPa), 71% (94.44 MPa) y 20% (66.36 MPa) cuando la longitud de la fibra es de 60, 50 y 40 mm, respectivamente. Del mismo modo, los incrementos máximos de módulo resiliente, con relación a la muestra sin fibra (55,16 MPa), se observa con 60 mm de longitud y alcanza valores del orden de 193% (161.82 MPa), 133% (128.28 MPa) y 117% (119.86 MPa) cuando el contenido de fibra es de 1%, 0.5% y 0.25%, respectivamente.

- Los valores obtenidos en el ensayo de compresión no confinada con diferentes contenidos y longitudes de fibra de polipropileno indican que la adición las fibras incrementan la resistencia UCS de los suelos arcillosos. Mediante estos valores, para la calicata 1, se puede concluir que el 1% de fibras de polipropileno brinda una mejora del 275% (253.32 kPa), 124% (151.54 kPa) y 78% (119.91 kPa) cuando la longitud de la fibra es 60, 50 y 40 mm respectivamente, con relación a la resistencia UCS del suelo sin refuerzo (67.52 kPa). Del mismo modo, para la calicata 2, se puede concluir que el 1% de fibras de polipropileno brinda una mejora del 278% (252.75 kPa), 126% (151.17 kPa) y 79% (119.58 kPa) cuando la longitud de la fibra es 60, 50 y 40 mm respectivamente, con relación a la resistencia UCS del suelo sin refuerzo (66.93 kPa).

- Se verificó que la fórmula propuesta por Hossain y Kim (2014), que relaciona el módulo resiliente con los parámetros básicos del suelo (resistencia a la compresión no confinada, índice de plasticidad y porcentaje que pasa por el tamiz N°200), produce valores muy aproximados a los obtenidos en las pruebas de laboratorio. Aun cuando se incorpora distintos porcentajes de fibra y longitudes de fibra en el suelo arcilloso, la formula produce resultados satisfactorios. No obstante, esta fórmula matemática no considera la presión de confinamiento (41.4, 27.6 y 13.8 kPa).

- La resistencia a la compresión no confinada fue evaluada mediante un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores aplicado a la calicata 1 y la calicata 2, lo que permitió determinar los valores de significancia (Sig.). También, se llevó a cabo la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey que permitió evaluar con mayor precisión el efecto del porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión no confinada en ambas calicatas. El análisis estadístico reveló un valor de significancia de 0.000 al comparar los distintos porcentajes de fibras (0%, 0.25%, 0.5% y 1%) y longitudes (0 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm), lo que indica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas, esto quiere decir que la incorporación de fibras de polipropileno, tanto en cantidad como en longitud aumenta la resistencia a la compresión no confinada en el suelo.

- El análisis del módulo resiliente mediante el modelo ANOVA de dos factores, aplicado a la calicata 1 y la calicata 2 bajo presiones de confinamiento de 41.1 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, permitió evaluar la influencia del porcentaje y la longitud de las fibras de polipropileno (PP) en la variabilidad de esta propiedad mecánica del suelo. Los resultados indicaron que ambos factores tienen un impacto significativo, lo que se confirmó con la prueba de Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey, donde el valor de significancia obtenido al comparar los distintos porcentajes de fibras (0%, 0.25%, 0.5% y 1%) y longitudes (0 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm) fue de 0.000, evidenciando diferencias estadísticamente significativas entre las medias, esto quiere decir que la incorporación de fibras de PP mejora sustancialmente el módulo resiliente del suelo.

- Finalmente, se concluye que se lograron mejores resultados en el módulo resiliente al utilizar fibras de polipropileno (PPF) con una longitud de 60 mm y un contenido de 1%.

5.2. Recomendaciones

Las principales recomendaciones para trabajos futuros son los siguientes:

- Complementar ensayos con diferentes tamaños de probetas y mayores concentraciones de fibras de polipropileno para analizar el comportamiento del suelo arcilloso con el objetivo de distinguir una cantidad límite de fibras agregadas y optimizar la resistencia del suelo.
- Deben llevarse a cabo, con mayor profundidad, otras pruebas de resistencia como ensayos de CBR, corte directo y corte triaxial para estudiar completamente el comportamiento del suelo arcilloso al ser reforzado con fibras.
- Realizar un análisis económico que compare el reforzamiento del suelo arcilloso con fibras de polipropileno con las alternativas actuales de mejoras en las vías urbanas del distrito de Manantay de la ciudad de Pucallpa.

Referencias

- Acoplásticos (2022). ¿Qué es el Polipropileno?
<https://www.acoplasticos.org/index.php/mnu-pre/opm-bus-pref/38-opc-fag%20pre6#:~:text=Es%20un%20producto%20totalmente%20reciclable,atractiva%20frente%20a%20materiales%20alternativos>.
- Acharya, A. S., Prakash, A., Saxena, P., & Nigam, A. (2021). *Determination of sample size and sampling methods in applied research*. ResearchGate.
<https://www.researchgate.net/publication/350058465>
- Akbulut, S., Arasan, S., & Kalkan, E. (2007). Modification of clayey soils using scrap tire rubber and synthetic fibers. *International Journal Applied Clay Science*. Vol. 38, pp. 23-32. 10.1016/j.clay.2007.02.001
- Al – Mahbashi, A., Al-Shamrani, M., Moghal, A., & Vydehi, K. (2021). Correlation-Based Studies on Resilient Modulus Values for Fiber-Reinforced Lime-Blended Clay. *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*. Tomo 7
<https://link.springer.com/article/10.1007/s40891-021-00305-7>
- Arquitectura sostenible (2022). El polipropileno, una alternativa al plástico tradicional.
<https://arquitectura-sostenible.es/polipropileno-alternativa-plastico-tradicional/>
- Arrelucé, S., & Solís, G. (2021). Incorporación de fibras de polipropileno como método de reforzamiento de suelos arcillosos en Palian – Huancayo. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC.
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656164/Arreluc%C3%A9_MS.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Brown, C. (1996). Soil mechanics in pavement engineering. *International Journal Géotechnique*. Vol. 46, No. 3. pp. 383-426.
<https://doi.org/10.1680/geot.1996.46.3.383>

- Carrozzo, E., & Salazar, D. (2021). Influencia de las fibras de polipropileno y cemento portland tipo I en las propiedades Geotécnicas de suelos arcillosos aplicado en la subrasante de la carretera Pampas - La Florida, en el tramo km 3+300 hasta km 13+050 ubicado en el distrito Atavillos B. 166. *[Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]*. Repositorio Académico USMP. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/8813>
- Chauhan, M., Mittal, S., & Mohanty, B. (2008). Performance evaluation of silty sand subgrade reinforced with fly ash and fibre. *International Journal Geotexto Geomembrana*, 2008; Vol.26 pp. 429–35. <https://doi.org/10.1016/j.geotextmem.2008.02.001>
- Chavva, P., Vanapalli, S., Puppala, A., & Hoyos, L. (2005). Evaluation of Strength, Resilient Moduli, Swell, and Shrinkage Characteristics of Four Chemically Treated Sulfate Soils from North Texas. *ICE Library*. pp 1–10. [https://doi.org/10.1061/40783\(162\)18](https://doi.org/10.1061/40783(162)18)
- Clariá, J., & Vettorelo, P. (2012). Refuerzo de arenas mediante la adición de fibras sintéticas. In Memorias del XX Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica. *Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica*. https://www.researchgate.net/profile/Paula-Vettorelo/publication/273763342_Arenas_reforzadas_con_fibras_sinteticas_Variacion_del_comportamiento_con_la_compacidad/links/550b0e180cf285564096f848/Arenas-reforzadas-con-fibras-sinteticas-Variacion-del-comportamiento-con-la-compacidad.pdf
- Curiel, C. (2004). Guía para el Diseño de Pavimentos de Concreto Asfáltico, Cochabamba Bolivia. https://www.academia.edu/36162816/PAVIMENTOS_Texto_Gu%C3%ADa
- Dagnino S., J. (2014). Correlación. *Revista Chilena*, 150-153. doi:<https://doi.org/10.25237/revchilanestv43n02.15>

- Douglas C., M. (2019). Design and Analysis of Experiments, 10th Edition (10th Edition).
<https://www.wiley.com/en-us/Design+and+Analysis+of+Experiments%2C+10th+Edition-p-9781119492443>
- Fernández, H. (2017). Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Académico de la UNC. https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1140/T016_42379696_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Garcia, S. (2009). Referencias históricas y evolución de los plásticos. *International Journal Iberoamericana de Polímeros Garcia. Vol. 10 (1)*. Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Bellas Artes, Departamento de escultura. <https://reviberpol.files.wordpress.com/2019/07/2009-garcia.pdf>
- Garnica, P., Pérez, N., & Gómez, J. (2001). Módulo de resiliencia en suelos finos y materiales granulados. Secretaria de comunicaciones y transporte. Instituto mexicano del transporte. *Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua*. <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-de-ingenieria-nicaragua/resistencia-de-los-materiales/modulo-de-resiliencia-en-suelos-finos-y-materiales-granulares/38264870>
- Gregory, G. (2006). Shear Strength, creep and stability of Fiber – Reinforced soil slopes. [Master of Science in Civil Engineering, Faculty del Graduate College of the Oklahoma State University, Estados Unidos]. Repositorio Académico de Oklahoma State University. <https://hdl.handle.net/11244/7836>
- Gupta, G., Sood, H., & Kumar, P. (2020). Mathematical modelling of resilient modulus response of fibre reinforced clay subgrade for pavement design. *International Journal of Interdisciplinary Mathematics Vol. 23(1)*. pp 247–255. <https://doi.org/10.1080/09720502.2020.1721920>

- Hernández Aguilar, M. A., Escalaya Advíncula, M. R., & Vega López, R. S. (2023). Caracterización geotécnica de los suelos arcillosos de Pucallpa. *Perfiles de Ingeniería Universidad Ricardo Palma*, 19(20), 93-118. https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Perfiles_Ingenieria/article/view/6312/9801
- Hojjati, F., & Sarkar, A. (2019). Mechanical properties of soil reinforced with polypropylene fibre. *International Journal Emerald Publishing*. Vol. 175, pp 72-81. <https://doi.org/10.1680/jcoma.18.00057>
- Hossain, S., & Kim, W. (2014). Estimation of subgrade resilient modulus using the unconfined compression test. Virginia Center for Transportation. *Virginia Center for Transportation Innovation and Research*. <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/28274>
- Intriago, V., & Nadia, H. (2006). Automatización de una prensa universal de ensayo, actualización del sistema de control y del sistema de medición asociado. *[Tesis de pregrado, Universidad Central de Venezuela]*. Repositorio Académico UCV. <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/12980/1/TEG%20Nadia%20Intriago.pdf>
- Kumar, A., Walia, S., & Mohan, J. (2006). Compressive strength of fiber reinforced highly compressible clay. *International Journal Construction and building materials*. Vol. 20, pp. 1063-1068. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006180500125X>
- Li, J., & Ding, D. (2002). Nonlinear elastic behavior of fiber-reinforced soil under cyclic loading. *International Journal Soil dynamics and earthquake engineering*. Vol. 22, pp. 977-983. [https://doi.org/10.1016/S0267-7261\(02\)00122-7](https://doi.org/10.1016/S0267-7261(02)00122-7)
- Linares, J., Linares, D., Melgarejo, L., Campos, N., & Manturano R. (2021). Influencia de adición de fibra de polipropileno al concreto. *19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. Universidad Privada del Norte. https://laccei.org/LACCEI2021-VirtualEdition/full_papers/FP211.pdf

- Li, Y., Qian, C., & Liu, K. (2019). Sampling efficiency in spatially varying soils for slope stability assessment. *Advances in Civil Engineering*, 2019, Article 8267601. <https://doi.org/10.1155/2019/8267601>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales - MTC. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. <https://es.slideshare.net/EdisonOrconAcua/manual-de-ensayo-de-materiales-mtc-2016pdf>
- Mohammad, J., & Mohammad, A. (2006). Durability and mechanistic characteristics of fiber reinforced soil –cement mixtures. *International Journal of Pavement Engineering. Department of Civil Engineering, University of Louisiana*. Vol. 7, pp 53–62. https://www.researchgate.net/profile/Mohammad-Khattak/publication/245325707_Durability_and_mechanistic_characteristics_of_fiber_reinforced_soil-cement_mixtures/links/562e7e9008ae518e34837de7/Durability-and-mechanistic-characteristics-of-fiber-reinforced-soil-cement-mixtures.pdf
- Muñoz, D. (2023). Polipropileno: que es y sus características. *Periodista de Tecnología del Plástico*. <https://www.plastico.com/es/noticias/polipropileno-que-es-y-sus-caracteristicas>
- Norma española (2010). Determinación de la fuerza o carga de rotura y del alargamiento en la rotura de hilos individuales con un equipo de velocidad constante de alargamiento (CRE). *AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación. Textiles – Hilos arrollados (ISO 2062:2009, IDT)*. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0045183>
- Pérez, N., Garnica, P., González, J., Curiel, N., & Ruiz, M. (2016). Modelo para estimar el módulo de resiliencia de suelos finos compactados en la condición óptima de compactación. *Instituto Mexicano de Transporte, Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Publicación Técnica No. 475 Sanfandila, Qro. 2016*. pp. 16 <https://imt.mx/descarga-archivo>.

html?l=YXJjaGl2b3MvUHVibGljYWNPb25lcy9QdWJsaWNhY2lvdBlRlY25pY2Ev
cHQ0NzUucGRm

Plé, O., & Lê, THN. (2012). Effect of polypropylene fiber-reinforcement on the mechanical behavior of silty clay. *International Journal Geotextiles and Geomembranes*. Vol. 32, pp 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2011.11.004>

Poly&Jute S.A (2022). La rafia como alternativa sostenible a la fabricación de envases. *Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Una manera de hacer Europa*. <https://www.polyjute.com/noticias/rafia-fabricacion-envases/#:~:text=En%20segundo%20lugar%2C%20el%20polipropileno,menos%20gases%20de%20efecto%20invernadero.>

Pusari, O., & Rodríguez, J. (2020). Estudio experimental del mejoramiento de las propiedades de resistencia al corte de un suelo expansivo con polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno en la ciudad de Talara, departamento de Piura. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico de la UPCA. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653985>

Puy, Y. (2005). Capítulo I: Introducción. [Tesina de pregrado, Universidad Politécnica de Cataluña]. Repositorio académico de la UCP <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3282/53973-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Romero, T., Ossa, A., & Flores, M. (2018). Módulo resiliente en suelos blandos y su relación con el Módulo dinámico. November 2019. *International Journal Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, A.C. XXIX Reunión Nacional de Ingeniería Geotécnica*. https://www.researchgate.net/publication/337262326_Modulo_resiliente_en_suelos_blandos_y_su_relacion_con_el_modulo_dinamico

- Showkat, N., & Parveen, H. (2017). *Non-Probability and Probability Sampling*. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/319066480>
- Soğancı, A. (2015). The Effect of Polypropylene Fiber in the Stabilization of Expansive Soils. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Geological and Environmental Engineering*. Vol. 9, Issue 8, 2015 <https://zenodo.org/record/1108654/files/10002291.pdf>
- Solís, F., & Inga, D. (2021). Análisis del comportamiento mecánico del suelo arcilloso reforzado con fibras de polipropileno en la Merced-Junín 2021. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental, Huancayo, Perú.] <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11369>
- Suárez, C. (2019). Determinación del estado de deterioro del tramo de Av. Vice en Piura, aplicando el método PCI. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura, Huancayo, Perú.] https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4394/ICI_294.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Taha, M., Feng, P., & Ahmed, S. (2020). Influence of Polipropylene Fibre (PF) Reinforcement on Mechanical Properties of Clay Soil. *International Journal Advances in Polymer Technology*. Vol.20, pp 15 . <https://doi.org/10.1155/2020/9512839>
- Tang, C., Shi, B., Gao, W., Jun, F., & Cai, Y. (2007). Strength and mechanical behavior of short polypropylene fiber reinforced and cement stabilized clayey soil. *International Journal Geotextiles and geomenbranes*. Vol. 25, pp. 194-202. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266114406000860>
- Ventura, E. (1981). Terraplenes y Pedraplenes. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y transportes. Dirección General de Carreteras. *Tecnología de Carreteras MOPT*. http://www.carreteros.org/tenologia_mopu/1/pdfs/33.pdf

Vettorelo, P., & Clairá, J. (2014). Suelos reforzados con fibras: Estado del arte y aplicaciones. Córdoba: *International Journal facultad de ciencias exactas, físicas y naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Vol. 1 (1).*
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEyN/article/view/6856/7934>





Anexos

Anexo A: Ensayos de caracterización del suelo de la ciudad de Pucallpa

1. Granulometría por sedimentación

Figura A.1

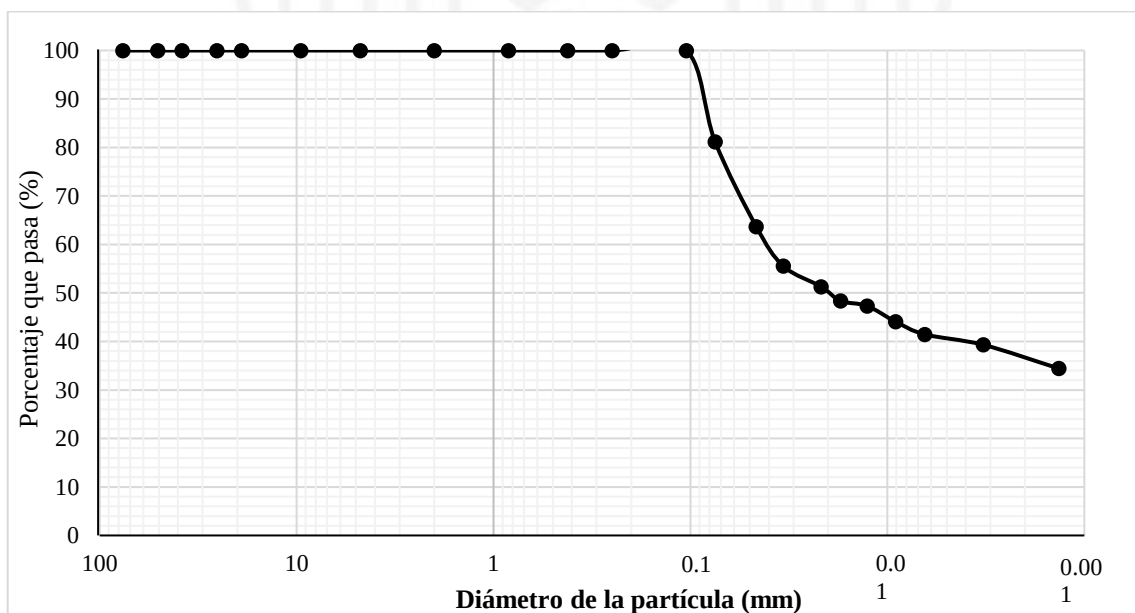
Ensayo de granulometría por sedimentación de la primera muestra en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS (Norma de referencia: NTP 339.128)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 15/03/2021		
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Código: EDS-2-FIA/CIV/L-R-030		
DATOS DEL PROYECTO						
"Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad".						
Id. proyecto : INV-2022-001 Informe N° : LG-INV-2022-001 Ubicación : Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali. Solicita : Kassandra Franchesska Seclén Vásquez Responsable : Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra : INV-2022-001-001 Fecha de muestreo : 26/8/2022 Fuente : Calicata 1 - Muestra 1 Fecha de recepción : 2/9/2022 Muestra : Suelo inalterado Fecha de ensayo : 5/9/2022 Profundidad (m) : 1 Método cuarteo (NTP 339.089) : B						
ENSAYO						
Peso de la muestra (g):		50,0	Peso de la submuestra (pasa la malla N° 10) (g):		50	
Peso retenido en malla N° 10 (g):		0,0				
Peso pasa la malla N° 10 (g):		50,0				
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN GRUESA: RETENIDO EN MALLA N° 10)						
Tamices		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
3	76,2	0,0	0,0	0,0		100,0
2	50,8	0,0	0,0	0,0		100,0
1,5	38,1	0,0	0,0	0,0		100,0
1	25,4	0,0	0,0	0,0		100,0
0,75	19,05	0,0	0,0	0,0		100,0
0,375	9,52	0,0	0,0	0,0		100,0
N° 4	4,75	0,0	0,0	0,0		100,0
N° 10	2	0,0	0,0	0,0		100,0
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
N° 20	0,841	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 40	0,42	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 60	0,25	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 140	0,105	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 200	0,075	9,4	18,8	18,8	81,2	81,2

GRANULOMETRÍA POR SEDIMENTACIÓN (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
Tamices		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
---	0,046323	---	---	---	63,7	63,7
---	0,033764	---	---	---	55,5	55,5
---	0,021679	---	---	---	51,3	51,3
---	0,017314	---	---	---	48,4	48,4
---	0,012687	---	---	---	47,3	47,3
---	0,00907	---	---	---	44,1	44,1
---	0,006469	---	---	---	41,5	41,5
---	0,003259	---	---	---	39,3	39,3
---	0,001348	---	---	---	34,4	34,4

CONTENIDO	
Tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra (mm) :	0,1
Grava (mayor a 4.75 mm) (%) :	0,0
Arena (4.75 mm - 0.0020 mm) (%) :	18,8
Limos (0.075 mm - 0.0020 mm) (%) :	45,1
Arcillas (menor a 0.0020 mm) (%) :	36,1

DATOS DEL ENSAYO DE SEDIMENTACIÓN							
Tiempo (min)	Lectura del hidrómetro, R (x1000)	Lectura del hidrómetro, r _m	Temperatura (°C)	r _{d,m}	Profundidad efectiva, H _m (cm)	D _m (mm)	Porcentaje que pasa, N _m (%)
1	21,0	1,0	19,5	1,0	11	1,5	63,7
2	18,5	1,0	19,5	1,0	11	1,1	55,5
5	17,2	1,0	19,5	1,0	12	0,7	51,3
8	16,3	1,0	19,5	1,0	12	0,6	48,4
15	16,0	1,0	19,4	1,0	12	0,4	47,3
30	15,0	1,0	19,4	1,0	12	0,3	44,1
60	14,2	1,0	19,4	1,0	13	0,2	41,5
240	13,5	1,0	19,6	1,0	13	0,1	39,3
1440	12,2	1,0	18,6	1,0	13	0,0	34,4



Ensayado por : K. Seclén	Revisado por : M. López	Aprobado po : A. Domínguez
Fecha : 05-set-22	Fecha : 00-Ene-00	Fecha : 00-Ene-00

Nota. El porcentaje que pasa por el tamiz N°200 es 81.2% en el primer ensayo

Figura A.2

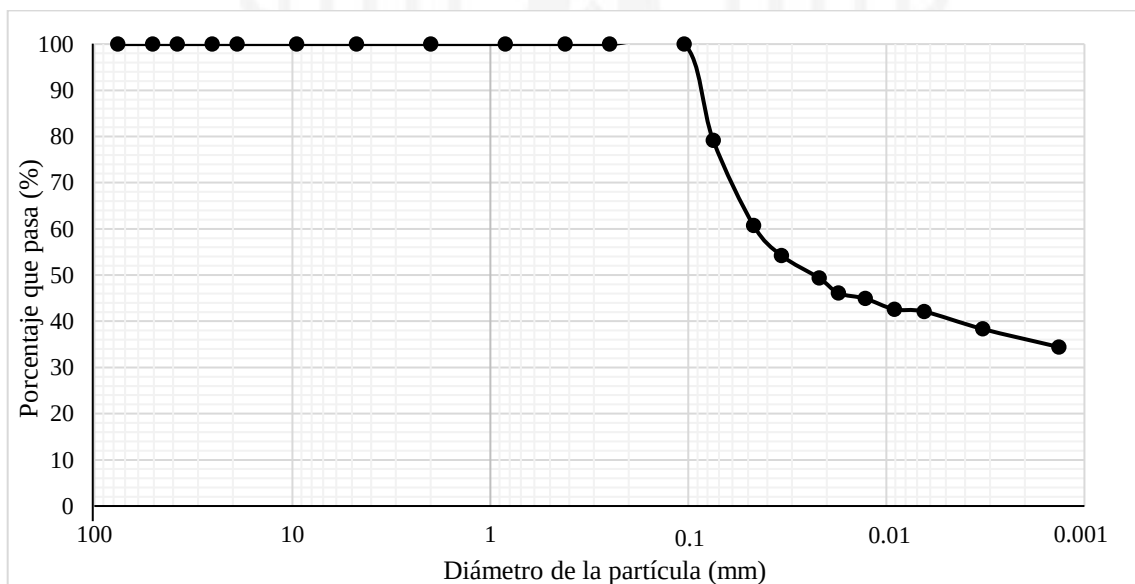
Ensayo de granulometría por sedimentación de la segunda muestra en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS (Norma de referencia: NTP 339.128)			Proceso : Extensión y desarrollo social Subproceso : Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia:		
	CIV	CIV	CIV	15/03/2021		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Versión: 01		
Código: EDS-2-FIA/CIV/L-R-030						
DATOS DEL PROYECTO						
"Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad".						
Id. proyecto : INV-2022-002 Informe N° : LG-INV-2022-002 Ubicación : Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali. Solicita : Kassandra Franchesska Seclén Vásquez Responsable : Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra : INV-2022-002-002 Fecha de muestreo : 26/8/2022 Fuente : Calicata 1 - Muestra 2 Fecha de recepción : 2/9/2022 Muestra : Suelo inalterado Fecha de ensayo : 5/9/2022 Profundidad (m) : 1 Método cuarteo (NTP 339.089) : B						
ENSAYO						
Peso de la muestra (g):		50,0	Peso de la submuestra (pasa la malla N° 10) (g):		50	
Peso retenido en malla N° 10 (g):		0,0				
Peso pasa la malla N° 10 (g):		50,0				
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN GRUESA: RETENIDO EN MALLA N° 10)						
Tamices		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
3	76,2	0,0	0,0	0,0		100,0
2	50,8	0,0	0,0	0,0		100,0
1,5	38,1	0,0	0,0	0,0		100,0
1	25,4	0,0	0,0	0,0		100,0
0,75	19,05	0,0	0,0	0,0		100,0
0,375	9,52	0,0	0,0	0,0		100,0
N° 4	4,75	0,0	0,0	0,0		100,0
N° 10	2	0,0	0,0	0,0		100,0
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
N° 20	0,841	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 40	0,42	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 60	0,25	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 140	0,105	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 200	0,075	10,4	20,8	20,8	79,2	79,2

GRANULOMETRÍA POR SEDIMENTACIÓN (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
Tamices		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
---	0,046899	---	---	---	60,8	60,8
---	0,033962	---	---	---	54,2	54,2
---	0,021851	---	---	---	49,4	49,4
---	0,017468	---	---	---	46,1	46,1
---	0,012799	---	---	---	44,9	44,9
---	0,009119	---	---	---	42,6	42,6
---	0,006455	---	---	---	42,1	42,1
---	0,003269	---	---	---	38,3	38,3
---	0,001348	---	---	---	34,4	34,4

CONTENIDO	
Tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra (mm) :	0,1
Grava (mayor a 4.75 mm) (%) :	0,0
Arena (4.75 mm - 0.0020 mm) (%) :	20,8
Limos (0.075 mm - 0.0020 mm) (%) :	43,4
Arcillas (menor a 0.0020 mm) (%) :	35,8

DATOS DEL ENSAYO DE SEDIMENTACIÓN							
Tiempo (min)	Lectura del hidrómetro, R (x1000)	Lectura del hidrómetro, r _m	Temperatura (°C)	r _{d,m}	Profundidad efectiva, H _m (cm)	D _m (mm)	Porcentaje que pasa, N _m (%)
1	20,0	1,0	20,0	1,0	11	1,6	60,8
2	18,0	1,0	20,0	1,0	12	1,1	54,2
5	16,5	1,0	20,0	1,0	12	0,7	49,4
8	15,5	1,0	20,0	1,0	12	0,6	46,1
15	15,2	1,0	19,7	1,0	12	0,4	44,9
30	14,5	1,0	19,6	1,0	13	0,3	42,6
60	14,4	1,0	19,4	1,0	13	0,2	42,1
240	13,2	1,0	19,6	1,0	13	0,1	38,3
1440	12,2	1,0	18,6	1,0	13	0,0	34,4



Ensayado por : K. Seclén	Revisado por : M. López	Aprobado po : A. Domínguez
Fecha : 05-set-22	Fecha : 00-Ene-00	Fecha : 00-Ene-00

Nota. El porcentaje que pasa por el tamiz N°200 es 79.2% en el segundo ensayo.

Figura A.3

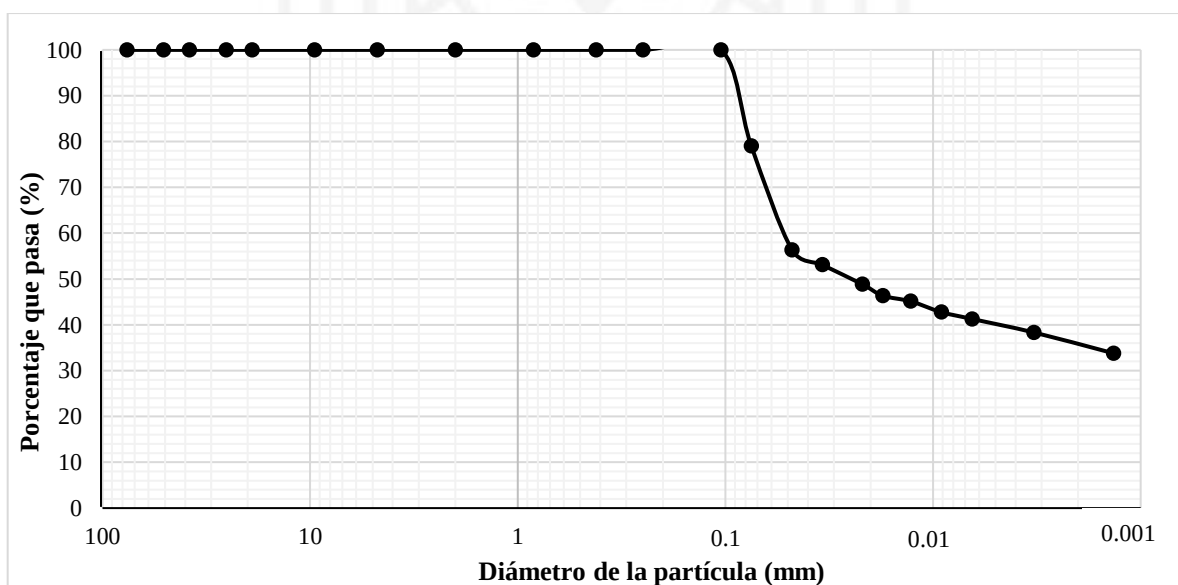
Ensayo de granulometría por sedimentación de la tercera muestra en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS (Norma de referencia: NTP 339.128)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 15/03/2021		
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Código: EDS-2-FIA/CIV/L-R-030		
DATOS DEL PROYECTO						
"Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad".						
Id. proyecto		: INV-2022-003		Informe N° : LG-INV-2022-003		
Ubicación		: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.				
Solicita		: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				
Responsable		: Dr. Marko Lopez Bendezu				
DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra		INV-2022-003-003		Fecha de muestreo : 26/8/2022		
Fuente		Calicata 1 - Muestra 3		Fecha de recepción : 2/9/2022		
Muestra		Suelo inalterado		Fecha de ensayo : 5/9/2022		
Profundidad (m)		1		Método cuarteo (NTP 339.089) : B		
ENSAYO						
Peso de la muestra (g):		50,0		Peso de la submuestra (pasa la malla N° 10) (g): 50		
Peso retenido en malla N° 10 (g):		0,0				
Peso pasa la malla N° 10 (g):		50,0				
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN GRUESA: RETENIDO EN MALLA N° 10)						
Tamíes		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
3	76,2	0,0	0,0	0,0		100,0
2	50,8	0,0	0,0	0,0		100,0
1,5	38,1	0,0	0,0	0,0		100,0
1	25,4	0,0	0,0	0,0		100,0
0,75	19,05	0,0	0,0	0,0		100,0
0,375	9,52	0,0	0,0	0,0		100,0
N° 4	4,75	0,0	0,0	0,0		100,0
N° 10	2	0,0	0,0	0,0		100,0
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
N° 20	0,841	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 40	0,42	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 60	0,25	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 140	0,105	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 200	0,075	10,5	21,0	21,0	79,0	79,0

GRANULOMETRÍA POR SEDIMENTACIÓN (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
Tamices		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
---	0,04775	---	---	---	56,4	56,4
---	0,034159	---	---	---	53,1	53,1
---	0,021925	---	---	---	48,9	48,9
---	0,017468	---	---	---	46,4	46,4
---	0,012799	---	---	---	45,1	45,1
---	0,009119	---	---	---	42,8	42,8
---	0,006476	---	---	---	41,3	41,3
---	0,003269	---	---	---	38,3	38,3
---	0,001351	---	---	---	33,8	33,8

CONTENIDO	
Tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra (mm) :	0,1
Grava (mayor a 4.75 mm) (%) :	0,0
Arena (4.75 mm - 0.0020 mm) (%) :	21,0
Limos (0.075 mm - 0.0020 mm) (%) :	43,7
Arcillas (menor a 0.0020 mm) (%) :	35,3

DATOS DEL ENSAYO DE SEDIMENTACIÓN							
Tiempo (min)	Lectura del hidrómetro, R (x1000)	Lectura del hidrómetro, r_m	Temperatura (°C)	$r_{d,m}$	Profundidad efectiva, H_m (cm)	D_m (mm)	Porcentaje que pasa, N_m (%)
1	18,5	1,0	20,7	1,0	11	1,7	56,4
2	17,5	1,0	20,7	1,0	12	1,2	53,1
5	16,2	1,0	20,7	1,0	12	0,8	48,9
8	15,5	1,0	20,4	1,0	12	0,6	46,4
15	15,2	1,0	20,0	1,0	12	0,5	45,1
30	14,5	1,0	19,9	1,0	13	0,3	42,8
60	14,1	1,0	19,6	1,0	13	0,2	41,3
240	13,2	1,0	19,6	1,0	13	0,1	38,3
1440	12,0	1,0	18,6	1,0	13	0,0	33,8



Ensayado por : K. Seclén	Revisado por : M. López	Aprobado po : A. Domínguez
Fecha : 05-set-22	Fecha : 00-Ene-00	Fecha : 00-Ene-00

Nota. El porcentaje que pasa por el tamiz N°200 es 79.0% en el tercer ensayo.

Figura A.4

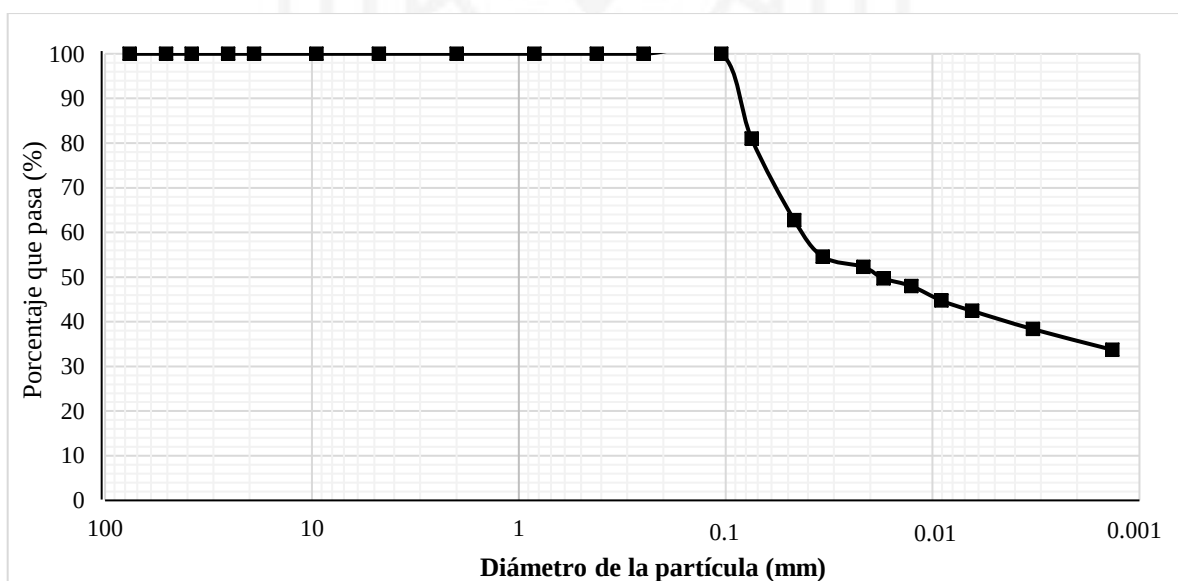
Ensayo de granulometría por sedimentación de la primera muestra en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS (Norma de referencia: NTP 339.128)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia:		
	CIV	CIV	CIV	15/03/2021		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Versión: 01		
Código: EDS-2-FIA/CIV/L-R-030						
DATOS DEL PROYECTO						
"Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad".						
Id. proyecto		: INV-2022-004		Informe N° : LG-INV-2022-004		
Ubicación		: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.				
Solicita		: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				
Responsable		: Dr. Marko Lopez Bendezu				
DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra		INV-2022-004-004		Fecha de muestreo : 26/8/2022		
Fuente		Calicata 2 - Muestra 1		Fecha de recepción : 2/9/2022		
Muestra		Suelo inalterado		Fecha de ensayo : 12/9/2022		
Profundidad (m)		1		Método cuarteo (NTP 339.089) : B		
ENSAYO						
Peso de la muestra (g):		50,0		Peso de la submuestra (pasa la malla N° 10) (g): 50		
Peso retenido en malla N° 10 (g):		0,0				
Peso pasa la malla N° 10 (g):		50,0				
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN GRUESA: RETENIDO EN MALLA N° 10)						
Tamices		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
3	76,2	0,0	0,0	0,0		100,0
2	50,8	0,0	0,0	0,0		100,0
1,5	38,1	0,0	0,0	0,0		100,0
1	25,4	0,0	0,0	0,0		100,0
0,75	19,05	0,0	0,0	0,0		100,0
0,375	9,52	0,0	0,0	0,0		100,0
N° 4	4,75	0,0	0,0	0,0		100,0
N° 10	2	0,0	0,0	0,0		100,0
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
N° 20	0,841	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 40	0,42	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 60	0,25	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 140	0,105	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 200	0,075	9,5	19,0	19,0	81,0	81,0

GRANULOMETRÍA POR SEDIMENTACIÓN (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
Tamíces		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
---	0,046612	---	---	---	62,7	62,7
---	0,033962	---	---	---	54,6	54,6
---	0,021654	---	---	---	52,3	52,3
---	0,017275	---	---	---	49,7	49,7
---	0,012687	---	---	---	48,0	48,0
---	0,00905	---	---	---	44,7	44,7
---	0,006448	---	---	---	42,4	42,4
---	0,003269	---	---	---	38,3	38,3
---	0,001351	---	---	---	33,7	33,7

CONTENIDO	
Tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra (mm) :	0,1
Grava (mayor a 4.75 mm) (%) :	0,0
Arena (4.75 mm - 0.0020 mm) (%) :	19,0
Limos (0.075 mm - 0.0020 mm) (%) :	45,7
Arcillas (menor a 0.0020 mm) (%) :	35,3

DATOS DEL ENSAYO DE SEDIMENTACIÓN							
Tiempo (min)	Lectura del hidrómetro, R (x1000)	Lectura del hidrómetro, r _m	Temperatura (°C)	r _{d,m}	Profundidad efectiva, H _m (cm)	D _m (mm)	Porcentaje que pasa, N _m (%)
1	20,5	1,0	20,5	1,0	11	1,6	62,7
2	18,0	1,0	20,5	1,0	12	1,2	54,6
5	17,3	1,0	20,5	1,0	12	0,8	52,3
8	16,5	1,0	20,5	1,0	12	0,6	49,7
15	16,0	1,0	20,4	1,0	12	0,4	48,0
30	15,2	1,0	19,4	1,0	12	0,3	44,7
60	14,5	1,0	19,4	1,0	13	0,2	42,4
240	13,2	1,0	19,6	1,0	13	0,1	38,3
1440	12,0	1,0	18,5	1,0	13	0,0	33,7



Ensayado por : K. Seclén	Revisado por : M. López	Aprobado po : A. Domínguez
Fecha : 12-set-22	Fecha : 00-Ene-00	Fecha : 00-Ene-00

Nota. El porcentaje que pasa por el tamiz N°200 es 81.0% en el cuarto ensayo.

Figura A.5

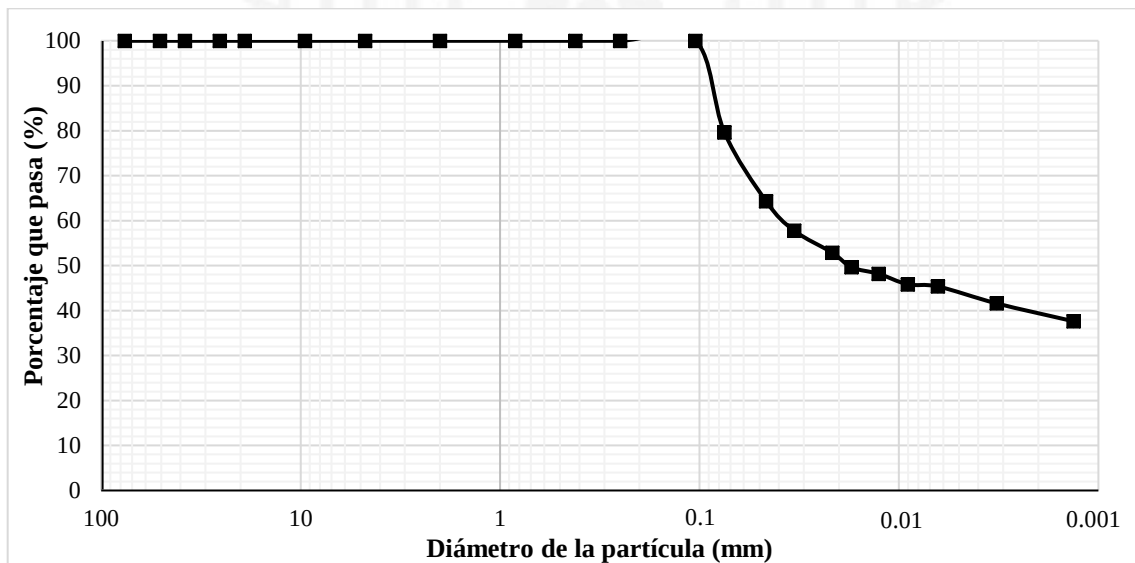
Ensayo de granulometría por sedimentación de la segunda muestra en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS (Norma de referencia: NTP 339.128)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia:		
	CIV	CIV	CIV	15/03/2021		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Versión: 01		
Código: EDS-2-FIA/CIV/L-R-030						
DATOS DEL PROYECTO						
"Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad".						
Id. proyecto		: INV-2022-005		Informe N° : LG-INV-2022-005		
Ubicación		: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.				
Solicita		: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				
Responsable		: Dr. Marko Lopez Bendezu				
DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra		INV-2022-005-005		Fecha de muestreo : 26/8/2022		
Fuente		Calicata 2 - Muestra 2		Fecha de recepción : 2/9/2022		
Muestra		Suelo inalterado		Fecha de ensayo : 12/9/2022		
Profundidad (m)		1		Método cuarteo (NTP 339.089) : B		
ENSAYO						
Peso de la muestra (g):		50,0		Peso de la submuestra (pasa la malla N° 10) (g): 50		
Peso retenido en malla N° 10 (g):		0,0				
Peso pasa la malla N° 10 (g):		50,0				
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN GRUESA: RETENIDO EN MALLA N° 10)						
Tamíces		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
3	76,2	0,0	0,0	0,0		100,0
2	50,8	0,0	0,0	0,0		100,0
1,5	38,1	0,0	0,0	0,0		100,0
1	25,4	0,0	0,0	0,0		100,0
0,75	19,05	0,0	0,0	0,0		100,0
0,375	9,52	0,0	0,0	0,0		100,0
N° 4	4,75	0,0	0,0	0,0		100,0
N° 10	2	0,0	0,0	0,0		100,0
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
N° 20	0,841	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 40	0,42	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 60	0,25	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 140	0,105	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
N° 200	0,075	10,2	20,4	20,4	79,6	79,6

GRANULOMETRÍA POR SEDIMENTACIÓN (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
Tamices		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
---	0,046323	---	---	---	64,3	64,3
---	0,033565	---	---	---	57,8	57,8
---	0,021604	---	---	---	52,9	52,9
---	0,017275	---	---	---	49,6	49,6
---	0,012658	---	---	---	48,2	48,2
---	0,009021	---	---	---	45,8	45,8
---	0,006385	---	---	---	45,4	45,4
---	0,003235	---	---	---	41,6	41,6
---	0,001335	---	---	---	37,6	37,6

CONTENIDO	
Tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra (mm) :	0,1
Grava (mayor a 4.75 mm) (%) :	0,0
Arena (4.75 mm - 0.0020 mm) (%) :	20,4
Limos (0.075 mm - 0.0020 mm) (%) :	40,6
Arcillas (menor a 0.0020 mm) (%) :	39,0

DATOS DEL ENSAYO DE SEDIMENTACIÓN							
Tiempo (min)	Lectura del hidrómetro, R (x1000)	Lectura del hidrómetro, r _m	Temperatura (°C)	r _{d,m}	Profundidad efectiva, H _m (cm)	D _m (mm)	Porcentaje que pasa, N _m (%)
1	21,0	1,0	20,4	1,0	11	1,6	64,3
2	19,0	1,0	20,4	1,0	11	1,2	57,8
5	17,5	1,0	20,4	1,0	12	0,8	52,9
8	16,5	1,0	20,4	1,0	12	0,6	49,6
15	16,2	1,0	19,7	1,0	12	0,4	48,2
30	15,5	1,0	19,6	1,0	12	0,3	45,8
60	15,4	1,0	19,4	1,0	12	0,2	45,4
240	14,2	1,0	19,6	1,0	13	0,1	41,6
1440	13,2	1,0	18,5	1,0	13	0,0	37,6



Ensayado por : K. Seclén	Revisado por : M. López	Aprobado po : A. Domínguez
Fecha : 12-set-22	Fecha : 00-Ene-00	Fecha : 00-Ene-00

Nota. El porcentaje que pasa por el tamiz N°200 es 79.6% en el quinto ensayo.

Figura A.6

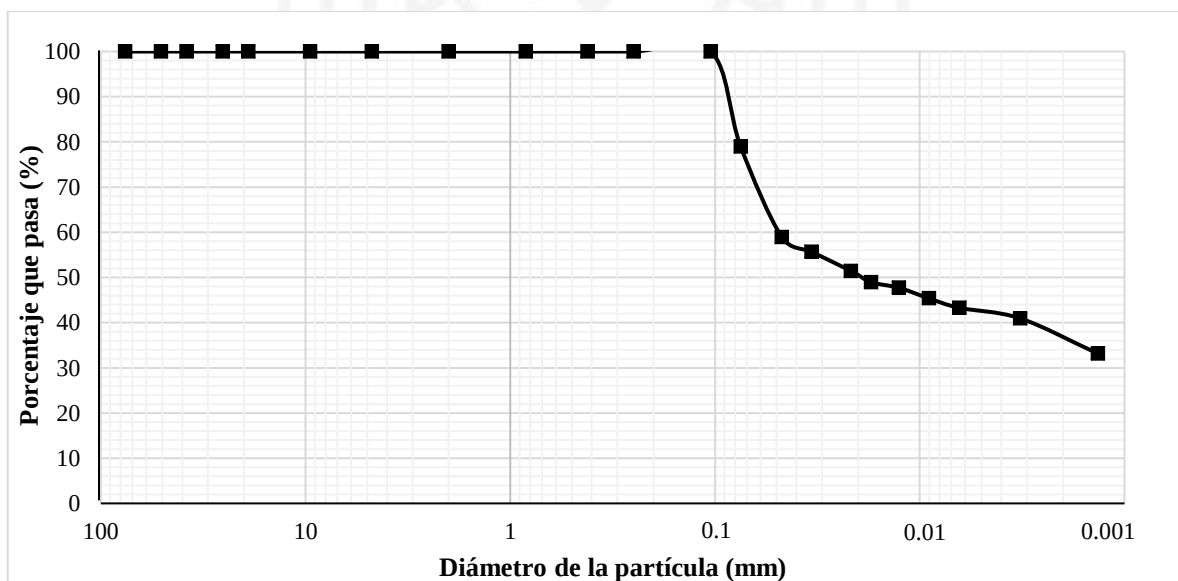
Ensayo de granulometría por sedimentación de la tercera muestra en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS (Norma de referencia: NTP 339.128)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 15/03/2021		
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Código: EDS-2-FIA/CIV/L-R-03		
DATOS DEL PROYECTO						
"Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad".						
Id. proyecto : INV-2022-006 Informe N° : LG-INV-2022-006 Ubicación : Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali. Solicita : Kassandra Franchesska Seclén Vásquez Responsable : Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra : INV-2022-006-006 Fecha de muestreo : 26/8/2022 Fuente : Calicata 2 - Muestra 3 Fecha de recepción : 2/9/2022 Muestra : Suelo inalterado Fecha de ensayo : 12/9/2022 Profundidad (m) : 1 Método cuarteo (NTP 339.089) : B						
ENSAYO						
Peso de la muestra (g):		50.0	Peso de la submuestra (pasa la malla N° 10) (g):		50	
Peso retenido en malla N° 10 (g):		0.0				
Peso pasa la malla N° 10 (g):		50.0				
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN GRUESA: RETENIDO EN MALLA N° 10)						
Tamices		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
3	76.2	0.0	0.0	0.0		100.0
2	50.8	0.0	0.0	0.0		100.0
1.5	38.1	0.0	0.0	0.0		100.0
1	25.4	0.0	0.0	0.0		100.0
0.75	19.05	0.0	0.0	0.0		100.0
0.375	9.52	0.0	0.0	0.0		100.0
N° 4	4.75	0.0	0.0	0.0		100.0
N° 10	2	0.0	0.0	0.0		100.0
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
N° 20	0.841	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
N° 40	0.42	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
N° 60	0.25	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
N° 140	0.105	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
N° 200	0.075	10.5	21.0	21.0	79.0	79.0

GRANULOMETRÍA POR SEDIMENTACIÓN (FRACCIÓN FINA: PASA LA MALLA N° 10)						
Tamices		Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje ret. acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje que pasa (%)
pulg.	mm.					
---	0,047184	---	---	---	58,9	58,9
---	0,033764	---	---	---	55,7	55,7
---	0,021679	---	---	---	51,4	51,4
---	0,017275	---	---	---	49,0	49,0
---	0,012658	---	---	---	47,7	47,7
---	0,009021	---	---	---	45,4	45,4
---	0,006406	---	---	---	43,3	43,3
---	0,003235	---	---	---	41,0	41,0
---	0,001351	---	---	---	33,2	33,2

CONTENIDO	
Tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra (mm) :	0,1
Grava (mayor a 4.75 mm) (%) :	0,0
Arena (4.75 mm - 0.0020 mm) (%) :	21,0
Limos (0.075 mm - 0.0020 mm) (%) :	43,1
Arcillas (menor a 0.0020 mm) (%) :	35,9

DATOS DEL ENSAYO DE SEDIMENTACIÓN							
Tiempo (min)	Lectura del hidrómetro, R (x1000)	Lectura del hidrómetro, r _m	Temperatura (°C)	r _{d,m}	Profundidad efectiva, H _m (cm)	D _m (mm)	Porcentaje que pasa, N _m (%)
1	19,5	1,0	19,7	1,0	11	1,6	58,9
2	18,5	1,0	19,7	1,0	11	1,1	55,7
5	17,2	1,0	19,7	1,0	12	0,7	51,4
8	16,5	1,0	19,4	1,0	12	0,6	49,0
15	16,2	1,0	19,0	1,0	12	0,4	47,7
30	15,5	1,0	18,9	1,0	12	0,3	45,4
60	15,1	1,0	17,6	1,0	12	0,2	43,3
240	14,2	1,0	18,6	1,0	13	0,1	41,0
1440	12,0	1,0	17,6	1,0	13	0,0	33,2



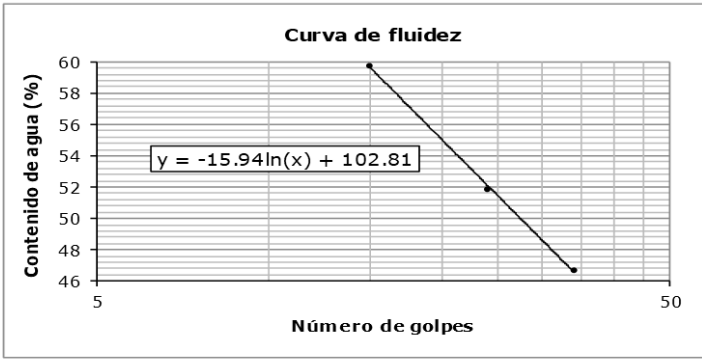
Ensayado por : K. Seclén	Revisado por : M. López	Aprobado po : A. Domínguez
Fecha : 12-set-22	Fecha : 00-Ene-00	Fecha : 00-Ene-00

Nota. El porcentaje que pasa por el tamiz N°200 es 79.0% en el sexto ensayo.

2. Límites de plasticidad

Figura A.7

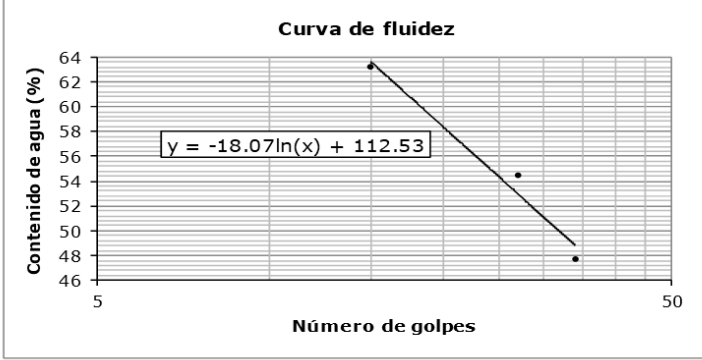
Datos del primer ensayo de límite de plasticidad del suelo en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (Norma de referencia: NTP 339.129)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial										
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 19/03/2020										
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01										
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	EDS-2-FIA/CIV/L-R-033										
DATOS DEL PROYECTO														
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad														
Id. proyecto : 2022-001 Informe N° : : LG-2022-001 Ubicación : Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali. Solicita : Kassandra Franchesska Seclén Vásquez Responsable : Dr. Marko Lopez Bendezu														
DATOS DE LA MUESTRA														
Id. Muestra : 2022-001-001 Fecha de muestreo : 26/08/2022 Fuente : Calicata 1 - Muestra 1 Fecha de recepción : 2/09/2022 Muestra : Suelo Inalterado Fecha de ensayo : 18/09/2022 Profundidad (m) : 1.00 Método de reducción de muestra : B														
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD														
Tipo de ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO										
Número de golpes	15	24	34											
Vasija N°	R11	R23	R5	R1	R4	R7								
Masa de Tara (g)	16.48	16.45	15.07	16.51	15.28	17.03								
Masa de Tara y Suelo Húmedo (g)	40.73	45.20	40.75	19.64	16.93	21.36								
Masa de Tara y Suelo Seco (g)	31.66	35.38	32.57	18.89	16.61	20.89								
Masa del agua contenida (g)	9.07	9.82	8.18	0.75	0.32	0.47								
Masa suelo seco (g)	15.18	18.93	17.50	2.38	1.33	3.86								
Contenido de agua (%)	59.75	51.88	46.74	31.51	24.06	12.18								
Log (Número de golpes)	2.71	3.18	3.53	- - -	- - -	- - -								
 Curva de fluidez Contenido de agua (%) Número de golpes $y = -15.94\ln(x) + 102.81$ <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LÍMITES DE PLASTICIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Límite líquido (LL)</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>Límite plástico (LP)</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Índice plástico (IP)</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table>							LÍMITES DE PLASTICIDAD		Límite líquido (LL)	51	Límite plástico (LP)	23	Índice plástico (IP)	28
LÍMITES DE PLASTICIDAD														
Límite líquido (LL)	51													
Límite plástico (LP)	23													
Índice plástico (IP)	28													
Observaciones: 1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.														
Responsable de laboratorio (firma y sello)														

Nota. El límite líquido es 51%, el límite plástico es 23% y el índice de plasticidad es 28% en el primer ensayo.

Figura A.8

Datos del segundo ensayo de límite de plasticidad del suelo en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (Norma de referencia: NTP 339.129)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 19/03/2020		
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	EDS-2-FIA/CIV/L-R-033		
DATOS DEL PROYECTO						
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad						
Id. proyecto		: 2022-001		Informe N° : : LG-2022-001		
Ubicación		: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.				
Solicita		: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				
Responsable		: Dr. Marko Lopez Bendezu				
DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra		: 2022-001-002		Fecha de muestreo : 26/08/2022		
Fuente		: Calicata 1 - Muestra 2		Fecha de recepción : 2/09/2022		
Muestra		: Suelo Inalterado		Fecha de ensayo : 20/09/2022		
Profundidad (m)		: 1.00		Método de reducción de muestra : B		
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD						
Tipo de ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Número de golpes	15	27	34			
Vasija N°	R20	42	23	33.0	R18	R20
Masa de Tara (g)	24.50	23.73	25.08	24.17	23.87	24.52
Masa de Tara y Suelo Húmedo (g)	37.13	38.53	43.68	31.54	32.76	34.39
Masa de Tara y Suelo Seco (g)	32.24	33.31	37.67	30.40	31.40	33.06
Masa del agua contenida (g)	4.89	5.22	6.01	1.14	1.36	1.33
Masa suelo seco (g)	7.74	9.58	12.59	6.23	7.53	8.54
Contenido de agua (%)	63.18	54.49	47.74	18.30	18.06	15.57
Log (Número de golpes)	2.71	3.30	3.53	- - -	- - -	- - -
				LÍMITES DE PLASTICIDAD		
				Límite líquido (LL)		
				54		
				Límite plástico (LP)		
				17		
				Índice plástico (IP)		
				37		
Observaciones: 1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.				Responsable de laboratorio (firma y sello)		

Nota. El límite líquido es 54%, el límite plástico es 17% y el índice de plasticidad es 37% en el segundo ensayo.

Figura A.9

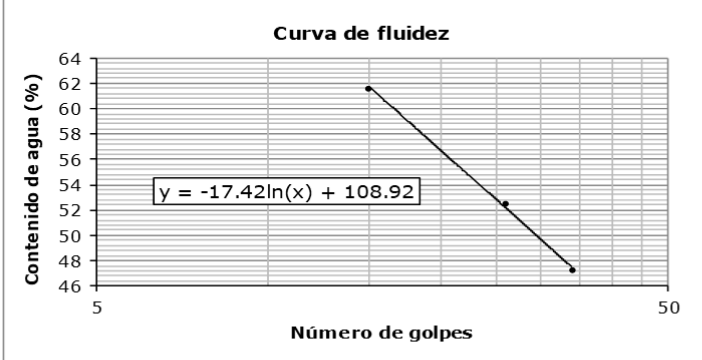
Datos del tercer ensayo de límite de plasticidad del suelo en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (Norma de referencia: NTP 339.129)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 19/03/2020		
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	EDS-2-FIA/CIV/L-R-033		

DATOS DEL PROYECTO						
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad						
Id. proyecto	: 2022-001			Informe N° : : LG-2022-001		
Ubicación	: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.					
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez					
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu					

DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra	: 2022-001-003			Fecha de muestreo : 26/08/2022		
Fuente	: Calicata 1 - Muestra 3			Fecha de recepción : 2/09/2022		
Muestra	: Suelo Inalterado			Fecha de ensayo : 22/09/2022		
Profundidad (m)	: 1.00			Método de reducción de muestra : B		

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD						
Tipo de ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Número de golpes	15	26	34			
Vasija N°	6	33	4	41.0	R5	18.0
Masa de Tara (g)	23.56	24.28	25.54	23.67	22.86	23.98
Masa de Tara y Suelo Húmedo (g)	37.80	40.92	42.74	30.11	29.37	31.65
Masa de Tara y Suelo Seco (g)	32.37	35.19	37.22	29.10	28.33	30.43
Masa del agua contenida (g)	5.43	5.73	5.52	1.01	1.04	1.22
Masa suelo seco (g)	8.81	10.91	11.68	5.43	5.47	6.45
Contenido de agua (%)	61.63	52.52	47.26	18.60	19.01	18.91
Log (Número de golpes)	2.71	3.26	3.53	- - -	- - -	- - -



Curva de fluidez

Contenido de agua (%)

Número de golpes

$y = -17.42\ln(x) + 108.92$

LÍMITES DE PLASTICIDAD	
Límite líquido (LL)	53
Límite plástico (LP)	19
Índice plástico (IP)	34

Observaciones:

1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Responsable de laboratorio (firma y sello)

Nota. El límite líquido es 53%, el límite plástico es 19% y el índice de plasticidad es 34% en el primer ensayo.

Figura A.10

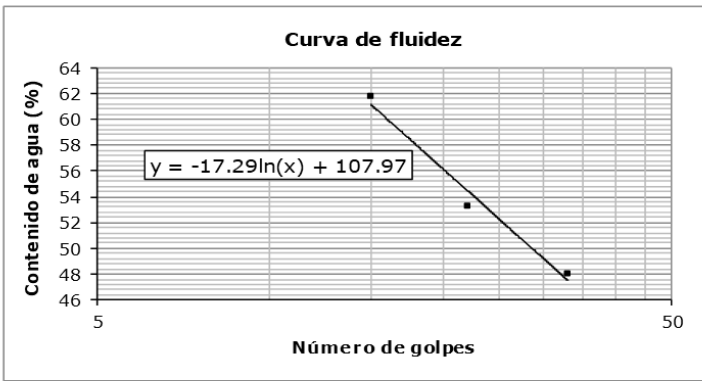
Datos del primer ensayo de límite de plasticidad del suelo en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (Norma de referencia: NTP 339.129)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 19/03/2020		
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	EDS-2-FIA/CIV/L-R-033		

DATOS DEL PROYECTO						
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad						
Id. proyecto	: 2022-002			Informe N° : LG-2022-002		
Ubicación	: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.					
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez					
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu					

DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra	: 2022-002-001			Fecha de muestreo : 26/08/2022		
Fuente	: Calicata 2 - Muestra 1			Fecha de recepción : 2/09/2022		
Muestra	: Suelo Inalterado			Fecha de ensayo : 18/09/2022		
Profundidad (m)	: 1.00			Método de reducción de muestra : B		

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD						
Tipo de ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Número de golpes	15	22	33			
Vasija N°	R11	R23	R5	R1	R4	R7
Masa de Tara (g)	16.48	16.45	15.07	16.51	15.28	17.03
Masa de Tara y Suelo Húmedo (g)	40.23	44.70	40.25	20.14	17.43	21.86
Masa de Tara y Suelo Seco (g)	31.16	34.88	32.07	19.39	17.11	21.39
Masa del agua contenida (g)	9.07	9.82	8.18	0.75	0.32	0.47
Masa suelo seco (g)	14.68	18.43	17.00	2.88	1.83	4.36
Contenido de agua (%)	61.78	53.28	48.12	26.04	17.49	10.78
Log (Número de golpes)	2.71	3.09	3.50	- - -	- - -	- - -



Curva de fluidez

Contenido de agua (%)

Número de golpes

$y = -17.29\ln(x) + 107.97$

LÍMITES DE PLASTICIDAD	
Límite líquido (LL)	52
Límite plástico (LP)	18
Índice plástico (IP)	34

Observaciones:

1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Responsable de laboratorio (firma y sello)

Nota. El límite líquido es 52%, el límite plástico es 18% y el índice de plasticidad es 34% en el primer ensayo.

Figura A.11

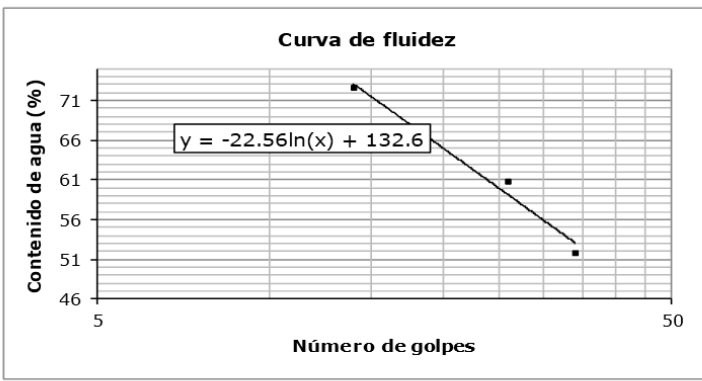
Datos del segundo ensayo de límite de plasticidad del suelo en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (Norma de referencia: NTP 339.129)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 19/03/2020		
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	EDS-2-FIA/CIV/L-R-033		

DATOS DEL PROYECTO						
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad						
Id. proyecto	: 2022-002			Informe N° : LG-2022-002		
Ubicación	: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.					
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez					
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu					

DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra	: 2022-002-002			Fecha de muestreo : 26/08/2022		
Fuente	: Calicata 2- Muestra 2			Fecha de recepción : 2/09/2022		
Muestra	: Suelo Inalterado			Fecha de ensayo : 20/09/2022		
Profundidad (m)	: 1.00			Método de reducción de muestra : B		

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD						
Tipo de ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Número de golpes	14	26	34			
Vasija N°	R20	42	23	33.0	R18	R20
Masa de Tara (g)	24.50	23.73	25.08	24.17	23.87	24.52
Masa de Tara y Suelo Húmedo (g)	36.13	37.53	42.68	30.54	31.76	33.39
Masa de Tara y Suelo Seco (g)	31.24	32.31	36.67	29.40	30.40	32.06
Masa del agua contenida (g)	4.89	5.22	6.01	1.14	1.36	1.33
Masa suelo seco (g)	6.74	8.58	11.59	5.23	6.53	7.54
Contenido de agua (%)	72.55	60.84	51.86	21.80	20.83	17.64
Log (Número de golpes)	2.64	3.26	3.53	- - -	- - -	- - -



Curva de fluidez

Contenido de agua (%)

Número de golpes

$y = -22.56\ln(x) + 132.6$

LÍMITES DE PLASTICIDAD	
Límite líquido (LL)	60
Límite plástico (LP)	20
Índice plástico (IP)	40

Observaciones:

1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Responsable de laboratorio (firma y sello)

Nota. El límite líquido es 60%, el límite plástico es 20% y el índice de plasticidad es 40% en el primer ensayo.

Figura A.12

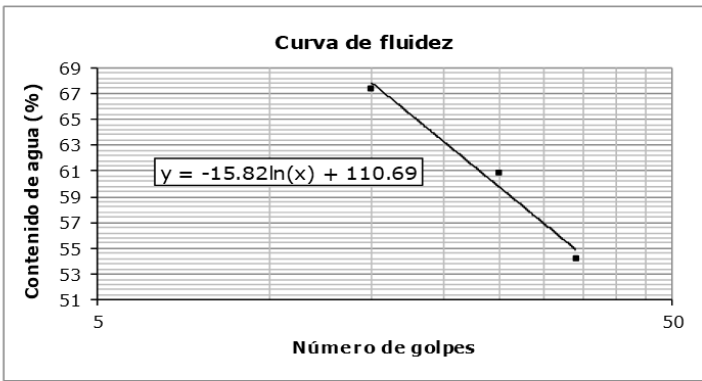
Datos del tercer ensayo de límite de plasticidad del suelo en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (Norma de referencia: NTP 339.129)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial		
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 19/03/2020		
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01		
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	EDS-2-FIA/CIV/L-R-033		

DATOS DEL PROYECTO						
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad						
Id. proyecto	: 2022-002			Informe N° : LG-2022-002		
Ubicación	: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.					
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez					
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu					

DATOS DE LA MUESTRA						
Id. Muestra	: 2022-002-003			Fecha de muestreo : 26/08/2022		
Fuente	: Calicata 2 - Muestra 3			Fecha de recepción : 2/09/2022		
Muestra	: Suelo Inalterado			Fecha de ensayo : 22/09/2022		
Profundidad (m)	: 1.00			Método de reducción de muestra : B		

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD						
Tipo de ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Número de golpes	15	25	34			
Vasija N°	6	33	4	41.0	R5	18.0
Masa de Tara (g)	23.56	24.28	25.54	23.67	22.86	23.98
Masa de Tara y Suelo Húmedo (g)	35.80	39.42	41.24	31.11	30.37	32.65
Masa de Tara y Suelo Seco (g)	30.87	33.69	35.72	30.10	29.33	31.43
Masa del agua contenida (g)	4.93	5.73	5.52	1.01	1.04	1.22
Masa suelo seco (g)	7.31	9.41	10.18	6.43	6.47	7.45
Contenido de agua (%)	67.44	60.89	54.22	15.71	16.07	16.38
Log (Número de golpes)	2.71	3.22	3.53	- - -	- - -	- - -



Curva de fluidez

Contenido de agua (%)

Número de golpes

$y = -15.82\ln(x) + 110.69$

LÍMITES DE PLASTICIDAD	
Límite líquido (LL)	60
Límite plástico (LP)	16
Índice plástico (IP)	44

Observaciones:

1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Responsable de laboratorio (firma y sello)

Nota. El límite líquido es 60%, el límite plástico es 16% y el índice de plasticidad es 44% en el primer ensayo.

3. Gravedad específica

Figura A.13

Datos del ensayo de gravedad específica del suelo en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DEL SUELO (Norma de referencia: ASTM D854)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial	
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 26/03/2020	
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01	
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Código: FA-2-FIA/CIV/L-G-004	

DATOS DEL PROYECTO	
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad	
Id. proyecto : 2022-001	Informe N° : LG 2022-001
Ubicación : Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.	
Solicita : Kassandra Franchesska Seclén Vásquez	
Responsable : Dr. Marko Lopez Bendezu	

DATOS DE LA MUESTRA	
Id. Muestra : 2022-001	Fecha de muestreo : 26/08/2022
Fuente : Calicata 1	Fecha de recepción : 2/09/2022
Muestra : Suelo inalterado	Fecha de ensayo : 26/09/2022
Profundidad : 1.00 m	Método cuarteo (NTP 339.089) : B

ENSAYO						
Descripción	Unidad	Simbolo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
Pícnometro N°	- - -	n	M1	M2	M3	
Temperatura de ensayo	°C	T	18.5	18.5	18.5	
Coeficiente de temperatura	- - -	K	1.00030	1.00030	1.00030	
Densidad del agua	g/mL	$\rho_{w,t}$	0.99850	0.99850	0.99850	
Masa del picnómetro	g	M_p	161.15	218.90	138.85	
Masa del suelo seco	g	M_s	60.00	60.00	60.00	
Masa del picnómetro + suelo + agua	g	$M_{pws,t}$	697.44	755.47	675.59	
Masa del picnómetro + agua	g	$M_{pw,t}$	658.82	716.86	637.10	
Volumen del picnómetro	cm ³	V_p	498.42	498.71	499.00	
Volumen de sólidos	cm ³	V_s	21.38	21.39	21.51	
Gravedad específica de sólidos	s/u	G_t	2.81	2.81	2.79	
Gravedad específica de sólidos (a 20 °C)	s/u	$G_{20^{\circ}C}$	2.81	2.81	2.79	
Gravedad específica promedio	s/u	$G_{20^{\circ}C}$	2.80			

Observaciones:

1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Nota. La gravedad específica promedio de los 3 ensayos es 2.8.

Figura A.14

Datos del ensayo de gravedad específica del suelo en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DEL SUELO (Norma de referencia: ASTM D854)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial	
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 26/03/2020	
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01	
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Código: FA-2-FIA/CIV/L-G-004	

DATOS DEL PROYECTO	
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad	
Id. proyecto	: 2022-002 Informe N° : LG 2022-002
Ubicación	: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu

DATOS DE LA MUESTRA	
Id. Muestra	: 2022-002 Fecha de muestreo : 26/08/2022
Fuente	: Calicata 2 Fecha de recepción : 2/09/2022
Muestra	: Suelo inalterado Fecha de ensayo : 26/09/2022
Profundidad	: 1.00 m Método cuarteo (NTP 339.089) : B

ENSAYO						
Descripción	Unidad	Simbolo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
Pícnometro N°	- - -	n	M1	M2	M3	
Temperatura de ensayo	°C	T	18.5	18.5	18.5	
Coeficiente de temperatura	- - -	K	1.00030	1.00030	1.00030	
Densidad del agua	g/mL	$\rho_{w,t}$	0.99850	0.99850	0.99850	
Masa del picnómetro	g	M_p	165.15	222.90	142.85	
Masa del suelo seco	g	M_s	60.00	60.00	60.00	
Masa del picnómetro + suelo + agua	g	$M_{pws,t}$	695.64	753.47	677.59	
Masa del picnómetro + agua	g	$M_{pw,t}$	657.22	715.06	638.90	
Volumen del picnómetro	cm ³	V_p	492.81	492.90	496.79	
Volumen de sólidos	cm ³	V_s	21.58	21.59	21.31	
Gravedad específica de sólidos	s/u	G_t	2.78	2.78	2.82	
Gravedad específica de sólidos (a 20 °C)	s/u	$G_{20^\circ C}$	2.78	2.78	2.82	
Gravedad específica promedio	s/u	$G_{20^\circ C}$	2.79			

Observaciones:

1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Nota. La gravedad específica promedio de los 3 ensayos es 2.79.

4. Peso específico con parafina

Figura A.15

Datos del ensayo de peso específico con parafina del suelo en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD (PESO UNITARIO) DEL SUELO (Norma ASTM D 7263) Método: A (Desplazamiento de Agua)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial																																								
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 30/05/2021																																								
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01																																								
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Código: EDS-2-FIA/CIV/L-R-036																																								
DATOS DEL PROYECTO																																												
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad																																												
Id. proyecto : 2022-001 Informe N° : LG 2022-001 Ubicación : Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali. Solicita : Kassandra Franchesska Seclén Vásquez Responsable : Dr. Marko Lopez Bendezu																																												
DATOS DE LA MUESTRA																																												
Id. Muestra : 2022-001 Fecha de muestreo : 26-Ago-22 Fuente : Calicata 1 Fecha de recepción : 2-Set-22 Muestra : Suelo Inalterado Fecha de ensayo : 3-Oct-22 Profundidad : 1.00 m																																												
ENSAYO																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Descripción</th> <th style="width: 10%;">Unidad</th> <th style="width: 20%;">Ensayo 1</th> <th style="width: 20%;">Ensayo 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura</td> <td>°C</td> <td>24.1</td> <td>24.1</td> </tr> <tr> <td>Coeficiente de corrección</td> <td>- - -</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Densidad del agua</td> <td>g/cm³</td> <td>0.997</td> <td>0.997</td> </tr> <tr> <td>Densidad de la parafina</td> <td>g/cm³</td> <td>0.87</td> <td>0.87</td> </tr> <tr> <td>Masa del suelo húmedo</td> <td>g</td> <td>125.19</td> <td>164.78</td> </tr> <tr> <td>Masa del suelo húmedo + parafina</td> <td>g</td> <td>129.41</td> <td>169.38</td> </tr> <tr> <td>Masa del suelo húmedo + parafina sumergido</td> <td>g</td> <td>60.40</td> <td>83.20</td> </tr> <tr> <td>Densidad total del especimen</td> <td>g/cm³</td> <td>1.95</td> <td>2.03</td> </tr> <tr> <td>Densidad promedio del especimen</td> <td>g/cm³</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1.99</td> </tr> </tbody> </table>					Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Temperatura	°C	24.1	24.1	Coeficiente de corrección	- - -	1.00	1.00	Densidad del agua	g/cm³	0.997	0.997	Densidad de la parafina	g/cm³	0.87	0.87	Masa del suelo húmedo	g	125.19	164.78	Masa del suelo húmedo + parafina	g	129.41	169.38	Masa del suelo húmedo + parafina sumergido	g	60.40	83.20	Densidad total del especimen	g/cm³	1.95	2.03	Densidad promedio del especimen	g/cm³	1.99	
Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2																																									
Temperatura	°C	24.1	24.1																																									
Coeficiente de corrección	- - -	1.00	1.00																																									
Densidad del agua	g/cm³	0.997	0.997																																									
Densidad de la parafina	g/cm³	0.87	0.87																																									
Masa del suelo húmedo	g	125.19	164.78																																									
Masa del suelo húmedo + parafina	g	129.41	169.38																																									
Masa del suelo húmedo + parafina sumergido	g	60.40	83.20																																									
Densidad total del especimen	g/cm³	1.95	2.03																																									
Densidad promedio del especimen	g/cm³	1.99																																										
<u>Observaciones:</u> 1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.																																												

Nota. El peso específico promedio de los 2 ensayos es 1.99 g/cm³.

Figura A.16

Datos del ensayo de peso específico con parafina del suelo en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD (PESO UNITARIO) DEL SUELO (Norma ASTM D 7263) Método: A (Desplazamiento de Agua)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial																																								
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 30/05/2021																																								
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01																																								
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Código: EDS-2-FIA/CIV/L-R-036																																								
DATOS DEL PROYECTO																																												
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad																																												
Id. proyecto : 2022-001 Informe N° : LG 2022-002 Ubicación : Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali. Solicita : Kassandra Franchesska Seclén Vásquez Responsable : Dr. Marko Lopez Bendezu																																												
DATOS DE LA MUESTRA																																												
Id. Muestra : 2022-002 Fecha de muestreo : 26-Ago-22 Fuente : Calicata 2 Fecha de recepción : 2-Set-22 Muestra : Suelo Inalterado Fecha de ensayo : 3-Oct-22 Profundidad : 1.00 m																																												
ENSAYO																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Descripción</th> <th style="text-align: center;">Unidad</th> <th style="text-align: center;">Ensayo 1</th> <th style="text-align: center;">Ensayo 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura</td> <td style="text-align: center;">°C</td> <td style="text-align: center;">24.1</td> <td style="text-align: center;">24.1</td> </tr> <tr> <td>Coeficiente de corrección</td> <td style="text-align: center;">- - -</td> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">1.00</td> </tr> <tr> <td>Densidad del agua</td> <td style="text-align: center;">g/cm³</td> <td style="text-align: center;">0.997</td> <td style="text-align: center;">0.997</td> </tr> <tr> <td>Densidad de la parafina</td> <td style="text-align: center;">g/cm³</td> <td style="text-align: center;">0.87</td> <td style="text-align: center;">0.87</td> </tr> <tr> <td>Masa del suelo húmedo</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">129.19</td> <td style="text-align: center;">162.78</td> </tr> <tr> <td>Masa del suelo húmedo + parafina</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">133.41</td> <td style="text-align: center;">167.38</td> </tr> <tr> <td>Masa del suelo húmedo + parafina sumergido</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">62.40</td> <td style="text-align: center;">80.70</td> </tr> <tr> <td>Densidad total del especimen</td> <td style="text-align: center;">g/cm³</td> <td style="text-align: center;">1.95</td> <td style="text-align: center;">1.99</td> </tr> <tr> <td>Densidad promedio del especimen</td> <td style="text-align: center;">g/cm³</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1.97</td> </tr> </tbody> </table>					Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Temperatura	°C	24.1	24.1	Coeficiente de corrección	- - -	1.00	1.00	Densidad del agua	g/cm ³	0.997	0.997	Densidad de la parafina	g/cm ³	0.87	0.87	Masa del suelo húmedo	g	129.19	162.78	Masa del suelo húmedo + parafina	g	133.41	167.38	Masa del suelo húmedo + parafina sumergido	g	62.40	80.70	Densidad total del especimen	g/cm ³	1.95	1.99	Densidad promedio del especimen	g/cm ³	1.97	
Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2																																									
Temperatura	°C	24.1	24.1																																									
Coeficiente de corrección	- - -	1.00	1.00																																									
Densidad del agua	g/cm ³	0.997	0.997																																									
Densidad de la parafina	g/cm ³	0.87	0.87																																									
Masa del suelo húmedo	g	129.19	162.78																																									
Masa del suelo húmedo + parafina	g	133.41	167.38																																									
Masa del suelo húmedo + parafina sumergido	g	62.40	80.70																																									
Densidad total del especimen	g/cm ³	1.95	1.99																																									
Densidad promedio del especimen	g/cm ³	1.97																																										
<u>Observaciones:</u> 1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.																																												

Nota. El peso específico promedio de los 2 ensayos es 1.97 g/cm³.

5. Contenido de humedad

Figura A.17

Datos del ensayo de contenido de humedad del suelo en calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (ASTM C566-19)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial	
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 26/03/2021	
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01	
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Código: EDS-2-FIA/CIV/L-R-027	
DATOS DEL PROYECTO					
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad					
Id. proyecto		: 2022-001		Informe N° : LG-2022-001	
Ubicación		: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.			
Solicita		: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez			
Responsable		: Dr. Marko Lopez Bendezu			
DATOS DE LA MUESTRA					
Id. Muestra		: 2022-001		Fecha de muestreo : 26/08/2022	
Fuente		: Calicata 1		Fecha de recepción : 2/09/2022	
Muestra		: Suelo Inalterado		Fecha de ensayo : 6/10/2022	
Profundidad (m)		: 1.00		Método cuarteo (NTP 339.089) : B	
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
Temperatura	°C	19	19	19	
Masa de la vasija	g	269.3	262.3	264.3	
Masa de agregado húmedo y vasija	g	681.0	674.0	676.0	
Masa de agregado seco y vasija	g	610.5	602.5	606.5	
Masa de agua	g	70.5	71.5	69.5	
Masa de agregado seco	g	341.2	340.2	342.2	
Contenido de humedad	%	20.66	21.02	20.31	
Contenido de humedad promedio	%	20.66			
<u>Observaciones:</u> 1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.					

Nota. El contenido de humedad promedio de los 3 ensayos es 20.66%

Figura A.18

Datos del ensayo de contenido de humedad del suelo en calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (ASTM C566-19)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 26/03/2021
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	Código: EDS-2-FIA/CIV/L-R-027
DATOS DEL PROYECTO				
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad				
Id. proyecto : 2022-002 Informe N° : LG-2022-002 Ubicación : Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali. Solicita : Kassandra Franchesska Seclén Vásquez Responsable : Dr. Marko Lopez Bendezu				
DATOS DE LA MUESTRA				
Id. Muestra : 2022-002 Fecha de muestreo : 26/08/2022 Fuente : Calicata 2 Fecha de recepción : 2/09/2022 Muestra : Suelo Inalterado Fecha de ensayo : 6/10/2022 Profundidad (m) : 1.00 Método cuarteo (NTP 339.089) : B				
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Temperatura	°C	19	19	19
Masa de la vasija	g	269.2	259.2	263.4
Masa de agregado húmedo y vasija	g	680.9	671.0	675.1
Masa de agregado seco y vasija	g	610.5	599.5	605.5
Masa de agua	g	70.4	71.5	69.6
Masa de agregado seco	g	341.3	340.3	342.2
Contenido de humedad	%	20.63	21.00	20.33
Contenido de humedad promedio	%	20.65		
<u>Observaciones:</u> 1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.				

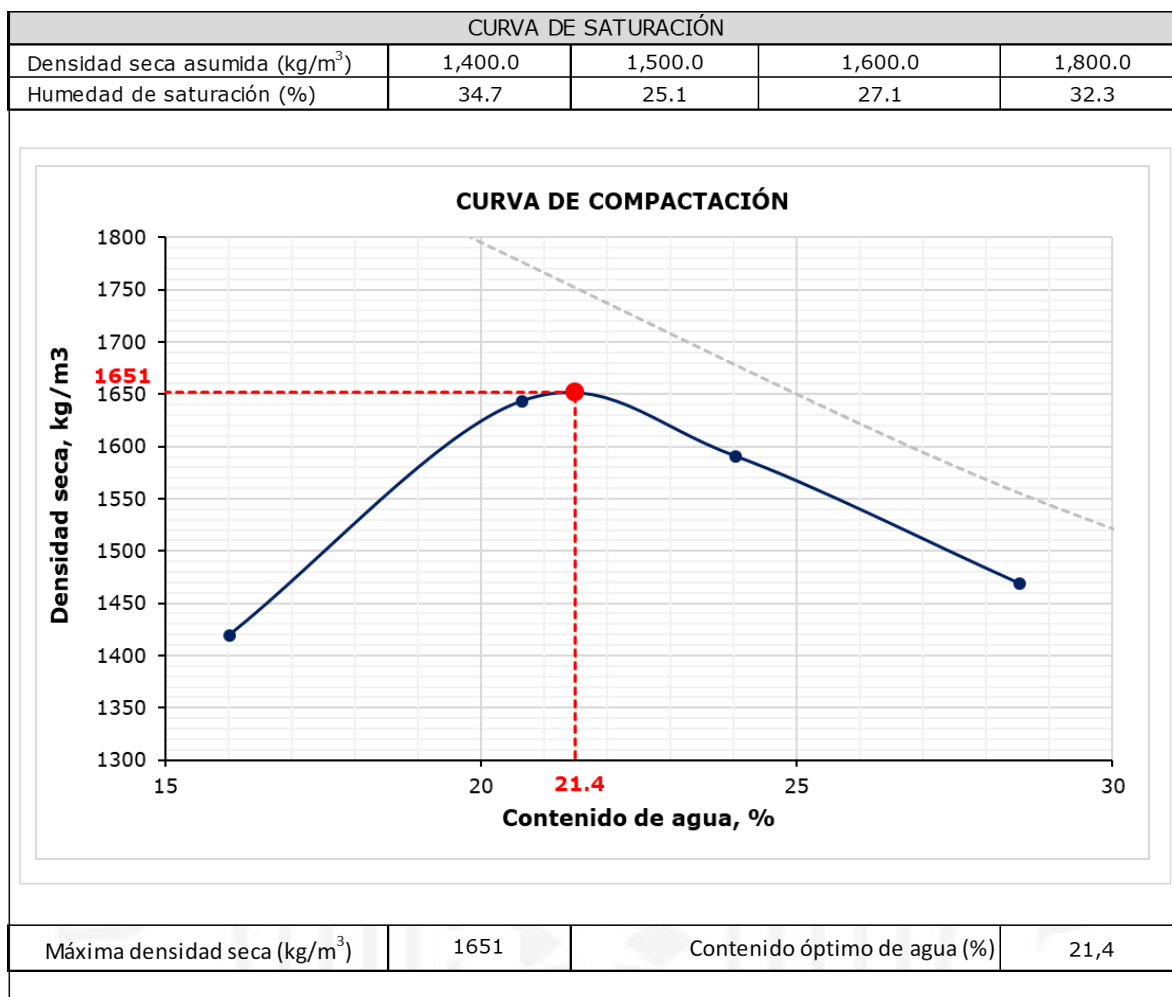
Nota. El contenido de humedad promedio de los 3 ensayos es 20.65%

6. Proctor estándar

Figura A.19

Datos del ensayo de Proctor estándar del suelo en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS USANDO ENERGÍA ESTÁNDAR (600 kN-m/m³) (Norma de referencia: ASTM D698 - 12e2)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 19/03/2020
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	EDS-2-FIA/CIV/L-R-035
DATOS DEL PROYECTO				
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad				
Id. proyecto		: 2022-001		Informe N° : LM-2022-001
Ubicación		: Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali.		
Solicita		: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez		
Responsable		: Dr. Marko Lopez Bendezu		
DATOS DE LA MUESTRA				
Id. Muestra		: 2022-001		Fecha de muestreo : 26/08/2022
Fuente		: Calicata 1		Fecha de recepción : 2/09/2022
Muestra		: Suelo inalterado		Fecha de ensayo : 10/10/2022
Profundidad (m)		: 1		Método de reducción de muestra : B
Gravedad específica (Gs) : 2.8		Método de preparación usado : Seco		
RESULTADO DE GRANULOMETRÍA				
Fracción retenida, Pc (%)	0		Fracción que pasa, Pf (%)	0
ENSAYO				
Tipo de pisón	Automático			
Ensayo N°	1	2	3	4
Cantidad de agua	---	---	---	---
Peso suelo húmedo + molde	5928.0	6244.0	6235.0	6155.0
Peso del molde, g	4378.0	4378.0	4378.0	4378.0
Peso suelo húmedo, g	1550.0	1866.0	1857.0	1777.0
Volumen del molde, cm ³	941.0	941.0	941.0	941.0
Densidad húmeda, kg/m ³	1647.2	1983.0	1973.4	1888.4
Densidad seca (kg/m ³)	1419.7	1643.6	1591.2	1469.3
ENSAYO DE HUMEDAD				
Vasija N°	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + vasija (g)	902.0	878.0	840.0	938.0
Peso suelo seco + vasija (g)	807.0	763.0	717.0	776.0
Peso de la vasija (g)	214.0	206.0	205.0	208.0
Peso del agua contenida (g)	95.0	115.0	123.0	162.0
Peso del suelo seco (g)	593.0	557.0	512.0	568.0
Contenido de humedad (%)	16.0	20.6	24.0	28.5



Ensayado por : K. Seclén	Revisado por : M. López	Aprobado po : A. Domínguez
Fecha : 10-Oct-22	Fecha : 00-Ene-00	Fecha : 00-Ene-00

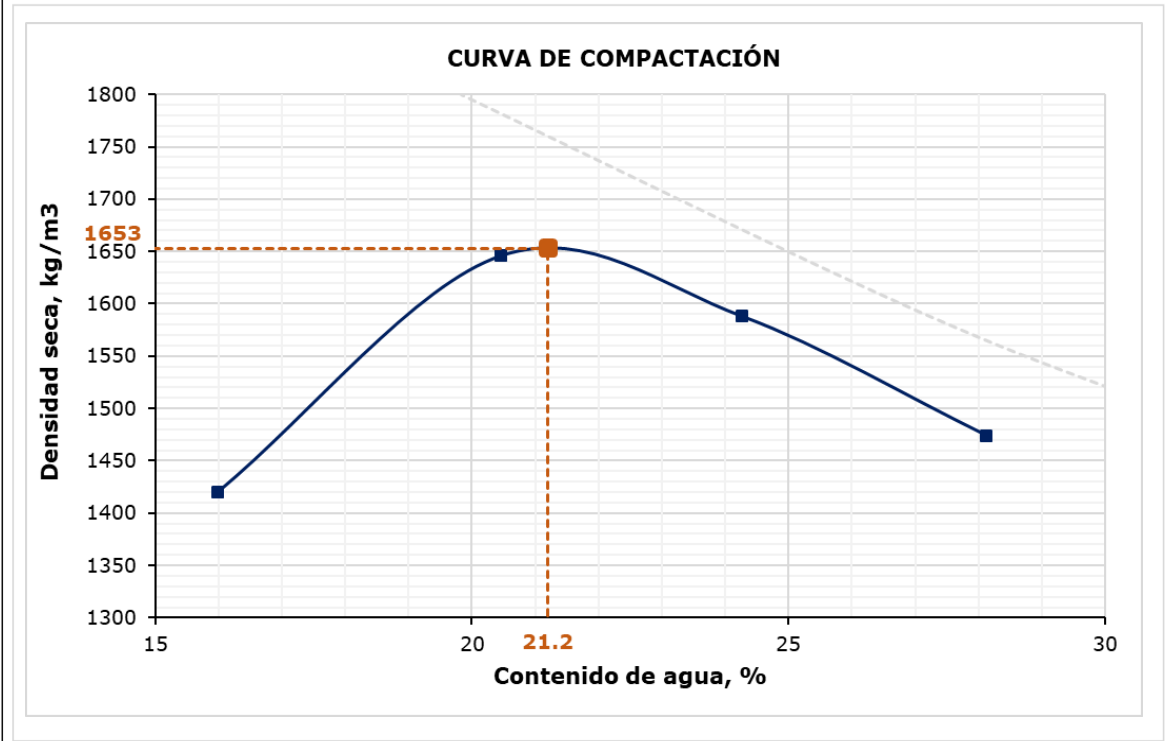
Nota. El contenido de humedad óptimo es 21.4% y la máxima densidad seca es 1651 kg/cm³.

Figura A.20

Datos del ensayo de Proctor estándar del suelo en la calicata 2

 UNIVERSIDAD DE LIMA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS USANDO ENERGÍA ESTÁNDAR (600 kN-m/m³) (Norma de referencia: ASTM D698 - 12e2)			Proceso: Extensión y desarrollo social Subproceso: Consultoría empresarial
	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha de vigencia: 19/03/2020
	CIV	CIV	CIV	Versión: 01
	A. Domínguez	M. López	J. Salinas	EDS-2-FIA/CIV/L-R-035
DATOS DEL PROYECTO				
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad				
Id. proyecto : 2022-002 Informe N° : : LM-2022-002 Ubicación : Pucallpa; distrito: Manantay; provincia: Coronel Portillo; región: Ucayali. Solicita : Kassandra Franchesska Seclén Vásquez Responsable : Dr. Marko Lopez Bendezu				
DATOS DE LA MUESTRA				
Id. Muestra : 2022-002 Fecha de muestreo : 26/08/2022 Fuente : Calicata 2 Fecha de recepción : 2/09/2022 Muestra : Suelo inalterado Fecha de ensayo : 10/10/2022 Profundidad (m) : 1 Método de reducción de muestra : B Gravedad específica (Gs) : 2.8 Método de preparación usado : Seco				
RESULTADO DE GRANULOMETRÍA				
Fracción retenida, Pc (%)	0		Fracción que pasa, Pf (%)	0
ENSAYO				
Tipo de pisón	Automático			
Ensayo N°	1	2	3	4
Cantidad de agua	---	---	---	---
Peso suelo húmedo + molde	5923.0	6254.0	6231.0	6161.0
Peso del molde, g	4373.0	4388.0	4374.0	4384.0
Peso suelo húmedo, g	1550.0	1866.0	1857.0	1777.0
Volumen del molde, cm ³	941.0	941.0	941.0	941.0
Densidad húmeda, kg/m ³	1647.2	1983.0	1973.4	1888.4
Densidad seca (kg/m ³)	1420.1	1646.2	1588.1	1473.9
ENSAYO DE HUMEDAD				
Vasija N°	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + vasija (g)	898.0	880.0	837.0	943.0
Peso suelo seco + vasija (g)	803.0	765.0	714.0	781.0
Peso de la vasija (g)	209.0	203.0	207.0	205.0
Peso del agua contenida (g)	95.0	115.0	123.0	162.0
Peso del suelo seco (g)	594.0	562.0	507.0	576.0
Contenido de humedad (%)	16.0	20.5	24.3	28.1

CURVA DE SATURACIÓN				
Densidad seca asumida (kg/m ³)	1,400.0	1,500.0	1,600.0	1,800.0
Humedad de saturación (%)	34.7	25.0	27.3	32.1



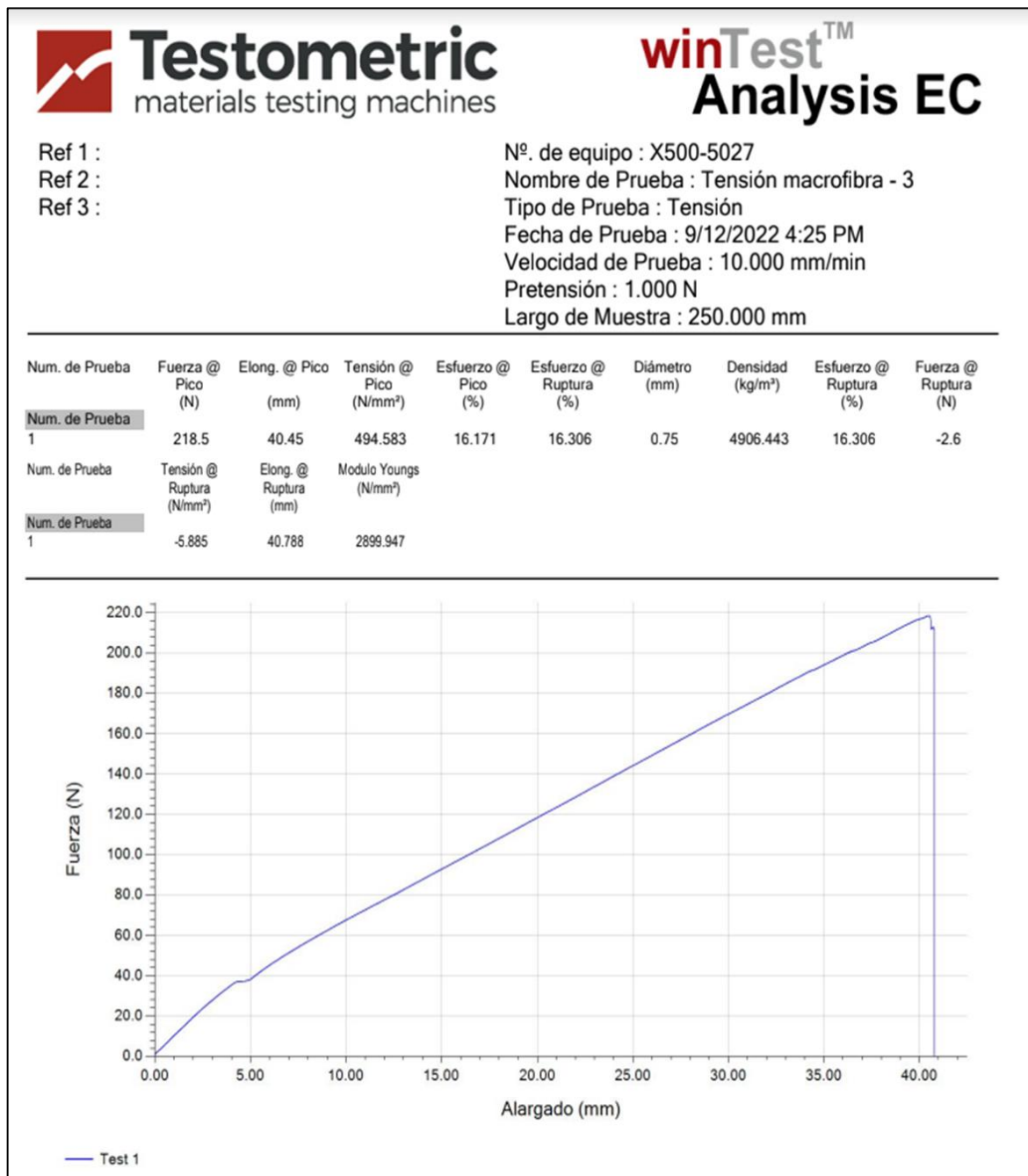
Máxima densidad seca (kg/m ³)	1653	Contenido óptimo de agua (%)	21,2

Ensayado por : K. Seclén	Revisado por : M. López	Aprobado po : A. Domínguez
Fecha : 10-Oct-22	Fecha : 00-Ene-00	Fecha : 00-Ene-00

Anexo B: Ensayo de tracción de la fibra de polipropileno

Figura B.1

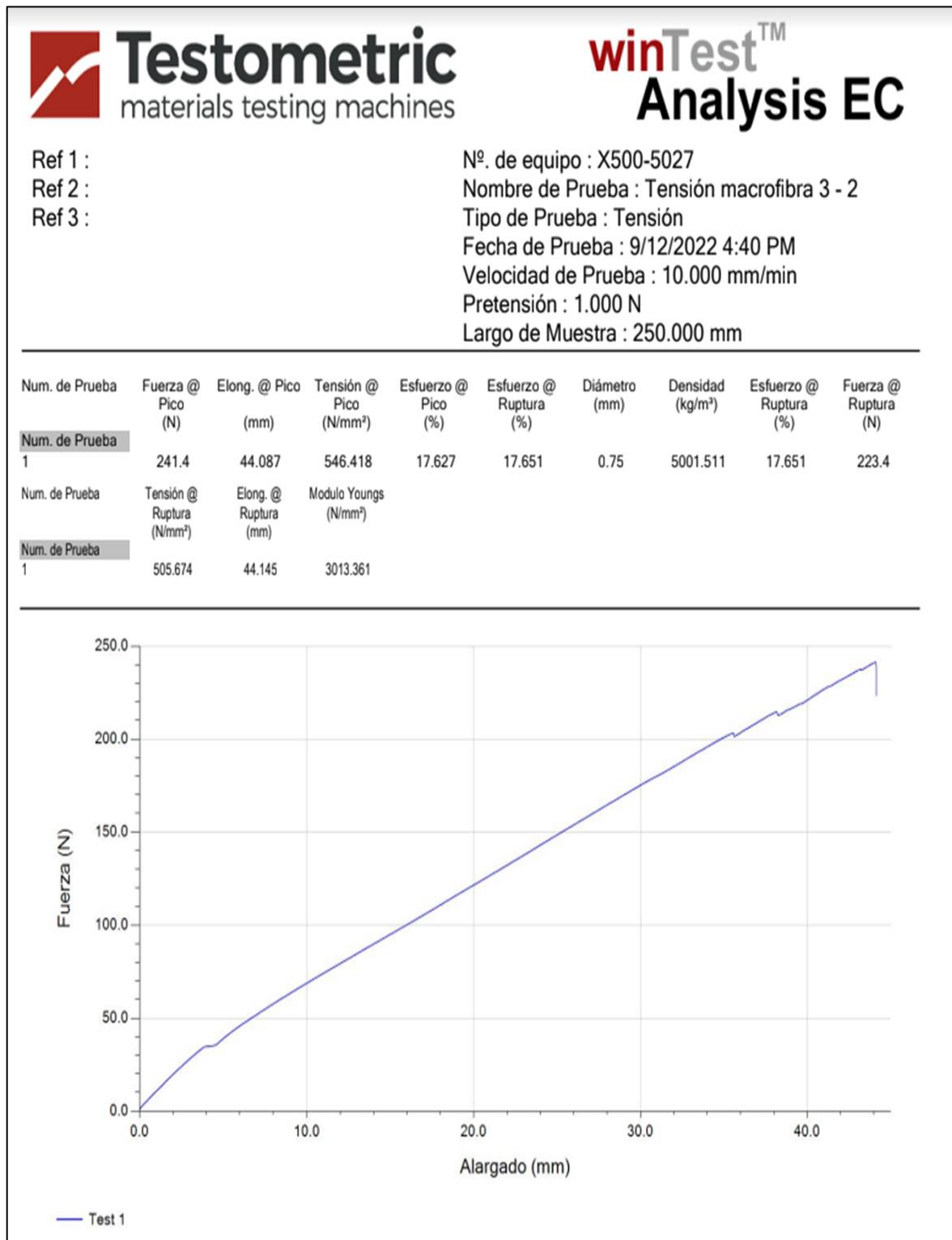
Ensayo de tracción de la primera fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 40.93 mm y la fuerza pico es 218.5 N para la primera fibra de polipropileno.

Figura B.2

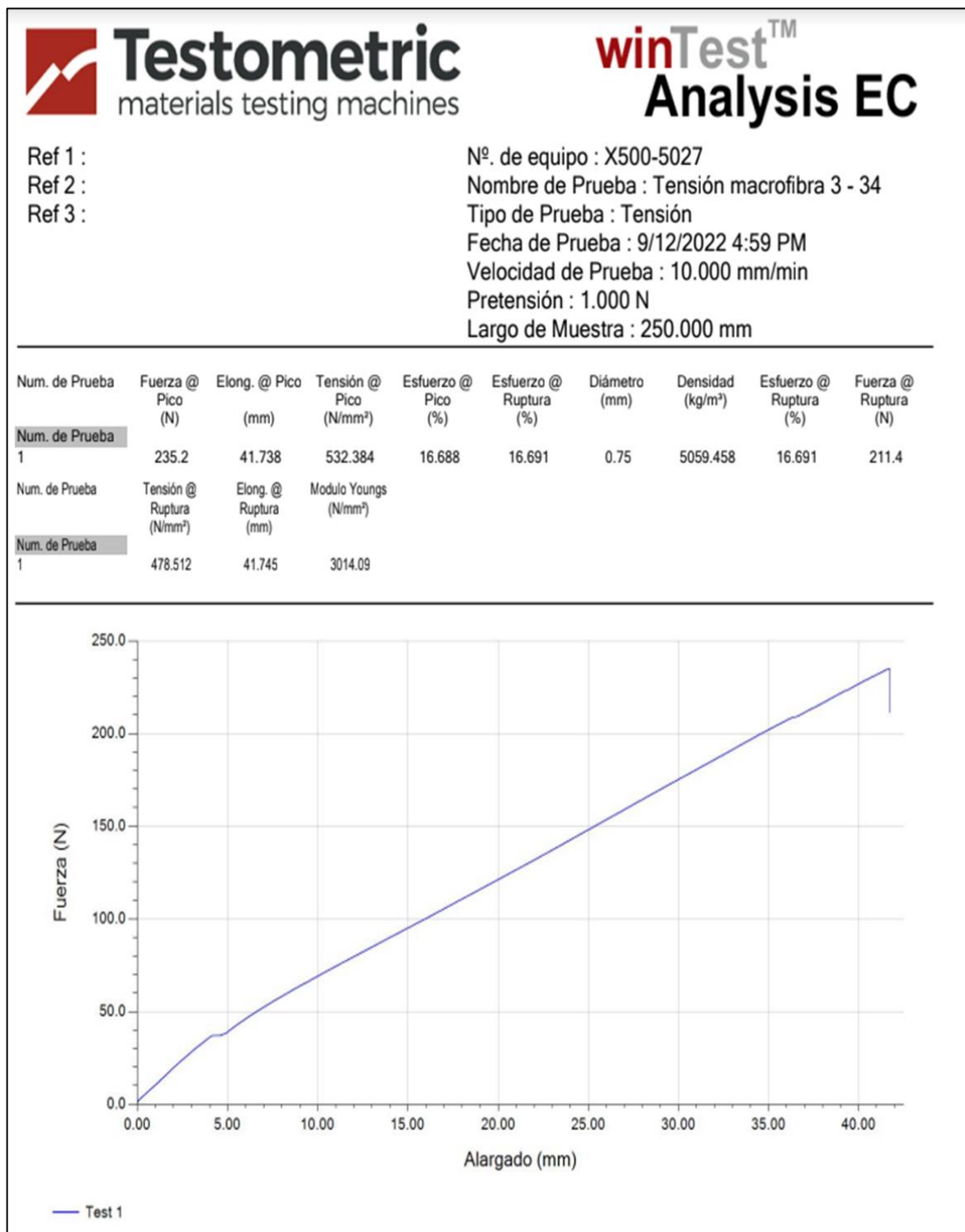
Ensayo de tracción de la segunda fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 44.25 mm y la fuerza pico es 241.4 N para la segunda fibra de polipropileno.

Figura B.3

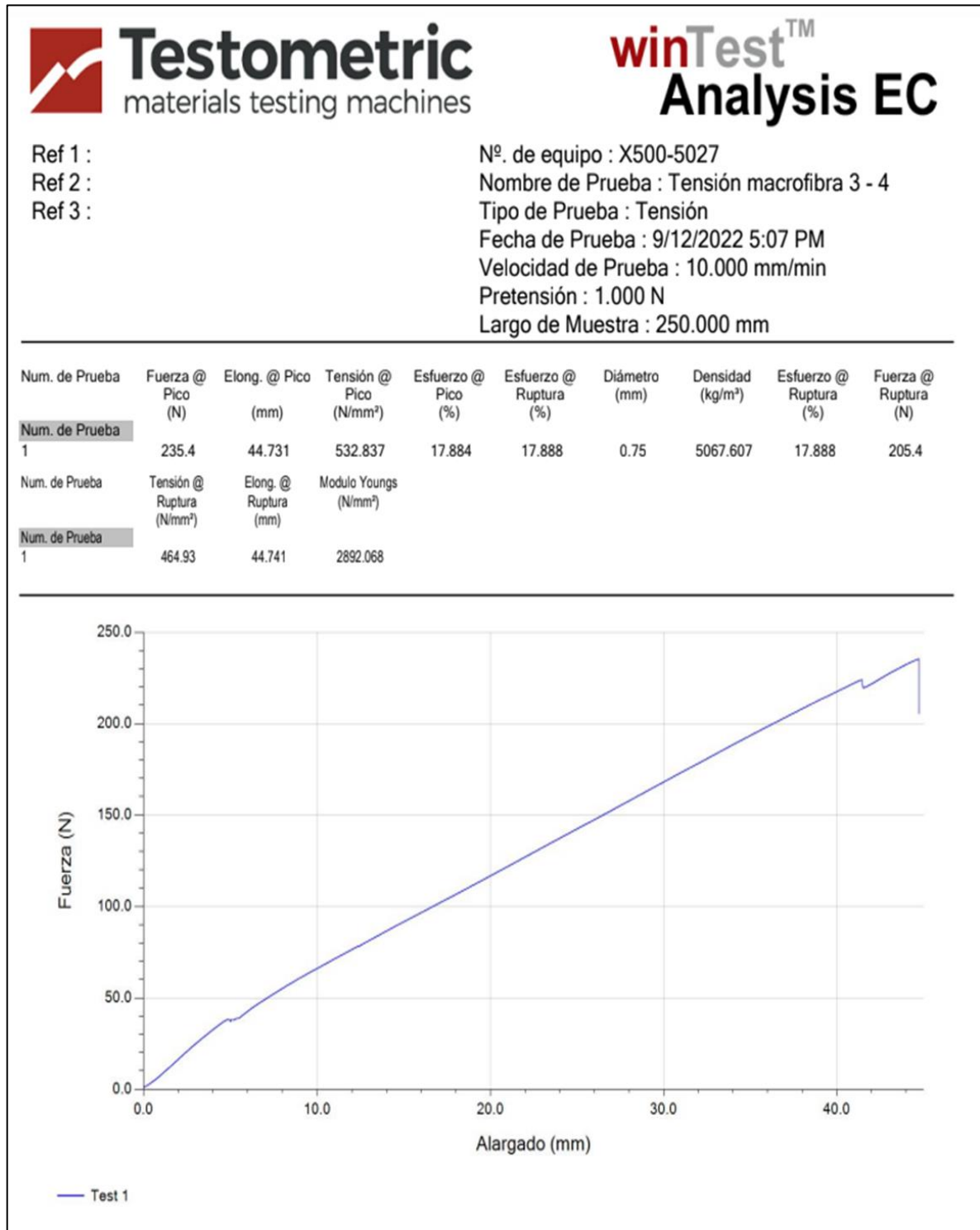
Ensayo de tracción de la tercera fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 41.85 mm y la fuerza pico es 235.2 N para la tercera fibra de polipropileno.

Figura B.4

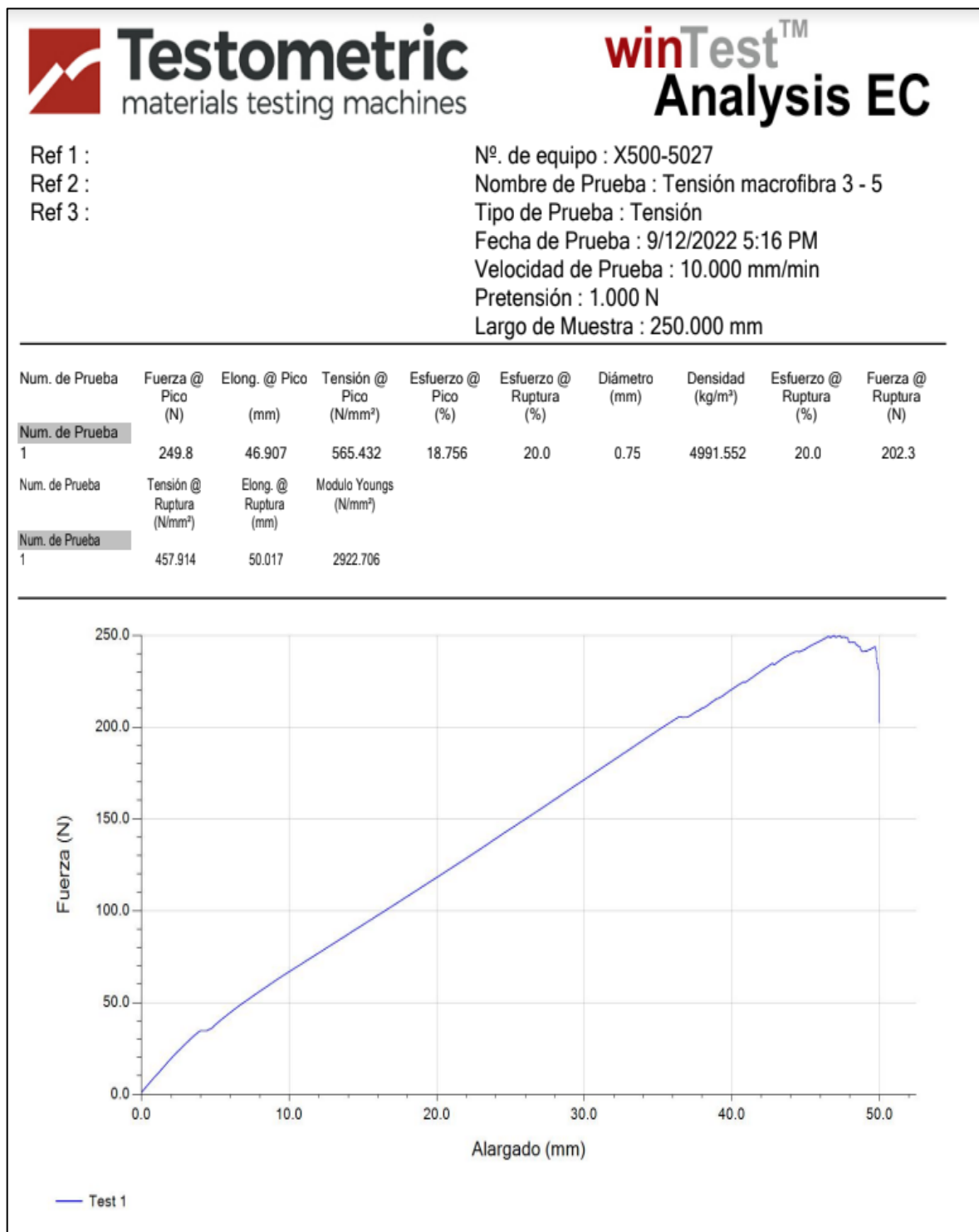
Ensayo de tracción de la cuarta fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 44.86 mm y la fuerza pico es 235.4 N para la cuarta fibra de polipropileno.

Figura B.5

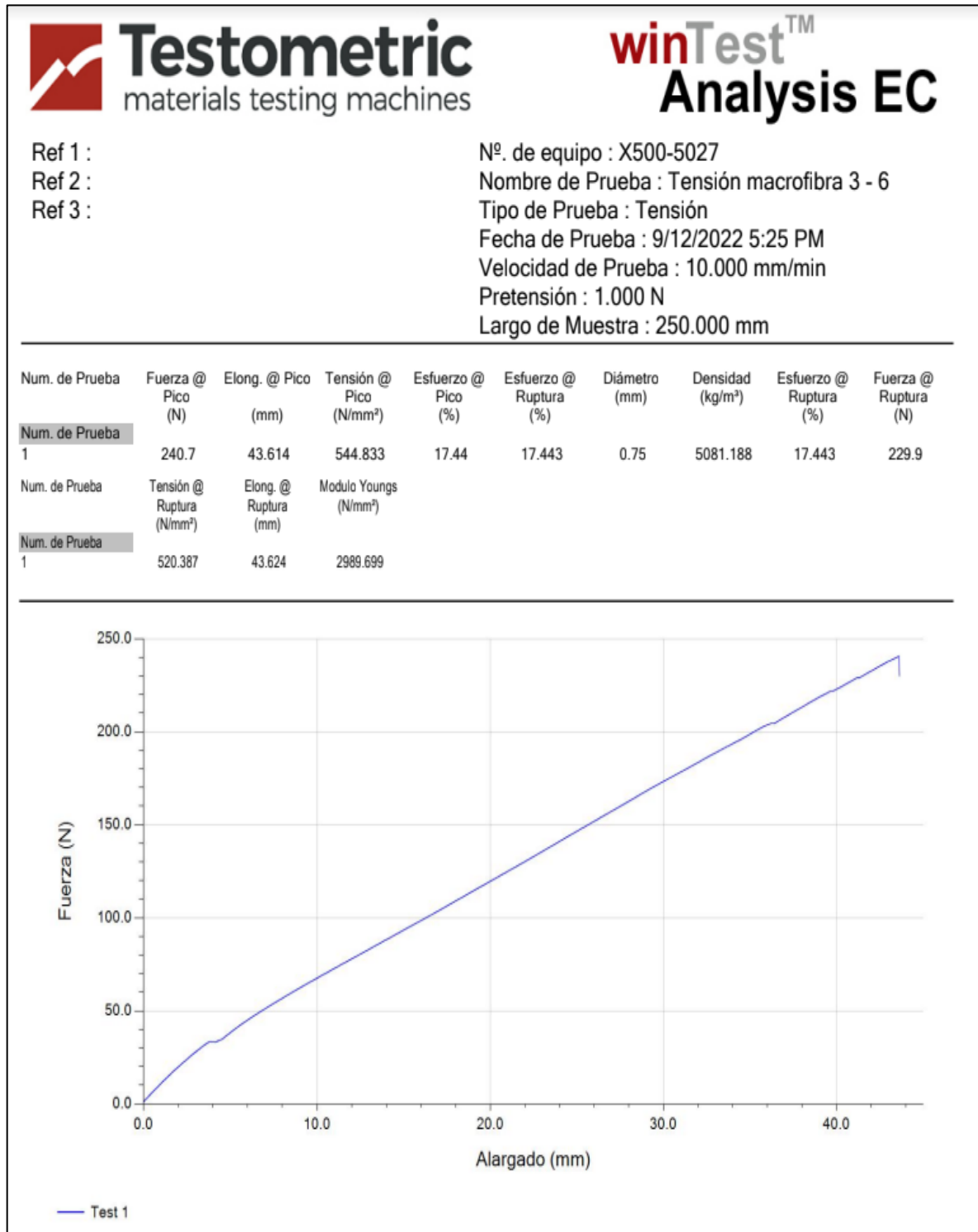
Ensayo de tracción de la quinta fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 50.11 mm y la fuerza pico es 249.8 N para la quinta fibra de polipropileno.

Figura B.6

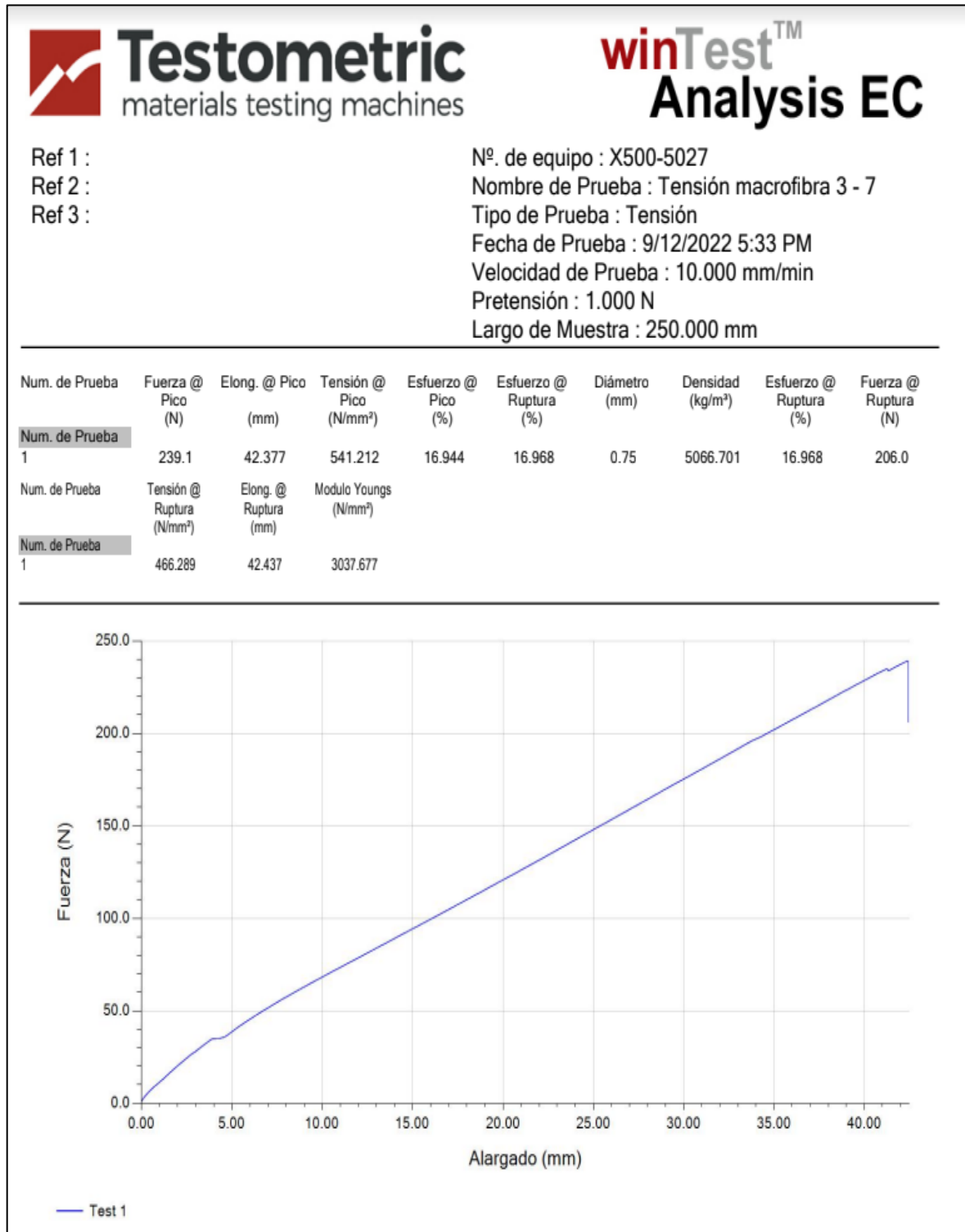
Ensayo de tracción de la sexta fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 43.71 mm y la fuerza pico es 240.7 N para la sexta fibra de polipropileno.

Figura B.7

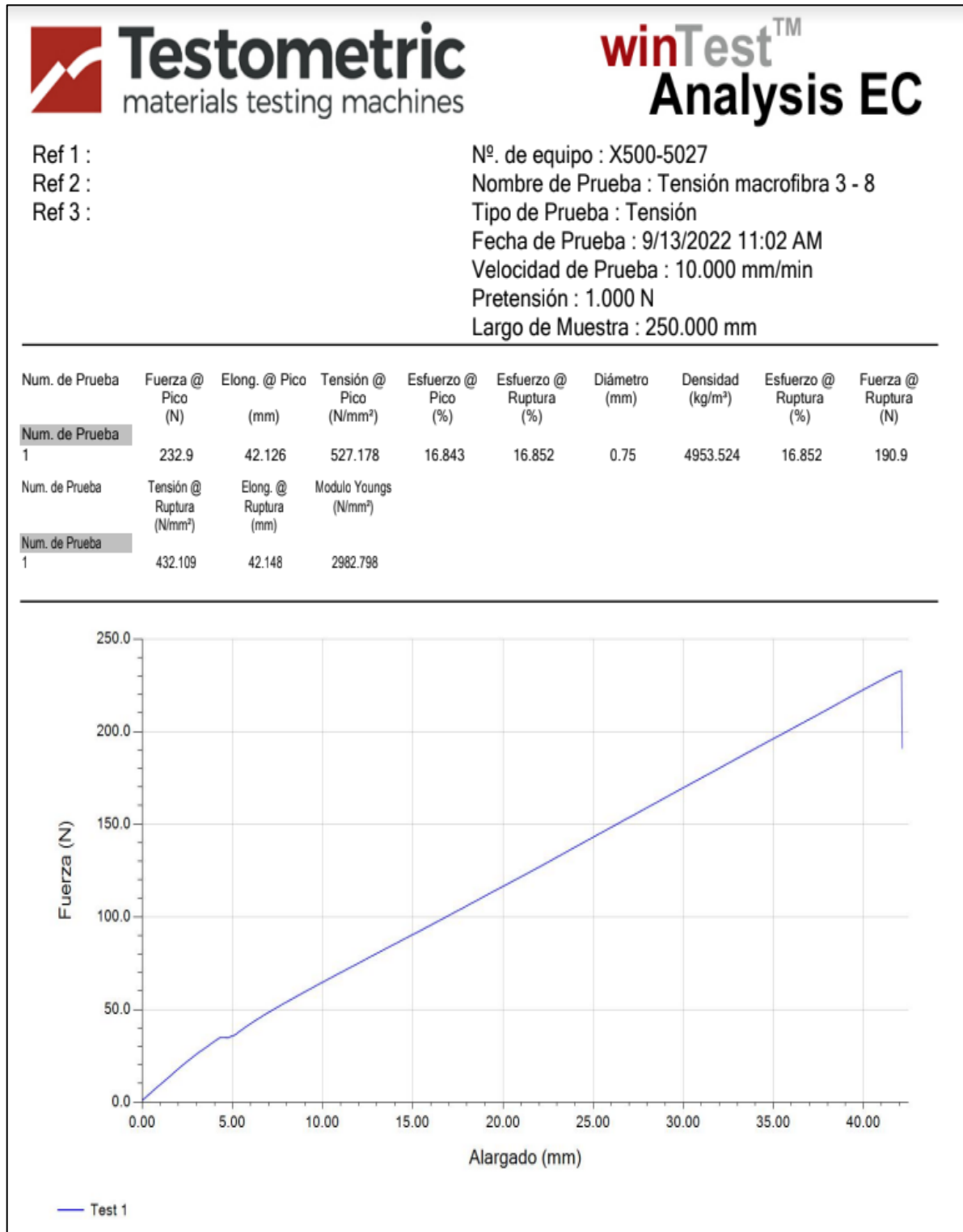
Ensayo de tracción de la séptima fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 42.53 mm y la fuerza pico es 239.1 N para la séptima fibra de polipropileno.

Figura B.8

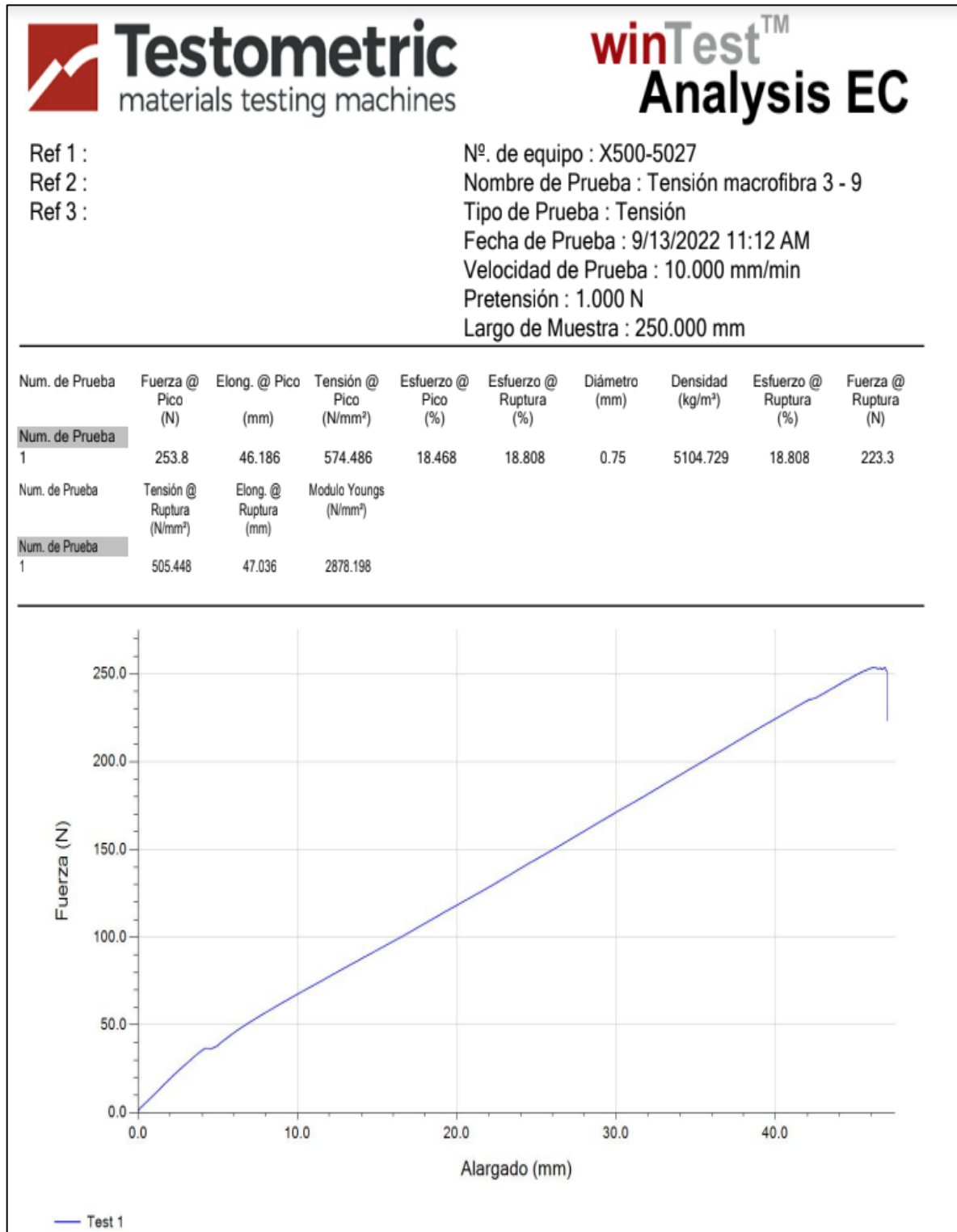
Ensayo de tracción de la octava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 42.25 mm y la fuerza pico es 232.9 N para la octava fibra de polipropileno.

Figura B.9

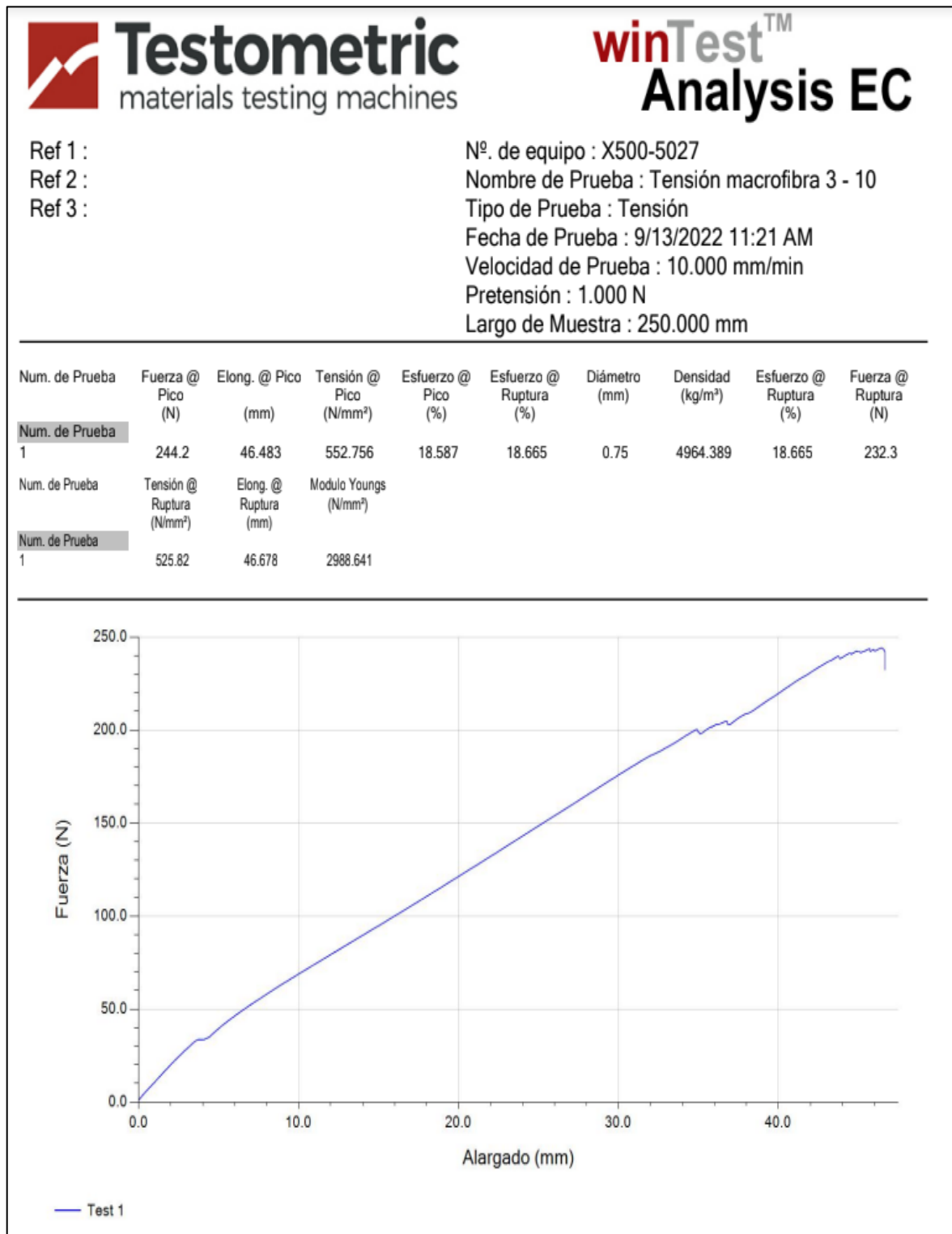
Ensayo de tracción de la novena fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 47.13 mm y la fuerza pico es 253.8 N para la novena fibra de polipropileno.

Figura B.10

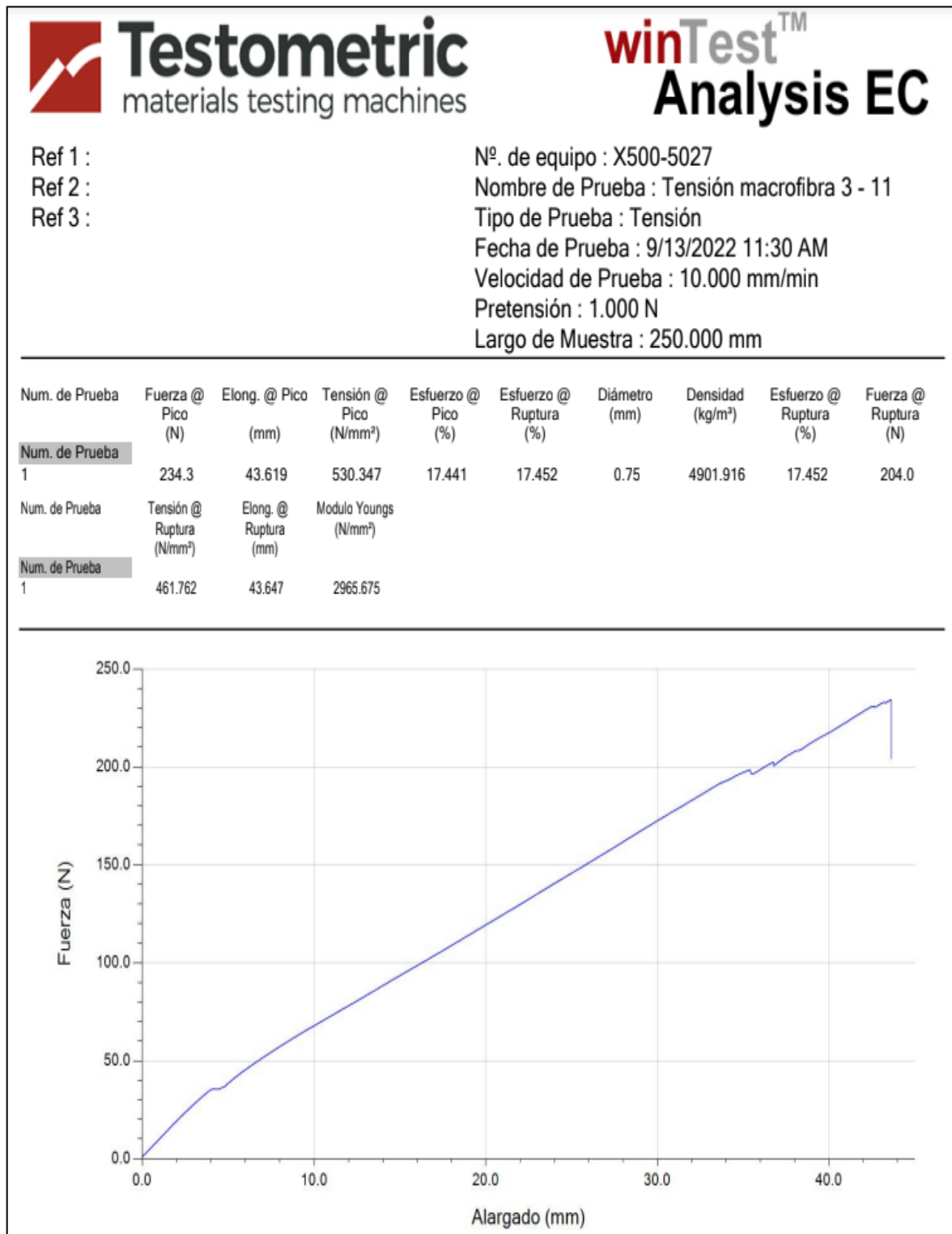
Ensayo de tracción de la décima fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 46.77 mm y la fuerza pico es 244.2 N para la décima fibra de polipropileno.

Figura B.11

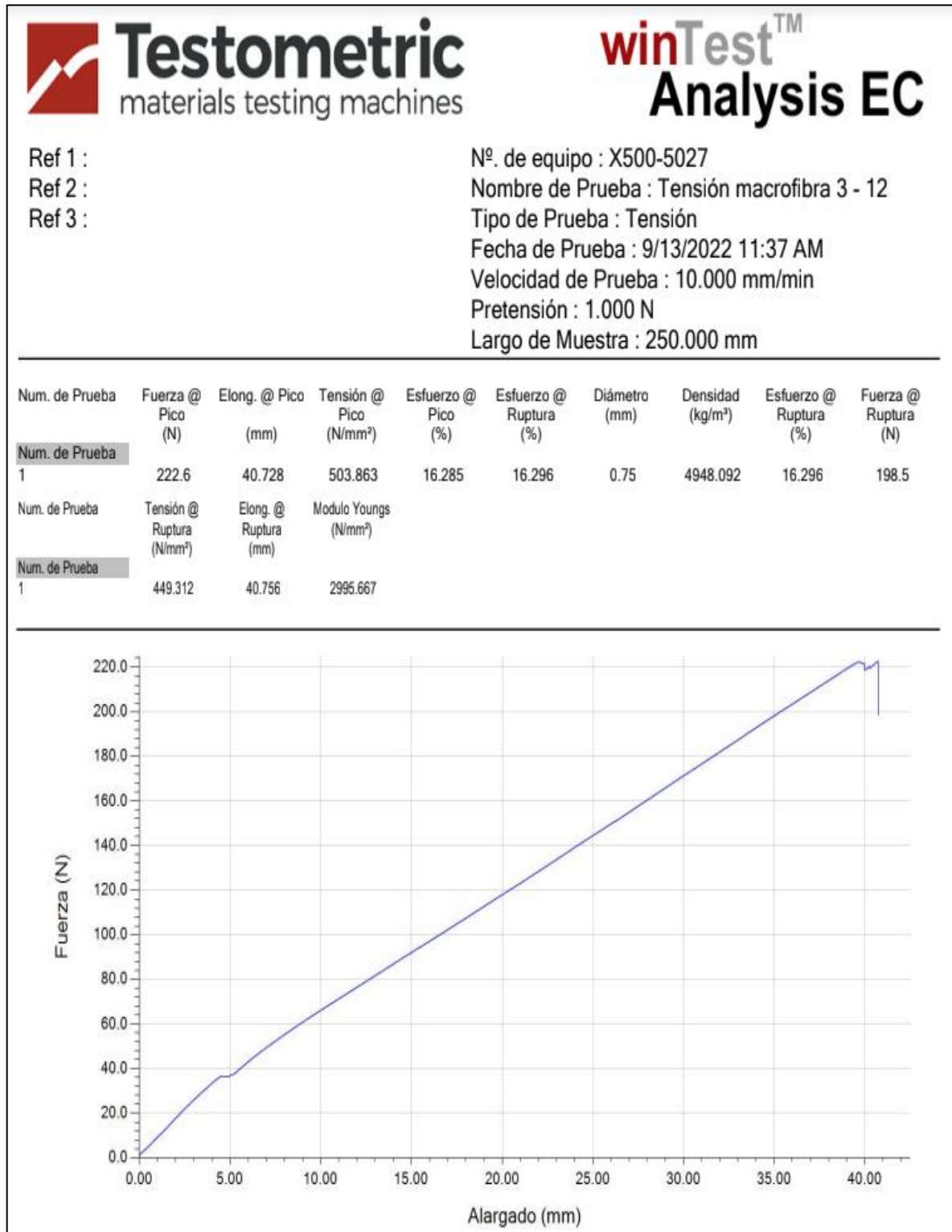
Ensayo de tracción de a la onceava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 43.74 mm y la fuerza pico es 234.3 N para la onceava fibra de polipropileno.

Figura B.12

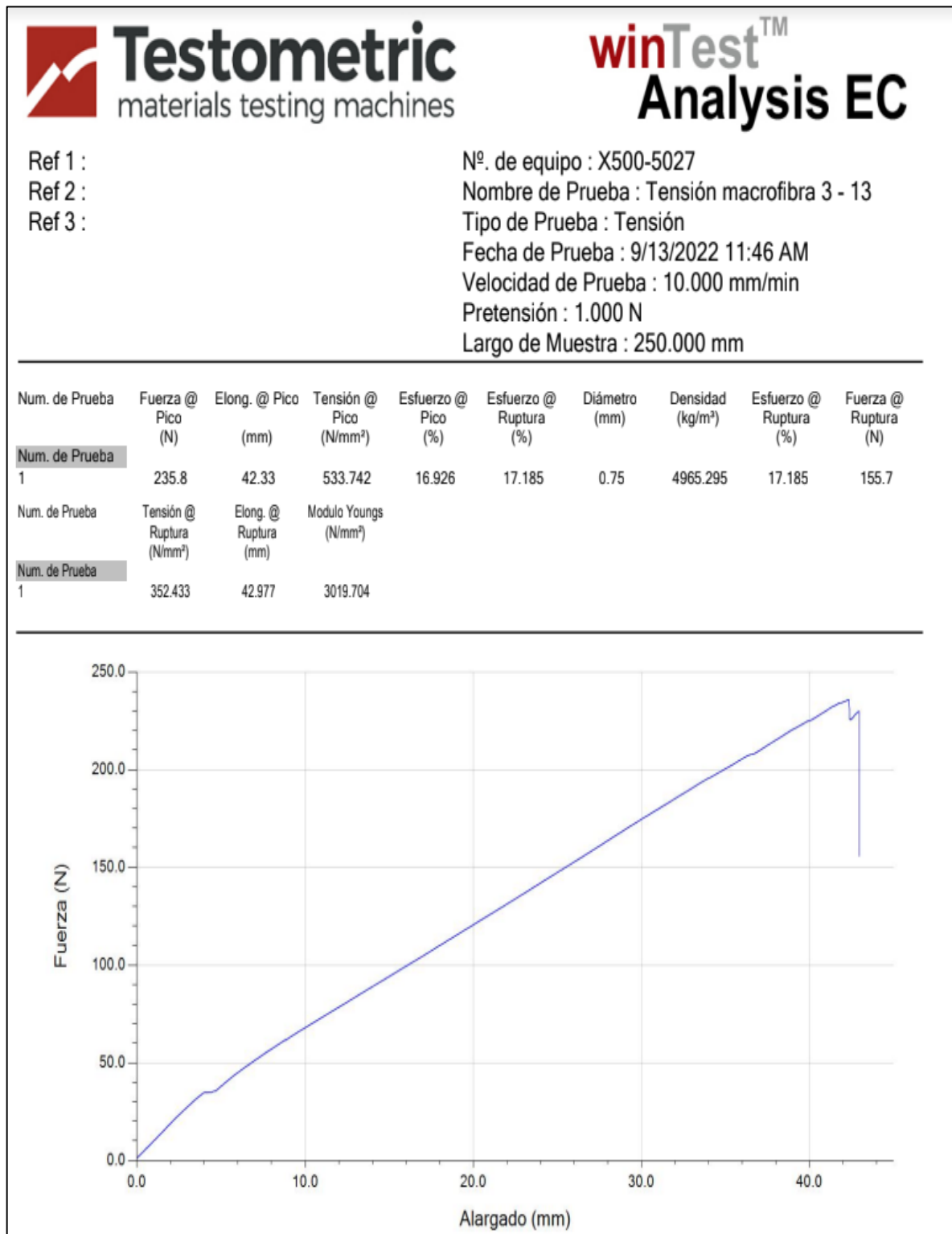
Ensayo de tracción de a la doceava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 40.85 mm y la fuerza pico es de 222.6 N para la doceava fibra de polipropileno.

Figura B.13

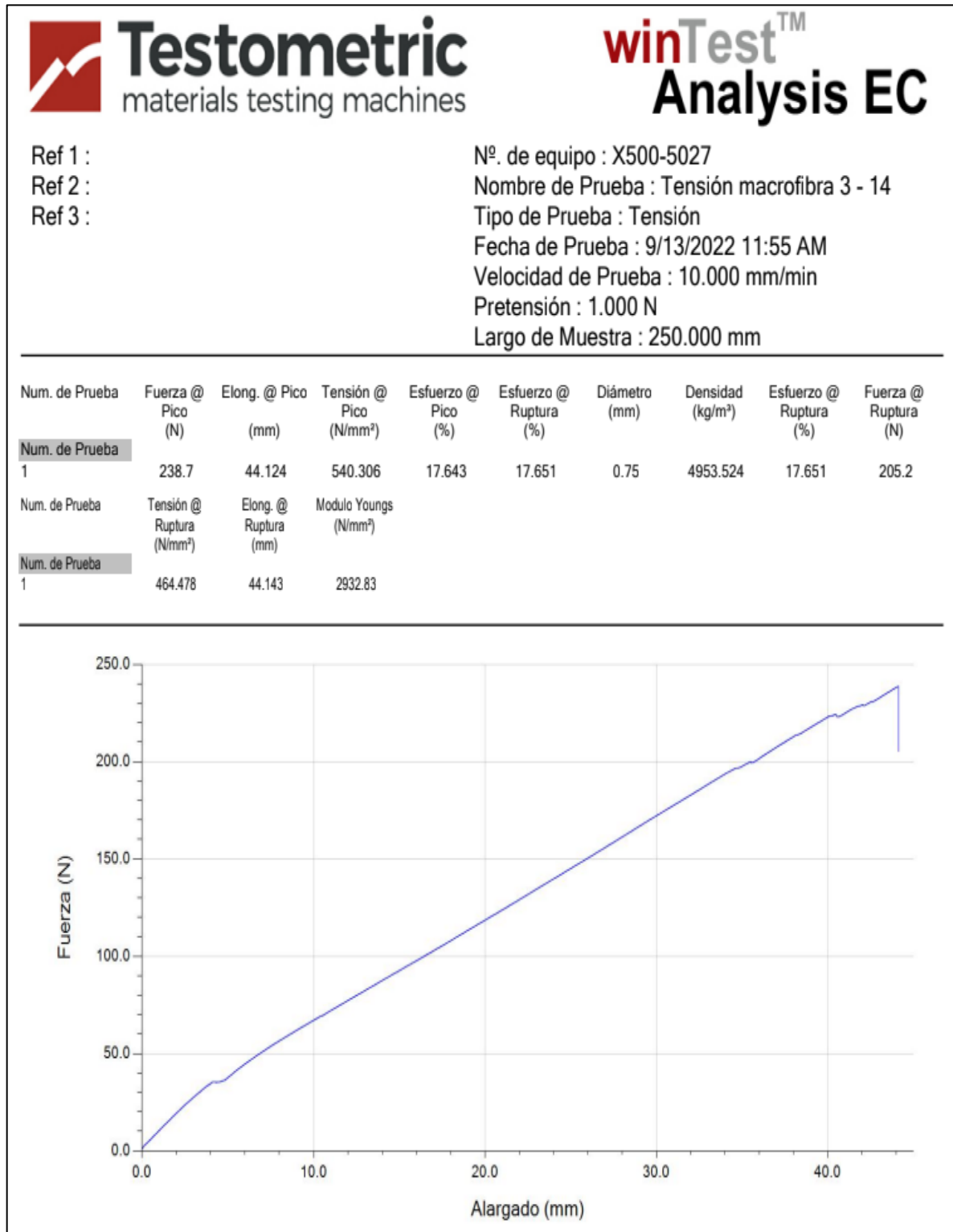
Ensayo de tracción de a la treceava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 43.07 mm y la fuerza pico es de 235.8 N para la treceava fibra de polipropileno.

Figura B.14

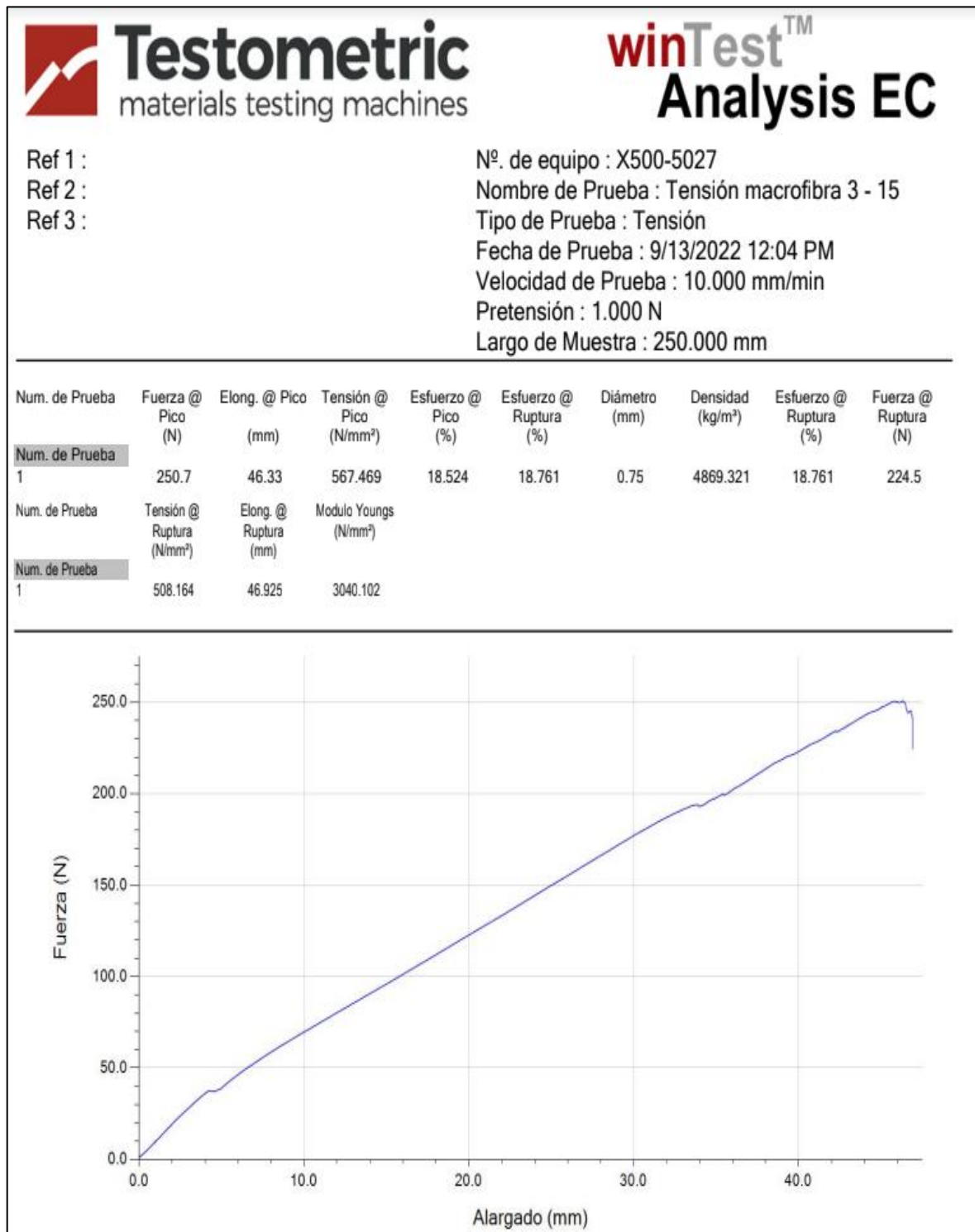
Ensayo de tracción de a la catorceava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 44.24 mm y la fuerza pico es de 238.7 N para la catorceava fibra de polipropileno.

Figura B.15

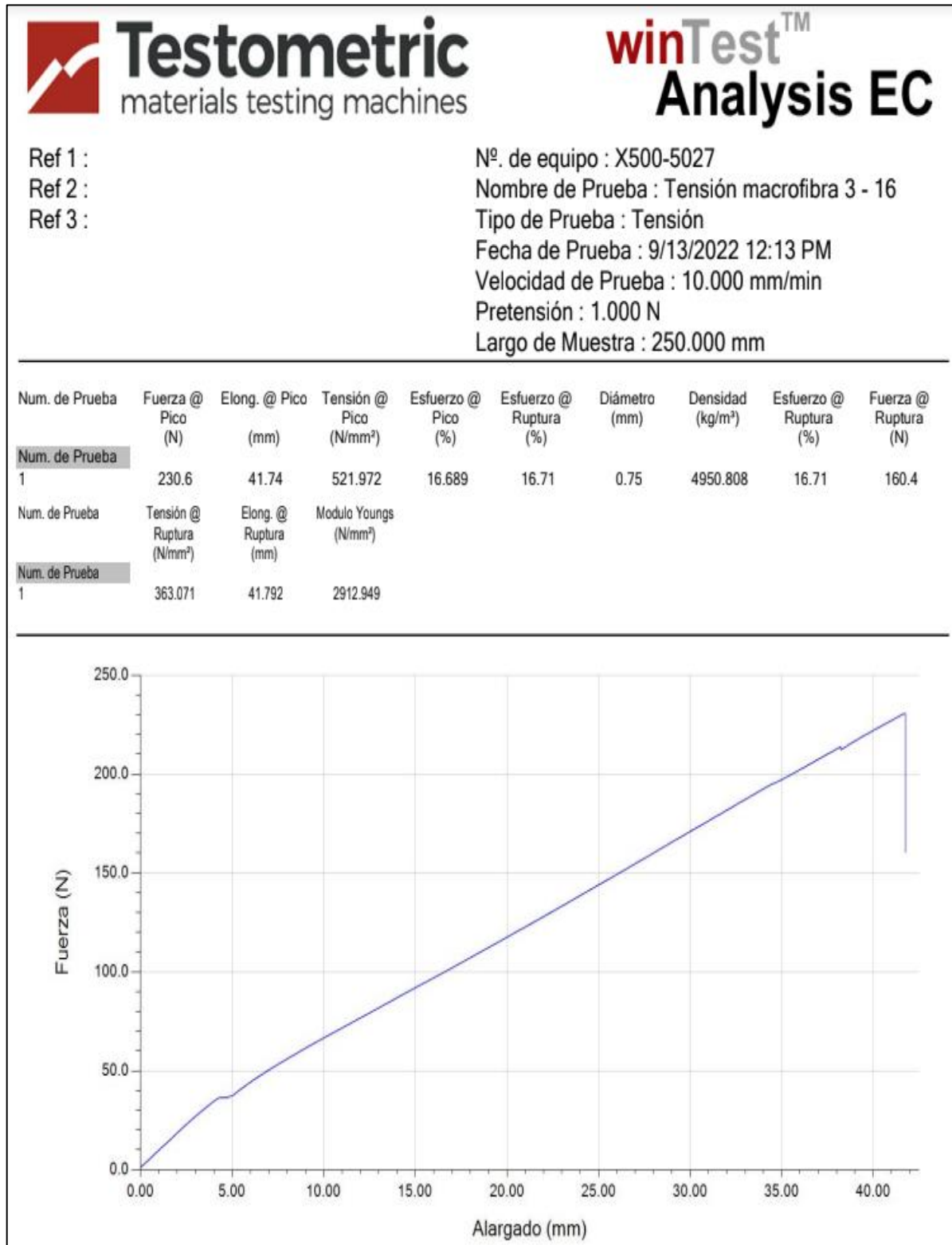
Ensayo de tracción de a la quinceava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 47.04 mm y la fuerza pico es de 250.7 N para la quinceava fibra de polipropileno.

Figura B.16

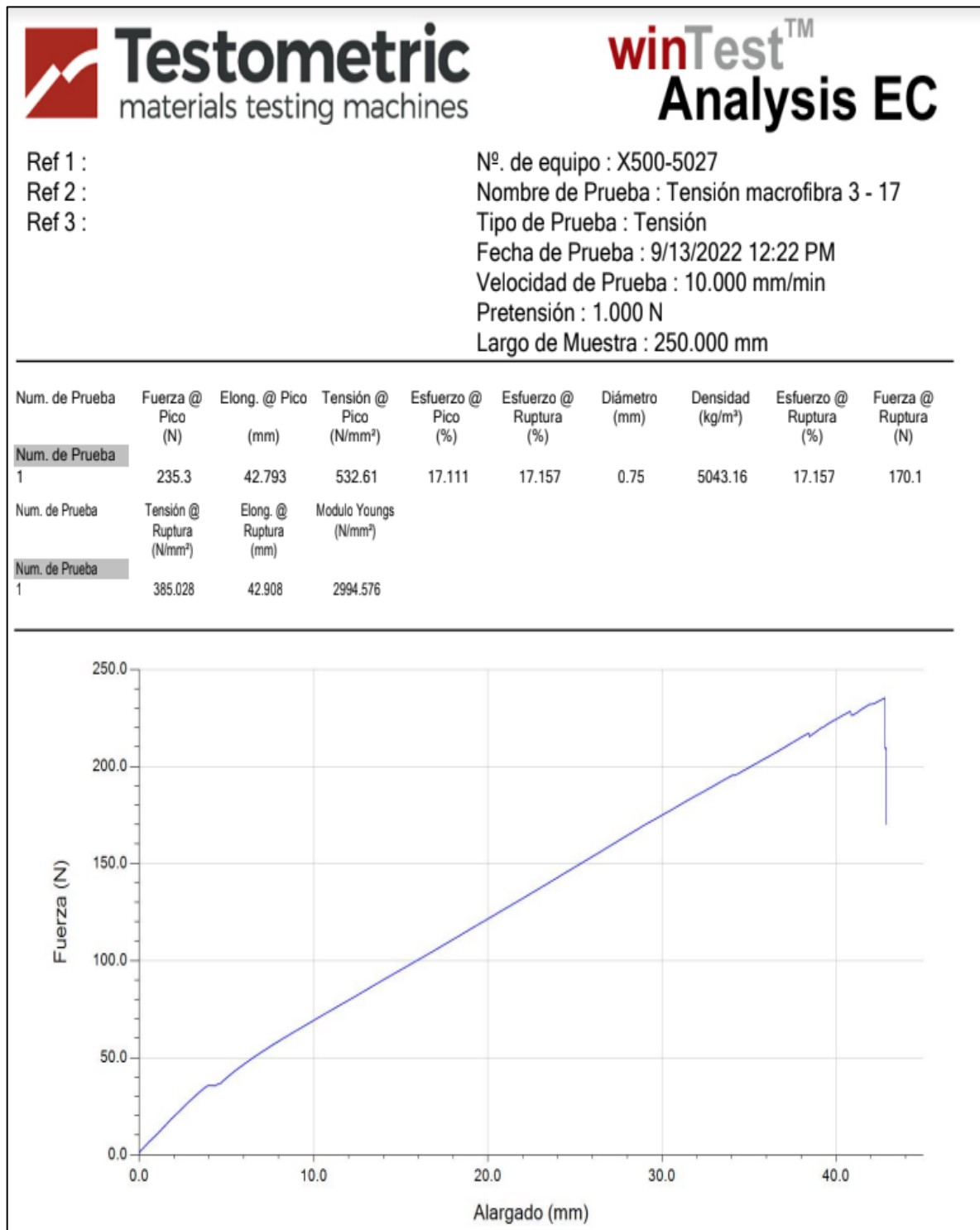
Ensayo de tracción de a la dieciseisava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 41.90 mm y la fuerza pico es de 230.6 N para la dieciseisava fibra de polipropileno.

Figura B.17

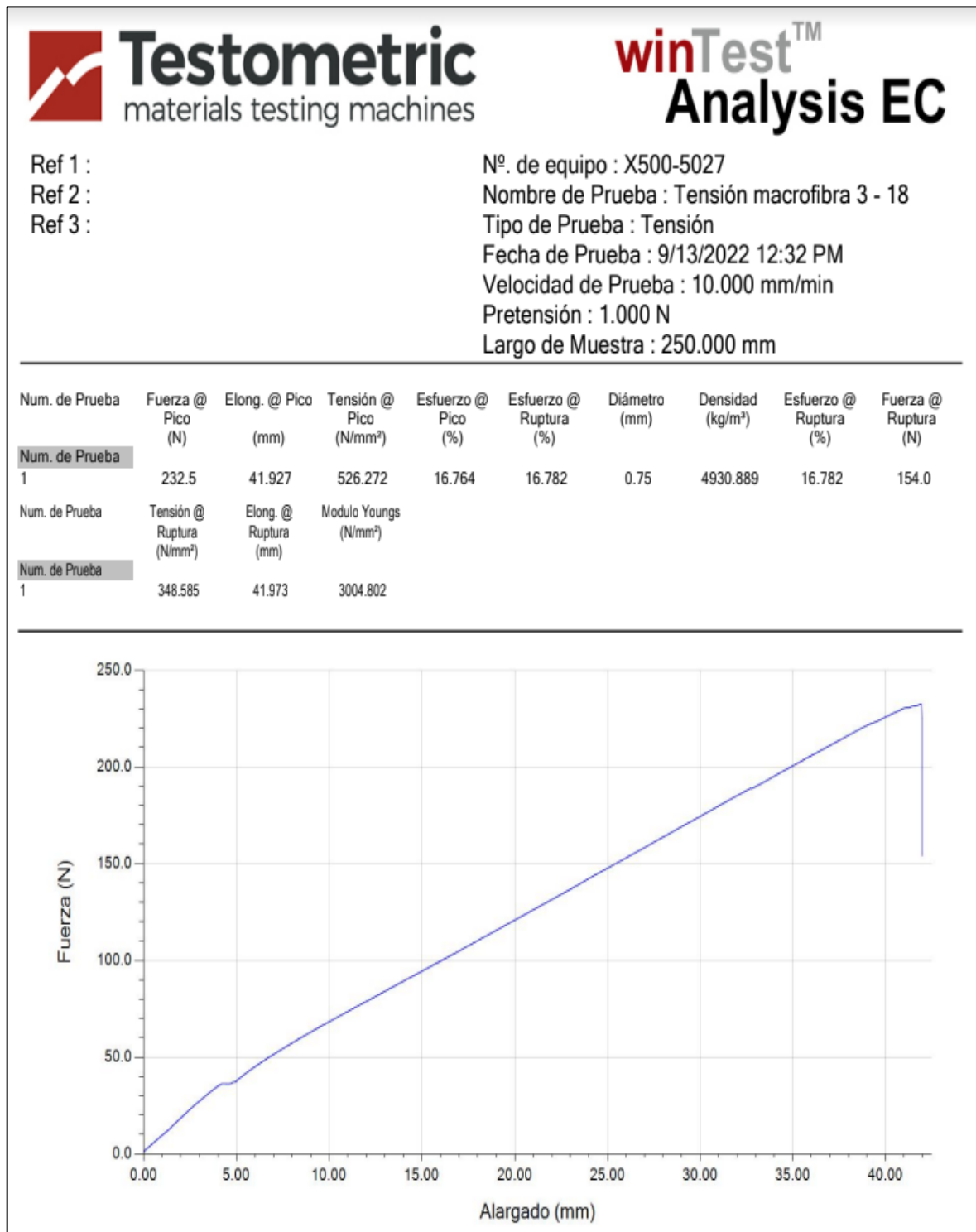
Ensayo de tracción de a la diecisieteava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 43.00 mm y la fuerza pico es de 235.3 N para la diecisieteava fibra de polipropileno.

Figura B.18

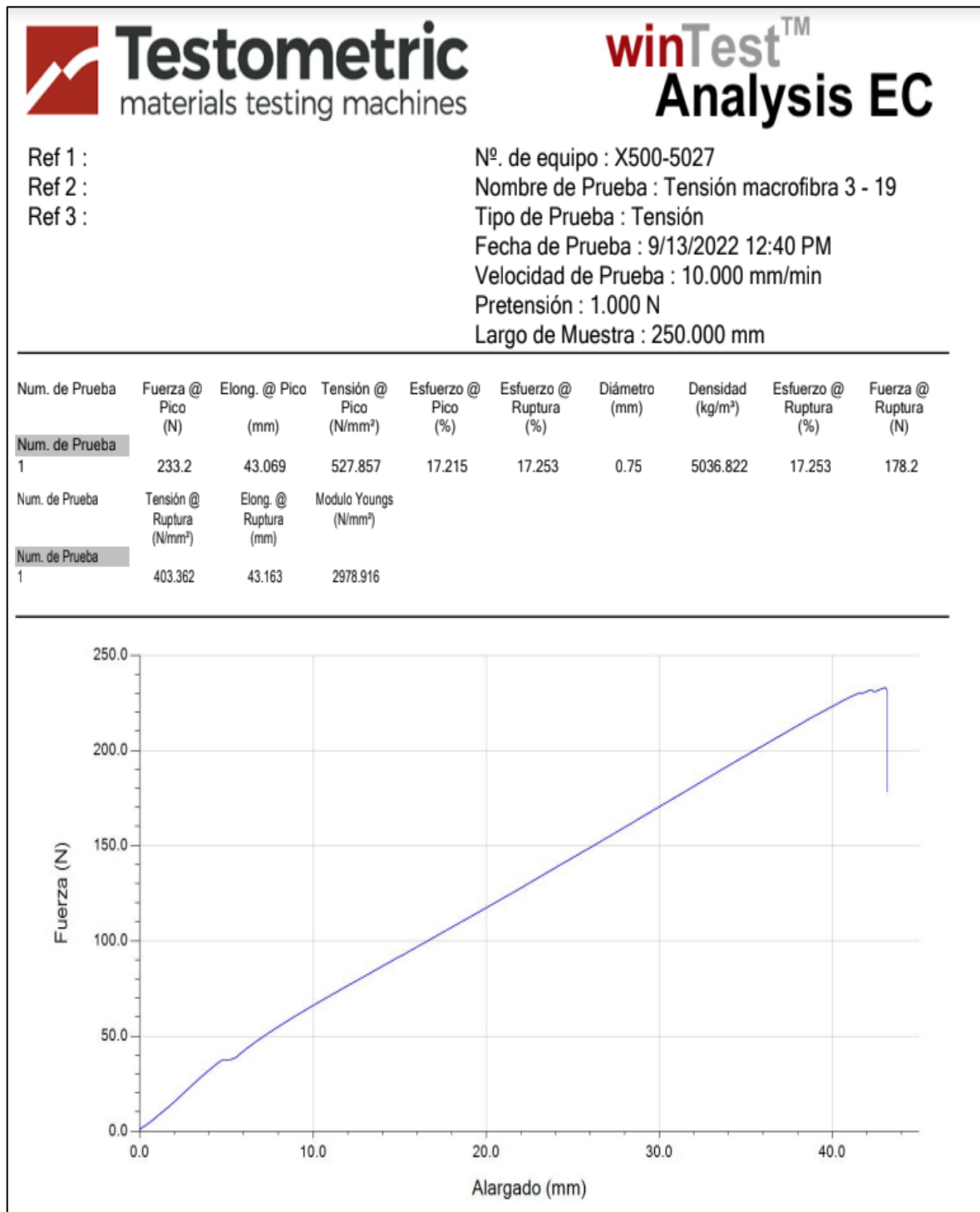
Ensayo de tracción de a la dieciochoava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 42.08 mm y la fuerza pico es de 232.5 N para la dieciochoava fibra de polipropileno.

Figura B.19

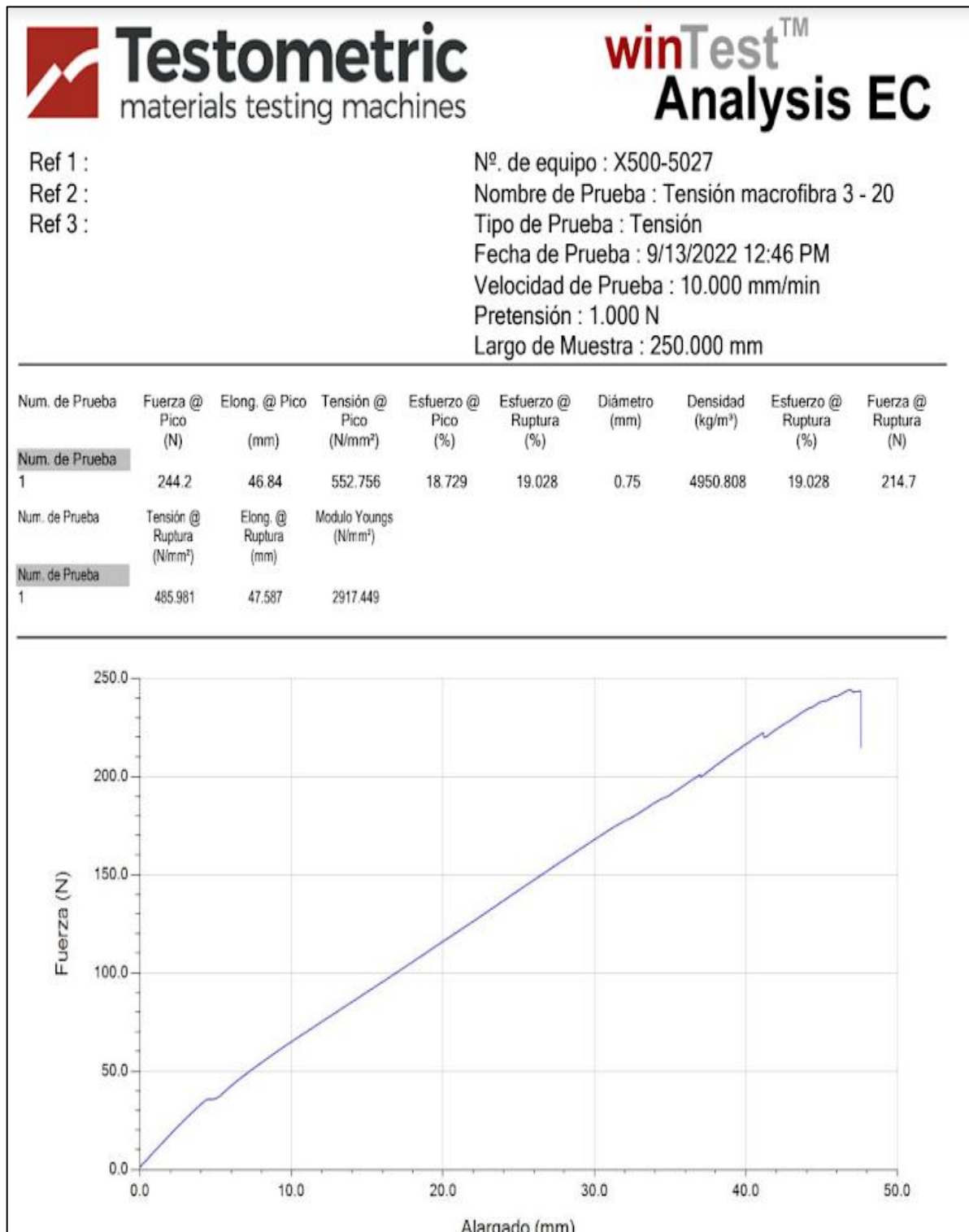
Ensayo de tracción de a la diecinueveava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 43.35 mm y la fuerza pico es de 233.2 N para la diecinueveava fibra de polipropileno.

Figura B.20

Ensayo de tracción de a la veinteava fibra de polipropileno (PPF).



Nota. El desplazamiento es 47.68 mm y la fuerza pico es de 244.2 N para la veinteava fibra de polipropileno.

Anexo C: Ensayo de módulo resiliente

Figura C.1

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo sin fibras en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M1 - Muestra sin fibras		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"															
TIPO DE MUESTRA:						Tipo 1 Subrasante			MUESTREO:				Responsabilidad del solicitante		
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023										Temperatura: 21 °C					
Código de LVDT 1: 227586					Código de LVDT 2: 227590					Cuarteo: Manual					
Código de calibración LVDT 1: 2078/21					Código de calibración LVDT 2: 2073/21					Fecha de ensayo: 20/10/2022					
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	64.2	41.4	12.2	13.7	1.5	0.019	0.2154	0.096	0.108	0.012	0.038	0.4317			
Secuencia 2	51.5	41.4	24.7	27.5	2.8	0.048	0.2219	0.194	0.216	0.022	0.096	0.4448			
Secuencia 3	36.9	41.4	37.1	41.2	4.1	0.1004	0.503	0.291	0.324	0.032	0.2011	1.0082			
Secuencia 4	33.5	41.4	49.6	55.2	5.6	0.1481	1.2239	0.4	0.434	0.044	0.2968	2.453			
Secuencia 5	33.2	41.4	61.8	68.9	7.1	0.1526	1.7698	0.5	0.541	0.056	0.3048	3.5471			
Secuencia 6	75.5	27.6	12.2	14.1	1.4	0.0204	0.216	0.1	0.11	0.011	0.0434	0.434			
Secuencia 7	65.5	27.6	24.7	27.4	2.7	0.045	0.223	0.2	0.215	0.021	0.097	0.448			
Secuencia 8	44.5	27.6	37.1	41.1	4.1	0.11	0.504	0.292	0.324	0.032	0.205	1.01			
Secuencia 9	36.5	27.6	49.6	55.1	5.6	0.138	1.225	0.389	0.433	0.044	0.2988	2.463			
Secuencia 10	34.2	27.6	61.8	68.8	7.2	0.1628	1.778	0.485	0.541	0.056	0.335	3.55			
Secuencia 11	80.5	13.8	12.2	13.7	1.3	0.021	0.226	0.097	0.107	0.01	0.048	0.436			
Secuencia 12	72.1	13.8	24.7	27.5	2.9	0.047	0.232	0.193	0.216	0.023	0.098	0.45			
Secuencia 13	47.5	13.8	37.1	41.3	4.2	0.115	0.505	0.292	0.325	0.033	0.206	1.014			
Secuencia 14	41.5	13.8	49.6	55.2	5.5	0.1504	1.225	0.39	0.434	0.044	0.3	2.463			
Secuencia 15	35.7	13.8	61.8	68.7	6.8	0.17	1.789	0.487	0.541	0.054	0.3452	3.555			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 43.86 MPa, 51.24 MPa y 55.46 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.2

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo sin fibras en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS														
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos						
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004						
										Versión: 01						
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023						
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad																
UBICACIÓN: Universidad de Lima																
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez																
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600																
DATOS DE LA MUESTRA																
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M2 - Muestra sin fibras		PROF [m] :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022		
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"																
TIPO DE MUESTRA:								Tipo 1 Subrasante					MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante	
EQUIPOS:																
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C								
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual								
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022								
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO																
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente				
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm				
Secuencia 1	65.2	41.4	12.2	13.71	1.51	0.02	0.2164	0.097	0.109	0.012	0.039	0.4327				
Secuencia 2	52.5	41.4	24.7	27.51	2.81	0.049	0.2229	0.195	0.217	0.022	0.097	0.4458				
Secuencia 3	37.9	41.4	37.1	41.21	4.11	0.1014	0.504	0.292	0.325	0.032	0.2021	1.0092				
Secuencia 4	34.5	41.4	49.6	55.21	5.61	0.1491	1.2249	0.4	0.435	0.044	0.2978	2.454				
Secuencia 5	34.2	41.4	61.8	68.91	7.11	0.1536	1.7708	0.5	0.542	0.056	0.3058	3.5481				
Secuencia 6	76.5	27.6	12.2	14.11	1.41	0.0214	0.217	0.1	0.111	0.011	0.0444	0.435				
Secuencia 7	66.5	27.6	24.7	27.41	2.71	0.046	0.224	0.2	0.216	0.021	0.098	0.449				
Secuencia 8	45.5	27.6	37.1	41.11	4.11	0.111	0.505	0.293	0.325	0.032	0.206	1.011				
Secuencia 9	37.5	27.6	49.6	55.11	5.61	0.139	1.226	0.39	0.434	0.044	0.2998	2.464				
Secuencia 10	35.2	27.6	61.8	68.81	7.21	0.1638	1.779	0.486	0.542	0.056	0.336	3.551				
Secuencia 11	81.5	13.8	12.2	13.71	1.31	0.022	0.227	0.098	0.108	0.01	0.049	0.437				
Secuencia 12	73.1	13.8	24.7	27.51	2.91	0.048	0.233	0.194	0.217	0.023	0.099	0.451				
Secuencia 13	48.5	13.8	37.1	41.31	4.21	0.116	0.506	0.293	0.326	0.033	0.207	1.015				
Secuencia 14	42.5	13.8	49.6	55.21	5.51	0.1514	1.226	0.391	0.435	0.044	0.301	2.464				
Secuencia 15	36.7	13.8	61.8	68.71	6.81	0.171	1.79	0.488	0.542	0.054	0.3462	3.556				
Observaciones:																
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra								

Nota. Los valores de módulo resiliente son 44.86 MPa, 52.24 MPa y 56.46 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.3

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo sin fibras en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20												
FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023												
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M3 - Muestra sin fibras		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023						Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	63.5	41.4	12.2	13.692	1.492	0.0183	0.2147	0.0953	0.1073	0.0113	0.0373	0.431
Secuencia 2	50.8	41.4	24.7	27.492	2.792	0.0473	0.2212	0.1933	0.2153	0.0213	0.0953	0.4441
Secuencia 3	36.2	41.4	37.1	41.192	4.092	0.0997	0.5023	0.2903	0.3233	0.0313	0.2004	1.0075
Secuencia 4	32.8	41.4	49.6	55.192	5.592	0.1474	1.2232	0.4	0.4333	0.0433	0.2961	2.4523
Secuencia 5	32.5	41.4	61.8	68.892	7.092	0.1519	1.7691	0.5	0.5403	0.0553	0.3041	3.5464
Secuencia 6	74.8	27.6	12.2	14.092	1.392	0.0197	0.2153	0.1	0.1093	0.0103	0.0427	0.4333
Secuencia 7	64.8	27.6	24.7	27.392	2.692	0.0443	0.2223	0.2	0.2143	0.0203	0.0963	0.4473
Secuencia 8	43.8	27.6	37.1	41.092	4.092	0.1093	0.5033	0.2913	0.3233	0.0313	0.2043	1.0093
Secuencia 9	35.8	27.6	49.6	55.092	5.592	0.1373	1.2243	0.3883	0.4323	0.0433	0.2981	2.4623
Secuencia 10	33.5	27.6	61.8	68.792	7.192	0.1621	1.7773	0.4843	0.5403	0.0553	0.3343	3.5493
Secuencia 11	79.8	13.8	12.2	13.692	1.292	0.0203	0.2253	0.0963	0.1063	0.0093	0.0473	0.4353
Secuencia 12	71.4	13.8	24.7	27.492	2.892	0.0463	0.2313	0.1923	0.2153	0.0223	0.0973	0.4493
Secuencia 13	46.8	13.8	37.1	41.292	4.192	0.1143	0.5043	0.2913	0.3243	0.0323	0.2053	1.0133
Secuencia 14	40.8	13.8	49.6	55.192	5.492	0.1497	1.2243	0.3893	0.4333	0.0433	0.2993	2.4623
Secuencia 15	35	13.8	61.8	68.692	6.792	0.1693	1.7883	0.4863	0.5403	0.0533	0.3445	3.5543
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 45.42 MPa, 51.54 MPa y 54.76 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.4

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo sin fibras en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos		
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004		
										Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)			MUESTRA: M1 - Muestra sin fibras			PROF (m) : 1 m			Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023									Temperatura: 21 °C			
Código de LVDT 1: 227586					Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual			
Código de calibración LVDT 1: 2078/21					Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022			
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	63.2	41.4	12.2	13.69	1.49	0.018	0.2144	0.095	0.107	0.011	0.037	0.4307
Secuencia 2	50.5	41.4	24.7	27.49	2.79	0.047	0.2209	0.193	0.215	0.021	0.095	0.4438
Secuencia 3	35.9	41.4	37.1	41.19	4.09	0.0994	0.502	0.29	0.323	0.031	0.2001	1.0072
Secuencia 4	32.5	41.4	49.6	55.19	5.59	0.1471	1.2229	0.4	0.433	0.043	0.2958	2.452
Secuencia 5	32.2	41.4	61.8	68.89	7.09	0.1516	1.7688	0.5	0.54	0.055	0.3038	3.5461
Secuencia 6	74.5	27.6	12.2	14.09	1.39	0.0194	0.215	0.1	0.109	0.01	0.0424	0.433
Secuencia 7	64.5	27.6	24.7	27.39	2.69	0.044	0.222	0.2	0.214	0.02	0.096	0.447
Secuencia 8	43.5	27.6	37.1	41.09	4.09	0.109	0.503	0.291	0.323	0.031	0.204	1.009
Secuencia 9	35.5	27.6	49.6	55.09	5.59	0.137	1.224	0.388	0.432	0.043	0.2978	2.462
Secuencia 10	33.2	27.6	61.8	68.79	7.19	0.1618	1.777	0.484	0.54	0.055	0.334	3.549
Secuencia 11	79.5	13.8	12.2	13.69	1.29	0.02	0.225	0.096	0.106	0.009	0.047	0.435
Secuencia 12	71.1	13.8	24.7	27.49	2.89	0.046	0.231	0.192	0.215	0.022	0.097	0.449
Secuencia 13	46.5	13.8	37.1	41.29	4.19	0.114	0.504	0.291	0.324	0.032	0.205	1.013
Secuencia 14	40.5	13.8	49.6	55.19	5.49	0.1494	1.224	0.389	0.433	0.043	0.299	2.462
Secuencia 15	34.7	13.8	61.8	68.69	6.79	0.169	1.788	0.486	0.54	0.053	0.3442	3.554
Observaciones: Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra												

Nota. Los valores de módulo resiliente son 42.86 MPa, 50.24 MPa y 54.46 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.5

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo sin fibras en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos		
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004		
										Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)			MUESTRA: M2 - Muestra sin fibras			PROF (m) : 1 m			Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023									Temperatura: 21 °C			
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	63.8	41.4	12.2	13.695	1.495	0.0186	0.215	0.0956	0.1076	0.0116	0.0376	0.4313
Secuencia 2	51.1	41.4	24.7	27.495	2.795	0.0476	0.2215	0.1936	0.2156	0.0216	0.0956	0.4444
Secuencia 3	36.5	41.4	37.1	41.195	4.095	0.1	0.5026	0.2906	0.3236	0.0316	0.2007	1.0078
Secuencia 4	33.1	41.4	49.6	55.195	5.595	0.1477	1.2235	0.4	0.4336	0.0436	0.2964	2.4526
Secuencia 5	32.8	41.4	61.8	68.895	7.095	0.1522	1.7694	0.5	0.5406	0.0556	0.3044	3.5467
Secuencia 6	75.1	27.6	12.2	14.095	1.395	0.02	0.2156	0.1	0.1096	0.0106	0.043	0.4336
Secuencia 7	65.1	27.6	24.7	27.395	2.695	0.0446	0.2226	0.2	0.2146	0.0206	0.0966	0.4476
Secuencia 8	44.1	27.6	37.1	41.095	4.095	0.1096	0.5036	0.2916	0.3236	0.0316	0.2046	1.0096
Secuencia 9	36.1	27.6	49.6	55.095	5.595	0.1376	1.2246	0.3886	0.4326	0.0436	0.2984	2.4626
Secuencia 10	33.8	27.6	61.8	68.795	7.195	0.1624	1.7776	0.4846	0.5406	0.0556	0.3346	3.5496
Secuencia 11	80.1	13.8	12.2	13.695	1.295	0.0206	0.2256	0.0966	0.1066	0.0096	0.0476	0.4356
Secuencia 12	71.7	13.8	24.7	27.495	2.895	0.0466	0.2316	0.1926	0.2156	0.0226	0.0976	0.4496
Secuencia 13	47.1	13.8	37.1	41.295	4.195	0.1146	0.5046	0.2916	0.3246	0.0326	0.2056	1.0136
Secuencia 14	41.1	13.8	49.6	55.195	5.495	0.15	1.2246	0.3896	0.4336	0.0436	0.2996	2.4626
Secuencia 15	35.3	13.8	61.8	68.695	6.795	0.1696	1.7886	0.4866	0.5406	0.0536	0.3448	3.5546
Observaciones: Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra												

Nota. Los valores de módulo resiliente son 43.46 MPa, 50.84 MPa y 55.06 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.6

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo sin fibras en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M3 - Muestra sin fibras		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	64.7	41.4	12.2	13.705	1.505	0.0194	0.2158	0.0964	0.1084	0.0124	0.0384	0.4321
Secuencia 2	52	41.4	24.7	27.505	2.805	0.0484	0.2223	0.1944	0.2164	0.0224	0.0964	0.4452
Secuencia 3	37.4	41.4	37.1	41.205	4.105	0.1008	0.5034	0.2914	0.3244	0.0324	0.2015	1.0086
Secuencia 4	34	41.4	49.6	55.205	5.605	0.1485	1.2243	0.4	0.4344	0.0444	0.2972	2.4534
Secuencia 5	33.7	41.4	61.8	68.905	7.105	0.153	1.7702	0.5	0.5414	0.0564	0.3052	3.5475
Secuencia 6	76	27.6	12.2	14.105	1.405	0.0208	0.2164	0.1	0.1104	0.0114	0.0438	0.4344
Secuencia 7	66	27.6	24.7	27.405	2.705	0.0454	0.2234	0.2	0.2154	0.0214	0.0974	0.4484
Secuencia 8	45	27.6	37.1	41.105	4.105	0.1104	0.5044	0.2924	0.3244	0.0324	0.2054	1.0104
Secuencia 9	37	27.6	49.6	55.105	5.605	0.1384	1.2254	0.3894	0.4334	0.0444	0.2992	2.4634
Secuencia 10	34.7	27.6	61.8	68.805	7.205	0.1632	1.7784	0.4854	0.5414	0.0564	0.3354	3.5504
Secuencia 11	81	13.8	12.2	13.705	1.305	0.0214	0.2264	0.0974	0.1074	0.0104	0.0484	0.4364
Secuencia 12	72.6	13.8	24.7	27.505	2.905	0.0474	0.2324	0.1934	0.2164	0.0234	0.0984	0.4504
Secuencia 13	48	13.8	37.1	41.305	4.205	0.1154	0.5054	0.2924	0.3254	0.0334	0.2064	1.0144
Secuencia 14	42	13.8	49.6	55.205	5.505	0.1508	1.2254	0.3904	0.4344	0.0444	0.3004	2.4634
Secuencia 15	36.2	13.8	61.8	68.705	6.805	0.1704	1.7894	0.4874	0.5414	0.0544	0.3456	3.5554
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 44.36 MPa, 51.74 MPa y 55.96 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.7

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.25 % PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M1 - 0,25%PP L40 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"															
TIPO DE MUESTRA:						Tipo 1 Subrasante		MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 26/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	68.2	41.4	12.2	13.6	1	0.0188	0.1898	0.099	0.107	0.008	0.0378	0.3823			
Secuencia 2	53.7	41.4	24.7	27.6	2.4	0.0468	0.1966	0.198	0.217	0.019	0.0943	0.3959			
Secuencia 3	41.5	41.4	37.1	41.2	4.7	0.0879	0.3581	0.287	0.324	0.037	0.177	0.7212			
Secuencia 4	37.8	41.4	49.6	55.3	5.2	0.1281	0.7395	0.4	0.435	0.041	0.258	1.4893			
Secuencia 5	35.7	41.4	61.8	68.9	6.8	0.1652	1.2026	0.5	0.542	0.054	0.3327	2.4219			
Secuencia 6	80.4	27.6	12.2	13.7	1.5	0.0156	1.1618	0.1	0.107	0.011	0.0313	2.339			
Secuencia 7	70.6	27.6	24.7	27.5	2.6	0.0368	1.1619	0.2	0.217	0.021	0.0742	2.34			
Secuencia 8	51.6	27.6	37.1	41.3	4.3	0.0712	1.1632	0.292	0.325	0.033	0.1434	2.3425			
Secuencia 9	40.5	27.6	49.6	55.2	5.3	0.116	1.1773	0.393	0.434	0.042	0.2336	2.3708			
Secuencia 10	36	27.6	61.8	68.8	7.1	0.1641	1.2461	0.485	0.541	0.056	0.33	2.5094			
Secuencia 11	82.4	13.8	12.2	13.7	1.2	0.0152	1.2096	0.099	0.108	0.009	0.0306	2.436			
Secuencia 12	75.5	13.8	24.7	27.6	2.7	0.037	1.2102	0.196	0.217	0.021	0.0745	2.4372			
Secuencia 13	52.1	13.8	37.1	41.3	4.3	0.0717	1.2112	0.291	0.325	0.034	0.1444	2.4392			
Secuencia 14	42.5	13.8	49.6	55.2	5.5	0.1197	1.2191	0.391	0.434	0.044	0.2411	2.4551			
Secuencia 15	37.3	13.8	61.8	68.7	7.1	0.1668	1.277	0.485	0.541	0.056	0.3358	2.5717			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 47.38 MPa, 55.82 MPa y 57.96 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.8

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.2 5% PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M2 - 0,25%PP L40 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"													
TIPO DE MUESTRA:		Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuartero: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 26/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	69.2	41.4	12.2	13.61	1.01	0.0198	0.1908	0.1	0.108	0.008	0.0388	0.3833			
Secuencia 2	54.7	41.4	24.7	27.61	2.41	0.0478	0.1976	0.199	0.218	0.019	0.0953	0.3969			
Secuencia 3	42.5	41.4	37.1	41.21	4.71	0.0889	0.3591	0.288	0.325	0.037	0.178	0.7222			
Secuencia 4	38.8	41.4	49.6	55.31	5.21	0.1291	0.7405	0.4	0.436	0.041	0.259	1.4903			
Secuencia 5	36.7	41.4	61.8	68.91	6.81	0.1662	1.2036	0.5	0.543	0.054	0.3337	2.4229			
Secuencia 6	81.4	27.6	12.2	13.71	1.51	0.0166	1.1628	0.1	0.108	0.011	0.0323	2.34			
Secuencia 7	71.6	27.6	24.7	27.51	2.61	0.0378	1.1629	0.2	0.218	0.021	0.0752	2.341			
Secuencia 8	52.6	27.6	37.1	41.31	4.31	0.0722	1.1642	0.293	0.326	0.033	0.1444	2.3435			
Secuencia 9	41.5	27.6	49.6	55.21	5.31	0.117	1.1783	0.394	0.435	0.042	0.2346	2.3718			
Secuencia 10	37	27.6	61.8	68.81	7.11	0.1651	1.2471	0.486	0.542	0.056	0.331	2.5104			
Secuencia 11	83.4	13.8	12.2	13.71	1.21	0.0162	1.2106	0.1	0.109	0.009	0.0316	2.437			
Secuencia 12	76.5	13.8	24.7	27.61	2.71	0.038	1.2112	0.197	0.218	0.021	0.0755	2.4382			
Secuencia 13	53.1	13.8	37.1	41.31	4.31	0.0727	1.2122	0.292	0.326	0.034	0.1454	2.4402			
Secuencia 14	43.5	13.8	49.6	55.21	5.51	0.1207	1.2201	0.392	0.435	0.044	0.2421	2.4561			
Secuencia 15	38.3	13.8	61.8	68.71	7.11	0.1678	1.278	0.486	0.542	0.056	0.3368	2.5727			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 48.38 MPa, 56.82 MPa y 58.96 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.9

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.25 % PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M3 - 0,25%PP L40 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción: 17/10/2022						
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023						Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 26/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	67.5	41.4	12.2	13.592	0.992	0.0181	0.1891	0.0983	0.1063	0.0073	0.0371	0.3816
Secuencia 2	53	41.4	24.7	27.592	2.392	0.0461	0.1959	0.1973	0.2163	0.0183	0.0936	0.3952
Secuencia 3	40.8	41.4	37.1	41.192	4.692	0.0872	0.3574	0.2863	0.3233	0.0363	0.1763	0.7205
Secuencia 4	37.1	41.4	49.6	55.292	5.192	0.1274	0.7388	0.4	0.4343	0.0403	0.2573	1.4886
Secuencia 5	35	41.4	61.8	68.892	6.792	0.1645	1.2019	0.5	0.5413	0.0533	0.332	2.4212
Secuencia 6	79.7	27.6	12.2	13.692	1.492	0.0149	1.1611	0.1	0.1063	0.0103	0.0306	2.3383
Secuencia 7	69.9	27.6	24.7	27.492	2.592	0.0361	1.1612	0.2	0.2163	0.0203	0.0735	2.3393
Secuencia 8	50.9	27.6	37.1	41.292	4.292	0.0705	1.1625	0.2913	0.3243	0.0323	0.1427	2.3418
Secuencia 9	39.8	27.6	49.6	55.192	5.292	0.1153	1.1766	0.3923	0.4333	0.0413	0.2329	2.3701
Secuencia 10	35.3	27.6	61.8	68.792	7.092	0.1634	1.2454	0.4843	0.5403	0.0553	0.3293	2.5087
Secuencia 11	81.7	13.8	12.2	13.692	1.192	0.0145	1.2089	0.0983	0.1073	0.0083	0.0299	2.4353
Secuencia 12	74.8	13.8	24.7	27.592	2.692	0.0363	1.2095	0.1953	0.2163	0.0203	0.0738	2.4365
Secuencia 13	51.4	13.8	37.1	41.292	4.292	0.071	1.2105	0.2903	0.3243	0.0333	0.1437	2.4385
Secuencia 14	41.8	13.8	49.6	55.192	5.492	0.119	1.2184	0.3903	0.4333	0.0433	0.2404	2.4544
Secuencia 15	36.6	13.8	61.8	68.692	7.092	0.1661	1.2763	0.4843	0.5403	0.0553	0.3351	2.571
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 46.68 MPa, 55.12 MPa y 57.26 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.10

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.25 % PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M1 - 0,25%PP L40 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 26/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	67.2	41.4	12.2	13.59	0.99	0.0178	0.1888	0.098	0.106	0.007	0.0368	0.3813
Secuencia 2	52.7	41.4	24.7	27.59	2.39	0.0458	0.1956	0.197	0.216	0.018	0.0933	0.3949
Secuencia 3	40.5	41.4	37.1	41.19	4.69	0.0869	0.3571	0.286	0.323	0.036	0.176	0.7202
Secuencia 4	36.8	41.4	49.6	55.29	5.19	0.1271	0.7385	0.4	0.434	0.04	0.257	1.4883
Secuencia 5	34.7	41.4	61.8	68.89	6.79	0.1642	1.2016	0.5	0.541	0.053	0.3317	2.4209
Secuencia 6	79.4	27.6	12.2	13.69	1.49	0.0146	1.1608	0.1	0.106	0.01	0.0303	2.338
Secuencia 7	69.6	27.6	24.7	27.49	2.59	0.0358	1.1609	0.2	0.216	0.02	0.0732	2.339
Secuencia 8	50.6	27.6	37.1	41.29	4.29	0.0702	1.1622	0.291	0.324	0.032	0.1424	2.3415
Secuencia 9	39.5	27.6	49.6	55.19	5.29	0.115	1.1763	0.392	0.433	0.041	0.2326	2.3698
Secuencia 10	35	27.6	61.8	68.79	7.09	0.1631	1.2451	0.484	0.54	0.055	0.329	2.5084
Secuencia 11	81.4	13.8	12.2	13.69	1.19	0.0142	1.2086	0.098	0.107	0.008	0.0296	2.435
Secuencia 12	74.5	13.8	24.7	27.59	2.69	0.036	1.2092	0.195	0.216	0.02	0.0735	2.4362
Secuencia 13	51.1	13.8	37.1	41.29	4.29	0.0707	1.2102	0.29	0.324	0.033	0.1434	2.4382
Secuencia 14	41.5	13.8	49.6	55.19	5.49	0.1187	1.2181	0.39	0.433	0.043	0.2401	2.4541
Secuencia 15	36.3	13.8	61.8	68.69	7.09	0.1658	1.276	0.484	0.54	0.055	0.3348	2.5707
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 46.38 MPa, 54.82 MPa y 55.96 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.11

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.25 % PP de 40 mm en la calicata 2.

UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
		LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 2 (C2)		MUESTRA:		M2 - 0,25%PP L40 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"													
TIPO DE MUESTRA:		Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1 : 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1 : 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 26/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	67.8	41.4	12.2	13.595	0.995	0.0184	0.1894	0.0986	0.1066	0.0076	0.0374	0.3819			
Secuencia 2	53.3	41.4	24.7	27.595	2.395	0.0464	0.1962	0.1976	0.2166	0.0186	0.0939	0.3955			
Secuencia 3	41.1	41.4	37.1	41.195	4.695	0.0875	0.3577	0.2866	0.3236	0.0366	0.1766	0.7208			
Secuencia 4	37.4	41.4	49.6	55.295	5.195	0.1277	0.7391	0.4	0.4346	0.0406	0.2576	1.4889			
Secuencia 5	35.3	41.4	61.8	68.895	6.795	0.1648	1.2022	0.5	0.5416	0.0536	0.3323	2.4215			
Secuencia 6	80	27.6	12.2	13.695	1.495	0.0152	1.1614	0.1	0.1066	0.0106	0.0309	2.3386			
Secuencia 7	70.2	27.6	24.7	27.495	2.595	0.0364	1.1615	0.2	0.2166	0.0206	0.0738	2.3396			
Secuencia 8	51.2	27.6	37.1	41.295	4.295	0.0708	1.1628	0.2916	0.3246	0.0326	0.143	2.3421			
Secuencia 9	40.1	27.6	49.6	55.195	5.295	0.1156	1.1769	0.3926	0.4336	0.0416	0.2332	2.3704			
Secuencia 10	35.6	27.6	61.8	68.795	7.095	0.1637	1.2457	0.4846	0.5406	0.0556	0.3296	2.509			
Secuencia 11	82	13.8	12.2	13.695	1.195	0.0148	1.2092	0.0986	0.1076	0.0086	0.0302	2.4356			
Secuencia 12	75.1	13.8	24.7	27.595	2.695	0.0366	1.2098	0.1956	0.2166	0.0206	0.0741	2.4368			
Secuencia 13	51.7	13.8	37.1	41.295	4.295	0.0713	1.2108	0.2906	0.3246	0.0336	0.144	2.4388			
Secuencia 14	42.1	13.8	49.6	55.195	5.495	0.1193	1.2187	0.3906	0.4336	0.0436	0.2407	2.4547			
Secuencia 15	36.9	13.8	61.8	68.695	7.095	0.1664	1.2766	0.4846	0.5406	0.0556	0.3354	2.5713			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 46.98 MPa, 55.42 MPa y 57.56 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.12

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.25 % PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS												
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos			Código: FA-2-FIA/CIV-R-004	
										Versión: 01				
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023				
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad														
UBICACIÓN: Universidad de Lima														
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez														
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600														
DATOS DE LA MUESTRA														
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)			MUESTRA: M3 - 0,25%PP L40 mm			PROF (m) : 1 m			Fecha de recepción:		17/10/2022			
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"														
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante								
EQUIPOS:														
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual						
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 26/10/2022						
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO														
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente		
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm		
Secuencia 1	68.7	41.4	12.2	13.605	1.005	0.0192	0.1902	0.0994	0.1074	0.0084	0.0382	0.3827		
Secuencia 2	54.2	41.4	24.7	27.605	2.405	0.0472	0.197	0.1984	0.2174	0.0194	0.0947	0.3963		
Secuencia 3	42	41.4	37.1	41.205	4.705	0.0883	0.3585	0.2874	0.3244	0.0374	0.1774	0.7216		
Secuencia 4	38.3	41.4	49.6	55.305	5.205	0.1285	0.7399	0.4	0.4354	0.0414	0.2584	1.4897		
Secuencia 5	36.2	41.4	61.8	68.905	6.805	0.1656	1.203	0.5	0.5424	0.0544	0.3331	2.4223		
Secuencia 6	80.9	27.6	12.2	13.705	1.505	0.016	1.1622	0.1	0.1074	0.0114	0.0317	2.3394		
Secuencia 7	71.1	27.6	24.7	27.505	2.605	0.0372	1.1623	0.2	0.2174	0.0214	0.0746	2.3404		
Secuencia 8	52.1	27.6	37.1	41.305	4.305	0.0716	1.1636	0.2924	0.3254	0.0334	0.1438	2.3429		
Secuencia 9	41	27.6	49.6	55.205	5.305	0.1164	1.1777	0.3934	0.4344	0.0424	0.234	2.3712		
Secuencia 10	36.5	27.6	61.8	68.805	7.105	0.1645	1.2465	0.4854	0.5414	0.0564	0.3304	2.5098		
Secuencia 11	82.9	13.8	12.2	13.705	1.205	0.0156	1.21	0.0994	0.1084	0.0094	0.031	2.4364		
Secuencia 12	76	13.8	24.7	27.605	2.705	0.0374	1.2106	0.1964	0.2174	0.0214	0.0749	2.4376		
Secuencia 13	52.6	13.8	37.1	41.305	4.305	0.0721	1.2116	0.2914	0.3254	0.0344	0.1448	2.4396		
Secuencia 14	43	13.8	49.6	55.205	5.505	0.1201	1.2195	0.3914	0.4344	0.0444	0.2415	2.4555		
Secuencia 15	37.8	13.8	61.8	68.705	7.105	0.1672	1.2774	0.4854	0.5414	0.0564	0.3362	2.5721		
Observaciones: Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra														

Nota. Los valores de módulo resiliente son 47.88 MPa, 56.32 MPa y 58.46 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.13

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.5 % PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS												
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos			Código: FA-2-FIA/CIV-R-004	
										Versión: 01				
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023				
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad														
UBICACIÓN: Universidad de Lima														
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez														
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600														
DATOS DE LA MUESTRA														
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)			MUESTRA: M1 - 0,5%PP L40 mm			PROF (m) : 1 m			Fecha de recepción:		17/10/2022			
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"														
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante								
EQUIPOS:														
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual						
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022						
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO														
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente		
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm		
Secuencia 1	68.7	41.4	12.2	13.5	1.6	0.0179	0.1489	0.094	0.106	0.012	0.0362	0.301		
Secuencia 2	56.6	41.4	24.7	27.7	2.1	0.0451	0.1556	0.201	0.218	0.017	0.0912	0.3144		
Secuencia 3	43.1	41.4	37.1	41.3	3.9	0.0867	0.3113	0.294	0.325	0.031	0.1753	0.6291		
Secuencia 4	39.1	41.4	49.6	55	5.5	0.1308	0.7502	0.4	0.432	0.043	0.2644	1.5161		
Secuencia 5	37.6	41.4	61.8	68.9	6.9	0.1739	1.301	0.5	0.542	0.054	0.3515	2.6292		
Secuencia 6	84.8	27.6	12.2	13.7	1.4	0.0145	1.259	0.1	0.108	0.011	0.0293	2.5445		
Secuencia 7	70.9	27.6	24.7	27.5	2.5	0.0346	1.2597	0.2	0.216	0.02	0.0698	2.5459		
Secuencia 8	52.3	27.6	37.1	41.3	4.3	0.0681	1.2618	0.291	0.325	0.034	0.1377	2.5501		
Secuencia 9	43	27.6	49.6	55	5.4	0.1171	1.2759	0.391	0.433	0.042	0.2366	2.5785		
Secuencia 10	37.6	27.6	61.8	68.8	7	0.1716	1.3528	0.486	0.541	0.055	0.3468	2.7339		
Secuencia 11	88.1	13.8	12.2	13.7	1.3	0.0141	1.315	0.098	0.108	0.01	0.0285	2.6588		
Secuencia 12	76.9	13.8	24.7	27.6	2.6	0.0352	1.3156	0.196	0.217	0.02	0.0712	2.659		
Secuencia 13	54.4	13.8	37.1	41.2	4.2	0.0709	1.3172	0.291	0.324	0.033	0.1433	2.6619		
Secuencia 14	43.4	13.8	49.6	55	5.6	0.122	1.3275	0.388	0.433	0.044	0.2469	2.6829		
Secuencia 15	38	13.8	61.8	68.8	7.1	0.1751	1.3934	0.485	0.541	0.056	0.3539	2.816		
Observaciones:														
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra						

Nota. Los valores de módulo resiliente son 49.02 MPa, 57.72 MPa y 60.16 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.14

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.5 % PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M2 - 0,5%PP L40 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción: 17/10/2022						
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023						Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	69.7	41.4	12.2	13.51	1.61	0.0189	0.1499	0.095	0.107	0.012	0.0372	0.302
Secuencia 2	57.6	41.4	24.7	27.71	2.11	0.0461	0.1566	0.202	0.219	0.017	0.0922	0.3154
Secuencia 3	44.1	41.4	37.1	41.31	3.91	0.0877	0.3123	0.295	0.326	0.031	0.1763	0.6301
Secuencia 4	40.1	41.4	49.6	55.01	5.51	0.1318	0.7512	0.4	0.433	0.043	0.2654	1.5171
Secuencia 5	38.6	41.4	61.8	68.91	6.91	0.1749	1.302	0.5	0.543	0.054	0.3525	2.6302
Secuencia 6	85.8	27.6	12.2	13.71	1.41	0.0155	1.26	0.1	0.109	0.011	0.0303	2.5455
Secuencia 7	71.9	27.6	24.7	27.51	2.51	0.0356	1.2607	0.2	0.217	0.02	0.0708	2.5469
Secuencia 8	53.3	27.6	37.1	41.31	4.31	0.0691	1.2628	0.292	0.326	0.034	0.1387	2.5511
Secuencia 9	44	27.6	49.6	55.01	5.41	0.1181	1.2769	0.392	0.434	0.042	0.2376	2.5795
Secuencia 10	38.6	27.6	61.8	68.81	7.01	0.1726	1.3538	0.487	0.542	0.055	0.3478	2.7349
Secuencia 11	89.1	13.8	12.2	13.71	1.31	0.0151	1.316	0.099	0.109	0.01	0.0295	2.6598
Secuencia 12	77.9	13.8	24.7	27.61	2.61	0.0362	1.3166	0.197	0.218	0.02	0.0722	2.66
Secuencia 13	55.4	13.8	37.1	41.21	4.21	0.0719	1.3182	0.292	0.325	0.033	0.1443	2.6629
Secuencia 14	44.4	13.8	49.6	55.01	5.61	0.123	1.3285	0.389	0.434	0.044	0.2479	2.6839
Secuencia 15	39	13.8	61.8	68.81	7.11	0.1761	1.3944	0.486	0.542	0.056	0.3549	2.817
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 50.02 MPa, 58.72 MPa y 61.16 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.15

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.5 % PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M3 - 0,5%PP L40 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante				
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023						Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	68	41.4	12.2	13.492	1.592	0.0172	0.1482	0.0933	0.1053	0.0113	0.0355	0.3003
Secuencia 2	55.9	41.4	24.7	27.692	2.092	0.0444	0.1549	0.2003	0.2173	0.0163	0.0905	0.3137
Secuencia 3	42.4	41.4	37.1	41.292	3.892	0.086	0.3106	0.2933	0.3243	0.0303	0.1746	0.6284
Secuencia 4	38.4	41.4	49.6	54.992	5.492	0.1301	0.7495	0.4	0.4313	0.0423	0.2637	1.5154
Secuencia 5	36.9	41.4	61.8	68.892	6.892	0.1732	1.3003	0.5	0.5413	0.0533	0.3508	2.6285
Secuencia 6	84.1	27.6	12.2	13.692	1.392	0.0138	1.2583	0.1	0.1073	0.0103	0.0286	2.5438
Secuencia 7	70.2	27.6	24.7	27.492	2.492	0.0339	1.259	0.2	0.2153	0.0193	0.0691	2.5452
Secuencia 8	51.6	27.6	37.1	41.292	4.292	0.0674	1.2611	0.2903	0.3243	0.0333	0.137	2.5494
Secuencia 9	42.3	27.6	49.6	54.992	5.392	0.1164	1.2752	0.3903	0.4323	0.0413	0.2359	2.5778
Secuencia 10	36.9	27.6	61.8	68.792	6.992	0.1709	1.3521	0.4853	0.5403	0.0543	0.3461	2.7332
Secuencia 11	87.4	13.8	12.2	13.692	1.292	0.0134	1.3143	0.0973	0.1073	0.0093	0.0278	2.6581
Secuencia 12	76.2	13.8	24.7	27.592	2.592	0.0345	1.3149	0.1953	0.2163	0.0193	0.0705	2.6583
Secuencia 13	53.7	13.8	37.1	41.192	4.192	0.0702	1.3165	0.2903	0.3233	0.0323	0.1426	2.6612
Secuencia 14	42.7	13.8	49.6	54.992	5.592	0.1213	1.3268	0.3873	0.4323	0.0433	0.2462	2.6822
Secuencia 15	37.3	13.8	61.8	68.792	7.092	0.1744	1.3927	0.4843	0.5403	0.0553	0.3532	2.8153
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 48.32 MPa, 57.02 MPa y 59.46 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.16

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.5 % PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M1 - 0,5%PP L40 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"										
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023						Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	67.7	41.4	12.2	13.49	1.59	0.0169	0.1479	0.093	0.105	0.011	0.0352	0.3
Secuencia 2	55.6	41.4	24.7	27.69	2.09	0.0441	0.1546	0.2	0.217	0.016	0.0902	0.3134
Secuencia 3	42.1	41.4	37.1	41.29	3.89	0.0857	0.3103	0.293	0.324	0.03	0.1743	0.6281
Secuencia 4	38.1	41.4	49.6	54.99	5.49	0.1298	0.7492	0.4	0.431	0.042	0.2634	1.5151
Secuencia 5	36.6	41.4	61.8	68.89	6.89	0.1729	1.3	0.5	0.541	0.053	0.3505	2.6282
Secuencia 6	83.8	27.6	12.2	13.69	1.39	0.0135	1.258	0.1	0.107	0.01	0.0283	2.5435
Secuencia 7	69.9	27.6	24.7	27.49	2.49	0.0336	1.2587	0.2	0.215	0.019	0.0688	2.5449
Secuencia 8	51.3	27.6	37.1	41.29	4.29	0.0671	1.2608	0.29	0.324	0.033	0.1367	2.5491
Secuencia 9	42	27.6	49.6	54.99	5.39	0.1161	1.2749	0.39	0.432	0.041	0.2356	2.5775
Secuencia 10	36.6	27.6	61.8	68.79	6.99	0.1706	1.3518	0.485	0.54	0.054	0.3458	2.7329
Secuencia 11	87.1	13.8	12.2	13.69	1.29	0.0131	1.314	0.097	0.107	0.009	0.0275	2.6578
Secuencia 12	75.9	13.8	24.7	27.59	2.59	0.0342	1.3146	0.195	0.216	0.019	0.0702	2.658
Secuencia 13	53.4	13.8	37.1	41.19	4.19	0.0699	1.3162	0.29	0.323	0.032	0.1423	2.6609
Secuencia 14	42.4	13.8	49.6	54.99	5.59	0.121	1.3265	0.387	0.432	0.043	0.2459	2.6819
Secuencia 15	37	13.8	61.8	68.79	7.09	0.1741	1.3924	0.484	0.54	0.055	0.3529	2.815
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 48.02 MPa, 56.72 MPa y 59.16 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.17

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.5 % PP de 40 mm en la calicata 2.

UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
		LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 2 (C2)		MUESTRA:		M2 - 0,5%PP L40 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"													
TIPO DE MUESTRA:		Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuartero: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	68.3	41.4	12.2	13.495	1.595	0.0175	0.1485	0.0936	0.1056	0.0116	0.0358	0.3006			
Secuencia 2	56.2	41.4	24.7	27.695	2.095	0.0447	0.1552	0.2006	0.2176	0.0166	0.0908	0.314			
Secuencia 3	42.7	41.4	37.1	41.295	3.895	0.0863	0.3109	0.2936	0.3246	0.0306	0.1749	0.6287			
Secuencia 4	38.7	41.4	49.6	54.995	5.495	0.1304	0.7498	0.4	0.4316	0.0426	0.264	1.5157			
Secuencia 5	37.2	41.4	61.8	68.895	6.895	0.1735	1.3006	0.5	0.5416	0.0536	0.3511	2.6288			
Secuencia 6	84.4	27.6	12.2	13.695	1.395	0.0141	1.2586	0.1	0.1076	0.0106	0.0289	2.5441			
Secuencia 7	70.5	27.6	24.7	27.495	2.495	0.0342	1.2593	0.2	0.2156	0.0196	0.0694	2.5455			
Secuencia 8	51.9	27.6	37.1	41.295	4.295	0.0677	1.2614	0.2906	0.3246	0.0336	0.1373	2.5497			
Secuencia 9	42.6	27.6	49.6	54.995	5.395	0.1167	1.2755	0.3906	0.4326	0.0416	0.2362	2.5781			
Secuencia 10	37.2	27.6	61.8	68.795	6.995	0.1712	1.3524	0.4856	0.5406	0.0546	0.3464	2.7335			
Secuencia 11	87.7	13.8	12.2	13.695	1.295	0.0137	1.3146	0.0976	0.1076	0.0096	0.0281	2.6584			
Secuencia 12	76.5	13.8	24.7	27.595	2.595	0.0348	1.3152	0.1956	0.2166	0.0196	0.0708	2.6586			
Secuencia 13	54	13.8	37.1	41.195	4.195	0.0705	1.3168	0.2906	0.3236	0.0326	0.1429	2.6615			
Secuencia 14	43	13.8	49.6	54.995	5.595	0.1216	1.3271	0.3876	0.4326	0.0436	0.2465	2.6825			
Secuencia 15	37.6	13.8	61.8	68.795	7.095	0.1747	1.393	0.4846	0.5406	0.0556	0.3535	2.8156			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 48.62 MPa, 57.32 MPa y 59.76 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.18

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.5 % PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M3 - 0,5%PP L40 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023										Temperatura: 21 °C		
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	69.2	41.4	12.2	13.505	1.605	0.0183	0.1493	0.0944	0.1064	0.0124	0.0366	0.3014
Secuencia 2	57.1	41.4	24.7	27.705	2.105	0.0455	0.156	0.2014	0.2184	0.0174	0.0916	0.3148
Secuencia 3	43.6	41.4	37.1	41.305	3.905	0.0871	0.3117	0.2944	0.3254	0.0314	0.1757	0.6295
Secuencia 4	39.6	41.4	49.6	55.005	5.505	0.1312	0.7506	0.4	0.4324	0.0434	0.2648	1.5165
Secuencia 5	38.1	41.4	61.8	68.905	6.905	0.1743	1.3014	0.5	0.5424	0.0544	0.3519	2.6296
Secuencia 6	85.3	27.6	12.2	13.705	1.405	0.0149	1.2594	0.1	0.1084	0.0114	0.0297	2.5449
Secuencia 7	71.4	27.6	24.7	27.505	2.505	0.035	1.2601	0.2	0.2164	0.0204	0.0702	2.5463
Secuencia 8	52.8	27.6	37.1	41.305	4.305	0.0685	1.2622	0.2914	0.3254	0.0344	0.1381	2.5505
Secuencia 9	43.5	27.6	49.6	55.005	5.405	0.1175	1.2763	0.3914	0.4334	0.0424	0.237	2.5789
Secuencia 10	38.1	27.6	61.8	68.805	7.005	0.172	1.3532	0.4864	0.5414	0.0554	0.3472	2.7343
Secuencia 11	88.6	13.8	12.2	13.705	1.305	0.0145	1.3154	0.0984	0.1084	0.0104	0.0289	2.6592
Secuencia 12	77.4	13.8	24.7	27.605	2.605	0.0356	1.316	0.1964	0.2174	0.0204	0.0716	2.6594
Secuencia 13	54.9	13.8	37.1	41.205	4.205	0.0713	1.3176	0.2914	0.3244	0.0334	0.1437	2.6623
Secuencia 14	43.9	13.8	49.6	55.005	5.605	0.1224	1.3279	0.3884	0.4334	0.0444	0.2473	2.6833
Secuencia 15	38.5	13.8	61.8	68.805	7.105	0.1755	1.3938	0.4854	0.5414	0.0564	0.3543	2.8164
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 49.52 MPa, 58.22 MPa y 60.66 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.19

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 1 % PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M1 - 1%PP L40 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	69.1	41.4	12.2	13.8	1.8	0.0173	0.1051	0.094	0.108	0.014	0.0348	0.2114
Secuencia 2	62.2	41.4	24.7	27.4	2.4	0.0402	0.1106	0.197	0.215	0.019	0.0809	0.2224
Secuencia 3	52.2	41.4	37.1	41.2	3.6	0.0719	0.2042	0.295	0.324	0.029	0.1445	0.4105
Secuencia 4	47.7	41.4	49.6	55.1	6	0.1029	0.447	0.4	0.433	0.047	0.2068	0.8987
Secuencia 5	45.3	41.4	61.8	68.9	6.7	0.1372	0.7422	0.5	0.542	0.053	0.2759	1.4921
Secuencia 6	88	27.6	12.2	13.7	2	0.0125	0.7104	0.1	0.107	0.016	0.0252	1.4282
Secuencia 7	75.9	27.6	24.7	27.4	2.8	0.0319	0.7101	0.2	0.215	0.022	0.0642	1.4288
Secuencia 8	62.4	27.6	37.1	41.5	3.6	0.0588	0.7124	0.298	0.326	0.028	0.1182	1.4323
Secuencia 9	50.6	27.6	49.6	55.1	5.5	0.0953	0.7213	0.39	0.433	0.043	0.1916	1.4502
Secuencia 10	45.9	27.6	61.8	69	6.8	0.1355	0.764	0.488	0.542	0.054	0.2724	1.536
Secuencia 11	92.8	13.8	12.2	13.7	1.3	0.0141	0.7354	0.097	0.107	0.01	0.0283	1.4786
Secuencia 12	77.6	13.8	24.7	27.3	2.7	0.0324	0.7355	0.193	0.215	0.021	0.0652	1.48
Secuencia 13	64.4	13.8	37.1	41.4	3.9	0.0601	0.7372	0.295	0.326	0.031	0.1208	1.4821
Secuencia 14	52.1	13.8	49.6	55.1	5.6	0.0979	0.7429	0.389	0.433	0.044	0.1967	1.4936
Secuencia 15	46.4	13.8	61.8	68.8	6.8	0.1397	0.7736	0.487	0.541	0.053	0.2809	1.5554
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 55.30 MPa, 64.56 MPa y 66.66 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.20

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 1 % PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M2 - 1%PP L40 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción: 17/10/2022						
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	70.1	41.4	12.2	13.81	1.81	0.0183	0.1061	0.095	0.109	0.014	0.0358	0.2124
Secuencia 2	63.2	41.4	24.7	27.41	2.41	0.0412	0.1116	0.198	0.216	0.019	0.0819	0.2234
Secuencia 3	53.2	41.4	37.1	41.21	3.61	0.0729	0.2052	0.296	0.325	0.029	0.1455	0.4115
Secuencia 4	48.7	41.4	49.6	55.11	6.01	0.1039	0.448	0.4	0.434	0.047	0.2078	0.8997
Secuencia 5	46.3	41.4	61.8	68.91	6.71	0.1382	0.7432	0.5	0.543	0.053	0.2769	1.4931
Secuencia 6	89	27.6	12.2	13.71	2.01	0.0135	0.7114	0.1	0.108	0.016	0.0262	1.4292
Secuencia 7	76.9	27.6	24.7	27.41	2.81	0.0329	0.7111	0.2	0.216	0.022	0.0652	1.4298
Secuencia 8	63.4	27.6	37.1	41.51	3.61	0.0598	0.7134	0.299	0.327	0.028	0.1192	1.4333
Secuencia 9	51.6	27.6	49.6	55.11	5.51	0.0963	0.7223	0.391	0.434	0.043	0.1926	1.4512
Secuencia 10	46.9	27.6	61.8	69.01	6.81	0.1365	0.765	0.489	0.543	0.054	0.2734	1.537
Secuencia 11	93.8	13.8	12.2	13.71	1.31	0.0151	0.7364	0.098	0.108	0.01	0.0293	1.4796
Secuencia 12	78.6	13.8	24.7	27.31	2.71	0.0334	0.7365	0.194	0.216	0.021	0.0662	1.481
Secuencia 13	65.4	13.8	37.1	41.41	3.91	0.0611	0.7382	0.296	0.327	0.031	0.1218	1.4831
Secuencia 14	53.1	13.8	49.6	55.11	5.61	0.0989	0.7439	0.39	0.434	0.044	0.1977	1.4946
Secuencia 15	47.4	13.8	61.8	68.81	6.81	0.1407	0.7746	0.488	0.542	0.053	0.2819	1.5564
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 56.30 MPa, 65.56 MPa y 67.66 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.21

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 1 % PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M3 - 1%PP L40 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"															
TIPO DE MUESTRA:						Tipo 1 Subrasante		MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	68.4	41.4	12.2	13.792	1.792	0.0166	0.1044	0.0933	0.1073	0.0133	0.0341	0.2107			
Secuencia 2	61.5	41.4	24.7	27.392	2.392	0.0395	0.1099	0.1963	0.2143	0.0183	0.0802	0.2217			
Secuencia 3	51.5	41.4	37.1	41.192	3.592	0.0712	0.2035	0.2943	0.3233	0.0283	0.1438	0.4098			
Secuencia 4	47	41.4	49.6	55.092	5.992	0.1022	0.4463	0.4	0.4323	0.0463	0.2061	0.898			
Secuencia 5	44.6	41.4	61.8	68.892	6.692	0.1365	0.7415	0.5	0.5413	0.0523	0.2752	1.4914			
Secuencia 6	87.3	27.6	12.2	13.692	1.992	0.0118	0.7097	0.1	0.1063	0.0153	0.0245	1.4275			
Secuencia 7	75.2	27.6	24.7	27.392	2.792	0.0312	0.7094	0.2	0.2143	0.0213	0.0635	1.4281			
Secuencia 8	61.7	27.6	37.1	41.492	3.592	0.0581	0.7117	0.2973	0.3253	0.0273	0.1175	1.4316			
Secuencia 9	49.9	27.6	49.6	55.092	5.492	0.0946	0.7206	0.3893	0.4323	0.0423	0.1909	1.4495			
Secuencia 10	45.2	27.6	61.8	68.992	6.792	0.1348	0.7633	0.4873	0.5413	0.0533	0.2717	1.5353			
Secuencia 11	92.1	13.8	12.2	13.692	1.292	0.0134	0.7347	0.0963	0.1063	0.0093	0.0276	1.4779			
Secuencia 12	76.9	13.8	24.7	27.292	2.692	0.0317	0.7348	0.1923	0.2143	0.0203	0.0645	1.4793			
Secuencia 13	63.7	13.8	37.1	41.392	3.892	0.0594	0.7365	0.2943	0.3253	0.0303	0.1201	1.4814			
Secuencia 14	51.4	13.8	49.6	55.092	5.592	0.0972	0.7422	0.3883	0.4323	0.0433	0.196	1.4929			
Secuencia 15	45.7	13.8	61.8	68.792	6.792	0.139	0.7729	0.4863	0.5403	0.0523	0.2802	1.5547			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 54.60 MPa, 63.86 MPa y 65.96 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.22

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 1 % PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 2 (C2)		MUESTRA:		M1 - 1%PP L40 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"													
TIPO DE MUESTRA:		Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	68.1	41.4	12.2	13.79	1.79	0.0163	0.1041	0.093	0.107	0.013	0.0338	0.2104			
Secuencia 2	61.2	41.4	24.7	27.39	2.39	0.0392	0.1096	0.196	0.214	0.018	0.0799	0.2214			
Secuencia 3	51.2	41.4	37.1	41.19	3.59	0.0709	0.2032	0.294	0.323	0.028	0.1435	0.4095			
Secuencia 4	46.7	41.4	49.6	55.09	5.99	0.1019	0.446	0.4	0.432	0.046	0.2058	0.8977			
Secuencia 5	44.3	41.4	61.8	68.89	6.69	0.1362	0.7412	0.5	0.541	0.052	0.2749	1.4911			
Secuencia 6	87	27.6	12.2	13.69	1.99	0.0115	0.7094	0.1	0.106	0.015	0.0242	1.4272			
Secuencia 7	74.9	27.6	24.7	27.39	2.79	0.0309	0.7091	0.2	0.214	0.021	0.0632	1.4278			
Secuencia 8	61.4	27.6	37.1	41.49	3.59	0.0578	0.7114	0.297	0.325	0.027	0.1172	1.4313			
Secuencia 9	49.6	27.6	49.6	55.09	5.49	0.0943	0.7203	0.389	0.432	0.042	0.1906	1.4492			
Secuencia 10	44.9	27.6	61.8	68.99	6.79	0.1345	0.763	0.487	0.541	0.053	0.2714	1.535			
Secuencia 11	91.8	13.8	12.2	13.69	1.29	0.0131	0.7344	0.096	0.106	0.009	0.0273	1.4776			
Secuencia 12	76.6	13.8	24.7	27.29	2.69	0.0314	0.7345	0.192	0.214	0.02	0.0642	1.479			
Secuencia 13	63.4	13.8	37.1	41.39	3.89	0.0591	0.7362	0.294	0.325	0.03	0.1198	1.4811			
Secuencia 14	51.1	13.8	49.6	55.09	5.59	0.0969	0.7419	0.388	0.432	0.043	0.1957	1.4926			
Secuencia 15	45.4	13.8	61.8	68.79	6.79	0.1387	0.7726	0.486	0.54	0.052	0.2799	1.5544			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 54.30 MPa, 63.56 MPa y 65.66 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.23

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 1 % PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M2 - 1%PP L40 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"										
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 27/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	68.7	41.4	12.2	13.795	1.795	0.0169	0.1047	0.0936	0.1076	0.0136	0.0344	0.211
Secuencia 2	61.8	41.4	24.7	27.395	2.395	0.0398	0.1102	0.1966	0.2146	0.0186	0.0805	0.222
Secuencia 3	51.8	41.4	37.1	41.195	3.595	0.0715	0.2038	0.2946	0.3236	0.0286	0.1441	0.4101
Secuencia 4	47.3	41.4	49.6	55.095	5.995	0.1025	0.4466	0.4	0.4326	0.0466	0.2064	0.8983
Secuencia 5	44.9	41.4	61.8	68.895	6.695	0.1368	0.7418	0.5	0.5416	0.0526	0.2755	1.4917
Secuencia 6	87.6	27.6	12.2	13.695	1.995	0.0121	0.71	0.1	0.1066	0.0156	0.0248	1.4278
Secuencia 7	75.5	27.6	24.7	27.395	2.795	0.0315	0.7097	0.2	0.2146	0.0216	0.0638	1.4284
Secuencia 8	62	27.6	37.1	41.495	3.595	0.0584	0.712	0.2976	0.3256	0.0276	0.1178	1.4319
Secuencia 9	50.2	27.6	49.6	55.095	5.495	0.0949	0.7209	0.3896	0.4326	0.0426	0.1912	1.4498
Secuencia 10	45.5	27.6	61.8	68.995	6.795	0.1351	0.7636	0.4876	0.5416	0.0536	0.272	1.5356
Secuencia 11	92.4	13.8	12.2	13.695	1.295	0.0137	0.735	0.0966	0.1066	0.0096	0.0279	1.4782
Secuencia 12	77.2	13.8	24.7	27.295	2.695	0.032	0.7351	0.1926	0.2146	0.0206	0.0648	1.4796
Secuencia 13	64	13.8	37.1	41.395	3.895	0.0597	0.7368	0.2946	0.3256	0.0306	0.1204	1.4817
Secuencia 14	51.7	13.8	49.6	55.095	5.595	0.0975	0.7425	0.3886	0.4326	0.0436	0.1963	1.4932
Secuencia 15	46	13.8	61.8	68.795	6.795	0.1393	0.7732	0.4866	0.5406	0.0526	0.2805	1.555
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 54.90 MPa, 64.16 MPa y 66.26 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.24

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 1 % PP de 40 mm en la calicata 2.

UNIVERSIDAD DE LIMA						FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
						CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
						LABORATORIO DE PAVIMENTOS							
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos			
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004			
										Versión: 01			
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20						FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023							
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad													
UBICACIÓN: Universidad de Lima													
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez													
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600													
DATOS DE LA MUESTRA													
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)			MUESTRA: M3 - 1%PP L40 mm			PROF (m) : 1 m			Fecha de recepción:			17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"													
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:			Responsabilidad del solicitante				
EQUIPOS:													
Código de cámara UTM: LP-E-023						Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586						Código de LVDT 2: 227590						Cuarteo: Manual	
Código de calibración LVDT 1: 2078/21						Código de calibración LVDT 2: 2073/21						Fecha de ensayo: 27/10/2022	
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO													
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm	
Secuencia 1	69.6	41.4	12.2	13.805	1.805	0.0177	0.1055	0.0944	0.1084	0.0144	0.0352	0.2118	
Secuencia 2	62.7	41.4	24.7	27.405	2.405	0.0406	0.111	0.1974	0.2154	0.0194	0.0813	0.2228	
Secuencia 3	52.7	41.4	37.1	41.205	3.605	0.0723	0.2046	0.2954	0.3244	0.0294	0.1449	0.4109	
Secuencia 4	48.2	41.4	49.6	55.105	6.005	0.1033	0.4474	0.4	0.4334	0.0474	0.2072	0.8991	
Secuencia 5	45.8	41.4	61.8	68.905	6.705	0.1376	0.7426	0.5	0.5424	0.0534	0.2763	1.4925	
Secuencia 6	88.5	27.6	12.2	13.705	2.005	0.0129	0.7108	0.1	0.1074	0.0164	0.0256	1.4286	
Secuencia 7	76.4	27.6	24.7	27.405	2.805	0.0323	0.7105	0.2	0.2154	0.0224	0.0646	1.4292	
Secuencia 8	62.9	27.6	37.1	41.505	3.605	0.0592	0.7128	0.2984	0.3264	0.0284	0.1186	1.4327	
Secuencia 9	51.1	27.6	49.6	55.105	5.505	0.0957	0.7217	0.3904	0.4334	0.0434	0.192	1.4506	
Secuencia 10	46.4	27.6	61.8	69.005	6.805	0.1359	0.7644	0.4884	0.5424	0.0544	0.2728	1.5364	
Secuencia 11	93.3	13.8	12.2	13.705	1.305	0.0145	0.7358	0.0974	0.1074	0.0104	0.0287	1.479	
Secuencia 12	78.1	13.8	24.7	27.305	2.705	0.0328	0.7359	0.1934	0.2154	0.0214	0.0656	1.4804	
Secuencia 13	64.9	13.8	37.1	41.405	3.905	0.0605	0.7376	0.2954	0.3264	0.0314	0.1212	1.4825	
Secuencia 14	52.6	13.8	49.6	55.105	5.605	0.0983	0.7433	0.3894	0.4334	0.0444	0.1971	1.494	
Secuencia 15	46.9	13.8	61.8	68.805	6.805	0.1401	0.774	0.4874	0.5414	0.0534	0.2813	1.5558	
Observaciones:													
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra			

Nota. Los valores de módulo resiliente son 55.80 MPa, 65.06 MPa y 67.16 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.25

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.25 % PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M1 - 0,25%PP L50 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"													
TIPO DE MUESTRA:		Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	95.6	41.4	12.2	13.6	1.2	0.0137	0.1224	0.066	0.072	0.006	0.0276	0.2457			
Secuencia 2	79	41.4	24.7	27.4	2.7	0.0313	0.1268	0.131	0.145	0.014	0.0629	0.2546			
Secuencia 3	68.7	41.4	37.1	41.5	3.9	0.0547	0.216	0.199	0.219	0.02	0.1098	0.4335			
Secuencia 4	64	41.4	49.6	55.2	5.2	0.078	0.3979	0.3	0.291	0.027	0.1569	0.7987			
Secuencia 5	62.3	41.4	61.8	68.8	7	0.0991	0.6043	0.3	0.363	0.037	0.1989	1.2129			
Secuencia 6	102.9	27.6	12.2	13.5	1.3	0.0125	0.5735	0.1	0.071	0.007	0.025	1.1485			
Secuencia 7	83.4	27.6	24.7	28.7	2.9	0.0309	0.5722	0.1	0.152	0.015	0.0621	1.1499			
Secuencia 8	73.9	27.6	37.1	41.3	4	0.0485	0.5729	0.197	0.218	0.021	0.0974	1.1512			
Secuencia 9	64.8	27.6	49.6	55.2	5.7	0.0736	0.5802	0.261	0.291	0.03	0.1477	1.1646			
Secuencia 10	63.2	27.6	61.8	68.7	6.6	0.1015	0.6139	0.328	0.363	0.035	0.2038	1.2322			
Secuencia 11	107.7	13.8	12.2	13.7	1.6	0.0126	0.5862	0.064	0.072	0.008	0.0253	1.1742			
Secuencia 12	84.7	13.8	24.7	28	2.6	0.03	0.5853	0.134	0.148	0.014	0.0602	1.1748			
Secuencia 13	76.8	13.8	37.1	41.3	4.2	0.0503	0.585	0.196	0.218	0.022	0.101	1.1766			
Secuencia 14	67.2	13.8	49.6	55	5.5	0.0763	0.5898	0.261	0.29	0.029	0.1532	1.1838			
Secuencia 15	64.6	13.8	61.8	68.7	6.9	0.1054	0.6154	0.326	0.363	0.036	0.2116	1.2351			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 73.92 MPa, 77.64 MPa y 80.20 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.26

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.25 % PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M2 - 0,25%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante				
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	96.6	41.4	12.2	13.61	1.21	0.0147	0.1234	0.067	0.073	0.006	0.0286	0.2467
Secuencia 2	80	41.4	24.7	27.41	2.71	0.0323	0.1278	0.132	0.146	0.014	0.0639	0.2556
Secuencia 3	69.7	41.4	37.1	41.51	3.91	0.0557	0.217	0.2	0.22	0.02	0.1108	0.4345
Secuencia 4	65	41.4	49.6	55.21	5.21	0.079	0.3989	0.3	0.292	0.027	0.1579	0.7997
Secuencia 5	63.3	41.4	61.8	68.81	7.01	0.1001	0.6053	0.3	0.364	0.037	0.1999	1.2139
Secuencia 6	103.9	27.6	12.2	13.51	1.31	0.0135	0.5745	0.1	0.072	0.007	0.026	1.1495
Secuencia 7	84.4	27.6	24.7	28.71	2.91	0.0319	0.5732	0.1	0.153	0.015	0.0631	1.1509
Secuencia 8	74.9	27.6	37.1	41.31	4.01	0.0495	0.5739	0.198	0.219	0.021	0.0984	1.1522
Secuencia 9	65.8	27.6	49.6	55.21	5.71	0.0746	0.5812	0.262	0.292	0.03	0.1487	1.1656
Secuencia 10	64.2	27.6	61.8	68.71	6.61	0.1025	0.6149	0.329	0.364	0.035	0.2048	1.2332
Secuencia 11	108.7	13.8	12.2	13.71	1.61	0.0136	0.5872	0.065	0.073	0.008	0.0263	1.1752
Secuencia 12	85.7	13.8	24.7	28.01	2.61	0.031	0.5863	0.135	0.149	0.014	0.0612	1.1758
Secuencia 13	77.8	13.8	37.1	41.31	4.21	0.0513	0.586	0.197	0.219	0.022	0.102	1.1776
Secuencia 14	68.2	13.8	49.6	55.01	5.51	0.0773	0.5908	0.262	0.291	0.029	0.1542	1.1848
Secuencia 15	65.6	13.8	61.8	68.71	6.91	0.1064	0.6164	0.327	0.364	0.036	0.2126	1.2361
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 74.92 MPa, 78.64 MPa y 81.20 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.27

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.25 % PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M3 - 0,25%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante				
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	94.9	41.4	12.2	13.592	1.192	0.013	0.1217	0.0653	0.0713	0.0053	0.0269	0.245
Secuencia 2	78.3	41.4	24.7	27.392	2.692	0.0306	0.1261	0.1303	0.1443	0.0133	0.0622	0.2539
Secuencia 3	68	41.4	37.1	41.492	3.892	0.054	0.2153	0.1983	0.2183	0.0193	0.1091	0.4328
Secuencia 4	63.3	41.4	49.6	55.192	5.192	0.0773	0.3972	0.3	0.2903	0.0263	0.1562	0.798
Secuencia 5	61.6	41.4	61.8	68.792	6.992	0.0984	0.6036	0.3	0.3623	0.0363	0.1982	1.2122
Secuencia 6	102.2	27.6	12.2	13.492	1.292	0.0118	0.5728	0.1	0.0703	0.0063	0.0243	1.1478
Secuencia 7	82.7	27.6	24.7	28.692	2.892	0.0302	0.5715	0.1	0.1513	0.0143	0.0614	1.1492
Secuencia 8	73.2	27.6	37.1	41.292	3.992	0.0478	0.5722	0.1963	0.2173	0.0203	0.0967	1.1505
Secuencia 9	64.1	27.6	49.6	55.192	5.692	0.0729	0.5795	0.2603	0.2903	0.0293	0.147	1.1639
Secuencia 10	62.5	27.6	61.8	68.692	6.592	0.1008	0.6132	0.3273	0.3623	0.0343	0.2031	1.2315
Secuencia 11	107	13.8	12.2	13.692	1.592	0.0119	0.5855	0.0633	0.0713	0.0073	0.0246	1.1735
Secuencia 12	84	13.8	24.7	27.992	2.592	0.0293	0.5846	0.1333	0.1473	0.0133	0.0595	1.1741
Secuencia 13	76.1	13.8	37.1	41.292	4.192	0.0496	0.5843	0.1953	0.2173	0.0213	0.1003	1.1759
Secuencia 14	66.5	13.8	49.6	54.992	5.492	0.0756	0.5891	0.2603	0.2893	0.0283	0.1525	1.1831
Secuencia 15	63.9	13.8	61.8	68.692	6.892	0.1047	0.6147	0.3253	0.3623	0.0353	0.2109	1.2344
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 73.22 MPa, 76.94 MPa y 79.50 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.28

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.25 % PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 2 (C2)		MUESTRA:		M1 - 0,25%PP L50 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"													
TIPO DE MUESTRA:		Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	94.6	41.4	12.2	13.59	1.19	0.0127	0.1214	0.065	0.071	0.005	0.0266	0.2447			
Secuencia 2	78	41.4	24.7	27.39	2.69	0.0303	0.1258	0.13	0.144	0.013	0.0619	0.2536			
Secuencia 3	67.7	41.4	37.1	41.49	3.89	0.0537	0.215	0.198	0.218	0.019	0.1088	0.4325			
Secuencia 4	63	41.4	49.6	55.19	5.19	0.077	0.3969	0.3	0.29	0.026	0.1559	0.7977			
Secuencia 5	61.3	41.4	61.8	68.79	6.99	0.0981	0.6033	0.3	0.362	0.036	0.1979	1.2119			
Secuencia 6	101.9	27.6	12.2	13.49	1.29	0.0115	0.5725	0.1	0.07	0.006	0.024	1.1475			
Secuencia 7	82.4	27.6	24.7	28.69	2.89	0.0299	0.5712	0.1	0.151	0.014	0.0611	1.1489			
Secuencia 8	72.9	27.6	37.1	41.29	3.99	0.0475	0.5719	0.196	0.217	0.02	0.0964	1.1502			
Secuencia 9	63.8	27.6	49.6	55.19	5.69	0.0726	0.5792	0.26	0.29	0.029	0.1467	1.1636			
Secuencia 10	62.2	27.6	61.8	68.69	6.59	0.1005	0.6129	0.327	0.362	0.034	0.2028	1.2312			
Secuencia 11	106.7	13.8	12.2	13.69	1.59	0.0116	0.5852	0.063	0.071	0.007	0.0243	1.1732			
Secuencia 12	83.7	13.8	24.7	27.99	2.59	0.029	0.5843	0.133	0.147	0.013	0.0592	1.1738			
Secuencia 13	75.8	13.8	37.1	41.29	4.19	0.0493	0.584	0.195	0.217	0.021	0.1	1.1756			
Secuencia 14	66.2	13.8	49.6	54.99	5.49	0.0753	0.5888	0.26	0.289	0.028	0.1522	1.1828			
Secuencia 15	63.6	13.8	61.8	68.69	6.89	0.1044	0.6144	0.325	0.362	0.035	0.2106	1.2341			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 72.92 MPa, 76.64 MPa y 79.20 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.29

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.25 % PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M2 - 0,25%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"										
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	95.2	41.4	12.2	13.595	1.195	0.0133	0.122	0.0656	0.0716	0.0056	0.0272	0.2453
Secuencia 2	78.6	41.4	24.7	27.395	2.695	0.0309	0.1264	0.1306	0.1446	0.0136	0.0625	0.2542
Secuencia 3	68.3	41.4	37.1	41.495	3.895	0.0543	0.2156	0.1986	0.2186	0.0196	0.1094	0.4331
Secuencia 4	63.6	41.4	49.6	55.195	5.195	0.0776	0.3975	0.3	0.2906	0.0266	0.1565	0.7983
Secuencia 5	61.9	41.4	61.8	68.795	6.995	0.0987	0.6039	0.3	0.3626	0.0366	0.1985	1.2125
Secuencia 6	102.5	27.6	12.2	13.495	1.295	0.0121	0.5731	0.1	0.0706	0.0066	0.0246	1.1481
Secuencia 7	83	27.6	24.7	28.695	2.895	0.0305	0.5718	0.1	0.1516	0.0146	0.0617	1.1495
Secuencia 8	73.5	27.6	37.1	41.295	3.995	0.0481	0.5725	0.1966	0.2176	0.0206	0.097	1.1508
Secuencia 9	64.4	27.6	49.6	55.195	5.695	0.0732	0.5798	0.2606	0.2906	0.0296	0.1473	1.1642
Secuencia 10	62.8	27.6	61.8	68.695	6.595	0.1011	0.6135	0.3276	0.3626	0.0346	0.2034	1.2318
Secuencia 11	107.3	13.8	12.2	13.695	1.595	0.0122	0.5858	0.0636	0.0716	0.0076	0.0249	1.1738
Secuencia 12	84.3	13.8	24.7	27.995	2.595	0.0296	0.5849	0.1336	0.1476	0.0136	0.0598	1.1744
Secuencia 13	76.4	13.8	37.1	41.295	4.195	0.0499	0.5846	0.1956	0.2176	0.0216	0.1006	1.1762
Secuencia 14	66.8	13.8	49.6	54.995	5.495	0.0759	0.5894	0.2606	0.2896	0.0286	0.1528	1.1834
Secuencia 15	64.2	13.8	61.8	68.695	6.895	0.105	0.615	0.3256	0.3626	0.0356	0.2112	1.2347
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 73.52 MPa, 77.24 MPa y 79.80 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.30

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.25 % PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS														
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos			Código: FA-2-FIA/CIV-R-004		Versión: 01	
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023						
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad																
UBICACIÓN: Universidad de Lima																
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez																
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600																
DATOS DE LA MUESTRA																
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)			MUESTRA: M3 - 0,25%PP L50 mm			PROF (m) : 1 m			Fecha de recepción:		17/10/2022					
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"																
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante										
EQUIPOS:																
Código de cámara UTM: LP-E-023										Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual								
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 20/10/2022								
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO																
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente				
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm				
Secuencia 1	96.1	41.4	12.2	13.605	1.205	0.0141	0.1228	0.0664	0.0724	0.0064	0.028	0.2461				
Secuencia 2	79.5	41.4	24.7	27.405	2.705	0.0317	0.1272	0.1314	0.1454	0.0144	0.0633	0.255				
Secuencia 3	69.2	41.4	37.1	41.505	3.905	0.0551	0.2164	0.1994	0.2194	0.0204	0.1102	0.4339				
Secuencia 4	64.5	41.4	49.6	55.205	5.205	0.0784	0.3983	0.3	0.2914	0.0274	0.1573	0.7991				
Secuencia 5	62.8	41.4	61.8	68.805	7.005	0.0995	0.6047	0.3	0.3634	0.0374	0.1993	1.2133				
Secuencia 6	103.4	27.6	12.2	13.505	1.305	0.0129	0.5739	0.1	0.0714	0.0074	0.0254	1.1489				
Secuencia 7	83.9	27.6	24.7	28.705	2.905	0.0313	0.5726	0.1	0.1524	0.0154	0.0625	1.1503				
Secuencia 8	74.4	27.6	37.1	41.305	4.005	0.0489	0.5733	0.1974	0.2184	0.0214	0.0978	1.1516				
Secuencia 9	65.3	27.6	49.6	55.205	5.705	0.074	0.5806	0.2614	0.2914	0.0304	0.1481	1.165				
Secuencia 10	63.7	27.6	61.8	68.705	6.605	0.1019	0.6143	0.3284	0.3634	0.0354	0.2042	1.2326				
Secuencia 11	108.2	13.8	12.2	13.705	1.605	0.013	0.5866	0.0644	0.0724	0.0084	0.0257	1.1746				
Secuencia 12	85.2	13.8	24.7	28.005	2.605	0.0304	0.5857	0.1344	0.1484	0.0144	0.0606	1.1752				
Secuencia 13	77.3	13.8	37.1	41.305	4.205	0.0507	0.5854	0.1964	0.2184	0.0224	0.1014	1.177				
Secuencia 14	67.7	13.8	49.6	55.005	5.505	0.0767	0.5902	0.2614	0.2904	0.0294	0.1536	1.1842				
Secuencia 15	65.1	13.8	61.8	68.705	6.905	0.1058	0.6158	0.3264	0.3634	0.0364	0.212	1.2355				
Observaciones:																
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra								

Nota. Los valores de módulo resiliente son 74.42 MPa, 78.14 MPa y 80.70 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.31

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.5 % PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS														
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos						
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004						
										Versión: 01						
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023						
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad																
UBICACIÓN: Universidad de Lima																
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez																
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600																
DATOS DE LA MUESTRA																
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M1 - 0,5%PP L50 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022		
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"																
TIPO DE MUESTRA:								Tipo 1 Subrasante					MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante	
EQUIPOS:																
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C								
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual								
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022								
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO																
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente				
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm				
Secuencia 1	103.8	41.4	12.2	14	0.6	0.0112	0.004	0.105	0.11	0.005	0.0224	0.0081				
Secuencia 2	86.4	41.4	24.7	27.7	3.3	0.0235	0.0069	0.192	0.218	0.026	0.0472	0.0138				
Secuencia 3	76.3	41.4	37.1	41.5	4.7	0.0402	0.0109	0.29	0.327	0.037	0.0806	0.0218				
Secuencia 4	71.6	41.4	49.6	55	5.6	0.0634	0.0197	0.4	0.434	0.044	0.1272	0.04395				
Secuencia 5	64.4	41.4	61.8	68.7	7.7	0.0923	0.0478	0.5	0.542	0.061	0.185	0.0958				
Secuencia 6	112.2	27.6	12.2	13.6	1.1	0.0115	0.0301	0.1	0.108	0.009	0.023	0.0603				
Secuencia 7	97.9	27.6	24.7	27.4	2.4	0.0255	0.0308	0.2	0.216	0.019	0.0511	0.0618				
Secuencia 8	85.6	27.6	37.1	41.4	3.8	0.044	0.032	0.297	0.327	0.03	0.0881	0.0641				
Secuencia 9	73.9	27.6	49.6	55	5.6	0.067	0.0366	0.39	0.434	0.044	0.1342	0.0733				
Secuencia 10	65.4	27.6	61.8	68.9	7.1	0.0945	0.047	0.488	0.544	0.056	0.1895	0.0942				
Secuencia 11	119.4	13.8	12.2	13.9	1.2	0.0118	0.0299	0.1	0.109	0.01	0.0237	0.0599				
Secuencia 12	103.4	13.8	24.7	27.6	2.6	0.0256	0.0307	0.197	0.217	0.02	0.0514	0.0615				
Secuencia 13	88.4	13.8	37.1	41.5	3.7	0.0445	0.0324	0.299	0.328	0.029	0.0893	0.0649				
Secuencia 14	78	13.8	49.6	55.3	5.7	0.0692	0.0353	0.391	0.436	0.045	0.1387	0.0707				
Secuencia 15	66.1	13.8	61.8	68.6	6.7	0.0961	0.0441	0.488	0.542	0.053	0.1925	0.0883				
Observaciones:																
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra								

Nota. Los valores de módulo resiliente son 80.50 MPa, 87 MPa y 91.06 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.32

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.5 % PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M2 - 0,5%PP L50 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"													
TIPO DE MUESTRA:		Tipo 1 Subrasante		MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante									
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1 : 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1 : 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	104.8	41.4	12.2	14.01	0.61	0.0122	0.005	0.106	0.111	0.005	0.0234	0.0091			
Secuencia 2	87.4	41.4	24.7	27.71	3.31	0.0245	0.0079	0.193	0.219	0.026	0.0482	0.0148			
Secuencia 3	77.3	41.4	37.1	41.51	4.71	0.0412	0.0119	0.291	0.328	0.037	0.0816	0.0228			
Secuencia 4	72.6	41.4	49.6	55.01	5.61	0.0644	0.0207	0.4	0.435	0.044	0.1282	0.04495			
Secuencia 5	65.4	41.4	61.8	68.71	7.71	0.0933	0.0488	0.5	0.543	0.061	0.186	0.0968			
Secuencia 6	113.2	27.6	12.2	13.61	1.11	0.0125	0.0311	0.1	0.109	0.009	0.024	0.0613			
Secuencia 7	98.9	27.6	24.7	27.41	2.41	0.0265	0.0318	0.2	0.217	0.019	0.0521	0.0628			
Secuencia 8	86.6	27.6	37.1	41.41	3.81	0.045	0.033	0.298	0.328	0.03	0.0891	0.0651			
Secuencia 9	74.9	27.6	49.6	55.01	5.61	0.068	0.0376	0.391	0.435	0.044	0.1352	0.0743			
Secuencia 10	66.4	27.6	61.8	68.91	7.11	0.0955	0.048	0.489	0.545	0.056	0.1905	0.0952			
Secuencia 11	120.4	13.8	12.2	13.91	1.21	0.0128	0.0309	0.101	0.11	0.01	0.0247	0.0609			
Secuencia 12	104.4	13.8	24.7	27.61	2.61	0.0266	0.0317	0.198	0.218	0.02	0.0524	0.0625			
Secuencia 13	89.4	13.8	37.1	41.51	3.71	0.0455	0.0334	0.3	0.329	0.029	0.0903	0.0659			
Secuencia 14	79	13.8	49.6	55.31	5.71	0.0702	0.0363	0.392	0.437	0.045	0.1397	0.0717			
Secuencia 15	67.1	13.8	61.8	68.61	6.71	0.0971	0.0451	0.489	0.543	0.053	0.1935	0.0893			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 81.50 MPa, 88 MPa y 92.06 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.33

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.5 % PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
		Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)												
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20												
FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023												
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M3 - 0,5%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción: 17/10/2022						
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1 : 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1 : 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	103.1	41.4	12.2	13.992	0.592	0.0105	0.0033	0.1043	0.1093	0.0043	0.0217	0.0074
Secuencia 2	85.7	41.4	24.7	27.692	3.292	0.0228	0.0062	0.1913	0.2173	0.0253	0.0465	0.0131
Secuencia 3	75.6	41.4	37.1	41.492	4.692	0.0395	0.0102	0.2893	0.3263	0.0363	0.0799	0.0211
Secuencia 4	70.9	41.4	49.6	54.992	5.592	0.0627	0.019	0.4	0.4333	0.0433	0.1265	0.04325
Secuencia 5	63.7	41.4	61.8	68.692	7.692	0.0916	0.0471	0.5	0.5413	0.0603	0.1843	0.0951
Secuencia 6	111.5	27.6	12.2	13.592	1.092	0.0108	0.0294	0.1	0.1073	0.0083	0.0223	0.0596
Secuencia 7	97.2	27.6	24.7	27.392	2.392	0.0248	0.0301	0.2	0.2153	0.0183	0.0504	0.0611
Secuencia 8	84.9	27.6	37.1	41.392	3.792	0.0433	0.0313	0.2963	0.3263	0.0293	0.0874	0.0634
Secuencia 9	73.2	27.6	49.6	54.992	5.592	0.0663	0.0359	0.3893	0.4333	0.0433	0.1335	0.0726
Secuencia 10	64.7	27.6	61.8	68.892	7.092	0.0938	0.0463	0.4873	0.5433	0.0553	0.1888	0.0935
Secuencia 11	118.7	13.8	12.2	13.892	1.192	0.0111	0.0292	0.0993	0.1083	0.0093	0.023	0.0592
Secuencia 12	102.7	13.8	24.7	27.592	2.592	0.0249	0.03	0.1963	0.2163	0.0193	0.0507	0.0608
Secuencia 13	87.7	13.8	37.1	41.492	3.692	0.0438	0.0317	0.2983	0.3273	0.0283	0.0886	0.0642
Secuencia 14	77.3	13.8	49.6	55.292	5.692	0.0685	0.0346	0.3903	0.4353	0.0443	0.138	0.07
Secuencia 15	65.4	13.8	61.8	68.592	6.692	0.0954	0.0434	0.4873	0.5413	0.0523	0.1918	0.0876
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 79.80 MPa, 86.30 MPa y 90.36 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.34

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.5 % PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M1 - 0,5%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante				
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023						Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	102.8	41.4	12.2	13.99	0.59	0.0102	0.003	0.104	0.109	0.004	0.0214	0.0071
Secuencia 2	85.4	41.4	24.7	27.69	3.29	0.0225	0.0059	0.191	0.217	0.025	0.0462	0.0128
Secuencia 3	75.3	41.4	37.1	41.49	4.69	0.0392	0.0099	0.289	0.326	0.036	0.0796	0.0208
Secuencia 4	70.6	41.4	49.6	54.99	5.59	0.0624	0.0187	0.4	0.433	0.043	0.1262	0.04295
Secuencia 5	63.4	41.4	61.8	68.69	7.69	0.0913	0.0468	0.5	0.541	0.06	0.184	0.0948
Secuencia 6	111.2	27.6	12.2	13.59	1.09	0.0105	0.0291	0.1	0.107	0.008	0.022	0.0593
Secuencia 7	96.9	27.6	24.7	27.39	2.39	0.0245	0.0298	0.2	0.215	0.018	0.0501	0.0608
Secuencia 8	84.6	27.6	37.1	41.39	3.79	0.043	0.031	0.296	0.326	0.029	0.0871	0.0631
Secuencia 9	72.9	27.6	49.6	54.99	5.59	0.066	0.0356	0.389	0.433	0.043	0.1332	0.0723
Secuencia 10	64.4	27.6	61.8	68.89	7.09	0.0935	0.046	0.487	0.543	0.055	0.1885	0.0932
Secuencia 11	118.4	13.8	12.2	13.89	1.19	0.0108	0.0289	0.099	0.108	0.009	0.0227	0.0589
Secuencia 12	102.4	13.8	24.7	27.59	2.59	0.0246	0.0297	0.196	0.216	0.019	0.0504	0.0605
Secuencia 13	87.4	13.8	37.1	41.49	3.69	0.0435	0.0314	0.298	0.327	0.028	0.0883	0.0639
Secuencia 14	77	13.8	49.6	55.29	5.69	0.0682	0.0343	0.39	0.435	0.044	0.1377	0.0697
Secuencia 15	65.1	13.8	61.8	68.59	6.69	0.0951	0.0431	0.487	0.541	0.052	0.1915	0.0873
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 79.50 MPa, 86 MPa y 90.06 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.35

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.5 % PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Cassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M2 - 0,5%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante				
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023						Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	103.4	41.4	12.2	13.995	0.595	0.0108	0.0036	0.1046	0.1096	0.0046	0.022	0.0077
Secuencia 2	86	41.4	24.7	27.695	3.295	0.0231	0.0065	0.1916	0.2176	0.0256	0.0468	0.0134
Secuencia 3	75.9	41.4	37.1	41.495	4.695	0.0398	0.0105	0.2896	0.3266	0.0366	0.0802	0.0214
Secuencia 4	71.2	41.4	49.6	54.995	5.595	0.063	0.0193	0.4	0.4336	0.0436	0.1268	0.04355
Secuencia 5	64	41.4	61.8	68.695	7.695	0.0919	0.0474	0.5	0.5416	0.0606	0.1846	0.0954
Secuencia 6	111.8	27.6	12.2	13.595	1.095	0.0111	0.0297	0.1	0.1076	0.0086	0.0226	0.0599
Secuencia 7	97.5	27.6	24.7	27.395	2.395	0.0251	0.0304	0.2	0.2156	0.0186	0.0507	0.0614
Secuencia 8	85.2	27.6	37.1	41.395	3.795	0.0436	0.0316	0.2966	0.3266	0.0296	0.0877	0.0637
Secuencia 9	73.5	27.6	49.6	54.995	5.595	0.0666	0.0362	0.3896	0.4336	0.0436	0.1338	0.0729
Secuencia 10	65	27.6	61.8	68.895	7.095	0.0941	0.0466	0.4876	0.5436	0.0556	0.1891	0.0938
Secuencia 11	119	13.8	12.2	13.895	1.195	0.0114	0.0295	0.0996	0.1086	0.0096	0.0233	0.0595
Secuencia 12	103	13.8	24.7	27.595	2.595	0.0252	0.0303	0.1966	0.2166	0.0196	0.051	0.0611
Secuencia 13	88	13.8	37.1	41.495	3.695	0.0441	0.032	0.2986	0.3276	0.0286	0.0889	0.0645
Secuencia 14	77.6	13.8	49.6	55.295	5.695	0.0688	0.0349	0.3906	0.4356	0.0446	0.1383	0.0703
Secuencia 15	65.7	13.8	61.8	68.595	6.695	0.0957	0.0437	0.4876	0.5416	0.0526	0.1921	0.0879
Observaciones:												
Elaborado por: Cassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 80.10 MPa, 86.60 MPa y 90.66 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.36

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.5 % PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 2 (C2)		MUESTRA:		M3 - 0,5%PP L50 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"															
TIPO DE MUESTRA:						Tipo 1 Subrasante			MUESTREO:				Responsabilidad del solicitante		
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	104.3	41.4	12.2	14.005	0.605	0.0116	0.0044	0.1054	0.1104	0.0054	0.0228	0.0085			
Secuencia 2	86.9	41.4	24.7	27.705	3.305	0.0239	0.0073	0.1924	0.2184	0.0264	0.0476	0.0142			
Secuencia 3	76.8	41.4	37.1	41.505	4.705	0.0406	0.0113	0.2904	0.3274	0.0374	0.081	0.0222			
Secuencia 4	72.1	41.4	49.6	55.005	5.605	0.0638	0.0201	0.4	0.4344	0.0444	0.1276	0.04435			
Secuencia 5	64.9	41.4	61.8	68.705	7.705	0.0927	0.0482	0.5	0.5424	0.0614	0.1854	0.0962			
Secuencia 6	112.7	27.6	12.2	13.605	1.105	0.0119	0.0305	0.1	0.1084	0.0094	0.0234	0.0607			
Secuencia 7	98.4	27.6	24.7	27.405	2.405	0.0259	0.0312	0.2	0.2164	0.0194	0.0515	0.0622			
Secuencia 8	86.1	27.6	37.1	41.405	3.805	0.0444	0.0324	0.2974	0.3274	0.0304	0.0885	0.0645			
Secuencia 9	74.4	27.6	49.6	55.005	5.605	0.0674	0.037	0.3904	0.4344	0.0444	0.1346	0.0737			
Secuencia 10	65.9	27.6	61.8	68.905	7.105	0.0949	0.0474	0.4884	0.5444	0.0564	0.1899	0.0946			
Secuencia 11	119.9	13.8	12.2	13.905	1.205	0.0122	0.0303	0.1004	0.1094	0.0104	0.0241	0.0603			
Secuencia 12	103.9	13.8	24.7	27.605	2.605	0.026	0.0311	0.1974	0.2174	0.0204	0.0518	0.0619			
Secuencia 13	88.9	13.8	37.1	41.505	3.705	0.0449	0.0328	0.2994	0.3284	0.0294	0.0897	0.0653			
Secuencia 14	78.5	13.8	49.6	55.305	5.705	0.0696	0.0357	0.3914	0.4364	0.0454	0.1391	0.0711			
Secuencia 15	66.6	13.8	61.8	68.605	6.705	0.0965	0.0445	0.4884	0.5424	0.0534	0.1929	0.0887			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 81 MPa, 87.50 MPa y 91.56 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.37

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 1 % PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS														
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos			Código: FA-2-FIA/CIV-R-004		Versión: 01	
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023						
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad																
UBICACIÓN: Universidad de Lima																
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez																
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600																
DATOS DE LA MUESTRA																
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M1 - 1%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción: 17/10/2022										
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"																
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante										
EQUIPOS:																
Código de cámara UTM: LP-E-023										Temperatura: 21 °C						
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual								
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022								
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO																
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente				
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm				
Secuencia 1	106.7	41.4	12.2	13.9	2	0.0115	0.0915	0.094	0.11	0.016	0.0229	0.182				
Secuencia 2	97.4	41.4	24.7	26.9	4	0.0266	0.0946	0.182	0.213	0.032	0.0528	0.1881				
Secuencia 3	85	41.4	37.1	41.1	4.5	0.048	0.1405	0.291	0.326	0.035	0.0955	0.2794				
Secuencia 4	73.4	41.4	49.6	55.1	4.6	0.0687	0.2614	0.4	0.437	0.037	0.1367	0.5199				
Secuencia 5	69.7	41.4	61.8	68.7	5.7	0.089	0.398	0.5	0.545	0.045	0.177	0.7916				
Secuencia 6	120.1	27.6	12.2	13.3	0.7	0.0105	0.3764	0.1	0.105	0.005	0.0209	0.748				
Secuencia 7	101.4	27.6	24.7	27.5	2.9	0.0242	0.377	0.2	0.218	0.023	0.0482	0.7492				
Secuencia 8	88.3	27.6	37.1	41.3	6	0.04	0.3801	0.281	0.328	0.047	0.0795	0.7561				
Secuencia 9	75.6	27.6	49.6	55	6.1	0.0633	0.3852	0.38	0.436	0.057	0.1259	0.7661				
Secuencia 10	70.8	27.6	61.8	68.9	7.7	0.0893	0.4022	0.501	0.546	0.065	0.1776	0.8				
Secuencia 11	126.4	13.8	12.2	13.8	0.2	0.0109	0.3852	0.108	0.11	0.001	0.0216	0.7662				
Secuencia 12	106.5	13.8	24.7	27.8	3	0.0233	0.3859	0.196	0.221	0.024	0.0463	0.7675				
Secuencia 13	91.4	13.8	37.1	41.5	5.3	0.041	0.387	0.287	0.329	0.042	0.0816	0.7691				
Secuencia 14	78.5	13.8	49.6	55.4	4.3	0.065	0.3885	0.405	0.439	0.054	0.1301	0.7728				
Secuencia 15	70.9	13.8	61.8	68.8	7.1	0.0884	0.4028	0.489	0.546	0.057	0.178	0.8012				
Observaciones:																
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra								

Nota. Los valores de módulo resiliente son 86.44 MPa, 91.24 MPa y 94.74 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.38

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 1 % PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M2 - 1%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	107.7	41.4	12.2	13.91	2.01	0.0125	0.0925	0.095	0.111	0.016	0.0239	0.183
Secuencia 2	98.4	41.4	24.7	26.91	4.01	0.0276	0.0956	0.183	0.214	0.032	0.0538	0.1891
Secuencia 3	86	41.4	37.1	41.11	4.51	0.049	0.1415	0.292	0.327	0.035	0.0965	0.2804
Secuencia 4	74.4	41.4	49.6	55.11	4.61	0.0697	0.2624	0.4	0.438	0.037	0.1377	0.5209
Secuencia 5	70.7	41.4	61.8	68.71	5.71	0.09	0.399	0.5	0.546	0.045	0.178	0.7926
Secuencia 6	121.1	27.6	12.2	13.31	0.71	0.0115	0.3774	0.1	0.106	0.005	0.0219	0.749
Secuencia 7	102.4	27.6	24.7	27.51	2.91	0.0252	0.378	0.2	0.219	0.023	0.0492	0.7502
Secuencia 8	89.3	27.6	37.1	41.31	6.01	0.041	0.3811	0.282	0.329	0.047	0.0805	0.7571
Secuencia 9	76.6	27.6	49.6	55.01	6.11	0.0643	0.3862	0.381	0.437	0.057	0.1269	0.7671
Secuencia 10	71.8	27.6	61.8	68.91	7.71	0.0903	0.4032	0.502	0.547	0.065	0.1786	0.801
Secuencia 11	127.4	13.8	12.2	13.81	0.21	0.0119	0.3862	0.109	0.111	0.001	0.0226	0.7672
Secuencia 12	107.5	13.8	24.7	27.81	3.01	0.0243	0.3869	0.197	0.222	0.024	0.0473	0.7685
Secuencia 13	92.4	13.8	37.1	41.51	5.31	0.042	0.388	0.288	0.33	0.042	0.0826	0.7701
Secuencia 14	79.5	13.8	49.6	55.41	4.31	0.066	0.3895	0.406	0.44	0.054	0.1311	0.7738
Secuencia 15	71.9	13.8	61.8	68.81	7.11	0.0894	0.4038	0.49	0.547	0.057	0.179	0.8022
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 87.44 MPa, 92.24 MPa y 95.74 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.39

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 1 % PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M3 - 1%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023										Temperatura: 21 °C		
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	106	41.4	12.2	13.892	1.992	0.0108	0.0908	0.0933	0.1093	0.0153	0.0222	0.1813
Secuencia 2	96.7	41.4	24.7	26.892	3.992	0.0259	0.0939	0.1813	0.2123	0.0313	0.0521	0.1874
Secuencia 3	84.3	41.4	37.1	41.092	4.492	0.0473	0.1398	0.2903	0.3253	0.0343	0.0948	0.2787
Secuencia 4	72.7	41.4	49.6	55.092	4.592	0.068	0.2607	0.4	0.4363	0.0363	0.136	0.5192
Secuencia 5	69	41.4	61.8	68.692	5.692	0.0883	0.3973	0.5	0.5443	0.0443	0.1763	0.7909
Secuencia 6	119.4	27.6	12.2	13.292	0.692	0.0098	0.3757	0.1	0.1043	0.0043	0.0202	0.7473
Secuencia 7	100.7	27.6	24.7	27.492	2.892	0.0235	0.3763	0.2	0.2173	0.0223	0.0475	0.7485
Secuencia 8	87.6	27.6	37.1	41.292	5.992	0.0393	0.3794	0.2803	0.3273	0.0463	0.0788	0.7554
Secuencia 9	74.9	27.6	49.6	54.992	6.092	0.0626	0.3845	0.3793	0.4353	0.0563	0.1252	0.7654
Secuencia 10	70.1	27.6	61.8	68.892	7.692	0.0886	0.4015	0.5003	0.5453	0.0643	0.1769	0.7993
Secuencia 11	125.7	13.8	12.2	13.792	0.192	0.0102	0.3845	0.1073	0.1093	0.0003	0.0209	0.7655
Secuencia 12	105.8	13.8	24.7	27.792	2.992	0.0226	0.3852	0.1953	0.2203	0.0233	0.0456	0.7668
Secuencia 13	90.7	13.8	37.1	41.492	5.292	0.0403	0.3863	0.2863	0.3283	0.0413	0.0809	0.7684
Secuencia 14	77.8	13.8	49.6	55.392	4.292	0.0643	0.3878	0.4043	0.4383	0.0533	0.1294	0.7721
Secuencia 15	70.2	13.8	61.8	68.792	7.092	0.0877	0.4021	0.4883	0.5453	0.0563	0.1773	0.8005
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 85.74 MPa, 90.54 MPa y 94.04 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.40

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 1 % PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
		Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FA/CIV-R-004 Versión: 01										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)												
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20												
FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023												
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M1 - 1%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	105.7	41.4	12.2	13.89	1.99	0.0105	0.0905	0.093	0.109	0.015	0.0219	0.181
Secuencia 2	96.4	41.4	24.7	26.89	3.99	0.0256	0.0936	0.181	0.212	0.031	0.0518	0.1871
Secuencia 3	84	41.4	37.1	41.09	4.49	0.047	0.1395	0.29	0.325	0.034	0.0945	0.2784
Secuencia 4	72.4	41.4	49.6	55.09	4.59	0.0677	0.2604	0.4	0.436	0.036	0.1357	0.5189
Secuencia 5	68.7	41.4	61.8	68.69	5.69	0.088	0.397	0.5	0.544	0.044	0.176	0.7906
Secuencia 6	119.1	27.6	12.2	13.29	0.69	0.0095	0.3754	0.1	0.104	0.004	0.0199	0.747
Secuencia 7	100.4	27.6	24.7	27.49	2.89	0.0232	0.376	0.2	0.217	0.022	0.0472	0.7482
Secuencia 8	87.3	27.6	37.1	41.29	5.99	0.039	0.3791	0.28	0.327	0.046	0.0785	0.7551
Secuencia 9	74.6	27.6	49.6	54.99	6.09	0.0623	0.3842	0.379	0.435	0.056	0.1249	0.7651
Secuencia 10	69.8	27.6	61.8	68.89	7.69	0.0883	0.4012	0.5	0.545	0.064	0.1766	0.799
Secuencia 11	125.4	13.8	12.2	13.79	0.19	0.0099	0.3842	0.107	0.109	0	0.0206	0.7652
Secuencia 12	105.5	13.8	24.7	27.79	2.99	0.0223	0.3849	0.195	0.22	0.023	0.0453	0.7665
Secuencia 13	90.4	13.8	37.1	41.49	5.29	0.04	0.386	0.286	0.328	0.041	0.0806	0.7681
Secuencia 14	77.5	13.8	49.6	55.39	4.29	0.064	0.3875	0.404	0.438	0.053	0.1291	0.7718
Secuencia 15	69.9	13.8	61.8	68.79	7.09	0.0874	0.4018	0.488	0.545	0.056	0.177	0.8002
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 85.44 MPa, 90.24 MPa y 93.74 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.41

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 1 % PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M2 - 1%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"										
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	106.3	41.4	12.2	13.895	1.995	0.0111	0.0911	0.0936	0.1096	0.0156	0.0225	0.1816
Secuencia 2	97	41.4	24.7	26.895	3.995	0.0262	0.0942	0.1816	0.2126	0.0316	0.0524	0.1877
Secuencia 3	84.6	41.4	37.1	41.095	4.495	0.0476	0.1401	0.2906	0.3256	0.0346	0.0951	0.279
Secuencia 4	73	41.4	49.6	55.095	4.595	0.0683	0.261	0.4	0.4366	0.0366	0.1363	0.5195
Secuencia 5	69.3	41.4	61.8	68.695	5.695	0.0886	0.3976	0.5	0.5446	0.0446	0.1766	0.7912
Secuencia 6	119.7	27.6	12.2	13.295	0.695	0.0101	0.376	0.1	0.1046	0.0046	0.0205	0.7476
Secuencia 7	101	27.6	24.7	27.495	2.895	0.0238	0.3766	0.2	0.2176	0.0226	0.0478	0.7488
Secuencia 8	87.9	27.6	37.1	41.295	5.995	0.0396	0.3797	0.2806	0.3276	0.0466	0.0791	0.7557
Secuencia 9	75.2	27.6	49.6	54.995	6.095	0.0629	0.3848	0.3796	0.4356	0.0566	0.1255	0.7657
Secuencia 10	70.4	27.6	61.8	68.895	7.695	0.0889	0.4018	0.5006	0.5456	0.0646	0.1772	0.7996
Secuencia 11	126	13.8	12.2	13.795	0.195	0.0105	0.3848	0.1076	0.1096	0.0006	0.0212	0.7658
Secuencia 12	106.1	13.8	24.7	27.795	2.995	0.0229	0.3855	0.1956	0.2206	0.0236	0.0459	0.7671
Secuencia 13	91	13.8	37.1	41.495	5.295	0.0406	0.3866	0.2866	0.3286	0.0416	0.0812	0.7687
Secuencia 14	78.1	13.8	49.6	55.395	4.295	0.0646	0.3881	0.4046	0.4386	0.0536	0.1297	0.7724
Secuencia 15	70.5	13.8	61.8	68.795	7.095	0.088	0.4024	0.4886	0.5456	0.0566	0.1776	0.8008
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 86.04 MPa, 90.84 MPa y 94.34 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.42

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 1 % PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M3 - 1%PP L50 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción: 17/10/2022						
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 22/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	107.2	41.4	12.2	13.905	2.005	0.0119	0.0919	0.0944	0.1104	0.0164	0.0233	0.1824
Secuencia 2	97.9	41.4	24.7	26.905	4.005	0.027	0.095	0.1824	0.2134	0.0324	0.0532	0.1885
Secuencia 3	85.5	41.4	37.1	41.105	4.505	0.0484	0.1409	0.2914	0.3264	0.0354	0.0959	0.2798
Secuencia 4	73.9	41.4	49.6	55.105	4.605	0.0691	0.2618	0.4	0.4374	0.0374	0.1371	0.5203
Secuencia 5	70.2	41.4	61.8	68.705	5.705	0.0894	0.3984	0.5	0.5454	0.0454	0.1774	0.792
Secuencia 6	120.6	27.6	12.2	13.305	0.705	0.0109	0.3768	0.1	0.1054	0.0054	0.0213	0.7484
Secuencia 7	101.9	27.6	24.7	27.505	2.905	0.0246	0.3774	0.2	0.2184	0.0234	0.0486	0.7496
Secuencia 8	88.8	27.6	37.1	41.305	6.005	0.0404	0.3805	0.2814	0.3284	0.0474	0.0799	0.7565
Secuencia 9	76.1	27.6	49.6	55.005	6.105	0.0637	0.3856	0.3804	0.4364	0.0574	0.1263	0.7665
Secuencia 10	71.3	27.6	61.8	68.905	7.705	0.0897	0.4026	0.5014	0.5464	0.0654	0.178	0.8004
Secuencia 11	126.9	13.8	12.2	13.805	0.205	0.0113	0.3856	0.1084	0.1104	0.0014	0.022	0.7666
Secuencia 12	107	13.8	24.7	27.805	3.005	0.0237	0.3863	0.1964	0.2214	0.0244	0.0467	0.7679
Secuencia 13	91.9	13.8	37.1	41.505	5.305	0.0414	0.3874	0.2874	0.3294	0.0424	0.082	0.7695
Secuencia 14	79	13.8	49.6	55.405	4.305	0.0654	0.3889	0.4054	0.4394	0.0544	0.1305	0.7732
Secuencia 15	71.4	13.8	61.8	68.805	7.105	0.0888	0.4032	0.4894	0.5464	0.0574	0.1784	0.8016
Observaciones: Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra												

Nota. Los valores de módulo resiliente son 86.94 MPa, 91.74 MPa y 95.24 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.43

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.25 % PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M1 - 0,25%PP L60 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"													
TIPO DE MUESTRA:		Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuartero: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	135.9	41.4	12.2	13.6	0.7	0.0091	0.1144	0.083	0.107	0.024	0.0183	0.2291			
Secuencia 2	125.2	41.4	24.7	27.2	1.3	0.0207	0.1169	0.204	0.215	0.03	0.0414	0.2341			
Secuencia 3	101.7	41.4	37.1	41.2	2.8	0.0378	0.1608	0.304	0.326	0.032	0.0758	0.322			
Secuencia 4	83.8	41.4	49.6	55.3	5.1	0.0599	0.4395	0.4	0.437	0.04	0.12	0.8802			
Secuencia 5	77.6	41.4	61.8	69	5.3	0.0821	0.8346	0.5	0.545	0.042	0.1644	1.6713			
Secuencia 6	164.2	27.6	12.2	13.7	0.5	0.008	0.8195	0.1	0.108	0.004	0.016	1.6412			
Secuencia 7	135.9	27.6	24.7	27.4	3.4	0.0174	0.822	0.2	0.216	0.027	0.0349	1.6429			
Secuencia 8	114	27.6	37.1	41.3	5.7	0.0312	0.8238	0.281	0.326	0.045	0.0625	1.6497			
Secuencia 9	90.2	27.6	49.6	55	6.7	0.0517	0.8288	0.381	0.434	0.053	0.1036	1.6598			
Secuencia 10	81.1	27.6	61.8	68.4	7.5	0.077	0.8577	0.494	0.54	0.056	0.1542	1.7176			
Secuencia 11	171.4	13.8	12.2	13.4	2.2	0.0079	0.8448	0.106	0.106	0.022	0.0158	1.6918			
Secuencia 12	138	13.8	24.7	27.6	3	0.018	0.8456	0.194	0.218	0.024	0.0361	1.6934			
Secuencia 13	116.7	13.8	37.1	41.2	5.4	0.0318	0.8475	0.283	0.325	0.043	0.0636	1.6973			
Secuencia 14	93.4	13.8	49.6	55.5	6.1	0.0529	0.8507	0.39	0.438	0.048	0.106	1.7036			
Secuencia 15	81.3	13.8	61.8	68.8	7.6	0.0779	0.869	0.499	0.543	0.044	0.156	1.7402			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 104.84 MPa, 117.08 MPa y 120.16 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.44

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.25 % PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M2 - 0,25%PP L60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023										Temperatura: 21 °C		
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	136.9	41.4	12.2	13.61	0.71	0.0101	0.1154	0.084	0.108	0.024	0.0193	0.2301
Secuencia 2	126.2	41.4	24.7	27.21	1.31	0.0217	0.1179	0.205	0.216	0.03	0.0424	0.2351
Secuencia 3	102.7	41.4	37.1	41.21	2.81	0.0388	0.1618	0.305	0.327	0.032	0.0768	0.323
Secuencia 4	84.8	41.4	49.6	55.31	5.11	0.0609	0.4405	0.4	0.438	0.04	0.121	0.8812
Secuencia 5	78.6	41.4	61.8	69.01	5.31	0.0831	0.8356	0.5	0.546	0.042	0.1654	1.6723
Secuencia 6	165.2	27.6	12.2	13.71	0.51	0.009	0.8205	0.1	0.109	0.004	0.017	1.6422
Secuencia 7	136.9	27.6	24.7	27.41	3.41	0.0184	0.823	0.2	0.217	0.027	0.0359	1.6439
Secuencia 8	115	27.6	37.1	41.31	5.71	0.0322	0.8248	0.282	0.327	0.045	0.0635	1.6507
Secuencia 9	91.2	27.6	49.6	55.01	6.71	0.0527	0.8298	0.382	0.435	0.053	0.1046	1.6608
Secuencia 10	82.1	27.6	61.8	68.41	7.51	0.078	0.8587	0.495	0.541	0.056	0.1552	1.7186
Secuencia 11	172.4	13.8	12.2	13.41	2.21	0.0089	0.8458	0.107	0.107	0.022	0.0168	1.6928
Secuencia 12	139	13.8	24.7	27.61	3.01	0.019	0.8466	0.195	0.219	0.024	0.0371	1.6944
Secuencia 13	117.7	13.8	37.1	41.21	5.41	0.0328	0.8485	0.284	0.326	0.043	0.0646	1.6983
Secuencia 14	94.4	13.8	49.6	55.51	6.11	0.0539	0.8517	0.391	0.439	0.048	0.107	1.7046
Secuencia 15	82.3	13.8	61.8	68.81	7.61	0.0789	0.87	0.5	0.544	0.044	0.157	1.7412
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 105.84 MPa, 118.08 MPa y 121.16 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.45

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.25 % PP de 60 mm en la calicata 1.

UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
		LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M3 - 0,25%PP L60 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"													
TIPO DE MUESTRA:		Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	135.2	41.4	12.2	13.592	0.692	0.0084	0.1137	0.0823	0.1063	0.0233	0.0176	0.2284			
Secuencia 2	124.5	41.4	24.7	27.192	1.292	0.02	0.1162	0.2033	0.2143	0.0293	0.0407	0.2334			
Secuencia 3	101	41.4	37.1	41.192	2.792	0.0371	0.1601	0.3033	0.3253	0.0313	0.0751	0.3213			
Secuencia 4	83.1	41.4	49.6	55.292	5.092	0.0592	0.4388	0.4	0.4363	0.0393	0.1193	0.8795			
Secuencia 5	76.9	41.4	61.8	68.992	5.292	0.0814	0.8339	0.5	0.5443	0.0413	0.1637	1.6706			
Secuencia 6	163.5	27.6	12.2	13.692	0.492	0.0073	0.8188	0.1	0.1073	0.0033	0.0153	1.6405			
Secuencia 7	135.2	27.6	24.7	27.392	3.392	0.0167	0.8213	0.2	0.2153	0.0263	0.0342	1.6422			
Secuencia 8	113.3	27.6	37.1	41.292	5.692	0.0305	0.8231	0.2803	0.3253	0.0443	0.0618	1.649			
Secuencia 9	89.5	27.6	49.6	54.992	6.692	0.051	0.8281	0.3803	0.4333	0.0523	0.1029	1.6591			
Secuencia 10	80.4	27.6	61.8	68.392	7.492	0.0763	0.857	0.4933	0.5393	0.0553	0.1535	1.7169			
Secuencia 11	170.7	13.8	12.2	13.392	2.192	0.0072	0.8441	0.1053	0.1053	0.0213	0.0151	1.6911			
Secuencia 12	137.3	13.8	24.7	27.592	2.992	0.0173	0.8449	0.1933	0.2173	0.0233	0.0354	1.6927			
Secuencia 13	116	13.8	37.1	41.192	5.392	0.0311	0.8468	0.2823	0.3243	0.0423	0.0629	1.6966			
Secuencia 14	92.7	13.8	49.6	55.492	6.092	0.0522	0.85	0.3893	0.4373	0.0473	0.1053	1.7029			
Secuencia 15	80.6	13.8	61.8	68.792	7.592	0.0772	0.8683	0.4983	0.5423	0.0433	0.1553	1.7395			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 104.14 MPa, 116.38 MPa y 119.46 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.46

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.25 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M1 - 0,25%PP L60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	134.9	41.4	12.2	13.59	0.69	0.0081	0.1134	0.082	0.106	0.023	0.0173	0.2281
Secuencia 2	124.2	41.4	24.7	27.19	1.29	0.0197	0.1159	0.203	0.214	0.029	0.0404	0.2331
Secuencia 3	100.7	41.4	37.1	41.19	2.79	0.0368	0.1598	0.303	0.325	0.031	0.0748	0.321
Secuencia 4	82.8	41.4	49.6	55.29	5.09	0.0589	0.4385	0.4	0.436	0.039	0.119	0.8792
Secuencia 5	76.6	41.4	61.8	68.99	5.29	0.0811	0.8336	0.5	0.544	0.041	0.1634	1.6703
Secuencia 6	163.2	27.6	12.2	13.69	0.49	0.007	0.8185	0.1	0.107	0.003	0.015	1.6402
Secuencia 7	134.9	27.6	24.7	27.39	3.39	0.0164	0.821	0.2	0.215	0.026	0.0339	1.6419
Secuencia 8	113	27.6	37.1	41.29	5.69	0.0302	0.8228	0.28	0.325	0.044	0.0615	1.6487
Secuencia 9	89.2	27.6	49.6	54.99	6.69	0.0507	0.8278	0.38	0.433	0.052	0.1026	1.6588
Secuencia 10	80.1	27.6	61.8	68.39	7.49	0.076	0.8567	0.493	0.539	0.055	0.1532	1.7166
Secuencia 11	170.4	13.8	12.2	13.39	2.19	0.0069	0.8438	0.105	0.105	0.021	0.0148	1.6908
Secuencia 12	137	13.8	24.7	27.59	2.99	0.017	0.8446	0.193	0.217	0.023	0.0351	1.6924
Secuencia 13	115.7	13.8	37.1	41.19	5.39	0.0308	0.8465	0.282	0.324	0.042	0.0626	1.6963
Secuencia 14	92.4	13.8	49.6	55.49	6.09	0.0519	0.8497	0.389	0.437	0.047	0.105	1.7026
Secuencia 15	80.3	13.8	61.8	68.79	7.59	0.0769	0.868	0.498	0.542	0.043	0.155	1.7392
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 103.84 MPa, 116.08 MPa y 119.16 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.47

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.25 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M2 - 0,25%PP L60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante				
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	135.5	41.4	12.2	13.595	0.695	0.0087	0.114	0.0826	0.1066	0.0236	0.0179	0.2287
Secuencia 2	124.8	41.4	24.7	27.195	1.295	0.0203	0.1165	0.2036	0.2146	0.0296	0.041	0.2337
Secuencia 3	101.3	41.4	37.1	41.195	2.795	0.0374	0.1604	0.3036	0.3256	0.0316	0.0754	0.3216
Secuencia 4	83.4	41.4	49.6	55.295	5.095	0.0595	0.4391	0.4	0.4366	0.0396	0.1196	0.8798
Secuencia 5	77.2	41.4	61.8	68.995	5.295	0.0817	0.8342	0.5	0.5446	0.0416	0.164	1.6709
Secuencia 6	163.8	27.6	12.2	13.695	0.495	0.0076	0.8191	0.1	0.1076	0.0036	0.0156	1.6408
Secuencia 7	135.5	27.6	24.7	27.395	3.395	0.017	0.8216	0.2	0.2156	0.0266	0.0345	1.6425
Secuencia 8	113.6	27.6	37.1	41.295	5.695	0.0308	0.8234	0.2806	0.3256	0.0446	0.0621	1.6493
Secuencia 9	89.8	27.6	49.6	54.995	6.695	0.0513	0.8284	0.3806	0.4336	0.0526	0.1032	1.6594
Secuencia 10	80.7	27.6	61.8	68.395	7.495	0.0766	0.8573	0.4936	0.5396	0.0556	0.1538	1.7172
Secuencia 11	171	13.8	12.2	13.395	2.195	0.0075	0.8444	0.1056	0.1056	0.0216	0.0154	1.6914
Secuencia 12	137.6	13.8	24.7	27.595	2.995	0.0176	0.8452	0.1936	0.2176	0.0236	0.0357	1.693
Secuencia 13	116.3	13.8	37.1	41.195	5.395	0.0314	0.8471	0.2826	0.3246	0.0426	0.0632	1.6969
Secuencia 14	93	13.8	49.6	55.495	6.095	0.0525	0.8503	0.3896	0.4376	0.0476	0.1056	1.7032
Secuencia 15	80.9	13.8	61.8	68.795	7.595	0.0775	0.8686	0.4986	0.5426	0.0436	0.1556	1.7398
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 104.44 MPa, 116.68 MPa y 119.76 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.48

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.25 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M3 - 0,25%PP L60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023										Temperatura: 21 °C		
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	136.4	41.4	12.2	13.605	0.705	0.0095	0.1148	0.0834	0.1074	0.0244	0.0187	0.2295
Secuencia 2	125.7	41.4	24.7	27.205	1.305	0.0211	0.1173	0.2044	0.2154	0.0304	0.0418	0.2345
Secuencia 3	102.2	41.4	37.1	41.205	2.805	0.0382	0.1612	0.3044	0.3264	0.0324	0.0762	0.3224
Secuencia 4	84.3	41.4	49.6	55.305	5.105	0.0603	0.4399	0.4	0.4374	0.0404	0.1204	0.8806
Secuencia 5	78.1	41.4	61.8	69.005	5.305	0.0825	0.835	0.5	0.5454	0.0424	0.1648	1.6717
Secuencia 6	164.7	27.6	12.2	13.705	0.505	0.0084	0.8199	0.1	0.1084	0.0044	0.0164	1.6416
Secuencia 7	136.4	27.6	24.7	27.405	3.405	0.0178	0.8224	0.2	0.2164	0.0274	0.0353	1.6433
Secuencia 8	114.5	27.6	37.1	41.305	5.705	0.0316	0.8242	0.2814	0.3264	0.0454	0.0629	1.6501
Secuencia 9	90.7	27.6	49.6	55.005	6.705	0.0521	0.8292	0.3814	0.4344	0.0534	0.104	1.6602
Secuencia 10	81.6	27.6	61.8	68.405	7.505	0.0774	0.8581	0.4944	0.5404	0.0564	0.1546	1.718
Secuencia 11	171.9	13.8	12.2	13.405	2.205	0.0083	0.8452	0.1064	0.1064	0.0224	0.0162	1.6922
Secuencia 12	138.5	13.8	24.7	27.605	3.005	0.0184	0.846	0.1944	0.2184	0.0244	0.0365	1.6938
Secuencia 13	117.2	13.8	37.1	41.205	5.405	0.0322	0.8479	0.2834	0.3254	0.0434	0.064	1.6977
Secuencia 14	93.9	13.8	49.6	55.505	6.105	0.0533	0.8511	0.3904	0.4384	0.0484	0.1064	1.704
Secuencia 15	81.8	13.8	61.8	68.805	7.605	0.0783	0.8694	0.4994	0.5434	0.0444	0.1564	1.7406
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 105.34 MPa, 117.58 MPa y 120.66 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.49

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.5 % PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 1 (C1)		MUESTRA:		M1 - 0,5%PP L60 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):				Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"											
TIPO DE MUESTRA:				Tipo 1 Subrasante				MUESTREO:				Responsabilidad del solicitante			
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	145.9	41.4	12.2	13.9	0.4	0.0101	0.1485	0.106	0.109	0.003	0.0202	0.2972			
Secuencia 2	128	41.4	24.7	27.7	1.3	0.0206	0.1526	0.208	0.219	0.01	0.0413	0.3053			
Secuencia 3	106.9	41.4	37.1	41.3	2.9	0.0359	0.1918	0.302	0.325	0.023	0.07218	0.3837			
Secuencia 4	89.4	41.4	49.6	55.1	5.3	0.0551	0.395	0.4	0.435	0.042	0.1102	0.7903			
Secuencia 5	84.4	41.4	61.8	69	5.4	0.0754	0.6887	0.5	0.544	0.043	0.1509	1.3781			
Secuencia 6	183.8	27.6	12.2	13.5	0.5	0.0071	0.677	0.1	0.107	0.004	0.0142	1.3547			
Secuencia 7	143.6	27.6	24.7	27.5	2.4	0.017	0.6778	0.2	0.217	0.019	0.034	1.3563			
Secuencia 8	116.7	27.6	37.1	41.3	5.9	0.0298	0.6807	0.279	0.326	0.047	0.0595	1.3621			
Secuencia 9	93.3	27.6	49.6	55.6	6.5	0.0489	0.6853	0.387	0.439	0.051	0.0979	1.3712			
Secuencia 10	89.2	27.6	61.8	68.9	7.9	0.0717	0.7086	0.505	0.544	0.069	0.1436	1.4178			
Secuencia 11	185.4	13.8	12.2	14.1	0.4	0.0078	0.698	0.108	0.111	0.003	0.0157	1.3967			
Secuencia 12	148	13.8	24.7	27.6	3.6	0.0167	0.699	0.189	0.217	0.028	0.0335	1.3987			
Secuencia 13	119.2	13.8	37.1	41.3	6.1	0.0302	0.7	0.277	0.326	0.048	0.0604	1.4004			
Secuencia 14	100.4	13.8	49.6	54.7	7.3	0.0482	0.7033	0.374	0.431	0.057	0.0964	1.4072			
Secuencia 15	89.9	13.8	61.8	68.9	8.4	0.0707	0.7195	0.501	0.543	0.062	0.1414	1.4397			
Observaciones:															
Elaborado por:				Revisado por:				Aprobado por:							
Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Manuel Ricardo Madrid Argomedo				José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 110.92 MPa, 125.32 MPa y 128.58 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.50

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.5 % PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M2 - 0,5%PP L60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023										Temperatura: 21 °C		
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	146.9	41.4	12.2	13.91	0.41	0.0111	0.1495	0.107	0.11	0.003	0.0212	0.2982
Secuencia 2	129	41.4	24.7	27.71	1.31	0.0216	0.1536	0.209	0.22	0.01	0.0423	0.3063
Secuencia 3	107.9	41.4	37.1	41.31	2.91	0.0369	0.1928	0.303	0.326	0.023	0.07318	0.3847
Secuencia 4	90.4	41.4	49.6	55.11	5.31	0.0561	0.396	0.4	0.436	0.042	0.1112	0.7913
Secuencia 5	85.4	41.4	61.8	69.01	5.41	0.0764	0.6897	0.5	0.545	0.043	0.1519	1.3791
Secuencia 6	184.8	27.6	12.2	13.51	0.51	0.0081	0.678	0.1	0.108	0.004	0.0152	1.3557
Secuencia 7	144.6	27.6	24.7	27.51	2.41	0.018	0.6788	0.2	0.218	0.019	0.035	1.3573
Secuencia 8	117.7	27.6	37.1	41.31	5.91	0.0308	0.6817	0.28	0.327	0.047	0.0605	1.3631
Secuencia 9	94.3	27.6	49.6	55.61	6.51	0.0499	0.6863	0.388	0.44	0.051	0.0989	1.3722
Secuencia 10	90.2	27.6	61.8	68.91	7.91	0.0727	0.7096	0.506	0.545	0.069	0.1446	1.4188
Secuencia 11	186.4	13.8	12.2	14.11	0.41	0.0088	0.699	0.109	0.112	0.003	0.0167	1.3977
Secuencia 12	149	13.8	24.7	27.61	3.61	0.0177	0.7	0.19	0.218	0.028	0.0345	1.3997
Secuencia 13	120.2	13.8	37.1	41.31	6.11	0.0312	0.701	0.278	0.327	0.048	0.0614	1.4014
Secuencia 14	101.4	13.8	49.6	54.71	7.31	0.0492	0.7043	0.375	0.432	0.057	0.0974	1.4082
Secuencia 15	90.9	13.8	61.8	68.91	8.41	0.0717	0.7205	0.502	0.544	0.062	0.1424	1.4407
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 111.92 MPa, 126.32 MPa y 129.58 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.51

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.5 % PP de 60 mm en la calicata 1.

UNIVERSIDAD DE LIMA						FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
						CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
						LABORATORIO DE PAVIMENTOS							
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos			
										Código: FA-2-FIA/CIV-R-004			
										Versión: 01			
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20						FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023							
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad													
UBICACIÓN: Universidad de Lima													
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez													
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600													
DATOS DE LA MUESTRA													
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)			MUESTRA: M3 - 0,5%PP L60 mm			PROF (m) : 1 m			Fecha de recepción:			17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"													
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante							
EQUIPOS:													
Código de cámara UTM: LP-E-023									Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586					Código de LVDT 2: 227590					Cuarteo: Manual			
Código de calibración LVDT 1: 2078/21					Código de calibración LVDT 2: 2073/21					Fecha de ensayo: 28/10/2022			
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO													
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm	
Secuencia 1	145.2	41.4	12.2	13.892	0.392	0.0094	0.1478	0.1053	0.1083	0.0023	0.0195	0.2965	
Secuencia 2	127.3	41.4	24.7	27.692	1.292	0.0199	0.1519	0.2073	0.2183	0.0093	0.0406	0.3046	
Secuencia 3	106.2	41.4	37.1	41.292	2.892	0.0352	0.1911	0.3013	0.3243	0.0223	0.07148	0.383	
Secuencia 4	88.7	41.4	49.6	55.092	5.292	0.0544	0.3943	0.4	0.4343	0.0413	0.1095	0.7896	
Secuencia 5	83.7	41.4	61.8	68.992	5.392	0.0747	0.688	0.5	0.5433	0.0423	0.1502	1.3774	
Secuencia 6	183.1	27.6	12.2	13.492	0.492	0.0064	0.6763	0.1	0.1063	0.0033	0.0135	1.354	
Secuencia 7	142.9	27.6	24.7	27.492	2.392	0.0163	0.6771	0.2	0.2163	0.0183	0.0333	1.3556	
Secuencia 8	116	27.6	37.1	41.292	5.892	0.0291	0.68	0.2783	0.3253	0.0463	0.0588	1.3614	
Secuencia 9	92.6	27.6	49.6	55.592	6.492	0.0482	0.6846	0.3863	0.4383	0.0503	0.0972	1.3705	
Secuencia 10	88.5	27.6	61.8	68.892	7.892	0.071	0.7079	0.5043	0.5433	0.0683	0.1429	1.4171	
Secuencia 11	184.7	13.8	12.2	14.092	0.392	0.0071	0.6973	0.1073	0.1103	0.0023	0.015	1.396	
Secuencia 12	147.3	13.8	24.7	27.592	3.592	0.016	0.6983	0.1883	0.2163	0.0273	0.0328	1.398	
Secuencia 13	118.5	13.8	37.1	41.292	6.092	0.0295	0.6993	0.2763	0.3253	0.0473	0.0597	1.3997	
Secuencia 14	99.7	13.8	49.6	54.692	7.292	0.0475	0.7026	0.3733	0.4303	0.0563	0.0957	1.4065	
Secuencia 15	89.2	13.8	61.8	68.892	8.392	0.07	0.7188	0.5003	0.5423	0.0613	0.1407	1.439	
Observaciones:													
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez					Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 110.22 MPa, 124.62 MPa y 127.88 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.52

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 0.5 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M1 - 0,5%PP L60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	144.9	41.4	12.2	13.89	0.39	0.0091	0.1475	0.105	0.108	0.002	0.0192	0.2962
Secuencia 2	127	41.4	24.7	27.69	1.29	0.0196	0.1516	0.207	0.218	0.009	0.0403	0.3043
Secuencia 3	105.9	41.4	37.1	41.29	2.89	0.0349	0.1908	0.301	0.324	0.022	0.07118	0.3827
Secuencia 4	88.4	41.4	49.6	55.09	5.29	0.0541	0.394	0.4	0.434	0.041	0.1092	0.7893
Secuencia 5	83.4	41.4	61.8	68.99	5.39	0.0744	0.6877	0.5	0.543	0.042	0.1499	1.3771
Secuencia 6	182.8	27.6	12.2	13.49	0.49	0.0061	0.676	0.1	0.106	0.003	0.0132	1.3537
Secuencia 7	142.6	27.6	24.7	27.49	2.39	0.016	0.6768	0.2	0.216	0.018	0.033	1.3553
Secuencia 8	115.7	27.6	37.1	41.29	5.89	0.0288	0.6797	0.278	0.325	0.046	0.0585	1.3611
Secuencia 9	92.3	27.6	49.6	55.59	6.49	0.0479	0.6843	0.386	0.438	0.05	0.0969	1.3702
Secuencia 10	88.2	27.6	61.8	68.89	7.89	0.0707	0.7076	0.504	0.543	0.068	0.1426	1.4168
Secuencia 11	184.4	13.8	12.2	14.09	0.39	0.0068	0.697	0.107	0.11	0.002	0.0147	1.3957
Secuencia 12	147	13.8	24.7	27.59	3.59	0.0157	0.698	0.188	0.216	0.027	0.0325	1.3977
Secuencia 13	118.2	13.8	37.1	41.29	6.09	0.0292	0.699	0.276	0.325	0.047	0.0594	1.3994
Secuencia 14	99.4	13.8	49.6	54.69	7.29	0.0472	0.7023	0.373	0.43	0.056	0.0954	1.4062
Secuencia 15	88.9	13.8	61.8	68.89	8.39	0.0697	0.7185	0.5	0.542	0.061	0.1404	1.4387
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 109.92 MPa, 124.32 MPa y 127.58 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.53

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 0.5 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M2 - 0,5%PP L60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023										Temperatura: 21 °C		
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	145.5	41.4	12.2	13.895	0.395	0.0097	0.1481	0.1056	0.1086	0.0026	0.0198	0.2968
Secuencia 2	127.6	41.4	24.7	27.695	1.295	0.0202	0.1522	0.2076	0.2186	0.0096	0.0409	0.3049
Secuencia 3	106.5	41.4	37.1	41.295	2.895	0.0355	0.1914	0.3016	0.3246	0.0226	0.07178	0.3833
Secuencia 4	89	41.4	49.6	55.095	5.295	0.0547	0.3946	0.4	0.4346	0.0416	0.1098	0.7899
Secuencia 5	84	41.4	61.8	68.995	5.395	0.075	0.6883	0.5	0.5436	0.0426	0.1505	1.3777
Secuencia 6	183.4	27.6	12.2	13.495	0.495	0.0067	0.6766	0.1	0.1066	0.0036	0.0138	1.3543
Secuencia 7	143.2	27.6	24.7	27.495	2.395	0.0166	0.6774	0.2	0.2166	0.0186	0.0336	1.3559
Secuencia 8	116.3	27.6	37.1	41.295	5.895	0.0294	0.6803	0.2786	0.3256	0.0466	0.0591	1.3617
Secuencia 9	92.9	27.6	49.6	55.595	6.495	0.0485	0.6849	0.3866	0.4386	0.0506	0.0975	1.3708
Secuencia 10	88.8	27.6	61.8	68.895	7.895	0.0713	0.7082	0.5046	0.5436	0.0686	0.1432	1.4174
Secuencia 11	185	13.8	12.2	14.095	0.395	0.0074	0.6976	0.1076	0.1106	0.0026	0.0153	1.3963
Secuencia 12	147.6	13.8	24.7	27.595	3.595	0.0163	0.6986	0.1886	0.2166	0.0276	0.0331	1.3983
Secuencia 13	118.8	13.8	37.1	41.295	6.095	0.0298	0.6996	0.2766	0.3256	0.0476	0.06	1.4
Secuencia 14	100	13.8	49.6	54.695	7.295	0.0478	0.7029	0.3736	0.4306	0.0566	0.096	1.4068
Secuencia 15	89.5	13.8	61.8	68.895	8.395	0.0703	0.7191	0.5006	0.5426	0.0616	0.141	1.4393
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 110.52 MPa, 124.92 MPa y 128.18 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.54

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 0.5 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 2 (C2)		MUESTRA:		M3 - 0,5%PP L60 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"													
TIPO DE MUESTRA:		Tipo 1 Subrasante						MUESTREO:		Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C							
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual							
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022							
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	146.4	41.4	12.2	13.905	0.405	0.0105	0.1489	0.1064	0.1094	0.0034	0.0206	0.2976			
Secuencia 2	128.5	41.4	24.7	27.705	1.305	0.021	0.153	0.2084	0.2194	0.0104	0.0417	0.3057			
Secuencia 3	107.4	41.4	37.1	41.305	2.905	0.0363	0.1922	0.3024	0.3254	0.0234	0.07258	0.3841			
Secuencia 4	89.9	41.4	49.6	55.105	5.305	0.0555	0.3954	0.4	0.4354	0.0424	0.1106	0.7907			
Secuencia 5	84.9	41.4	61.8	69.005	5.405	0.0758	0.6891	0.5	0.5444	0.0434	0.1513	1.3785			
Secuencia 6	184.3	27.6	12.2	13.505	0.505	0.0075	0.6774	0.1	0.1074	0.0044	0.0146	1.3551			
Secuencia 7	144.1	27.6	24.7	27.505	2.405	0.0174	0.6782	0.2	0.2174	0.0194	0.0344	1.3567			
Secuencia 8	117.2	27.6	37.1	41.305	5.905	0.0302	0.6811	0.2794	0.3264	0.0474	0.0599	1.3625			
Secuencia 9	93.8	27.6	49.6	55.605	6.505	0.0493	0.6857	0.3874	0.4394	0.0514	0.0983	1.3716			
Secuencia 10	89.7	27.6	61.8	68.905	7.905	0.0721	0.709	0.5054	0.5444	0.0694	0.144	1.4182			
Secuencia 11	185.9	13.8	12.2	14.105	0.405	0.0082	0.6984	0.1084	0.1114	0.0034	0.0161	1.3971			
Secuencia 12	148.5	13.8	24.7	27.605	3.605	0.0171	0.6994	0.1894	0.2174	0.0284	0.0339	1.3991			
Secuencia 13	119.7	13.8	37.1	41.305	6.105	0.0306	0.7004	0.2774	0.3264	0.0484	0.0608	1.4008			
Secuencia 14	100.9	13.8	49.6	54.705	7.305	0.0486	0.7037	0.3744	0.4314	0.0574	0.0968	1.4076			
Secuencia 15	90.4	13.8	61.8	68.905	8.405	0.0711	0.7199	0.5014	0.5434	0.0624	0.1418	1.4401			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra							

Nota. Los valores de módulo resiliente son 111.42 MPa, 125.82 MPa y 129.08 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.55

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
		MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)									Laboratorio de pavimentos	
											Código: FA-2-FIA/CIV-R-004	
									Versión: 01			
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20												
FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023												
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M1 - 1%PP L=60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL):		Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"										
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	155.9	41.4	12.2	13.6	0.5	0.0058	0.0802	0.087	0.107	0.013	0.0114	0.1581
Secuencia 2	142.9	41.4	24.7	27.4	1.6	0.0151	0.0815	0.202	0.215	0.02	0.0297	0.1606
Secuencia 3	130	41.4	37.1	41.2	6.9	0.0256	0.0928	0.27	0.324	0.054	0.0505	0.1828
Secuencia 4	117.4	41.4	49.6	55.7	6.8	0.0417	0.1298	0.4	0.438	0.055	0.0821	0.2557
Secuencia 5	116.7	41.4	61.8	69.8	8.5	0.0516	0.1869	0.5	0.549	0.067	0.1016	0.3682
Secuencia 6	230.3	27.6	12.2	14.1	0.6	0.0075	0.177	0.1	0.111	0.007	0.0148	0.3474
Secuencia 7	175.2	27.6	24.7	27.4	1.9	0.017	0.178	0.2	0.216	0.012	0.0336	0.3487
Secuencia 8	140	27.6	37.1	41	4.4	0.0261	0.1786	0.288	0.322	0.035	0.0513	0.3518
Secuencia 9	121.6	27.6	49.6	54.9	4.7	0.0354	0.1839	0.395	0.432	0.037	0.0698	0.3623
Secuencia 10	118.2	27.6	61.8	68.9	8.7	0.0469	0.1925	0.473	0.542	0.069	0.0925	0.3791
Secuencia 11	243.9	13.8	12.2	13.8	0.8	0.0101	0.1788	0.114	0.108	0.006	0.0199	0.3521
Secuencia 12	182.9	13.8	24.7	28.3	3.4	0.0173	0.1809	0.195	0.223	0.027	0.034	0.3563
Secuencia 13	141.8	13.8	37.1	42	3.5	0.0272	0.1822	0.303	0.33	0.028	0.0535	0.3589
Secuencia 14	123.6	13.8	49.6	55.1	3.6	0.0375	0.1848	0.406	0.433	0.029	0.0738	0.364
Secuencia 15	118.4	13.8	61.8	68.6	4.4	0.05	0.1899	0.504	0.539	0.035	0.0984	0.374
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 132.58 MPa, 157.06 MPa y 162.12 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.56

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS											
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01			
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023			
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad													
UBICACIÓN: Universidad de Lima													
SOLICITANTE: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez													
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600													
DATOS DE LA MUESTRA													
PROCEDENCIA: Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M2 - 1%PP L=60 mm		PROF (m): 1 m		Fecha de recepción: 17/10/2022							
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa, color rojizo, t.máx. 2"													
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante								MUESTREO: Responsabilidad del solicitante					
EQUIPOS:													
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C					
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual					
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022					
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO													
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm	
Secuencia 1	156.9	41.4	12.2	13.61	0.51	0.0068	0.0812	0.088	0.108	0.013	0.0124	0.1591	
Secuencia 2	143.9	41.4	24.7	27.41	1.61	0.0161	0.0825	0.203	0.216	0.02	0.0307	0.1616	
Secuencia 3	131	41.4	37.1	41.21	6.91	0.0266	0.0938	0.271	0.325	0.054	0.0515	0.1838	
Secuencia 4	118.4	41.4	49.6	55.71	6.81	0.0427	0.1308	0.4	0.439	0.055	0.0831	0.2567	
Secuencia 5	117.7	41.4	61.8	69.81	8.51	0.0526	0.1879	0.5	0.55	0.067	0.1026	0.3692	
Secuencia 6	231.3	27.6	12.2	14.11	0.61	0.0085	0.178	0.1	0.112	0.007	0.0158	0.3484	
Secuencia 7	176.2	27.6	24.7	27.41	1.91	0.018	0.179	0.2	0.217	0.012	0.0346	0.3497	
Secuencia 8	141	27.6	37.1	41.01	4.41	0.0271	0.1796	0.289	0.323	0.035	0.0523	0.3528	
Secuencia 9	122.6	27.6	49.6	54.91	4.71	0.0364	0.1849	0.396	0.433	0.037	0.0708	0.3633	
Secuencia 10	119.2	27.6	61.8	68.91	8.71	0.0479	0.1935	0.474	0.543	0.069	0.0935	0.3801	
Secuencia 11	244.9	13.8	12.2	13.81	0.81	0.0111	0.1798	0.115	0.109	0.006	0.0209	0.3531	
Secuencia 12	183.9	13.8	24.7	28.31	3.41	0.0183	0.1819	0.196	0.224	0.027	0.035	0.3573	
Secuencia 13	142.8	13.8	37.1	42.01	3.51	0.0282	0.1832	0.304	0.331	0.028	0.0545	0.3599	
Secuencia 14	124.6	13.8	49.6	55.11	3.61	0.0385	0.1858	0.407	0.434	0.029	0.0748	0.365	
Secuencia 15	119.4	13.8	61.8	68.61	4.41	0.051	0.1909	0.505	0.54	0.035	0.0994	0.375	
Observaciones:													
Elaborado por: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra					

Nota. Los valores de módulo resiliente son 133.58 MPa, 158.06 MPa y 163.12 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.57

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 1 (C1)		MUESTRA: M3 - 1%PP L=60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción: 17/10/2022						
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	155.2	41.4	12.2	13.592	0.492	0.0051	0.0795	0.0863	0.1063	0.0123	0.0107	0.1574
Secuencia 2	142.2	41.4	24.7	27.392	1.592	0.0144	0.0808	0.2013	0.2143	0.0193	0.029	0.1599
Secuencia 3	129.3	41.4	37.1	41.192	6.892	0.0249	0.0921	0.2693	0.3233	0.0533	0.0498	0.1821
Secuencia 4	116.7	41.4	49.6	55.692	6.792	0.041	0.1291	0.4	0.4373	0.0543	0.0814	0.255
Secuencia 5	116	41.4	61.8	69.792	8.492	0.0509	0.1862	0.5	0.5483	0.0663	0.1009	0.3675
Secuencia 6	229.6	27.6	12.2	14.092	0.592	0.0068	0.1763	0.1	0.1103	0.0063	0.0141	0.3467
Secuencia 7	174.5	27.6	24.7	27.392	1.892	0.0163	0.1773	0.2	0.2153	0.0113	0.0329	0.348
Secuencia 8	139.3	27.6	37.1	40.992	4.392	0.0254	0.1779	0.2873	0.3213	0.0343	0.0506	0.3511
Secuencia 9	120.9	27.6	49.6	54.892	4.692	0.0347	0.1832	0.3943	0.4313	0.0363	0.0691	0.3616
Secuencia 10	117.5	27.6	61.8	68.892	8.692	0.0462	0.1918	0.4723	0.5413	0.0683	0.0918	0.3784
Secuencia 11	243.2	13.8	12.2	13.792	0.792	0.0094	0.1781	0.1133	0.1073	0.0053	0.0192	0.3514
Secuencia 12	182.2	13.8	24.7	28.292	3.392	0.0166	0.1802	0.1943	0.2223	0.0263	0.0333	0.3556
Secuencia 13	141.1	13.8	37.1	41.992	3.492	0.0265	0.1815	0.3023	0.3293	0.0273	0.0528	0.3582
Secuencia 14	122.9	13.8	49.6	55.092	3.592	0.0368	0.1841	0.4053	0.4323	0.0283	0.0731	0.3633
Secuencia 15	117.7	13.8	61.8	68.592	4.392	0.0493	0.1892	0.5033	0.5383	0.0343	0.0977	0.3733
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 131.88 MPa, 156.36 MPa y 161.42 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.58

Ensayo de módulo resiliente de la primera muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M1 - 1%PP L=60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción: 17/10/2022						
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	154.9	41.4	12.2	13.59	0.49	0.0048	0.0792	0.086	0.106	0.012	0.0104	0.1571
Secuencia 2	141.9	41.4	24.7	27.39	1.59	0.0141	0.0805	0.201	0.214	0.019	0.0287	0.1596
Secuencia 3	129	41.4	37.1	41.19	6.89	0.0246	0.0918	0.269	0.323	0.053	0.0495	0.1818
Secuencia 4	116.4	41.4	49.6	55.69	6.79	0.0407	0.1288	0.4	0.437	0.054	0.0811	0.2547
Secuencia 5	115.7	41.4	61.8	69.79	8.49	0.0506	0.1859	0.5	0.548	0.066	0.1006	0.3672
Secuencia 6	229.3	27.6	12.2	14.09	0.59	0.0065	0.176	0.1	0.11	0.006	0.0138	0.3464
Secuencia 7	174.2	27.6	24.7	27.39	1.89	0.016	0.177	0.2	0.215	0.011	0.0326	0.3477
Secuencia 8	139	27.6	37.1	40.99	4.39	0.0251	0.1776	0.287	0.321	0.034	0.0503	0.3508
Secuencia 9	120.6	27.6	49.6	54.89	4.69	0.0344	0.1829	0.394	0.431	0.036	0.0688	0.3613
Secuencia 10	117.2	27.6	61.8	68.89	8.69	0.0459	0.1915	0.472	0.541	0.068	0.0915	0.3781
Secuencia 11	242.9	13.8	12.2	13.79	0.79	0.0091	0.1778	0.113	0.107	0.005	0.0189	0.3511
Secuencia 12	181.9	13.8	24.7	28.29	3.39	0.0163	0.1799	0.194	0.222	0.026	0.033	0.3553
Secuencia 13	140.8	13.8	37.1	41.99	3.49	0.0262	0.1812	0.302	0.329	0.027	0.0525	0.3579
Secuencia 14	122.6	13.8	49.6	55.09	3.59	0.0365	0.1838	0.405	0.432	0.028	0.0728	0.363
Secuencia 15	117.4	13.8	61.8	68.59	4.39	0.049	0.1889	0.503	0.538	0.034	0.0974	0.373
Observaciones: Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra												

Nota. Los valores de módulo resiliente son 131.58 MPa, 156.06 MPa y 161.12 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.59

Ensayo de módulo resiliente de la segunda muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS													
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos					
										Código: FA-2-FlA/CIV-R-004					
										Versión: 01					
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023					
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad															
UBICACIÓN: Universidad de Lima															
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez															
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600															
DATOS DE LA MUESTRA															
PROCEDENCIA :		Calicata 2 (C2)		MUESTRA:		M2 - 1%PP L=60 mm		PROF (m) :		1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022	
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx: 2"															
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante								MUESTREO: Responsabilidad del solicitante							
EQUIPOS:															
Código de cámara UTM: LP-E-023										Temperatura: 21 °C					
Código de LVDT 1: 227586					Código de LVDT 2: 227590					Cuarteo: Manual					
Código de calibración LVDT 1: 2078/21					Código de calibración LVDT 2: 2073/21					Fecha de ensayo: 28/10/2022					
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO															
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente			
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm			
Secuencia 1	155.5	41.4	12.2	13.595	0.495	0.0054	0.0798	0.0866	0.1066	0.0126	0.011	0.1577			
Secuencia 2	142.5	41.4	24.7	27.395	1.595	0.0147	0.0811	0.2016	0.2146	0.0196	0.0293	0.1602			
Secuencia 3	129.6	41.4	37.1	41.195	6.895	0.0252	0.0924	0.2696	0.3236	0.0536	0.0501	0.1824			
Secuencia 4	117	41.4	49.6	55.695	6.795	0.0413	0.1294	0.4	0.4376	0.0546	0.0817	0.2553			
Secuencia 5	116.3	41.4	61.8	69.795	8.495	0.0512	0.1865	0.5	0.5486	0.0666	0.1012	0.3678			
Secuencia 6	229.9	27.6	12.2	14.095	0.595	0.0071	0.1766	0.1	0.1106	0.0066	0.0144	0.347			
Secuencia 7	174.8	27.6	24.7	27.395	1.895	0.0166	0.1776	0.2	0.2156	0.0116	0.0332	0.3483			
Secuencia 8	139.6	27.6	37.1	40.995	4.395	0.0257	0.1782	0.2876	0.3216	0.0346	0.0509	0.3514			
Secuencia 9	121.2	27.6	49.6	54.895	4.695	0.035	0.1835	0.3946	0.4316	0.0366	0.0694	0.3619			
Secuencia 10	117.8	27.6	61.8	68.895	8.695	0.0465	0.1921	0.4726	0.5416	0.0686	0.0921	0.3787			
Secuencia 11	243.5	13.8	12.2	13.795	0.795	0.0097	0.1784	0.1136	0.1076	0.0056	0.0195	0.3517			
Secuencia 12	182.5	13.8	24.7	28.295	3.395	0.0169	0.1805	0.1946	0.2226	0.0266	0.0336	0.3559			
Secuencia 13	141.4	13.8	37.1	41.995	3.495	0.0268	0.1818	0.3026	0.3296	0.0276	0.0531	0.3585			
Secuencia 14	123.2	13.8	49.6	55.095	3.595	0.0371	0.1844	0.4056	0.4326	0.0286	0.0734	0.3636			
Secuencia 15	118	13.8	61.8	68.595	4.395	0.0496	0.1895	0.5036	0.5386	0.0346	0.098	0.3736			
Observaciones:															
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez					Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo					Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra					

Nota. Los valores de módulo resiliente son 132.18 MPa, 156.66 MPa y 161.72 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

Figura C.60

Ensayo de módulo resiliente de la tercera muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MÓDULO RESILIENTE DE SUELOS Y AGREGADOS (Normativa: AASTHO T-307)										Laboratorio de pavimentos Código: FA-2-FIA/CIV-R-004 Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO: LAP 125/20										FECHA DE EMISIÓN: 23/11/2023		
PROYECTO: Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad												
UBICACIÓN: Universidad de Lima												
SOLICITANTE: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez												
DIRECCIÓN: Av. Javier Prado Este Nro. 4600												
DATOS DE LA MUESTRA												
PROCEDENCIA : Calicata 2 (C2)		MUESTRA: M3 - 1%PP L=60 mm		PROF (m) : 1 m		Fecha de recepción:		17/10/2022				
DESCRIPCIÓN (VISUAL): Arcilla Limosa , color rojizo, t.máx. 2"												
TIPO DE MUESTRA: Tipo 1 Subrasante						MUESTREO: Responsabilidad del solicitante						
EQUIPOS:												
Código de cámara UTM: LP-E-023								Temperatura: 21 °C				
Código de LVDT 1: 227586				Código de LVDT 2: 227590				Cuarteo: Manual				
Código de calibración LVDT 1: 2078/21				Código de calibración LVDT 2: 2073/21				Fecha de ensayo: 28/10/2022				
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO												
Ítem	Módulo resiliente	Presión de confinamiento	Tensión axial cíclica	Tensión axial máxima	Tensión axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente	Carga axial cíclica	Carga axial máxima	Carga axial de contacto	Deformación axial recuperable	Deformación axial permanente
Unidades	Mpa	Kpa	kPa	kPa	kPa	%	%	kN	kN	kN	mm	mm
Secuencia 1	156.4	41.4	12.2	13.605	0.505	0.0062	0.0806	0.0874	0.1074	0.0134	0.0118	0.1585
Secuencia 2	143.4	41.4	24.7	27.405	1.605	0.0155	0.0819	0.2024	0.2154	0.0204	0.0301	0.161
Secuencia 3	130.5	41.4	37.1	41.205	6.905	0.026	0.0932	0.2704	0.3244	0.0544	0.0509	0.1832
Secuencia 4	117.9	41.4	49.6	55.705	6.805	0.0421	0.1302	0.4	0.4384	0.0554	0.0825	0.2561
Secuencia 5	117.2	41.4	61.8	69.805	8.505	0.052	0.1873	0.5	0.5494	0.0674	0.102	0.3686
Secuencia 6	230.8	27.6	12.2	14.105	0.605	0.0079	0.1774	0.1	0.1114	0.0074	0.0152	0.3478
Secuencia 7	175.7	27.6	24.7	27.405	1.905	0.0174	0.1784	0.2	0.2164	0.0124	0.034	0.3491
Secuencia 8	140.5	27.6	37.1	41.005	4.405	0.0265	0.179	0.2884	0.3224	0.0354	0.0517	0.3522
Secuencia 9	122.1	27.6	49.6	54.905	4.705	0.0358	0.1843	0.3954	0.4324	0.0374	0.0702	0.3627
Secuencia 10	118.7	27.6	61.8	68.905	8.705	0.0473	0.1929	0.4734	0.5424	0.0694	0.0929	0.3795
Secuencia 11	244.4	13.8	12.2	13.805	0.805	0.0105	0.1792	0.1144	0.1084	0.0064	0.0203	0.3525
Secuencia 12	183.4	13.8	24.7	28.305	3.405	0.0177	0.1813	0.1954	0.2234	0.0274	0.0344	0.3567
Secuencia 13	142.3	13.8	37.1	42.005	3.505	0.0276	0.1826	0.3034	0.3304	0.0284	0.0539	0.3593
Secuencia 14	124.1	13.8	49.6	55.105	3.605	0.0379	0.1852	0.4064	0.4334	0.0294	0.0742	0.3644
Secuencia 15	118.9	13.8	61.8	68.605	4.405	0.0504	0.1903	0.5044	0.5394	0.0354	0.0988	0.3744
Observaciones:												
Elaborado por: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez				Revisado por: Manuel Ricardo Madrid Argomedo				Aprobado por: José Roberto Salinas Saavedra				

Nota. Los valores de módulo resiliente son 133.08 MPa, 157.56 MPa y 162.62 MPa cuando las presiones de confinamiento son 41.4 kPa, 27.6 kPa y 13.8 kPa, respectivamente.

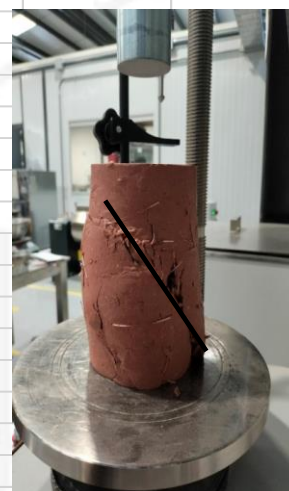
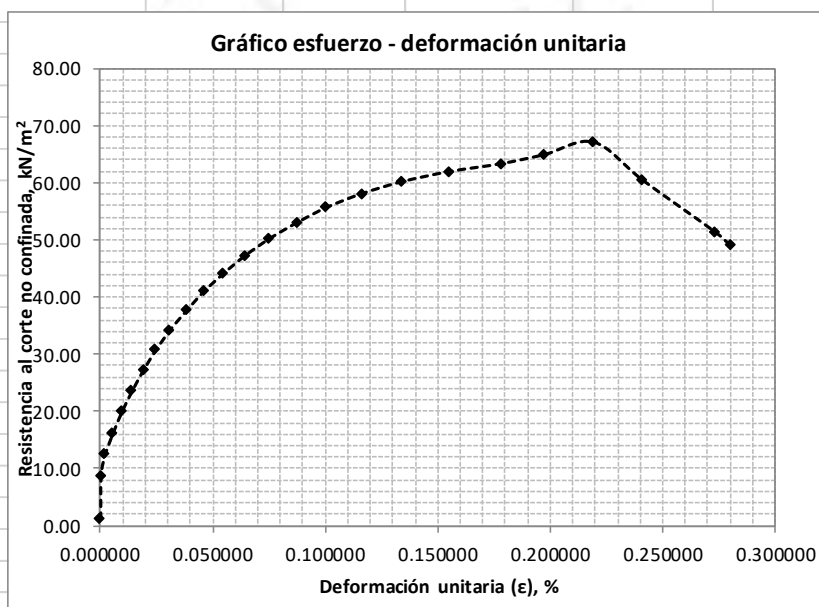
Anexo D: Ensayo de compresión simple o no confinada

Figura D.1

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo sin fibras en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -								
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01		
DATOS DEL PROYECTO									
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad									
Id. proyecto	: U - 2022								
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali								
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez								
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu								
DATOS DE LA MUESTRA									
Id. Ensayo	2022-001-01			Tipo de muestra :				Inalterada	
Fuente	C1 (M1 -A)			Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0% PP Muestra				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1			1				Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 24-Oct-22							Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA									
Diámetro inicial (D_0), cm	: 10.03							Gravedad específica (G_s) :	2.54
Área inicial (A_0), cm^2	: 78.97							Densidad húmeda (γ_m), g/cm^3 :	1.99
Altura inicial (L_0), cm	: 20.03							Densidad seca (γ_d), g/cm^3 :	1.65
Volumen inicial (V_0), cm^3	: 1581.42							Contenido de agua (w), % :	Antes 20.66
Relación A/D	: 2.00							Presencia de la muestra :	Completa
Grado de Saturación, %	:							Especimen	: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm^2	Carga axial, kN/m^2	Carga axial, kg/cm^2		
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007897	1.191	0.012		
2	2	0.06	0.033333	0.000166	0.007898	8.788	0.090		
3	25	0.09	0.416667	0.002081	0.007913	12.562	0.128		
4	67	0.12	1.116667	0.005576	0.007941	16.296	0.166		
5	114	0.15	1.900000	0.009488	0.007972	19.995	0.204		
6	169	0.18	2.816667	0.014065	0.008009	23.648	0.241		
7	229	0.21	3.816667	0.019058	0.008050	27.255	0.278		
8	296	0.24	4.933333	0.024634	0.008096	30.805	0.314		
9	371	0.27	6.183333	0.030876	0.008148	34.290	0.350		
10	459	0.30	7.650000	0.038200	0.008210	37.685	0.384		
11	551	0.33	9.183333	0.045857	0.008276	41.009	0.418		

12	658	0.36	10.966667	0.054762	0.008354	44.218	0.451
13	773	0.39	12.883333	0.064332	0.008440	47.325	0.483
14	903	0.42	15.050000	0.075152	0.008538	50.291	0.513
15	1050	0.45	17.500000	0.087386	0.008653	53.093	0.541
16	1208	0.48	20.133333	0.100535	0.008779	55.745	0.568
17	1395	0.51	23.250000	0.116098	0.008934	58.138	0.593
18	1611	0.54	26.850000	0.134074	0.009119	60.246	0.614
19	1862	0.57	31.033333	0.154964	0.009345	62.002	0.632
20	2143	0.60	35.716667	0.178350	0.009611	63.408	0.647
21	2252	0.63	39.533333	0.197408	0.009839	64.986	0.663
22	2275	0.67	43.916667	0.219296	0.010115	67.169	0.685
23	2298	0.62	48.300000	0.241184	0.010407	60.481	0.617
24	2322	0.55	54.700000	0.273142	0.010864	51.491	0.525
25	2463	0.53	56.050000	0.279883	0.010966	49.189	0.502



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	67.17
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	0.685
Deformación en la falla, %	0.280
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	41.05
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	33.58

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por cono y corte, y agrietamiento.



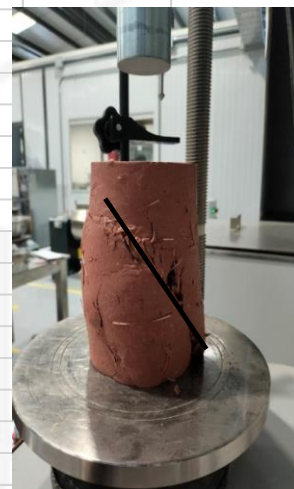
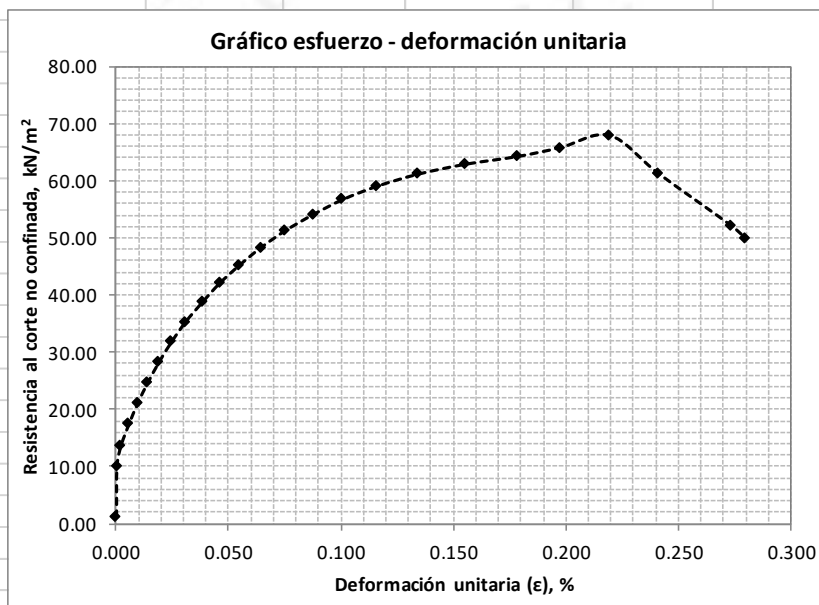
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 67.17 kPa.

Figura D.2

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo sin fibras en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-001-02					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C1 (M1 - B)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0% PP Muestra 2				Clasificación SUCS : CH	
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO : A - 7 - 5	
Fecha	: 24-Oct-22					Peso de la muestra (W), g : 3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.04					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 79.12					Densidad húmeda (γ _m), g/cm ³ : 1.98	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.04					Densidad seca (γ _d), g/cm ³ : 1.63	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1585.29					Contenido de agua (w), % : Antes 21.66	
Relación A/D	: 2.00					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007912	1.189	0.012
2	2	0.07	0.034333	0.000171	0.007914	10.034	0.102
3	25	0.10	0.417667	0.002085	0.007929	13.799	0.141
4	67	0.13	1.117667	0.005578	0.007957	17.521	0.179
5	114	0.16	1.901000	0.009488	0.007988	21.208	0.216
6	169	0.19	2.817667	0.014063	0.008025	24.848	0.253
7	229	0.22	3.817667	0.019054	0.008066	28.441	0.290
8	296	0.25	4.934333	0.024627	0.008112	31.978	0.326
9	371	0.28	6.184333	0.030866	0.008164	35.448	0.361
10	459	0.31	7.651000	0.038186	0.008226	38.827	0.396
11	551	0.34	9.184333	0.045839	0.008292	42.136	0.430

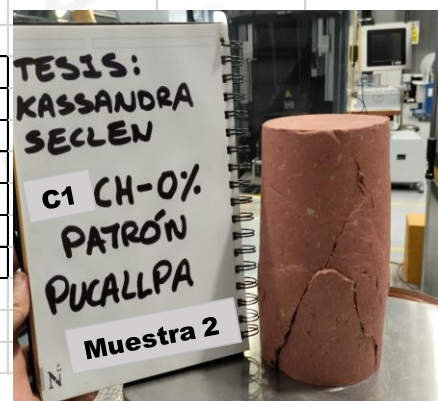
12	658	0.37	10.967667	0.054740	0.008370	45.327	0.462
13	773	0.40	12.884333	0.064306	0.008456	48.416	0.494
14	903	0.43	15.051000	0.075120	0.008555	51.363	0.524
15	1050	0.46	17.501000	0.087348	0.008669	54.145	0.552
16	1208	0.49	20.134333	0.100491	0.008796	56.776	0.579
17	1395	0.52	23.251000	0.116046	0.008951	59.145	0.603
18	1611	0.55	26.851000	0.134014	0.009137	61.227	0.624
19	1862	0.58	31.034333	0.154893	0.009362	62.955	0.642
20	2143	0.61	35.717667	0.178267	0.009629	64.329	0.656
21	2252	0.64	39.534333	0.197316	0.009857	65.881	0.672
22	2275	0.68	43.917667	0.219194	0.010133	68.033	0.694
23	2298	0.63	48.301000	0.241071	0.010425	61.331	0.625
24	2322	0.56	54.701000	0.273014	0.010884	52.318	0.533
25	2463	0.54	56.051000	0.279751	0.010985	50.012	0.510



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	68.03
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.694
Deformación en la falla, %	0.280
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	41.05
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	34.02

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por cono y corte, y agrietamiento.



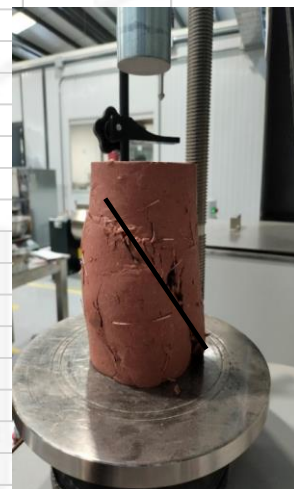
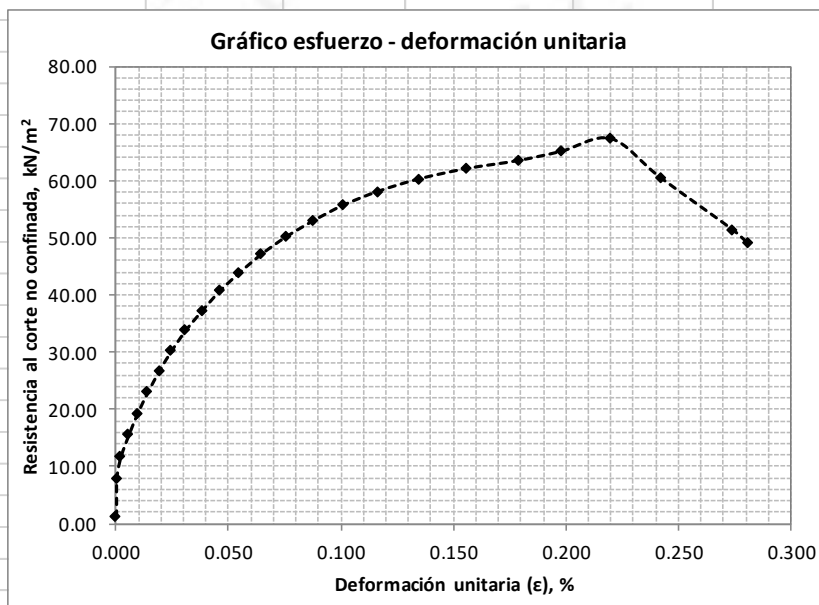
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 68.03 kPa.

Figura D.3

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo sin fibras en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-001-03				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M1 - C)		Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0% PP Muestra		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1		3		Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 24-Oct-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.96				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.87				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			2.02
Altura inicial (L ₀), cm	: 19.96				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.65
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1553.89				Contenido de agua (w), % :			Antes 22.66
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007787	1.208	0.012	
2	2	0.05	0.032633	0.000164	0.007788	8.013	0.082	
3	25	0.08	0.415967	0.002084	0.007803	11.843	0.121	
4	67	0.11	1.115967	0.005592	0.007830	15.632	0.159	
5	114	0.14	1.899300	0.009517	0.007861	19.387	0.198	
6	169	0.17	2.815967	0.014111	0.007898	23.095	0.236	
7	229	0.20	3.815967	0.019122	0.007938	26.757	0.273	
8	296	0.23	4.932633	0.024718	0.007984	30.362	0.310	
9	371	0.26	6.182633	0.030981	0.008036	33.900	0.346	
10	459	0.29	7.649300	0.038331	0.008097	37.348	0.381	
11	551	0.32	9.182633	0.046014	0.008162	40.725	0.415	

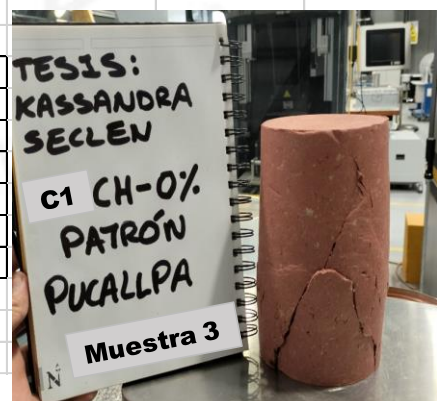
12	658	0.35	10.965967	0.054951	0.008239	43.985	0.449
13	773	0.38	12.882633	0.064555	0.008324	47.142	0.481
14	903	0.41	15.049300	0.075412	0.008422	50.157	0.511
15	1050	0.44	17.499300	0.087689	0.008535	53.006	0.541
16	1208	0.47	20.132633	0.100885	0.008660	55.703	0.568
17	1395	0.50	23.249300	0.116503	0.008813	58.140	0.593
18	1611	0.53	26.849300	0.134542	0.008997	60.287	0.615
19	1862	0.56	31.032633	0.155505	0.009220	62.080	0.633
20	2143	0.59	35.715967	0.178974	0.009484	63.518	0.648
21	2252	0.62	39.532633	0.198099	0.009710	65.128	0.664
22	2275	0.66	43.915967	0.220064	0.009984	67.351	0.687
23	2298	0.61	48.299300	0.242029	0.010273	60.587	0.618
24	2322	0.54	54.699300	0.274100	0.010727	51.498	0.525
25	2463	0.52	56.049300	0.280864	0.010828	49.171	0.501



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	67.35
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.687
Deformación en la falla, %	0.281
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	41.05
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	33.68

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por cono y corte, y agrietamiento .



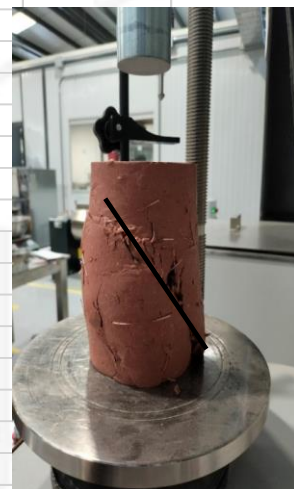
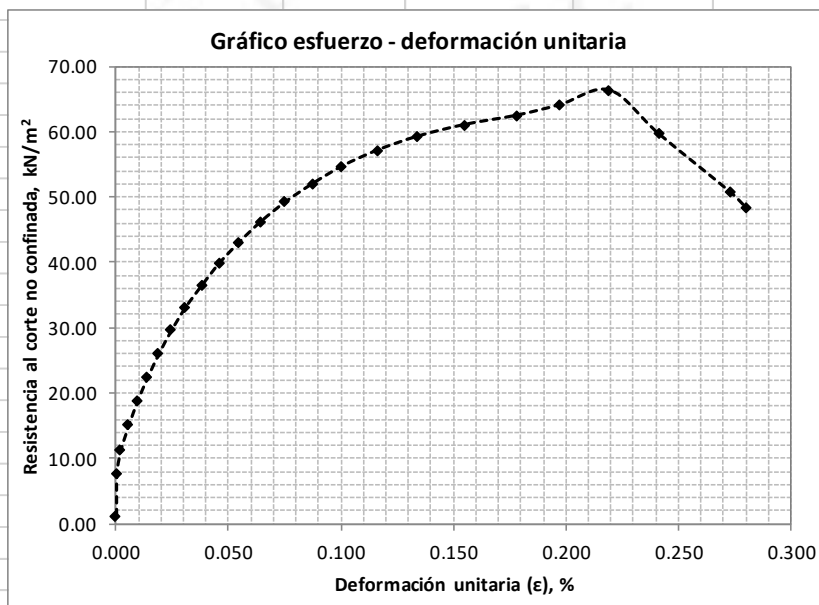
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 67.35 kPa.

Figura D.4

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo sin fibras en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-001-04					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M1 - D)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0% PP Muestra			Clasificación SUCS : CH	
Profundidad, m	: 1		1			Clasificación AASHTO : A - 7 - 5	
Fecha	: 24-Oct-22					Peso de la muestra (W), g : 3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D_0), cm	: 10.02					Gravedad específica (G_s) : 2.54	
Área inicial (A_0), cm ²	: 78.81					Densidad húmeda (γ_m), g/cm ³ : 1.99	
Altura inicial (L_0), cm	: 20.02					Densidad seca (γ_d), g/cm ³ : 1.61	
Volumen inicial (V_0), cm ³	: 1577.40					Contenido de agua (w), % : Antes 23.66	
Relación A/D	: 2.00					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007881	1.194	0.012
2	2	0.05	0.032333	0.000162	0.007882	7.537	0.077
3	25	0.08	0.415667	0.002077	0.007897	11.321	0.115
4	67	0.11	1.115667	0.005574	0.007925	15.067	0.154
5	114	0.14	1.899000	0.009487	0.007956	18.779	0.191
6	169	0.17	2.815667	0.014067	0.007993	22.445	0.229
7	229	0.20	3.815667	0.019063	0.008034	26.065	0.266
8	296	0.23	4.932333	0.024642	0.008080	29.630	0.302
9	371	0.26	6.182333	0.030887	0.008132	33.130	0.338
10	459	0.29	7.649000	0.038214	0.008194	36.540	0.373
11	551	0.32	9.182333	0.045875	0.008260	39.882	0.407

12	658	0.35	10.965667	0.054785	0.008337	43.107	0.440
13	773	0.38	12.882333	0.064360	0.008423	46.232	0.471
14	903	0.41	15.049000	0.075185	0.008521	49.218	0.502
15	1050	0.44	17.499000	0.087425	0.008636	52.041	0.531
16	1208	0.47	20.132333	0.100581	0.008762	54.714	0.558
17	1395	0.50	23.249000	0.116152	0.008916	57.132	0.583
18	1611	0.53	26.849000	0.134138	0.009102	59.265	0.604
19	1862	0.56	31.032333	0.155038	0.009327	61.051	0.623
20	2143	0.59	35.715667	0.178436	0.009592	62.488	0.637
21	2252	0.62	39.532333	0.197504	0.009820	64.093	0.654
22	2275	0.66	43.915667	0.219403	0.010096	66.306	0.676
23	2298	0.61	48.299000	0.241302	0.010387	59.632	0.608
24	2322	0.54	54.699000	0.273276	0.010844	50.664	0.517
25	2463	0.52	56.049000	0.280021	0.010946	48.366	0.493



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	66.31
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	0.676
Deformación en la falla, %	0.280
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	41.05
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	33.15

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por cono y corte, y agrietamiento .



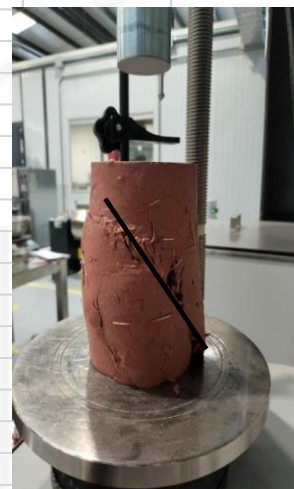
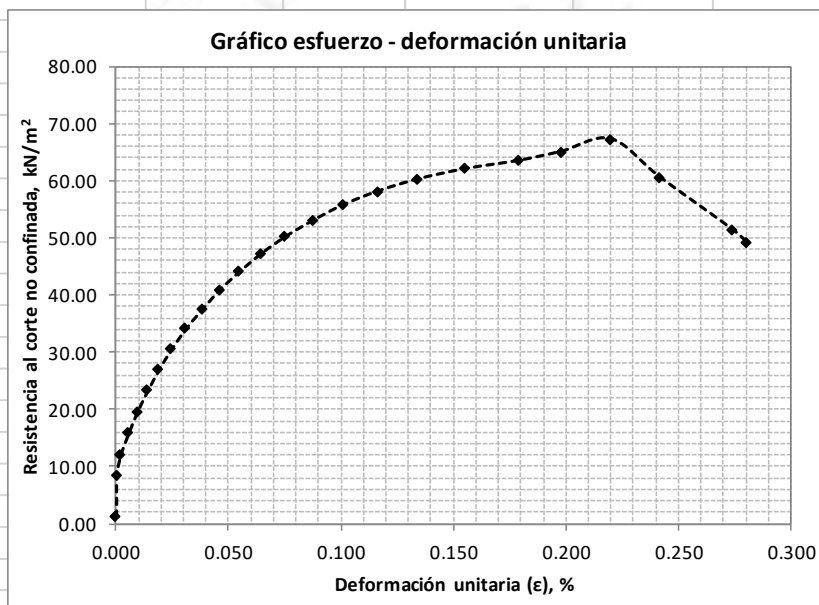
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 66.31 kPa.

Figura D.5

Ensayo de comprensión simple de la segunda muestra de suelo sin fibras en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-001-05				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C2 (M1 - E)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0% PP Muestra 2		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 24-Oct-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.99				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.34				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			2.01
Altura inicial (L ₀), cm	: 19.99				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.61
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1565.62				Contenido de agua (w), % : Antes			24.66
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007834	1.201	0.012	
2	2	0.06	0.032933	0.000165	0.007835	8.348	0.085	
3	25	0.09	0.416267	0.002083	0.007850	12.154	0.124	
4	67	0.12	1.116267	0.005585	0.007878	15.919	0.162	
5	114	0.15	1.899600	0.009505	0.007909	19.650	0.200	
6	169	0.18	2.816267	0.014091	0.007946	23.335	0.238	
7	229	0.21	3.816267	0.019095	0.007986	26.973	0.275	
8	296	0.24	4.932933	0.024682	0.008032	30.554	0.312	
9	371	0.27	6.182933	0.030936	0.008084	34.069	0.347	
10	459	0.30	7.649600	0.038275	0.008145	37.495	0.382	
11	551	0.33	9.182933	0.045947	0.008211	40.849	0.417	

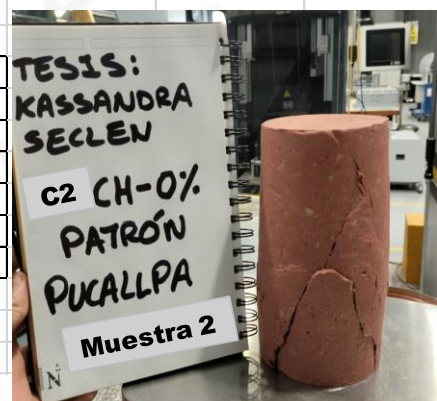
12	658	0.36	10.966267	0.054870	0.008288	44.087	0.450
13	773	0.39	12.882933	0.064460	0.008373	47.222	0.482
14	903	0.42	15.049600	0.075301	0.008471	50.216	0.512
15	1050	0.45	17.499600	0.087559	0.008585	53.045	0.541
16	1208	0.48	20.132933	0.100735	0.008711	55.723	0.568
17	1395	0.51	23.249600	0.116329	0.008865	58.141	0.593
18	1611	0.54	26.849600	0.134342	0.009049	60.271	0.615
19	1862	0.57	31.032933	0.155273	0.009274	62.048	0.633
20	2143	0.60	35.716267	0.178706	0.009538	63.472	0.647
21	2252	0.63	39.532933	0.197803	0.009765	65.069	0.664
22	2275	0.67	43.916267	0.219735	0.010040	67.274	0.686
23	2298	0.62	48.299600	0.241667	0.010330	60.543	0.617
24	2322	0.55	54.699600	0.273690	0.010785	51.496	0.525
25	2463	0.53	56.049600	0.280444	0.010887	49.180	0.501



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	67.27
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.686
Deformación en la falla, %	0.280
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	41.05
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	33.64

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por cono y corte, y agrietamiento .



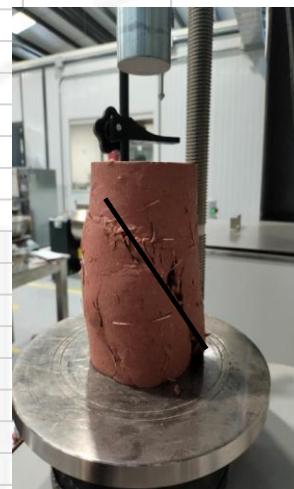
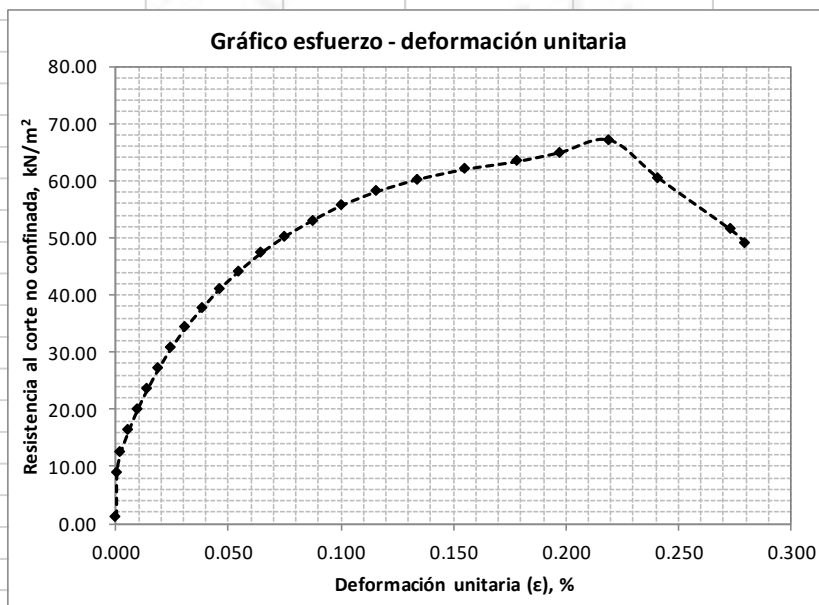
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 67.27 kPa.

Figura D.6

Ensayo de comprensión simple de la tercera muestra de suelo sin fibras en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-001-06					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M1 - F)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0% PP				Clasificación SUCS : CH	
Profundidad, m	: 1	Muestra 3				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5	
Fecha	: 24-Oct-22					Peso de la muestra (W), g : 3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.03					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 79.04					Densidad húmeda (γ _m), g/cm ³ : 1.99	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.03					Densidad seca (γ _d), g/cm ³ : 1.58	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1583.32					Contenido de agua (w), % : Antes 25.66	
Relación A/D	: 2.00					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007904	1.190	0.012
2	2	0.06	0.033833	0.000169	0.007906	8.906	0.091
3	25	0.09	0.417167	0.002083	0.007921	12.676	0.129
4	67	0.12	1.117167	0.005577	0.007949	16.406	0.167
5	114	0.15	1.900500	0.009488	0.007980	20.101	0.205
6	169	0.18	2.817167	0.014064	0.008017	23.750	0.242
7	229	0.21	3.817167	0.019056	0.008058	27.353	0.279
8	296	0.24	4.933833	0.024631	0.008104	30.899	0.315
9	371	0.27	6.183833	0.030871	0.008156	34.380	0.351
10	459	0.30	7.650500	0.038193	0.008218	37.771	0.385
11	551	0.33	9.183833	0.045848	0.008284	41.091	0.419

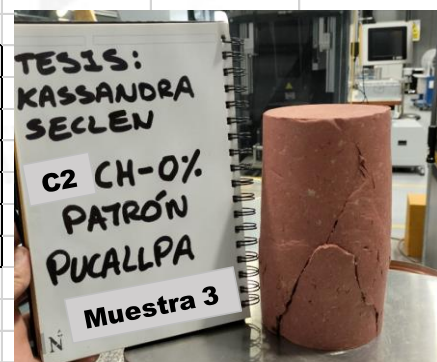
12	658	0.36	10.967167	0.054751	0.008362	44.295	0.452
13	773	0.39	12.883833	0.064319	0.008448	47.398	0.483
14	903	0.42	15.050500	0.075136	0.008546	50.361	0.514
15	1050	0.45	17.500500	0.087367	0.008661	53.158	0.542
16	1208	0.48	20.133833	0.100513	0.008788	55.807	0.569
17	1395	0.51	23.250500	0.116073	0.008942	58.196	0.593
18	1611	0.54	26.850500	0.134045	0.009128	60.299	0.615
19	1862	0.57	31.033833	0.154929	0.009353	62.053	0.633
20	2143	0.60	35.717167	0.178309	0.009620	63.454	0.647
21	2252	0.63	39.533833	0.197363	0.009848	65.029	0.663
22	2275	0.67	43.917167	0.219246	0.010124	67.207	0.685
23	2298	0.62	48.300500	0.241129	0.010416	60.523	0.617
24	2322	0.55	54.700500	0.273079	0.010874	51.538	0.526
25	2463	0.53	56.050500	0.279819	0.010975	49.238	0.502



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	67.21
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	0.685
Deformación en la falla, %	0.280
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	41.05
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	33.60

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por cono y corte, y agrietamiento .



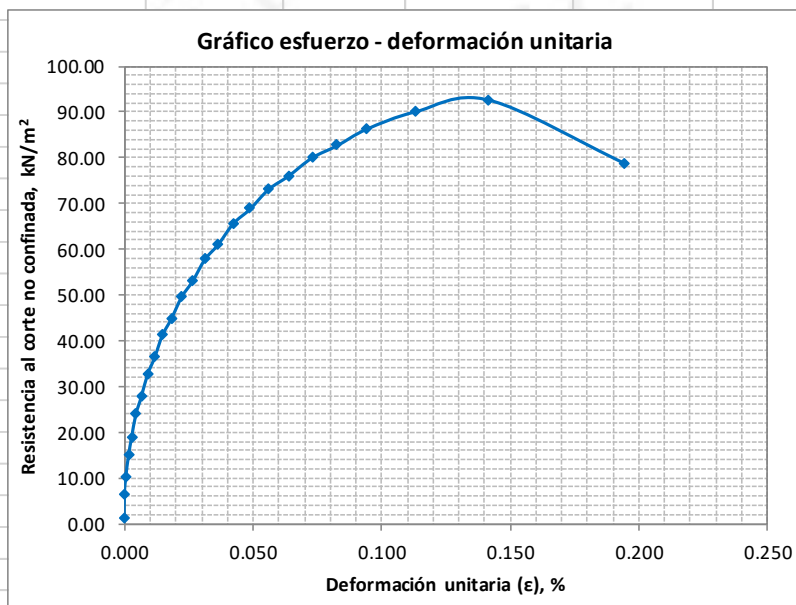
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 67.21 kPa.

Figura D.7

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.25%PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-002-01			Tipo de muestra :				Inalterada
Fuente	C1 (M2-A)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.25% PP de 40 mm Muestra 1			Clasificación SUCS :		CH	
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :		A - 7 - 5	
Fecha	: 28-Oct-22				Peso de la muestra (W), g :		3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.00			Gravedad específica (G _s) :				2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.61			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :				1.98
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.21			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :				1.64
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1588.72			Contenido de agua (w), % : Antes				20.72
Relación A/D	: 2.02			Presencia de la muestra :				Completa
Grado de Saturación, %	:			Especimen				: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007861	1.197	0.012	
2	1	0.04	0.016667	0.000082	0.007862	6.284	0.064	
3	7	0.07	0.116667	0.000577	0.007866	10.095	0.103	
4	21	0.11	0.350000	0.001732	0.007875	15.163	0.155	
5	35	0.14	0.583333	0.002886	0.007884	18.951	0.193	
6	55	0.18	0.916667	0.004536	0.007897	23.984	0.245	
7	80	0.21	1.333333	0.006598	0.007913	27.726	0.283	
8	110	0.25	1.833333	0.009072	0.007933	32.699	0.333	
9	143	0.28	2.383333	0.011793	0.007955	36.380	0.371	
10	180	0.32	3.000000	0.014844	0.007980	41.281	0.421	
11	222	0.35	3.700000	0.018308	0.008008	44.882	0.458	

12	271	0.39	4.516667	0.022349	0.008041	49.672	0.507
13	323	0.42	5.383333	0.026638	0.008076	53.168	0.542
14	380	0.46	6.333333	0.031338	0.008116	57.840	0.590
15	444	0.49	7.400000	0.036616	0.008160	61.202	0.624
16	514	0.53	8.566667	0.042389	0.008209	65.708	0.670
17	593	0.56	9.883333	0.048904	0.008265	68.890	0.702
18	680	0.60	11.333333	0.056079	0.008328	73.173	0.746
19	775	0.63	12.916667	0.063914	0.008398	76.138	0.776
20	886	0.67	14.766667	0.073068	0.008481	80.110	0.817
21	1004	0.70	16.733333	0.082799	0.008571	82.769	0.844
22	1142	0.74	19.033333	0.094180	0.008679	86.352	0.881
23	1373	0.79	22.883333	0.113230	0.008865	90.176	0.920
24	1719	0.84	28.650000	0.141764	0.009160	92.733	0.946
25	2362	0.76	39.366667	0.194792	0.009763	78.809	0.804



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	92.73
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.946
Deformación en la falla, %	0.195
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	39.37
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	46.37

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por columnar, y agrietamiento .



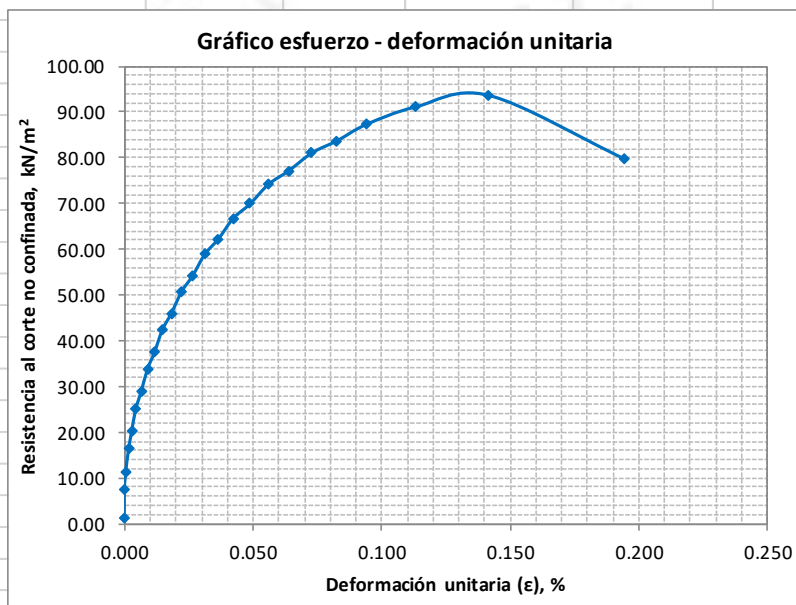
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 92.73 kPa .

Figura D.8

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.25 % PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-002-02				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M2-B)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.25% PP de 40 mm Muestra 2			Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 28-Oct-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.02				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.78				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			1.97
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.22				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.62
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1592.84				Contenido de agua (w), % :			Antes 21.72
Relación A/D	: 2.02				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007878	1.194	0.012	
2	1	0.05	0.017667	0.000087	0.007878	7.541	0.077	
3	7	0.08	0.117667	0.000582	0.007882	11.343	0.116	
4	21	0.12	0.351000	0.001736	0.007891	16.399	0.167	
5	35	0.15	0.584333	0.002890	0.007900	20.177	0.206	
6	55	0.19	0.917667	0.004538	0.007913	25.198	0.257	
7	80	0.22	1.334333	0.006599	0.007930	28.929	0.295	
8	110	0.26	1.834333	0.009072	0.007950	33.889	0.346	
9	143	0.29	2.384333	0.011792	0.007972	37.559	0.383	
10	180	0.33	3.001000	0.014842	0.007996	42.446	0.433	
11	222	0.36	3.701000	0.018304	0.008024	46.035	0.469	

12	271	0.40	4.517667	0.022343	0.008058	50.810	0.518
13	323	0.43	5.384333	0.026629	0.008093	54.294	0.554
14	380	0.47	6.334333	0.031327	0.008132	58.951	0.601
15	444	0.50	7.401000	0.036602	0.008177	62.299	0.635
16	514	0.54	8.567667	0.042372	0.008226	66.788	0.681
17	593	0.57	9.884333	0.048884	0.008282	69.956	0.713
18	680	0.61	11.334333	0.056055	0.008345	74.222	0.757
19	775	0.64	12.917667	0.063886	0.008415	77.171	0.787
20	886	0.68	14.767667	0.073035	0.008498	81.123	0.827
21	1004	0.71	16.734333	0.082761	0.008588	83.765	0.854
22	1142	0.75	19.034333	0.094136	0.008696	87.326	0.890
23	1373	0.80	22.884333	0.113177	0.008883	91.120	0.929
24	1719	0.85	28.651000	0.141696	0.009178	93.637	0.955
25	2362	0.77	39.367667	0.194697	0.009782	79.677	0.812



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	93.64
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.955
Deformación en la falla, %	0.195
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	39.37
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	46.82

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por columnar, y agrietamiento .



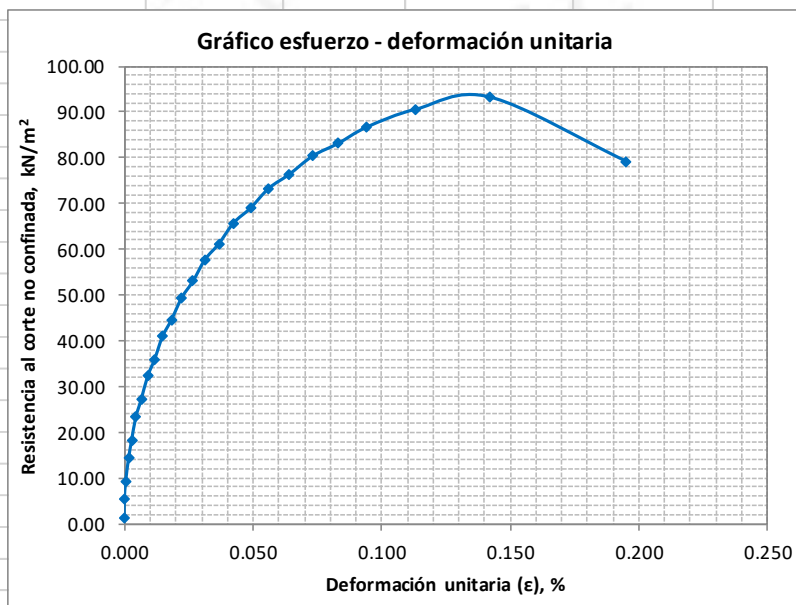
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 92.64 kPa .

Figura D.9

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.25 % PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-002-03				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M2-C)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.25% PP de 40 mm Muestra 3			Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 28-Oct-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.94				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.52				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			2.01
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.14				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.64
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1561.30				Contenido de agua (w), % : Antes			22.72
Relación A/D	: 2.03				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007752	1.213	0.012	
2	1	0.03	0.015967	0.000079	0.007753	5.470	0.056	
3	7	0.06	0.115967	0.000576	0.007757	9.335	0.095	
4	21	0.10	0.349300	0.001734	0.007766	14.475	0.148	
5	35	0.13	0.582633	0.002893	0.007775	18.317	0.187	
6	55	0.17	0.915967	0.004548	0.007788	23.423	0.239	
7	80	0.20	1.332633	0.006617	0.007804	27.218	0.278	
8	110	0.24	1.832633	0.009099	0.007823	32.263	0.329	
9	143	0.27	2.382633	0.011830	0.007845	35.998	0.367	
10	180	0.31	2.999300	0.014892	0.007869	40.970	0.418	
11	222	0.34	3.699300	0.018368	0.007897	44.624	0.455	

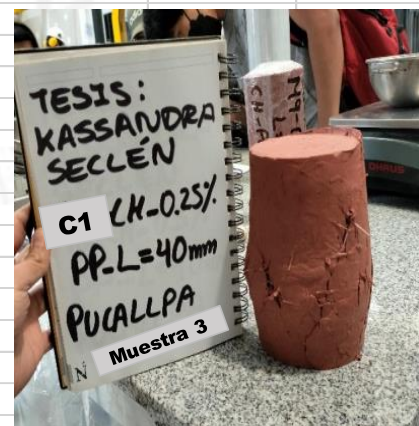
12	271	0.38	4.515967	0.022423	0.007930	49.484	0.505
13	323	0.41	5.382633	0.026726	0.007965	53.032	0.541
14	380	0.45	6.332633	0.031443	0.008004	57.773	0.589
15	444	0.48	7.399300	0.036739	0.008048	61.185	0.624
16	514	0.52	8.565967	0.042532	0.008097	65.757	0.671
17	593	0.55	9.882633	0.049070	0.008152	68.988	0.703
18	680	0.59	11.332633	0.056269	0.008214	73.335	0.748
19	775	0.62	12.915967	0.064131	0.008283	76.346	0.779
20	886	0.66	14.765967	0.073317	0.008366	80.378	0.820
21	1004	0.69	16.732633	0.083082	0.008455	83.079	0.847
22	1142	0.73	19.032633	0.094502	0.008561	86.717	0.884
23	1373	0.78	22.882633	0.113618	0.008746	90.603	0.924
24	1719	0.83	28.649300	0.142251	0.009038	93.209	0.950
25	2362	0.75	39.365967	0.195462	0.009636	79.124	0.807



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	93.21
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.950
Deformación en la falla, %	0.195
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	39.37
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	46.60

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por columnar, y agrietamiento .



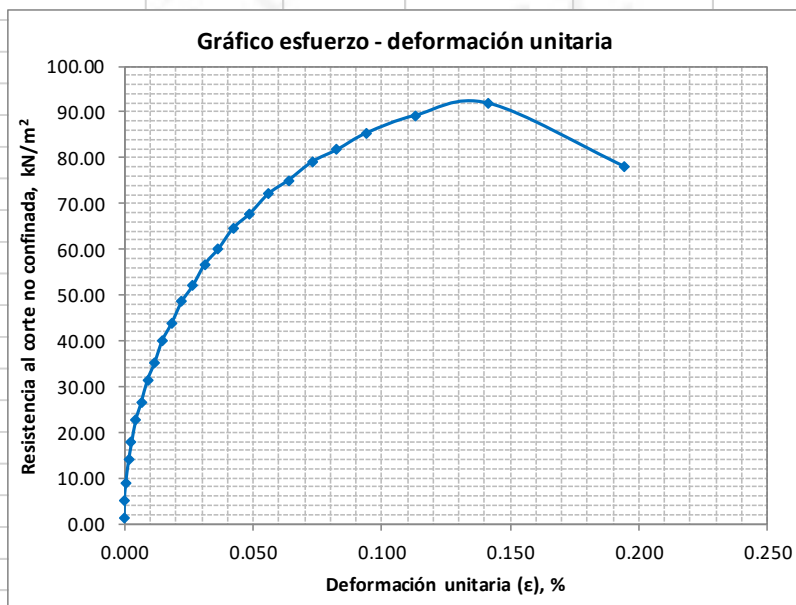
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 93.21 kPa .

Figura D.10

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.25%PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-002-04					Tipo de muestra :	Inalterada
Fuente	C2 (M2-D)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.25% PP de 40 mm Muestra 1				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 28-Oct-22					Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.00				Gravedad específica (G _s) :		2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.46				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :		1.98
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.20				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :		1.60
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1584.92				Contenido de agua (w), % : Antes		23.72
Relación A/D	: 2.02				Presencia de la muestra :		Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen		: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007846	1.199	0.012
2	1	0.03	0.015667	0.000078	0.007847	5.022	0.051
3	7	0.06	0.115667	0.000573	0.007851	8.841	0.090
4	21	0.10	0.349000	0.001728	0.007860	13.920	0.142
5	35	0.13	0.582333	0.002883	0.007869	17.716	0.181
6	55	0.17	0.915667	0.004533	0.007882	22.762	0.232
7	80	0.20	1.332333	0.006596	0.007898	26.513	0.270
8	110	0.24	1.832333	0.009071	0.007918	31.499	0.321
9	143	0.27	2.382333	0.011794	0.007940	35.191	0.359
10	180	0.31	2.999000	0.014847	0.007964	40.104	0.409
11	222	0.34	3.699000	0.018312	0.007992	43.717	0.446

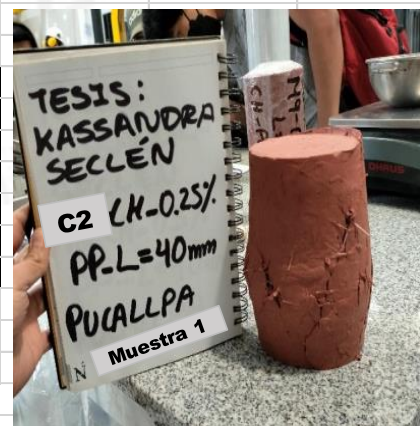
12	271	0.38	4.515667	0.022355	0.008026	48.521	0.495
13	323	0.41	5.382333	0.026645	0.008061	52.030	0.531
14	380	0.45	6.332333	0.031348	0.008100	56.716	0.578
15	444	0.48	7.399000	0.036629	0.008144	60.091	0.613
16	514	0.52	8.565667	0.042404	0.008194	64.612	0.659
17	593	0.55	9.882333	0.048922	0.008250	67.809	0.691
18	680	0.59	11.332333	0.056101	0.008312	72.109	0.735
19	775	0.62	12.915667	0.063939	0.008382	75.090	0.766
20	886	0.66	14.765667	0.073097	0.008465	79.080	0.806
21	1004	0.69	16.732333	0.082833	0.008555	81.756	0.834
22	1142	0.73	19.032333	0.094219	0.008662	85.359	0.870
23	1373	0.78	22.882333	0.113279	0.008848	89.214	0.910
24	1719	0.83	28.649000	0.141827	0.009143	91.810	0.936
25	2362	0.75	39.365667	0.194880	0.009745	77.925	0.795



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	91.81
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.936
Deformación en la falla, %	0.195
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	39.37
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	45.91

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por columnar, y agrietamiento .



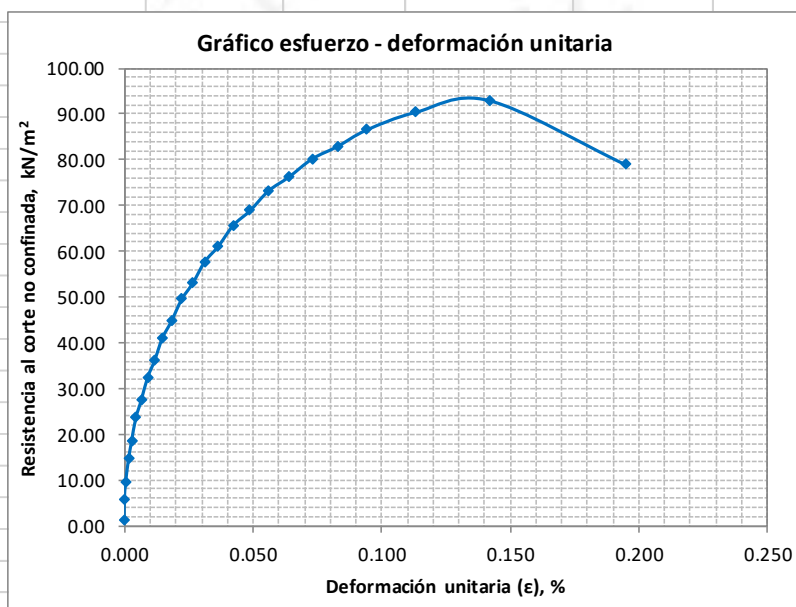
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 91.81 kPa .

Figura D.11

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.25%PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-002-05					Tipo de muestra :	Inalterada
Fuente	C2 (M2-E)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.25% PP de 40 mm Muestra 2				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 28-Oct-22					Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.97				Gravedad específica (G _s) :		2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.99				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :		2.00
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.17				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :		1.60
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1573.08				Contenido de agua (w), % : Antes		24.72
Relación A/D	: 2.02				Presencia de la muestra :		Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen		: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007799	1.206	0.012
2	1	0.04	0.016267	0.000081	0.007800	5.821	0.059
3	7	0.07	0.116267	0.000576	0.007804	9.663	0.099
4	21	0.11	0.349600	0.001733	0.007813	14.772	0.151
5	35	0.14	0.582933	0.002890	0.007822	18.590	0.190
6	55	0.18	0.916267	0.004543	0.007835	23.665	0.241
7	80	0.21	1.332933	0.006608	0.007851	27.437	0.280
8	110	0.25	1.832933	0.009087	0.007871	32.451	0.331
9	143	0.28	2.382933	0.011814	0.007892	36.162	0.369
10	180	0.32	2.999600	0.014872	0.007917	41.103	0.419
11	222	0.35	3.699600	0.018342	0.007945	44.734	0.456

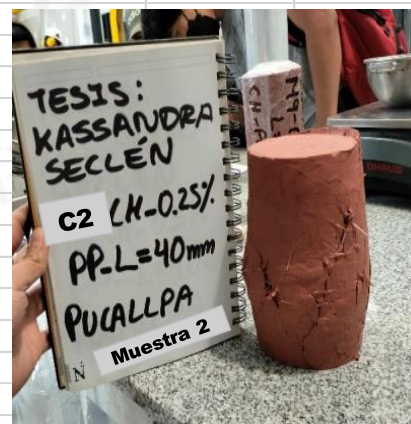
12	271	0.39	4.516267	0.022391	0.007978	49.564	0.505
13	323	0.42	5.382933	0.026688	0.008013	53.090	0.541
14	380	0.46	6.332933	0.031398	0.008052	57.801	0.589
15	444	0.49	7.399600	0.036686	0.008096	61.191	0.624
16	514	0.53	8.566267	0.042470	0.008145	65.734	0.670
17	593	0.56	9.882933	0.048998	0.008201	68.944	0.703
18	680	0.60	11.332933	0.056187	0.008263	73.264	0.747
19	775	0.63	12.916267	0.064037	0.008333	76.255	0.778
20	886	0.67	14.766267	0.073209	0.008415	80.261	0.818
21	1004	0.70	16.732933	0.082960	0.008505	82.944	0.846
22	1142	0.74	19.032933	0.094363	0.008612	86.557	0.883
23	1373	0.79	22.882933	0.113450	0.008797	90.416	0.922
24	1719	0.84	28.649600	0.142041	0.009090	93.001	0.948
25	2362	0.76	39.366267	0.195172	0.009690	78.986	0.805



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	93.00
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.948
Deformación en la falla, %	0.195
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	39.37
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	46.50

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por columnar, y agrietamiento .



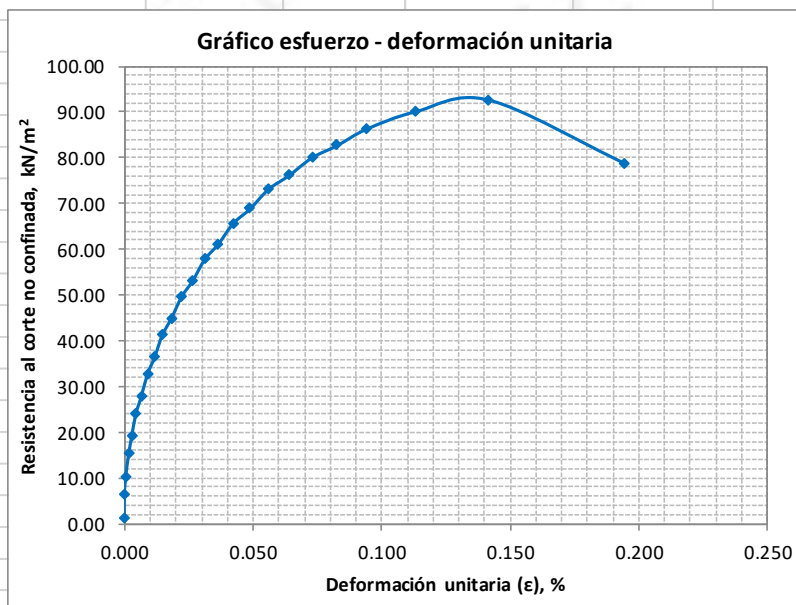
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 93 kPa .

Figura D.12

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.25%PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-002-06					Tipo de muestra :	Inalterada
Fuente	C2 (M2-F)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.25% PP de 40 mm Muestra 3				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 28-Oct-22					Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.01				Gravedad específica (G _s) :		2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.70				Densidad húmeda (γ _m), g/cm ³ :		1.98
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.22				Densidad seca (γ _d), g/cm ³ :		1.57
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1590.86				Contenido de agua (w), % : Antes		25.72
Relación A/D	: 2.02				Presencia de la muestra :		Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen		: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007870	1.195	0.012
2	1	0.04	0.017167	0.000085	0.007870	6.405	0.065
3	7	0.07	0.117167	0.000580	0.007874	10.211	0.104
4	21	0.11	0.350500	0.001734	0.007883	15.273	0.156
5	35	0.14	0.583833	0.002888	0.007892	19.057	0.194
6	55	0.18	0.917167	0.004537	0.007906	24.085	0.246
7	80	0.21	1.333833	0.006598	0.007922	27.822	0.284
8	110	0.25	1.833833	0.009072	0.007942	32.790	0.334
9	143	0.28	2.383833	0.011792	0.007964	36.467	0.372
10	180	0.32	3.000500	0.014843	0.007988	41.361	0.422
11	222	0.35	3.700500	0.018306	0.008016	44.958	0.458

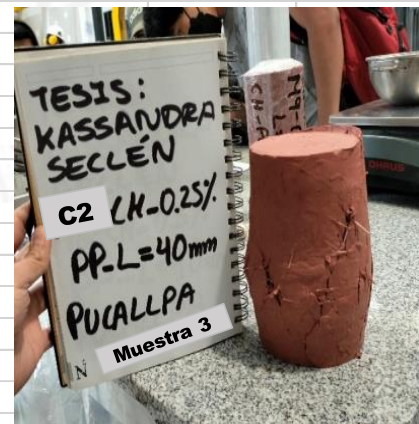
12	271	0.39	4.517167	0.022346	0.008050	49.743	0.507
13	323	0.42	5.383833	0.026633	0.008085	53.235	0.543
14	380	0.46	6.333833	0.031332	0.008124	57.901	0.590
15	444	0.49	7.400500	0.036609	0.008169	61.259	0.625
16	514	0.53	8.567167	0.042380	0.008218	65.759	0.671
17	593	0.56	9.883833	0.048894	0.008274	68.937	0.703
18	680	0.60	11.333833	0.056066	0.008337	73.215	0.747
19	775	0.63	12.917167	0.063899	0.008407	76.176	0.777
20	886	0.67	14.767167	0.073051	0.008490	80.143	0.817
21	1004	0.70	16.733833	0.082779	0.008580	82.798	0.844
22	1142	0.74	19.033833	0.094157	0.008688	86.376	0.881
23	1373	0.79	22.883833	0.113202	0.008874	90.194	0.920
24	1719	0.84	28.650500	0.141729	0.009169	92.745	0.946
25	2362	0.76	39.367167	0.194742	0.009773	78.831	0.804



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	92.75
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.946
Deformación en la falla, %	0.195
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	39.37
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	46.37

Observaciones:

1. Presenta falla frágil, por columnar, y agrietamiento .



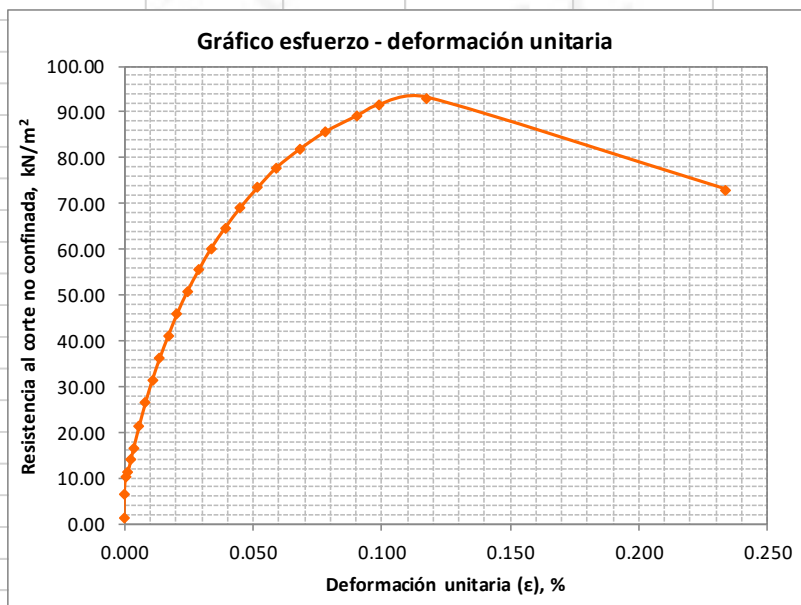
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 92.75 kPa .

Figura D.13

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.5%PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-003-01					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C1 (M3-A)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.50% PP de 40 mm Muestra 1			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 03-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.00					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.61					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 1.99	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.11					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.65	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1580.37					Contenido de agua (w), % : Antes 20.79	
Relación A/D	: 2.01					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007861	1.197	0.012
2	1	0.04	0.016667	0.000083	0.007861	6.285	0.064
3	6	0.07	0.100000	0.000497	0.007864	10.097	0.103
4	18	0.08	0.300000	0.001492	0.007872	11.357	0.116
5	31	0.10	0.516667	0.002570	0.007881	13.883	0.142
6	44	0.12	0.733333	0.003648	0.007889	16.403	0.167
7	71	0.16	1.183333	0.005886	0.007907	21.424	0.218
8	100	0.20	1.666667	0.008290	0.007926	26.419	0.269
9	132	0.24	2.200000	0.010943	0.007948	31.382	0.320
10	168	0.28	2.800000	0.013927	0.007972	36.305	0.370
11	208	0.32	3.466667	0.017243	0.007998	41.183	0.420

12	250	0.36	4.166667	0.020725	0.008027	46.021	0.469
13	297	0.40	4.950000	0.024621	0.008059	50.801	0.518
14	351	0.44	5.850000	0.029097	0.008096	55.509	0.566
15	408	0.48	6.800000	0.033822	0.008136	60.155	0.613
16	475	0.52	7.916667	0.039377	0.008183	64.697	0.660
17	547	0.56	9.116667	0.045345	0.008234	69.153	0.705
18	628	0.60	10.466667	0.052060	0.008292	73.491	0.749
19	714	0.64	11.900000	0.059189	0.008355	77.726	0.793
20	822	0.68	13.700000	0.068142	0.008435	81.728	0.833
21	943	0.72	15.716667	0.078173	0.008527	85.539	0.872
22	1090	0.76	18.166667	0.090359	0.008641	89.037	0.908
23	1200	0.79	20.000000	0.099478	0.008729	91.581	0.934
24	1419	0.82	23.650000	0.117632	0.008909	93.103	0.949
25	2824	0.74	47.066667	0.234104	0.010263	73.018	0.745



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	93.10
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.949
Deformación en la falla, %	0.234
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	47.07
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	46.55

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



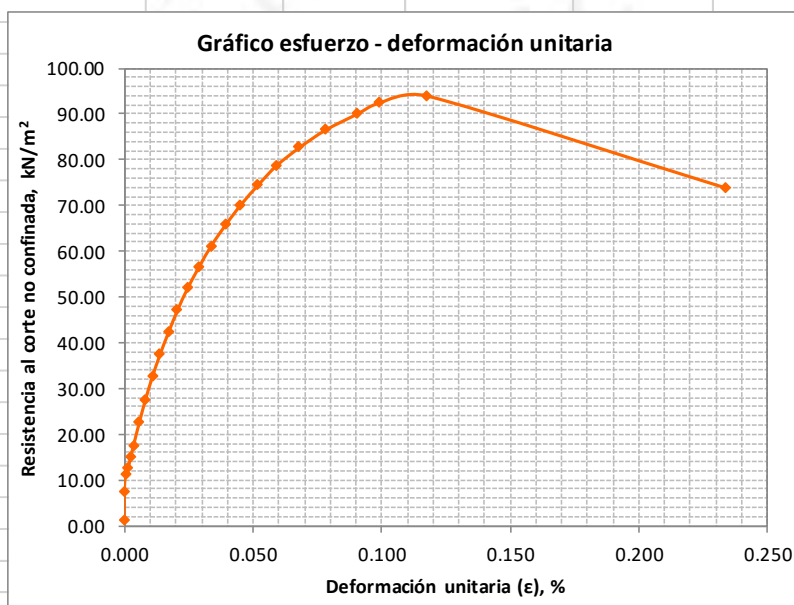
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 93.10 kPa.

Figura D.14

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.5%PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-003-02					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C1 (M3-B)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.50% PP de 40 mm Muestra 2			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 03-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.01					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.76					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 1.99	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.12					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.63	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1584.26					Contenido de agua (w), % : Antes 21.79	
Relación A/D	: 2.01					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007876	1.194	0.012
2	1	0.05	0.017667	0.000088	0.007877	7.542	0.077
3	6	0.08	0.101000	0.000502	0.007880	11.346	0.116
4	18	0.09	0.301000	0.001496	0.007888	12.603	0.129
5	31	0.11	0.517667	0.002574	0.007896	15.122	0.154
6	44	0.13	0.734333	0.003651	0.007905	17.636	0.180
7	71	0.17	1.184333	0.005888	0.007923	22.645	0.231
8	100	0.21	1.667667	0.008291	0.007942	27.627	0.282
9	132	0.25	2.201000	0.010942	0.007963	32.576	0.332
10	168	0.29	2.801000	0.013925	0.007987	37.486	0.382
11	208	0.33	3.467667	0.017239	0.008014	42.351	0.432

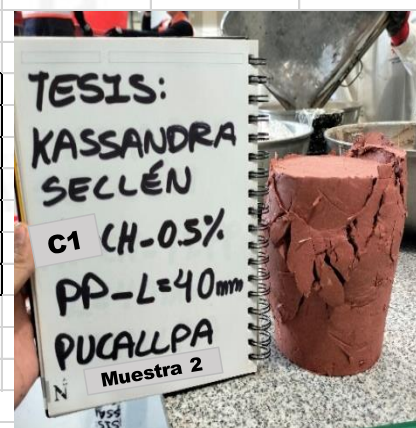
12	250	0.37	4.167667	0.020719	0.008043	47.174	0.481
13	297	0.41	4.951000	0.024613	0.008075	51.941	0.530
14	351	0.45	5.851000	0.029088	0.008112	56.633	0.577
15	408	0.49	6.801000	0.033811	0.008152	61.265	0.625
16	475	0.53	7.917667	0.039362	0.008199	65.792	0.671
17	547	0.57	9.117667	0.045328	0.008250	70.232	0.716
18	628	0.61	10.467667	0.052039	0.008308	74.552	0.760
19	714	0.65	11.901000	0.059165	0.008371	78.770	0.803
20	822	0.69	13.701000	0.068113	0.008452	82.754	0.844
21	943	0.73	15.717667	0.078139	0.008544	86.545	0.883
22	1090	0.77	18.167667	0.090319	0.008658	90.022	0.918
23	1200	0.80	20.001000	0.099433	0.008746	92.550	0.944
24	1419	0.83	23.651000	0.117579	0.008925	94.047	0.959
25	2824	0.75	47.067667	0.233993	0.010282	73.859	0.753



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	94.05
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	0.959
Deformación en la falla, %	0.234
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	47.07
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	47.02

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



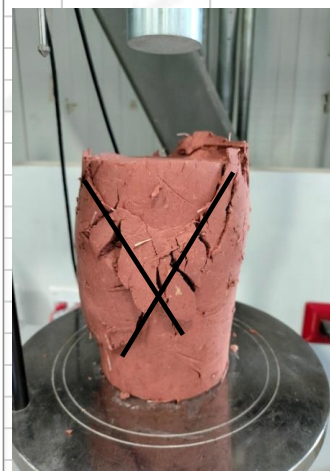
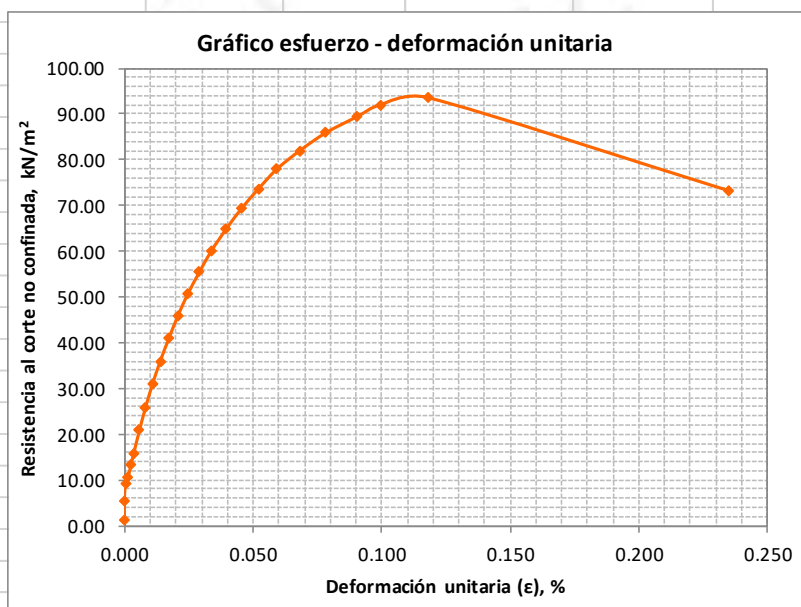
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 94.05 kPa.

Figura D.15

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.5%PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-003-03				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M3-C)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.50% PP de 40 mm Muestra 3			Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 03-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.93				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.51				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			2.03
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.04				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.65
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1552.84				Contenido de agua (w), % : Antes			22.79
Relación A/D	: 2.02				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007751	1.214	0.012	
2	1	0.03	0.015967	0.000080	0.007751	5.471	0.056	
3	6	0.06	0.099300	0.000496	0.007754	9.337	0.095	
4	18	0.07	0.299300	0.001494	0.007762	10.616	0.108	
5	31	0.09	0.515967	0.002575	0.007771	13.179	0.134	
6	44	0.11	0.732633	0.003657	0.007779	15.735	0.160	
7	71	0.15	1.182633	0.005903	0.007797	20.830	0.212	
8	100	0.19	1.665967	0.008315	0.007816	25.898	0.264	
9	132	0.23	2.199300	0.010977	0.007837	30.932	0.315	
10	168	0.27	2.799300	0.013972	0.007860	35.927	0.366	
11	208	0.31	3.465967	0.017300	0.007887	40.878	0.417	

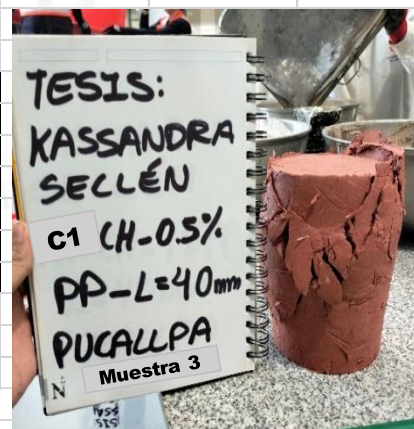
12	250	0.35	4.165967	0.020793	0.007915	45.786	0.467
13	297	0.39	4.949300	0.024703	0.007947	50.636	0.516
14	351	0.43	5.849300	0.029195	0.007984	55.413	0.565
15	408	0.47	6.799300	0.033937	0.008023	60.128	0.613
16	475	0.51	7.915967	0.039511	0.008069	64.738	0.660
17	547	0.55	9.115967	0.045500	0.008120	69.261	0.706
18	628	0.59	10.465967	0.052238	0.008178	73.663	0.751
19	714	0.63	11.899300	0.059393	0.008240	77.961	0.795
20	822	0.67	13.699300	0.068377	0.008320	82.025	0.836
21	943	0.71	15.715967	0.078443	0.008410	85.895	0.876
22	1090	0.75	18.165967	0.090671	0.008523	89.448	0.912
23	1200	0.78	19.999300	0.099822	0.008610	92.032	0.938
24	1419	0.81	23.649300	0.118040	0.008788	93.583	0.954
25	2824	0.73	47.065967	0.234919	0.010130	73.284	0.747



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	93.58
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.954
Deformación en la falla, %	0.235
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	47.07
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	46.79

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



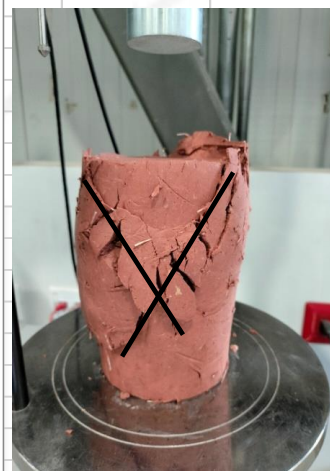
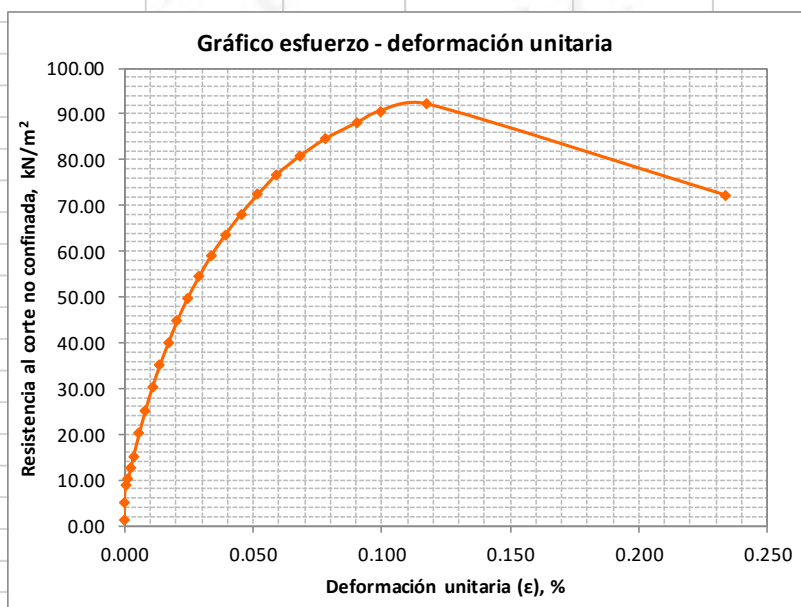
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 93.58 kPa.

Figura D.16

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.5%PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-003-04					Tipo de muestra :	Inalterada
Fuente	C2 (M3-D)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.50% PP de 40 mm Muestra 1				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 03-Nov-22					Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.99				Gravedad específica (G _s) :		2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.45				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :		2.00
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.10				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :		1.61
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1576.36				Contenido de agua (w), % : Antes		23.79
Relación A/D	: 2.01				Presencia de la muestra :		Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen		: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007845	1.199	0.012
2	1	0.03	0.015667	0.000078	0.007845	5.023	0.051
3	6	0.06	0.099000	0.000493	0.007848	8.843	0.090
4	18	0.07	0.299000	0.001488	0.007856	10.107	0.103
5	31	0.09	0.515667	0.002566	0.007865	12.639	0.129
6	44	0.11	0.732333	0.003644	0.007873	15.166	0.155
7	71	0.15	1.182333	0.005884	0.007891	20.201	0.206
8	100	0.19	1.665667	0.008289	0.007910	25.209	0.257
9	132	0.23	2.199000	0.010943	0.007931	30.185	0.308
10	168	0.27	2.799000	0.013929	0.007955	35.122	0.358
11	208	0.31	3.465667	0.017246	0.007982	40.015	0.408

12	250	0.35	4.165667	0.020730	0.008011	44.866	0.458
13	297	0.39	4.949000	0.024628	0.008043	49.661	0.506
14	351	0.43	5.849000	0.029107	0.008080	54.384	0.555
15	408	0.47	6.799000	0.033834	0.008119	59.045	0.602
16	475	0.51	7.915667	0.039391	0.008166	63.604	0.649
17	547	0.55	9.115667	0.045363	0.008217	68.076	0.694
18	628	0.59	10.465667	0.052081	0.008276	72.431	0.739
19	714	0.63	11.899000	0.059214	0.008338	76.683	0.782
20	822	0.67	13.699000	0.068171	0.008418	80.704	0.823
21	943	0.71	15.715667	0.078207	0.008510	84.535	0.862
22	1090	0.75	18.165667	0.090399	0.008624	88.055	0.898
23	1200	0.78	19.999000	0.099522	0.008712	90.616	0.924
24	1419	0.81	23.649000	0.117686	0.008891	92.162	0.940
25	2824	0.73	47.065667	0.234216	0.010244	72.181	0.736



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	92.16
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	0.940
Deformación en la falla, %	0.234
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	47.07
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	46.08

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



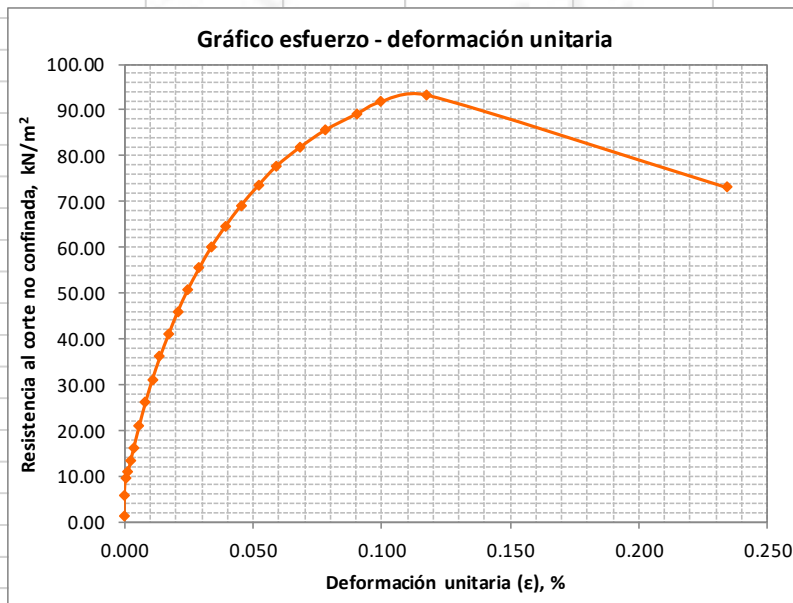
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 92.16 kPa.

Figura D.17

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.5%PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-003-05				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C2 (M3-E)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.50% PP de 40 mm Muestra 2		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 03-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.96				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.98				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			2.01
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.07				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.61
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1564.58				Contenido de agua (w), % :			Antes 24.79
Relación A/D	: 2.01				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007798	1.206	0.012	
2	1	0.04	0.016267	0.000081	0.007798	5.823	0.059	
3	6	0.07	0.099600	0.000496	0.007801	9.666	0.099	
4	18	0.08	0.299600	0.001493	0.007809	10.937	0.112	
5	31	0.10	0.516267	0.002573	0.007818	13.483	0.137	
6	44	0.12	0.732933	0.003653	0.007826	16.024	0.163	
7	71	0.16	1.182933	0.005896	0.007844	21.088	0.215	
8	100	0.20	1.666267	0.008304	0.007863	26.124	0.266	
9	132	0.24	2.199600	0.010962	0.007884	31.127	0.317	
10	168	0.28	2.799600	0.013953	0.007908	36.091	0.368	
11	208	0.32	3.466267	0.017275	0.007935	41.011	0.418	

12	250	0.36	4.166267	0.020764	0.007963	45.889	0.468
13	297	0.40	4.949600	0.024668	0.007995	50.709	0.517
14	351	0.44	5.849600	0.029153	0.008032	55.456	0.565
15	408	0.48	6.799600	0.033888	0.008071	60.142	0.613
16	475	0.52	7.916267	0.039453	0.008118	64.723	0.660
17	547	0.56	9.116267	0.045434	0.008169	69.216	0.706
18	628	0.60	10.466267	0.052162	0.008227	73.591	0.750
19	714	0.64	11.899600	0.059305	0.008289	77.862	0.794
20	822	0.68	13.699600	0.068276	0.008369	81.899	0.835
21	943	0.72	15.716267	0.078327	0.008460	85.743	0.874
22	1090	0.76	18.166267	0.090537	0.008574	89.273	0.910
23	1200	0.79	19.999600	0.099674	0.008661	91.840	0.937
24	1419	0.82	23.649600	0.117865	0.008839	93.378	0.952
25	2824	0.74	47.066267	0.234569	0.010187	73.171	0.746



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	93.38
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.952
Deformación en la falla, %	0.235
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	47.07
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	46.69

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



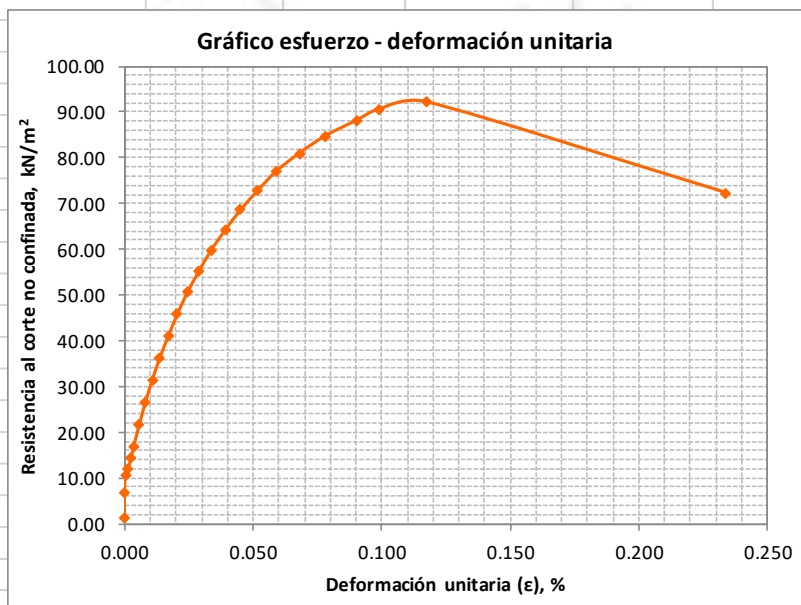
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 93.38 kPa.

Figura D.18

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.5%PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -							
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01		
DATOS DEL PROYECTO									
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad									
Id. proyecto	: U - 2022								
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali								
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez								
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu								
DATOS DE LA MUESTRA									
Id. Ensayo	2022-003-06			Tipo de muestra :				Inalterada	
Fuente	C2 (M3-F)			Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.50% PP de				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1			40 mm Muestra 3				Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 03-Nov-22							Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA									
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.09							Gravedad específica (G _s) :	2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 79.96							Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :	1.96
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.11							Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :	1.55
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1607.99			Contenido de agua (w), % :				Antes 25.79	
Relación A/D	: 1.99							Presencia de la muestra :	Completa
Grado de Saturación, %	:							Especimen	: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²		
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007996	1.176	0.012		
2	1	0.05	0.017167	0.000085	0.007997	6.804	0.069		
3	6	0.08	0.100500	0.000500	0.008000	10.551	0.108		
4	18	0.09	0.300500	0.001494	0.008008	11.789	0.120		
5	31	0.11	0.517167	0.002572	0.008017	14.271	0.146		
6	44	0.13	0.733833	0.003649	0.008025	16.748	0.171		
7	71	0.17	1.183833	0.005887	0.008043	21.683	0.221		
8	100	0.21	1.667167	0.008290	0.008063	26.592	0.271		
9	132	0.25	2.200500	0.010942	0.008084	31.469	0.321		
10	168	0.29	2.800500	0.013926	0.008109	36.306	0.370		
11	208	0.33	3.467167	0.017241	0.008136	41.101	0.419		

12	250	0.37	4.167167	0.020722	0.008165	45.854	0.468
13	297	0.41	4.950500	0.024617	0.008198	50.551	0.515
14	351	0.45	5.850500	0.029092	0.008236	55.176	0.563
15	408	0.49	6.800500	0.033817	0.008276	59.741	0.609
16	475	0.53	7.917167	0.039369	0.008324	64.203	0.655
17	547	0.57	9.117167	0.045336	0.008376	68.580	0.699
18	628	0.61	10.467167	0.052050	0.008435	72.840	0.743
19	714	0.65	11.900500	0.059177	0.008499	76.999	0.785
20	822	0.69	13.700500	0.068128	0.008581	80.928	0.825
21	943	0.73	15.717167	0.078156	0.008674	84.668	0.863
22	1090	0.77	18.167167	0.090339	0.008790	88.100	0.898
23	1200	0.80	20.000500	0.099455	0.008879	90.596	0.924
24	1419	0.83	23.650500	0.117606	0.009062	92.081	0.939
25	2824	0.75	47.067167	0.234049	0.010439	72.266	0.737



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	92.08
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	0.939
Deformación en la falla, %	0.234
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	47.07
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	46.04

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



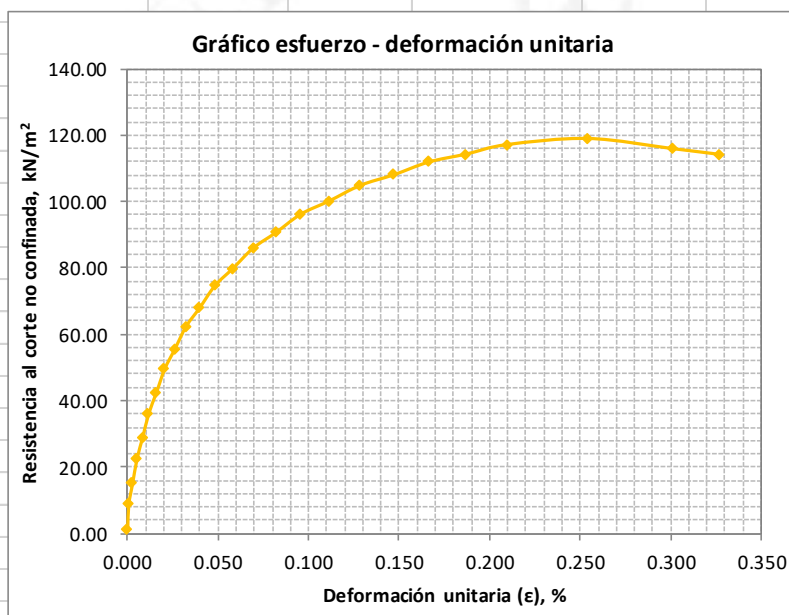
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 92.08 kPa.

Figura D.19

Ensayo de comprensión simple de la primera muestra de suelo con 1%PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-004-01					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C1 (M4-A)		Suelo arcilloso de Calicata 1 con 1% PP de 40 mm Muestra 1			Clasificación SUCS : CH	
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO : A - 7 - 5	
Fecha	: 07-Nov-22					Peso de la muestra (W), g : 3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.02					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.86					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 1.99	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.01					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.65	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1578.06					Contenido de agua (w), % : Antes 20.61	
Relación A/D	: 2.00					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007886	1.193	0.012
2	7	0.06	0.116667	0.000583	0.007891	8.796	0.090
3	32	0.11	0.533333	0.002665	0.007907	15.100	0.154
4	62	0.17	1.033333	0.005164	0.007927	22.631	0.231
5	98	0.22	1.633333	0.008163	0.007951	28.851	0.294
6	140	0.28	2.333333	0.011661	0.007979	36.269	0.370
7	189	0.33	3.150000	0.015742	0.008013	42.360	0.432
8	245	0.39	4.083333	0.020406	0.008051	49.612	0.506
9	311	0.44	5.183333	0.025904	0.008096	55.509	0.566
10	388	0.50	6.466667	0.032317	0.008150	62.506	0.637
11	478	0.55	7.966667	0.039813	0.008213	68.109	0.695

12	579	0.61	9.650000	0.048226	0.008286	74.754	0.762
13	698	0.66	11.633333	0.058138	0.008373	79.947	0.815
14	833	0.72	13.883333	0.069382	0.008474	86.072	0.878
15	983	0.77	16.383333	0.081876	0.008590	90.738	0.925
16	1148	0.83	19.133333	0.095619	0.008720	96.260	0.982
17	1336	0.88	22.266667	0.111278	0.008874	100.228	1.022
18	1542	0.94	25.700000	0.128436	0.009049	104.924	1.070
19	1764	0.99	29.400000	0.146927	0.009245	108.106	1.102
20	1998	1.05	33.300000	0.166417	0.009461	111.978	1.142
21	2246	1.10	37.433333	0.187073	0.009701	114.358	1.166
22	2516	1.16	41.933333	0.209562	0.009977	117.208	1.195
23	3056	1.25	50.933333	0.254539	0.010579	119.046	1.214
24	3621	1.30	60.350000	0.301599	0.011292	115.958	1.182
25	3930	1.33	65.500000	0.327336	0.011724	114.244	1.165



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	119.05
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.214
Deformación en la falla, %	0.327
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	65.50
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	59.52

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



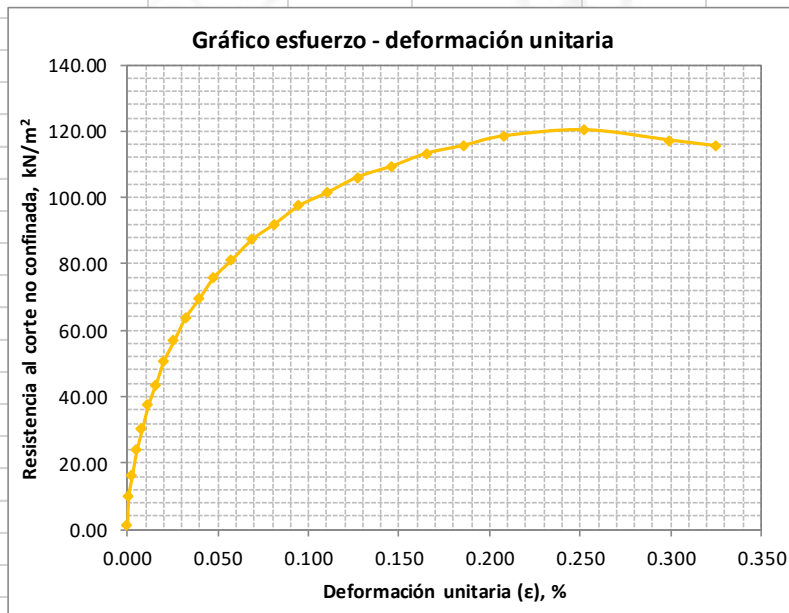
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 119.05 kPa.

Figura D.20

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 1%PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-004-02					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C1 (M4-B)		Suelo arcilloso de Calicata 1 con 1% PP de 40 mm Muestra 2			Clasificación SUCS : CH	
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO : A - 7 - 5	
Fecha	: 07-Nov-22					Peso de la muestra (W), g : 3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.02					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.87					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 1.98	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.15					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.63	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1589.15					Contenido de agua (w), % : Antes 21.61	
Relación A/D	: 2.01					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007887	1.193	0.012
2	7	0.07	0.117667	0.000584	0.007892	10.062	0.103
3	32	0.12	0.534333	0.002652	0.007908	16.364	0.167
4	62	0.18	1.034333	0.005133	0.007928	23.892	0.244
5	98	0.23	1.634333	0.008111	0.007951	30.108	0.307
6	140	0.29	2.334333	0.011585	0.007979	37.522	0.383
7	189	0.34	3.151000	0.015638	0.008012	43.609	0.445
8	245	0.40	4.084333	0.020271	0.008050	50.857	0.519
9	311	0.45	5.184333	0.025730	0.008095	56.750	0.579
10	388	0.51	6.467667	0.032099	0.008149	63.742	0.650
11	478	0.56	7.967667	0.039544	0.008212	69.341	0.707

12	579	0.62	9.651000	0.047898	0.008284	75.981	0.775
13	698	0.67	11.634333	0.057741	0.008370	81.168	0.828
14	833	0.73	13.884333	0.068908	0.008471	87.290	0.890
15	983	0.78	16.384333	0.081316	0.008585	91.951	0.938
16	1148	0.84	19.134333	0.094964	0.008715	97.470	0.994
17	1336	0.89	22.267667	0.110515	0.008867	101.434	1.034
18	1542	0.95	25.701000	0.127555	0.009040	106.128	1.082
19	1764	1.00	29.401000	0.145918	0.009234	109.308	1.115
20	1998	1.06	33.301000	0.165274	0.009449	113.181	1.154
21	2246	1.11	37.434333	0.185788	0.009687	115.562	1.178
22	2516	1.17	41.934333	0.208121	0.009960	118.416	1.208
23	3056	1.26	50.934333	0.252788	0.010555	120.263	1.226
24	3621	1.31	60.351000	0.299524	0.011259	117.182	1.195
25	3930	1.34	65.501000	0.325083	0.011686	115.473	1.177



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	120.26
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	1.226
Deformación en la falla, %	0.325
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	65.50
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	60.13

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



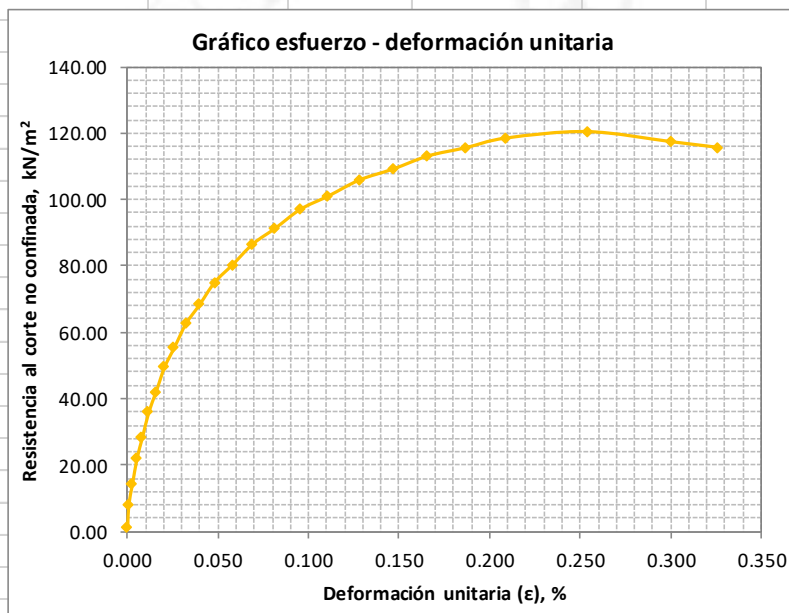
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 120.26 kPa.

Figura D.21

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 1%PP de 40 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-004-03					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C1 (M4-C)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 1% PP de 40 mm Muestra 3			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 07-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D_0), cm	: 9.94					Gravedad específica (G_s) : 2.54	
Área inicial (A_0), cm ²	: 77.62					Densidad húmeda (γ_m), g/cm ³ : 2.02	
Altura inicial (L_0), cm	: 20.07					Densidad seca (γ_d), g/cm ³ : 1.65	
Volumen inicial (V_0), cm ³	: 1557.67					Contenido de agua (w), % : Antes 22.61	
Relación A/D	: 2.02					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007762	1.212	0.012
2	7	0.05	0.115967	0.000578	0.007766	8.036	0.082
3	32	0.10	0.532633	0.002654	0.007782	14.444	0.147
4	62	0.16	1.032633	0.005145	0.007802	22.098	0.225
5	98	0.21	1.632633	0.008135	0.007825	28.422	0.290
6	140	0.27	2.332633	0.011623	0.007853	35.962	0.367
7	189	0.32	3.149300	0.015692	0.007885	42.155	0.430
8	245	0.38	4.082633	0.020343	0.007923	49.529	0.505
9	311	0.43	5.182633	0.025824	0.007967	55.528	0.566
10	388	0.49	6.465967	0.032219	0.008020	62.644	0.639
11	478	0.54	7.965967	0.039693	0.008082	68.347	0.697

12	579	0.60	9.649300	0.048081	0.008154	75.109	0.766
13	698	0.65	11.632633	0.057963	0.008239	80.397	0.820
14	833	0.71	13.882633	0.069175	0.008338	86.636	0.883
15	983	0.76	16.382633	0.081632	0.008451	91.393	0.932
16	1148	0.82	19.132633	0.095334	0.008579	97.023	0.989
17	1336	0.87	22.265967	0.110947	0.008730	101.076	1.031
18	1542	0.93	25.699300	0.128055	0.008901	105.871	1.080
19	1764	0.98	29.399300	0.146491	0.009094	109.131	1.113
20	1998	1.04	33.299300	0.165924	0.009306	113.094	1.153
21	2246	1.09	37.432633	0.186520	0.009541	115.542	1.178
22	2516	1.15	41.932633	0.208942	0.009812	118.472	1.208
23	3056	1.24	50.932633	0.253788	0.010401	120.409	1.228
24	3621	1.29	60.349300	0.300709	0.011099	117.342	1.197
25	3930	1.32	65.499300	0.326371	0.011522	115.640	1.179



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	120.41
Resistencia al corte no confinada (q _s), kg/cm ²	1.228
Deformación en la falla, %	0.326
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	65.50
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c _u), kPa o kN/m ²	60.20

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



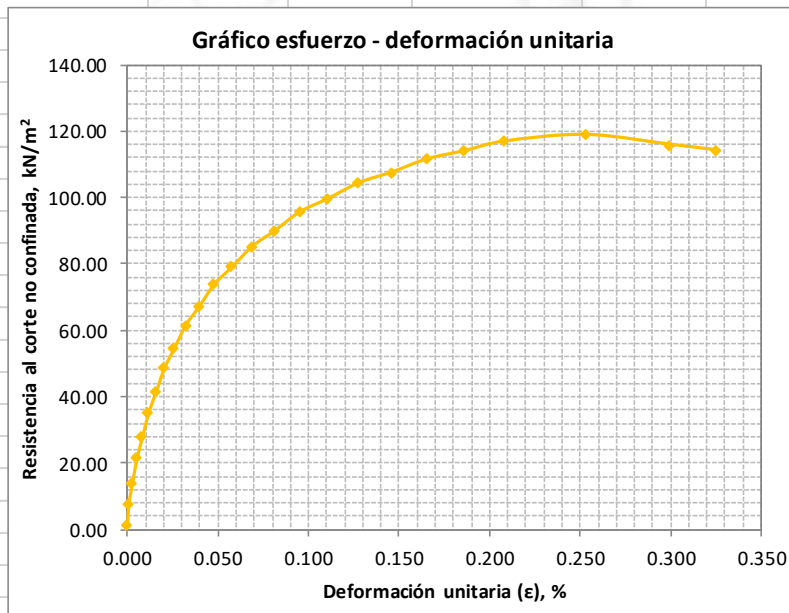
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 120.41 kPa.

Figura D.22

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 1%PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-004-04					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M4-D)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 1% PP de 40 mm Muestra 1			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 07-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.00					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.56					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 1.99	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.13					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.61	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1581.24					Contenido de agua (w), % : Antes 23.61	
Relación A/D	: 2.01					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007856	1.197	0.012
2	7	0.05	0.115667	0.000575	0.007860	7.558	0.077
3	32	0.10	0.532333	0.002645	0.007876	13.890	0.142
4	62	0.16	1.032333	0.005129	0.007896	21.455	0.219
5	98	0.21	1.632333	0.008109	0.007920	27.704	0.282
6	140	0.27	2.332333	0.011587	0.007948	35.156	0.358
7	189	0.32	3.149000	0.015644	0.007980	41.277	0.421
8	245	0.38	4.082333	0.020281	0.008018	48.565	0.495
9	311	0.43	5.182333	0.025746	0.008063	54.496	0.556
10	388	0.49	6.465667	0.032121	0.008116	61.532	0.627
11	478	0.54	7.965667	0.039573	0.008179	67.171	0.685

12	579	0.60	9.649000	0.047936	0.008251	73.858	0.753
13	698	0.65	11.632333	0.057789	0.008337	79.091	0.806
14	833	0.71	13.882333	0.068967	0.008437	85.263	0.869
15	983	0.76	16.382333	0.081387	0.008552	89.973	0.917
16	1148	0.82	19.132333	0.095049	0.008681	95.547	0.974
17	1336	0.87	22.265667	0.110615	0.008833	99.564	1.015
18	1542	0.93	25.699000	0.127672	0.009005	104.317	1.064
19	1764	0.98	29.399000	0.146053	0.009199	107.555	1.097
20	1998	1.04	33.299000	0.165428	0.009413	111.489	1.137
21	2246	1.09	37.432333	0.185962	0.009650	113.927	1.162
22	2516	1.15	41.932333	0.208318	0.009923	116.845	1.191
23	3056	1.24	50.932333	0.253030	0.010517	118.804	1.211
24	3621	1.29	60.349000	0.299811	0.011219	115.820	1.181
25	3930	1.32	65.499000	0.325396	0.011645	114.164	1.164



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	118.80
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.211
Deformación en la falla, %	0.325
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	65.50
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	59.40

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



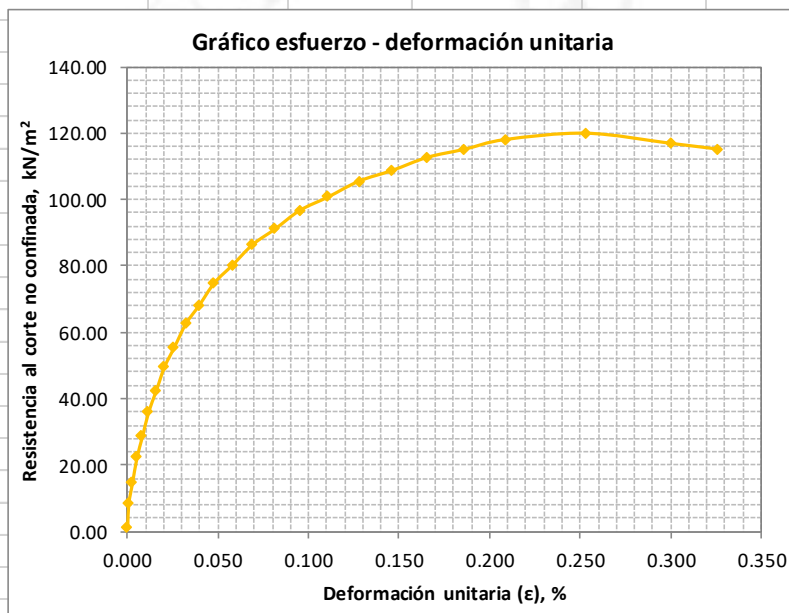
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 118.80 kPa.

Figura D.23

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 1%PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-004-05					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M4-E)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 1% PP de 40 mm Muestra 2			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 07-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.97					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.08					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.00	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.10					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.61	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1569.43					Contenido de agua (w), % : Antes 24.61	
Relación A/D	: 2.02					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007808	1.205	0.012
2	7	0.06	0.116267	0.000578	0.007813	8.371	0.085
3	32	0.11	0.532933	0.002652	0.007829	14.740	0.150
4	62	0.17	1.032933	0.005139	0.007849	22.348	0.228
5	98	0.22	1.632933	0.008124	0.007872	28.632	0.292
6	140	0.28	2.332933	0.011607	0.007900	36.126	0.368
7	189	0.33	3.149600	0.015670	0.007933	42.281	0.431
8	245	0.39	4.082933	0.020314	0.007970	49.609	0.506
9	311	0.44	5.182933	0.025787	0.008015	55.570	0.567
10	388	0.50	6.466267	0.032172	0.008068	62.643	0.639
11	478	0.55	7.966267	0.039635	0.008131	68.309	0.697

12	579	0.61	9.649600	0.048010	0.008202	75.029	0.765
13	698	0.66	11.632933	0.057878	0.008288	80.284	0.819
14	833	0.72	13.882933	0.069073	0.008388	86.483	0.882
15	983	0.77	16.382933	0.081511	0.008501	91.209	0.930
16	1148	0.83	19.132933	0.095193	0.008630	96.802	0.987
17	1336	0.88	22.266267	0.110783	0.008781	100.828	1.028
18	1542	0.94	25.699600	0.127865	0.008953	105.593	1.077
19	1764	0.99	29.399600	0.146274	0.009146	108.831	1.110
20	1998	1.05	33.299600	0.165678	0.009359	112.768	1.150
21	2246	1.10	37.432933	0.186243	0.009596	115.199	1.175
22	2516	1.16	41.932933	0.208632	0.009867	118.110	1.204
23	3056	1.25	50.932933	0.253410	0.010459	120.033	1.224
24	3621	1.30	60.349600	0.300262	0.011159	116.981	1.193
25	3930	1.33	65.499600	0.325885	0.011583	115.287	1.176



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	120.03
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	1.224
Deformación en la falla, %	0.326
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	65.50
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	60.02

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



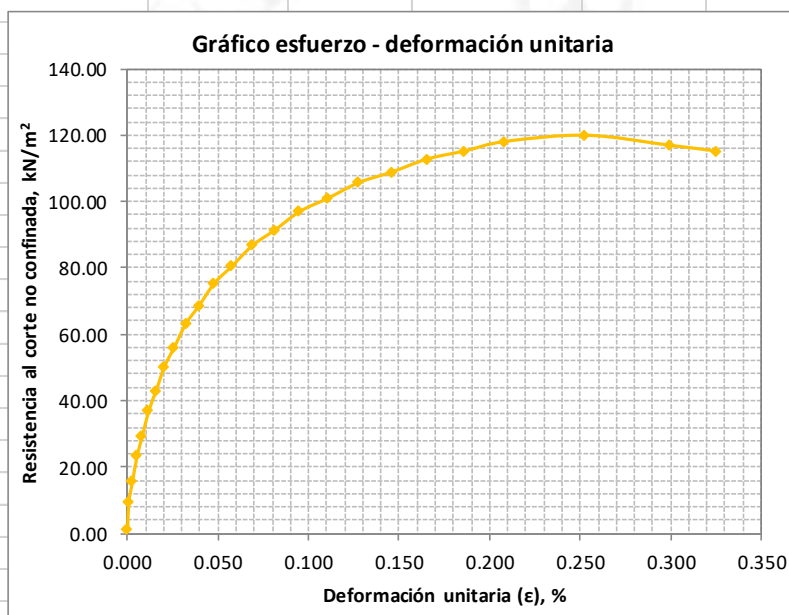
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 120.03 kPa.

Figura D.24

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 1%PP de 40 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-004-06					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M4-F)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 1% PP de 40 mm Muestra 3			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 07-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D_0), cm	: 10.02					Gravedad específica (G_s) : 2.54	
Área inicial (A_0), cm^2	: 78.79					Densidad húmeda (γ_m), g/cm^3 : 1.98	
Altura inicial (L_0), cm	: 20.14					Densidad seca (γ_d), g/cm^3 : 1.58	
Volumen inicial (V_0), cm^3	: 1587.17					Contenido de agua (w), % : Antes 25.61	
Relación A/D	: 2.01					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm^2	Carga axial, kN/m^2	Carga axial, kg/cm^2
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007879	1.194	0.012
2	7	0.07	0.117167	0.000582	0.007884	9.438	0.096
3	32	0.12	0.533833	0.002650	0.007900	15.747	0.161
4	62	0.18	1.033833	0.005132	0.007920	23.284	0.237
5	98	0.23	1.633833	0.008111	0.007944	29.509	0.301
6	140	0.29	2.333833	0.011586	0.007971	36.932	0.377
7	189	0.34	3.150500	0.015640	0.008004	43.028	0.439
8	245	0.40	4.083833	0.020273	0.008042	50.286	0.513
9	311	0.45	5.183833	0.025734	0.008087	56.188	0.573
10	388	0.51	6.467167	0.032105	0.008140	63.191	0.644
11	478	0.56	7.967167	0.039551	0.008204	68.800	0.702

12	579	0.62	9.650500	0.047908	0.008276	75.451	0.769
13	698	0.67	11.633833	0.057753	0.008362	80.651	0.822
14	833	0.73	13.883833	0.068923	0.008462	86.785	0.885
15	983	0.78	16.383833	0.081334	0.008577	91.458	0.933
16	1148	0.84	19.133833	0.094985	0.008706	96.990	0.989
17	1336	0.89	22.267167	0.110540	0.008858	100.968	1.030
18	1542	0.95	25.700500	0.127584	0.009031	105.676	1.078
19	1764	1.00	29.400500	0.145952	0.009226	108.871	1.110
20	1998	1.06	33.300500	0.165312	0.009440	112.759	1.150
21	2246	1.11	37.433833	0.185831	0.009678	115.154	1.174
22	2516	1.17	41.933833	0.208170	0.009951	118.024	1.204
23	3056	1.26	50.933833	0.252849	0.010546	119.899	1.223
24	3621	1.31	60.350500	0.299595	0.011249	116.842	1.191
25	3930	1.34	65.500500	0.325161	0.011676	115.147	1.174



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	119.90
Resistencia al corte no confinada (q _s), kg/cm ²	1.223
Deformación en la falla, %	0.325
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	65.50
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c _u), kPa o kN/m ²	59.95

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



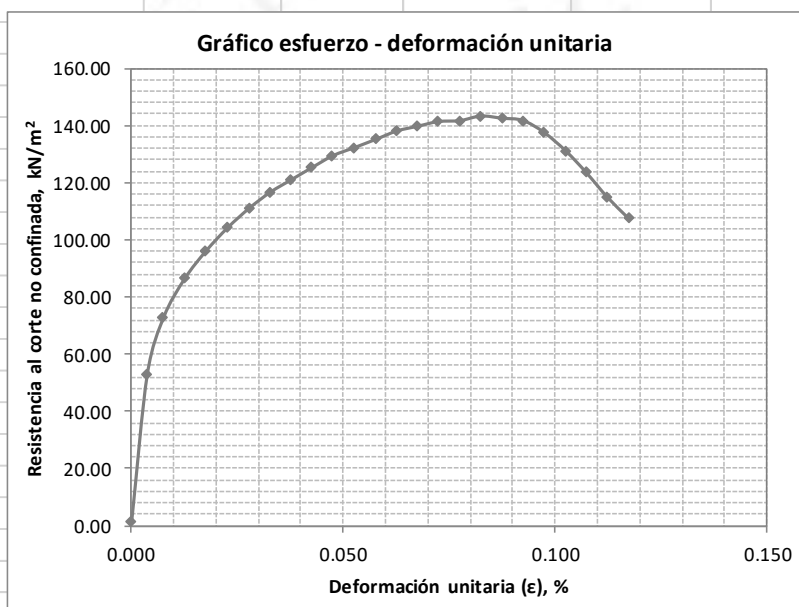
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 119.90 kPa.

Figura D.25

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.25%PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-005-01			Tipo de muestra :				Inalterada
Fuente	C1 (M5-A)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.25% PP de 50 mm Muestra 1			Clasificación SUCS :		CH	
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :		A - 7 - 5	
Fecha	: 10-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :		3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.01			Gravedad específica (G _s) :				2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.72			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :				1.98
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.13			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :				1.64
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1584.91			Contenido de agua (w), % : Antes				20.84
Relación A/D	: 2.01			Presencia de la muestra :				Completa
Grado de Saturación, %	:			Especimen				: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007872	1.195	0.012	
2	45	0.41	0.750000	0.003725	0.007901	53.083	0.541	
3	92	0.57	1.533333	0.007615	0.007932	73.047	0.745	
4	152	0.68	2.533333	0.012582	0.007972	86.480	0.882	
5	212	0.76	3.533333	0.017549	0.008012	96.029	0.979	
6	274	0.83	4.566667	0.022681	0.008054	104.219	1.063	
7	336	0.89	5.600000	0.027813	0.008097	111.082	1.133	
8	396	0.94	6.600000	0.032779	0.008138	116.658	1.190	
9	455	0.98	7.583333	0.037663	0.008180	120.959	1.233	
10	514	1.02	8.566667	0.042547	0.008221	125.211	1.277	
11	574	1.06	9.566667	0.047514	0.008264	129.401	1.320	

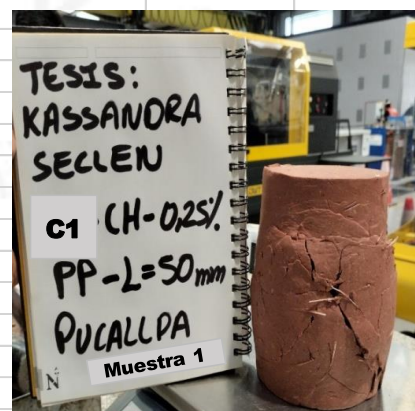
12	637	1.09	10.616667	0.052728	0.008310	132.303	1.349
13	698	1.12	11.633333	0.057778	0.008354	135.189	1.379
14	757	1.15	12.616667	0.062662	0.008398	138.061	1.408
15	816	1.17	13.600000	0.067545	0.008442	139.710	1.425
16	875	1.19	14.583333	0.072429	0.008486	141.335	1.441
17	938	1.20	15.633333	0.077644	0.008534	141.713	1.445
18	997	1.22	16.616667	0.082528	0.008580	143.293	1.461
19	1057	1.22	17.616667	0.087494	0.008626	142.518	1.453
20	1116	1.22	18.600000	0.092378	0.008673	141.755	1.445
21	1178	1.19	19.616667	0.097428	0.008721	137.526	1.402
22	1239	1.14	20.650000	0.102560	0.008771	131.044	1.336
23	1297	1.08	21.616667	0.107361	0.008818	123.539	1.260
24	1357	1.01	22.616667	0.112327	0.008868	114.958	1.172
25	1417	0.95	23.616667	0.117294	0.008918	107.586	1.097



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	143.29
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.461
Deformación en la falla, %	0.117
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	71.65

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



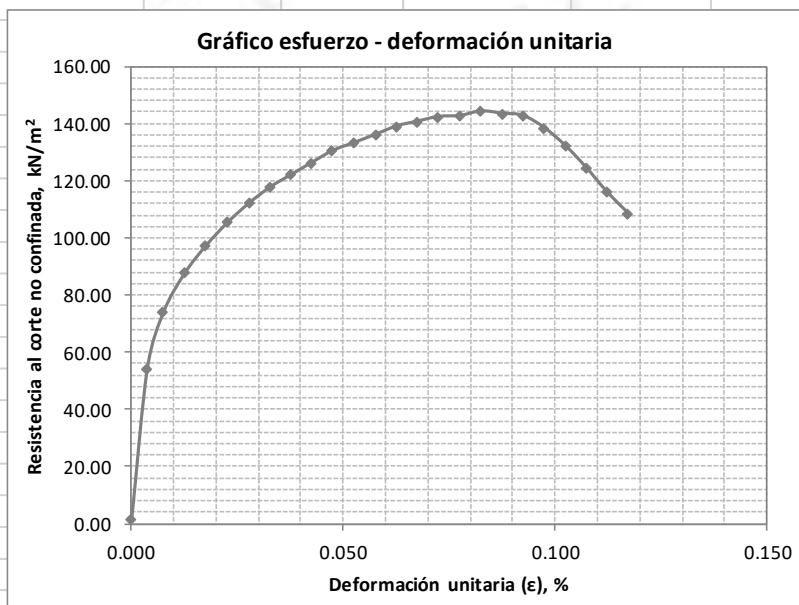
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 143.29 kPa.

Figura D.26

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.25%PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-005-02					Tipo de muestra :	Inalterada
Fuente	C1 (M5-B)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.25% PP de 50 mm Muestra 2			Clasificación SUCS :	CH	
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5	
Fecha	: 10-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :	3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.02					Gravedad específica (G _s) :	2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.87					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :	1.98
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.15					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :	1.62
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1588.84		Contenido de agua (w), % : Antes			21.84	
Relación A/D	: 2.01					Presencia de la muestra :	Completa
Grado de Saturación, %	:					Especimen	: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007887	1.193	0.012
2	45	0.42	0.751000	0.003728	0.007917	54.242	0.553
3	92	0.58	1.534333	0.007616	0.007948	74.162	0.756
4	152	0.69	2.534333	0.012580	0.007987	87.563	0.893
5	212	0.77	3.534333	0.017544	0.008028	97.088	0.990
6	274	0.84	4.567667	0.022674	0.008070	105.255	1.073
7	336	0.90	5.601000	0.027803	0.008113	112.099	1.143
8	396	0.95	6.601000	0.032767	0.008154	117.658	1.200
9	455	0.99	7.584333	0.037649	0.008196	121.945	1.243
10	514	1.03	8.567667	0.042530	0.008237	126.182	1.287
11	574	1.07	9.567667	0.047494	0.008280	130.359	1.329

12	637	1.10	10.617667	0.052706	0.008326	133.249	1.359
13	698	1.13	11.634333	0.057753	0.008370	136.123	1.388
14	757	1.16	12.617667	0.062634	0.008414	138.983	1.417
15	816	1.18	13.601000	0.067516	0.008458	140.624	1.434
16	875	1.20	14.584333	0.072397	0.008503	142.240	1.450
17	938	1.21	15.634333	0.077609	0.008551	142.610	1.454
18	997	1.23	16.617667	0.082490	0.008596	144.182	1.470
19	1057	1.23	17.617667	0.087454	0.008643	143.402	1.462
20	1116	1.23	18.601000	0.092336	0.008689	142.635	1.454
21	1178	1.20	19.617667	0.097382	0.008738	138.409	1.411
22	1239	1.15	20.651000	0.102512	0.008788	131.933	1.345
23	1297	1.09	21.617667	0.107310	0.008835	124.436	1.269
24	1357	1.02	22.617667	0.112274	0.008885	115.865	1.181
25	1417	0.96	23.617667	0.117238	0.008934	108.502	1.106



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	144.18
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	1.470
Deformación en la falla, %	0.117
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	72.09

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



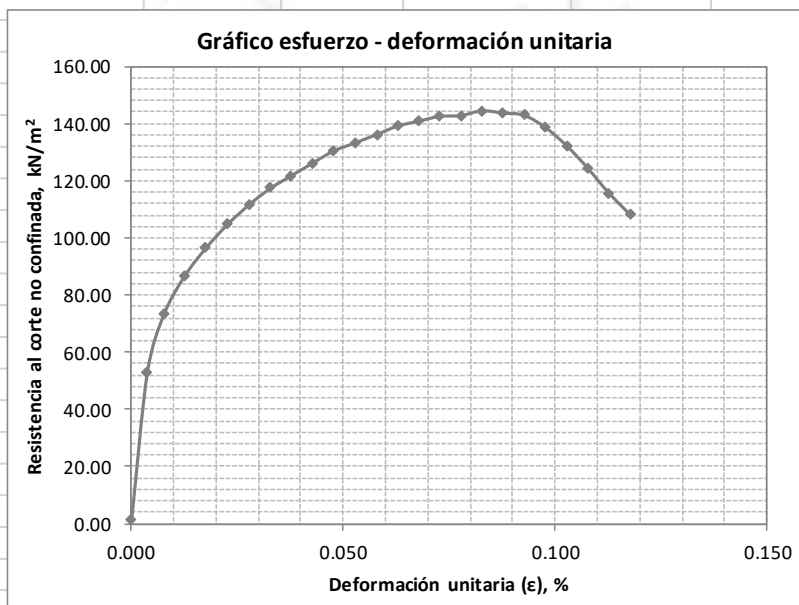
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 144.18 kPa.

Figura D.27

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.25%PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-005-03					Tipo de muestra :	Inalterada
Fuente	C1 (M5-C)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.25% PP de 50 mm Muestra 3			Clasificación SUCS :	CH	
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5	
Fecha	: 10-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :	3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.94					Gravedad específica (G _s) :	2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.62					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :	2.02
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.07					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :	1.64
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1557.36		Contenido de agua (w), % : Antes			22.84	
Relación A/D	: 2.02					Presencia de la muestra :	Completa
Grado de Saturación, %	:					Especimen	: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007762	1.212	0.012
2	45	0.40	0.749300	0.003734	0.007791	52.936	0.540
3	92	0.56	1.532633	0.007638	0.007821	73.185	0.746
4	152	0.67	2.532633	0.012622	0.007861	86.811	0.885
5	212	0.75	3.532633	0.017606	0.007901	96.499	0.984
6	274	0.82	4.565967	0.022756	0.007942	104.807	1.069
7	336	0.88	5.599300	0.027906	0.007984	111.769	1.140
8	396	0.93	6.599300	0.032890	0.008026	117.426	1.197
9	455	0.97	7.582633	0.037790	0.008066	121.790	1.242
10	514	1.01	8.565967	0.042691	0.008108	126.103	1.286
11	574	1.05	9.565967	0.047675	0.008150	130.354	1.329

12	637	1.08	10.615967	0.052908	0.008195	133.299	1.359
13	698	1.11	11.632633	0.057975	0.008239	136.227	1.389
14	757	1.14	12.615967	0.062875	0.008282	139.140	1.419
15	816	1.16	13.599300	0.067776	0.008326	140.815	1.436
16	875	1.18	14.582633	0.072677	0.008370	142.464	1.453
17	938	1.19	15.632633	0.077910	0.008417	142.848	1.457
18	997	1.21	16.615967	0.082811	0.008462	144.452	1.473
19	1057	1.21	17.615967	0.087795	0.008509	143.667	1.465
20	1116	1.21	18.599300	0.092695	0.008555	142.896	1.457
21	1178	1.18	19.615967	0.097762	0.008603	138.610	1.413
22	1239	1.13	20.649300	0.102912	0.008652	132.040	1.346
23	1297	1.07	21.615967	0.107730	0.008699	124.433	1.269
24	1357	1.00	22.615967	0.112714	0.008748	115.736	1.180
25	1417	0.94	23.615967	0.117697	0.008797	108.265	1.104



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	144.45
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.473
Deformación en la falla, %	0.118
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	72.23

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



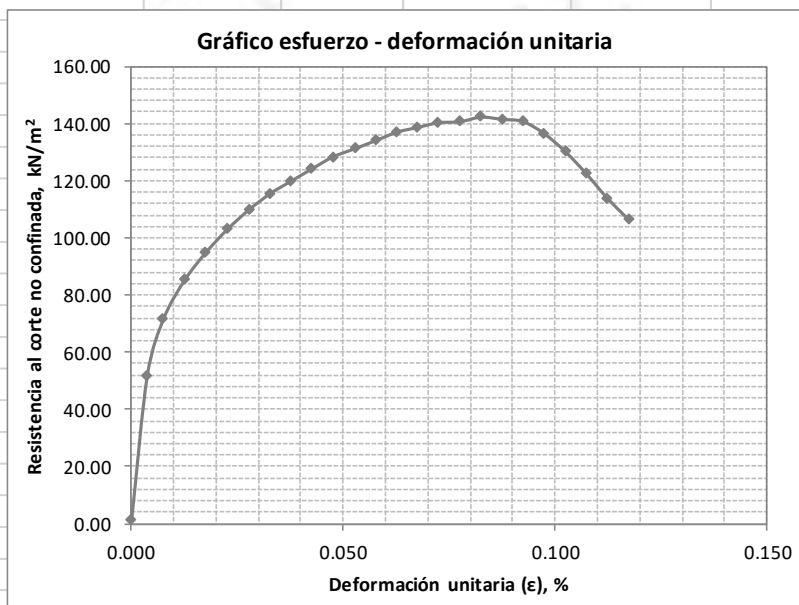
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 144.45 kPa.

Figura D.28

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.25%PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-005-04					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M5-D)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.25% PP de 50 mm Muestra 1				Clasificación SUCS : CH	
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO : A - 7 - 5	
Fecha	: 10-Nov-22					Peso de la muestra (W), g : 3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.00					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.56					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 1.99	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.13					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.61	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1580.93		Contenido de agua (w), % : Antes			23.84	
Relación A/D	: 2.01					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007856	1.197	0.012
2	45	0.40	0.749000	0.003722	0.007885	51.923	0.529
3	92	0.56	1.532333	0.007614	0.007916	71.933	0.734
4	152	0.67	2.532333	0.012583	0.007956	85.399	0.871
5	212	0.75	3.532333	0.017552	0.007996	94.974	0.968
6	274	0.82	4.565667	0.022687	0.008038	103.187	1.052
7	336	0.88	5.599000	0.027821	0.008080	110.070	1.122
8	396	0.93	6.599000	0.032790	0.008122	115.664	1.179
9	455	0.97	7.582333	0.037676	0.008163	119.980	1.223
10	514	1.01	8.565667	0.042562	0.008205	124.246	1.267
11	574	1.05	9.565667	0.047531	0.008248	128.451	1.310

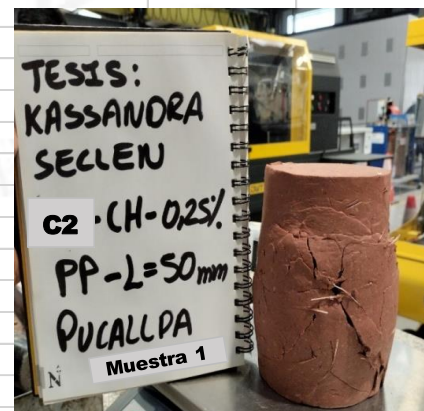
12	637	1.08	10.615667	0.052749	0.008293	131.365	1.340
13	698	1.11	11.632333	0.057800	0.008337	134.262	1.369
14	757	1.14	12.615667	0.062687	0.008381	137.146	1.398
15	816	1.16	13.599000	0.067573	0.008425	138.805	1.415
16	875	1.18	14.582333	0.072459	0.008469	140.439	1.432
17	938	1.19	15.632333	0.077676	0.008517	140.823	1.436
18	997	1.21	16.615667	0.082562	0.008562	142.413	1.452
19	1057	1.21	17.615667	0.087531	0.008609	141.641	1.444
20	1116	1.21	18.599000	0.092417	0.008655	140.883	1.437
21	1178	1.18	19.615667	0.097469	0.008704	136.652	1.393
22	1239	1.13	20.649000	0.102604	0.008754	130.163	1.327
23	1297	1.07	21.615667	0.107407	0.008801	122.648	1.251
24	1357	1.00	22.615667	0.112376	0.008850	114.056	1.163
25	1417	0.94	23.615667	0.117345	0.008900	106.676	1.088



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	142.41
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.452
Deformación en la falla, %	0.117
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	71.21

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



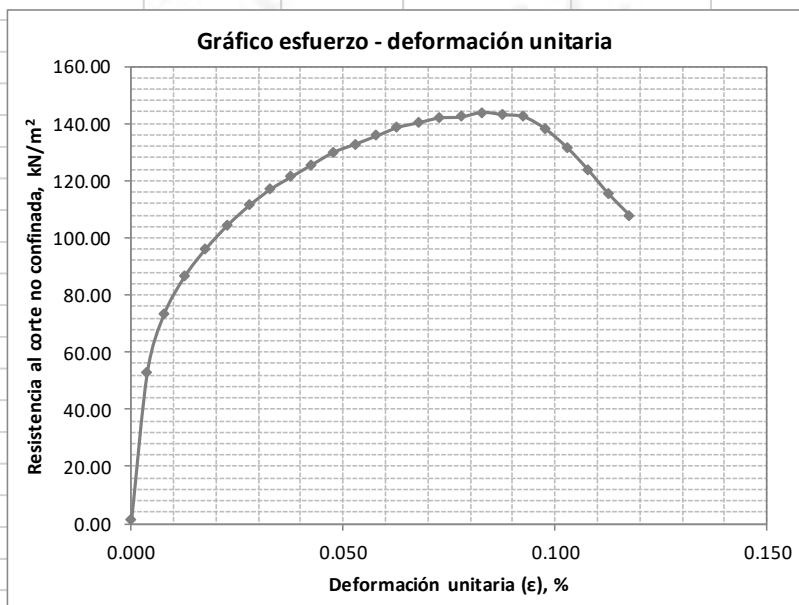
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 142.41 kPa.

Figura D.29

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.25%PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-005-05					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M5-E)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.25% PP de 50 mm Muestra 2			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 10-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.97					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.08					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.00	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.10					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.61	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1569.12		Contenido de agua (w), % : Antes			24.84	
Relación A/D	: 2.02					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007808	1.205	0.012
2	45	0.41	0.749600	0.003730	0.007838	53.001	0.540
3	92	0.57	1.532933	0.007628	0.007869	73.128	0.746
4	152	0.68	2.532933	0.012605	0.007908	86.671	0.884
5	212	0.76	3.532933	0.017581	0.007948	96.299	0.982
6	274	0.83	4.566267	0.022723	0.007990	104.556	1.066
7	336	0.89	5.599600	0.027866	0.008032	111.475	1.137
8	396	0.94	6.599600	0.032842	0.008074	117.098	1.194
9	455	0.98	7.582933	0.037735	0.008115	121.435	1.238
10	514	1.02	8.566267	0.042629	0.008156	125.721	1.282
11	574	1.06	9.566267	0.047605	0.008199	129.947	1.325

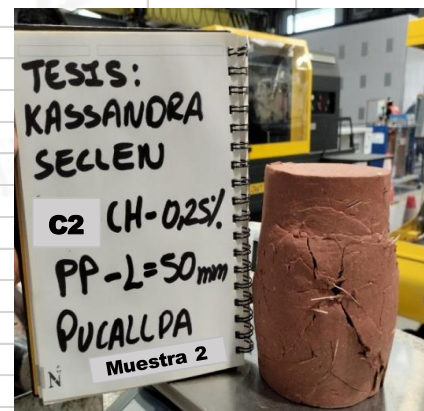
12	637	1.09	10.616267	0.052830	0.008244	132.873	1.355
13	698	1.12	11.632933	0.057890	0.008288	135.782	1.385
14	757	1.15	12.616267	0.062783	0.008332	138.678	1.414
15	816	1.17	13.599600	0.067677	0.008375	140.342	1.431
16	875	1.19	14.582933	0.072570	0.008419	141.981	1.448
17	938	1.20	15.632933	0.077795	0.008467	142.362	1.452
18	997	1.22	16.616267	0.082689	0.008512	143.956	1.468
19	1057	1.22	17.616267	0.087665	0.008559	143.175	1.460
20	1116	1.22	18.599600	0.092558	0.008605	142.407	1.452
21	1178	1.19	19.616267	0.097618	0.008653	138.146	1.409
22	1239	1.14	20.649600	0.102760	0.008703	131.614	1.342
23	1297	1.08	21.616267	0.107570	0.008750	124.051	1.265
24	1357	1.01	22.616267	0.112547	0.008799	115.403	1.177
25	1417	0.95	23.616267	0.117523	0.008848	107.975	1.101



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	143.96
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	1.468
Deformación en la falla, %	0.118
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	71.98

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



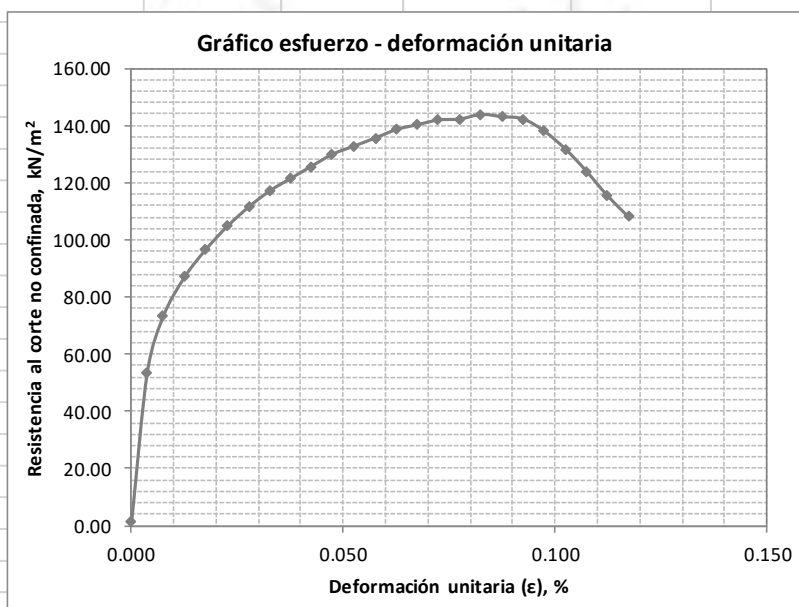
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 143.96 kPa.

Figura D.30

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.25%PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-005-06					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M5-F)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.25% PP de 50 mm Muestra 3			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 10-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.02					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.79					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 1.98	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.14					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.57	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1586.86					Contenido de agua (w), % : Antes 25.84	
Relación A/D	: 2.01					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007879	1.194	0.012
2	45	0.42	0.750500	0.003726	0.007909	53.664	0.547
3	92	0.58	1.533833	0.007616	0.007940	73.606	0.751
4	152	0.69	2.533833	0.012581	0.007980	87.023	0.887
5	212	0.77	3.533833	0.017546	0.008020	96.561	0.985
6	274	0.84	4.567167	0.022677	0.008062	104.740	1.068
7	336	0.90	5.600500	0.027808	0.008105	111.593	1.138
8	396	0.95	6.600500	0.032773	0.008146	117.161	1.195
9	455	0.99	7.583833	0.037656	0.008187	121.455	1.238
10	514	1.03	8.567167	0.042538	0.008229	125.700	1.282
11	574	1.07	9.567167	0.047503	0.008272	129.883	1.324

12	637	1.10	10.617167	0.052717	0.008318	132.779	1.354
13	698	1.13	11.633833	0.057765	0.008362	135.659	1.383
14	757	1.16	12.617167	0.062647	0.008406	138.525	1.413
15	816	1.18	13.600500	0.067530	0.008450	140.171	1.429
16	875	1.20	14.583833	0.072412	0.008494	141.791	1.446
17	938	1.21	15.633833	0.077626	0.008542	142.165	1.450
18	997	1.23	16.617167	0.082508	0.008588	143.741	1.466
19	1057	1.23	17.617167	0.087474	0.008634	142.963	1.458
20	1116	1.23	18.600500	0.092356	0.008681	142.199	1.450
21	1178	1.20	19.617167	0.097404	0.008729	137.971	1.407
22	1239	1.15	20.650500	0.102535	0.008779	131.492	1.341
23	1297	1.09	21.617167	0.107334	0.008827	123.991	1.264
24	1357	1.02	22.617167	0.112300	0.008876	115.414	1.177
25	1417	0.96	23.617167	0.117265	0.008926	108.047	1.102



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	143.74
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	1.466
Deformación en la falla, %	0.117
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	71.87

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



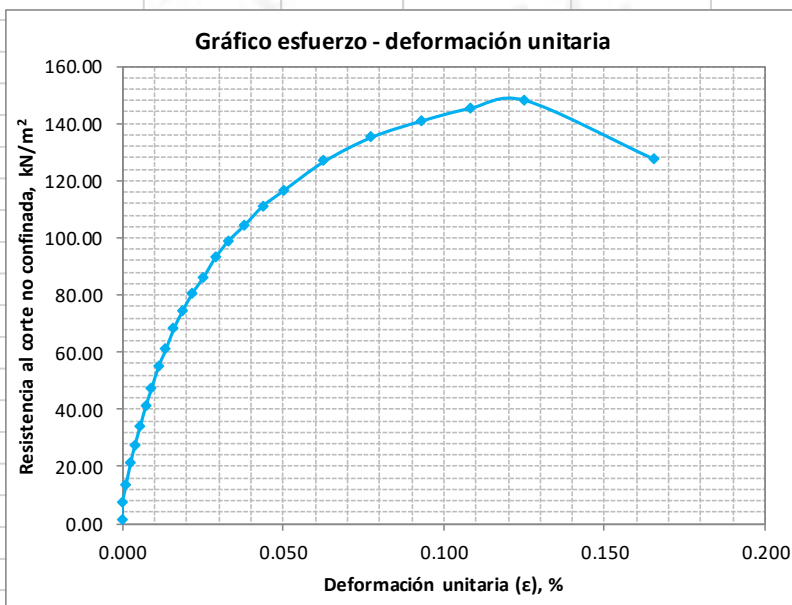
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 143.74 kPa.

Figura D.31

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.5%PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-006-01				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M6-A)		Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.50% PP de 50 mm Muestra 1		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 14-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.03				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 79.01				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			1.99
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.03				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.65
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1582.56				Contenido de agua (w), % :			Antes 20.65
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007901	1.191	0.012	
2	1	0.05	0.016667	0.000083	0.007902	7.518	0.077	
3	14	0.10	0.233333	0.001165	0.007910	13.831	0.141	
4	31	0.16	0.516667	0.002579	0.007921	21.386	0.218	
5	47	0.21	0.783333	0.003911	0.007932	27.661	0.282	
6	66	0.26	1.100000	0.005492	0.007944	33.911	0.346	
7	88	0.32	1.466667	0.007322	0.007959	41.387	0.422	
8	110	0.37	1.833333	0.009153	0.007974	47.581	0.485	
9	135	0.43	2.250000	0.011233	0.007991	54.990	0.561	
10	163	0.48	2.716667	0.013563	0.008009	61.103	0.623	
11	193	0.54	3.216667	0.016059	0.008030	68.421	0.698	

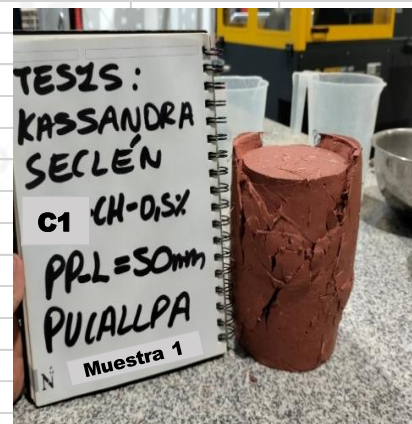
12	225	0.59	3.750000	0.018722	0.008052	74.446	0.759
13	260	0.64	4.333333	0.021634	0.008076	80.416	0.820
14	303	0.69	5.050000	0.025212	0.008105	86.291	0.880
15	349	0.75	5.816667	0.029039	0.008137	93.326	0.952
16	397	0.80	6.616667	0.033033	0.008171	99.061	1.010
17	458	0.85	7.633333	0.038109	0.008214	104.628	1.067
18	526	0.91	8.766667	0.043767	0.008262	111.275	1.135
19	602	0.96	10.033333	0.050091	0.008317	116.550	1.188
20	755	1.06	12.583333	0.062822	0.008430	126.850	1.294
21	933	1.15	15.550000	0.077633	0.008566	135.352	1.380
22	1121	1.22	18.683333	0.093276	0.008714	141.090	1.439
23	1303	1.28	21.716667	0.108420	0.008862	145.504	1.484
24	1505	1.33	25.083333	0.125228	0.009032	148.297	1.512
25	1987	1.20	33.116667	0.165334	0.009466	127.765	1.303



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	148.30
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	1.512
Deformación en la falla, %	0.117
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	74.15

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



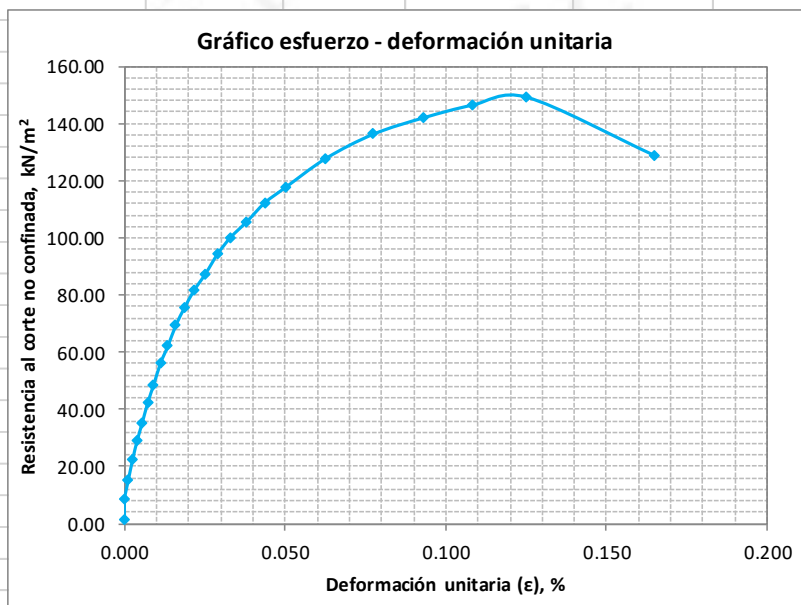
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 148.30 kPa.

Figura D.32

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.5%PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-006-02				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M6-B)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.50% PP de 50 mm Muestra 2			Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 14-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.04				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 79.17				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			1.98
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.04				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.63
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1586.55				Contenido de agua (w), % :			Antes 21.65
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007917	1.188	0.012	
2	1	0.06	0.017667	0.000088	0.007918	8.766	0.089	
3	14	0.11	0.234333	0.001169	0.007926	15.065	0.154	
4	31	0.17	0.517667	0.002583	0.007937	22.602	0.230	
5	47	0.22	0.784333	0.003914	0.007948	28.863	0.294	
6	66	0.27	1.101000	0.005494	0.007961	35.098	0.358	
7	88	0.33	1.467667	0.007324	0.007975	42.557	0.434	
8	110	0.38	1.834333	0.009153	0.007990	48.736	0.497	
9	135	0.44	2.251000	0.011233	0.008007	56.128	0.572	
10	163	0.49	2.717667	0.013561	0.008026	62.225	0.635	
11	193	0.55	3.217667	0.016056	0.008046	69.525	0.709	

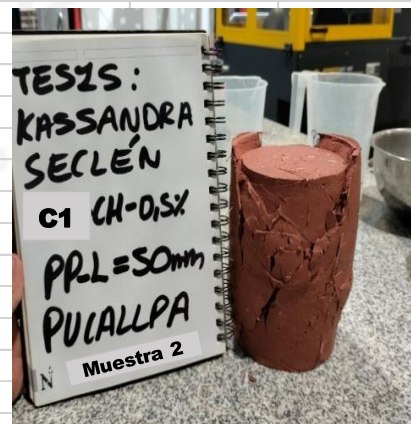
12	225	0.60	3.751000	0.018718	0.008068	75.534	0.770
13	260	0.65	4.334333	0.021628	0.008092	81.489	0.831
14	303	0.70	5.051000	0.025205	0.008122	87.348	0.891
15	349	0.76	5.817667	0.029030	0.008154	94.363	0.962
16	397	0.81	6.617667	0.033022	0.008187	100.083	1.021
17	458	0.86	7.634333	0.038095	0.008230	105.632	1.077
18	526	0.92	8.767667	0.043751	0.008279	112.259	1.145
19	602	0.97	10.034333	0.050072	0.008334	117.516	1.198
20	755	1.07	12.584333	0.062796	0.008447	127.780	1.303
21	933	1.16	15.551000	0.077600	0.008583	136.247	1.389
22	1121	1.23	18.684333	0.093235	0.008731	141.955	1.448
23	1303	1.29	21.717667	0.108372	0.008879	146.343	1.492
24	1505	1.34	25.084333	0.125171	0.009050	149.111	1.521
25	1987	1.21	33.117667	0.165258	0.009484	128.571	1.311



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	149.11
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.521
Deformación en la falla, %	0.118
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	74.56

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



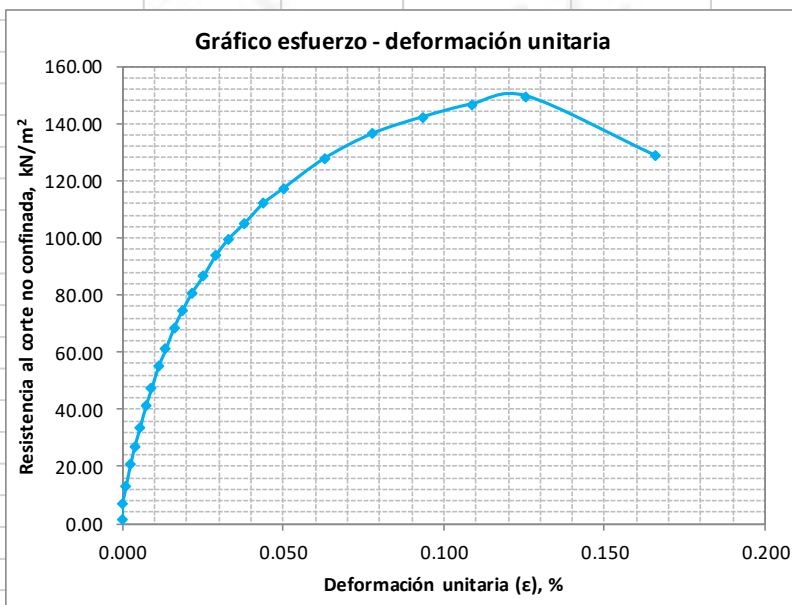
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 149.11 kPa.

Figura D.33

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.5%PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-006-03			Tipo de muestra : Inalterada			
Fuente	C1 (M6-C)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.50% PP de 50 mm Muestra 3			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 14-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.96			Gravedad específica (G _s) : 2.54			
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.91			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.02			
Altura inicial (L ₀), cm	: 19.96			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.65			
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1555.14			Contenido de agua (w), % : Antes 22.65			
Relación A/D	: 2.00			Presencia de la muestra : Completa			
Grado de Saturación, %	:			Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido			
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007791	1.207	0.012
2	1	0.04	0.015967	0.000080	0.007792	6.726	0.069
3	14	0.09	0.232633	0.001165	0.007800	13.128	0.134
4	31	0.15	0.515967	0.002585	0.007811	20.791	0.212
5	47	0.20	0.782633	0.003921	0.007822	27.155	0.277
6	66	0.25	1.099300	0.005508	0.007834	33.494	0.342
7	88	0.31	1.465967	0.007345	0.007849	41.076	0.419
8	110	0.36	1.832633	0.009182	0.007863	47.359	0.483
9	135	0.42	2.249300	0.011269	0.007880	54.873	0.560
10	163	0.47	2.715967	0.013607	0.007899	61.074	0.623
11	193	0.53	3.215967	0.016112	0.007919	68.495	0.698

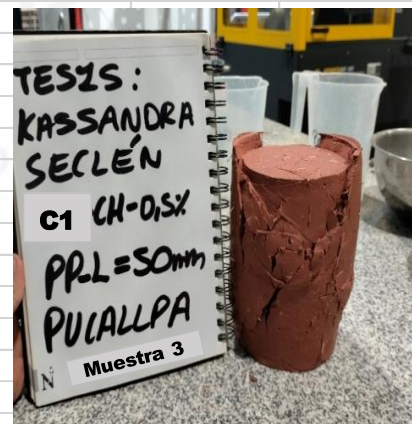
12	225	0.58	3.749300	0.018784	0.007940	74.606	0.761
13	260	0.63	4.332633	0.021707	0.007964	80.662	0.823
14	303	0.68	5.049300	0.025297	0.007993	86.621	0.883
15	349	0.74	5.815967	0.029138	0.008025	93.756	0.956
16	397	0.79	6.615967	0.033146	0.008058	99.574	1.015
17	458	0.84	7.632633	0.038240	0.008101	105.222	1.073
18	526	0.90	8.765967	0.043918	0.008149	111.963	1.142
19	602	0.95	10.032633	0.050264	0.008204	117.315	1.196
20	755	1.05	12.582633	0.063039	0.008315	127.762	1.303
21	933	1.14	15.549300	0.077902	0.008450	136.387	1.391
22	1121	1.21	18.682633	0.093600	0.008596	142.209	1.450
23	1303	1.27	21.715967	0.108797	0.008742	146.688	1.496
24	1505	1.32	25.082633	0.125664	0.008911	149.522	1.525
25	1987	1.19	33.115967	0.165912	0.009341	128.723	1.313



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	149.52
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.525
Deformación en la falla, %	0.117
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	74.76

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



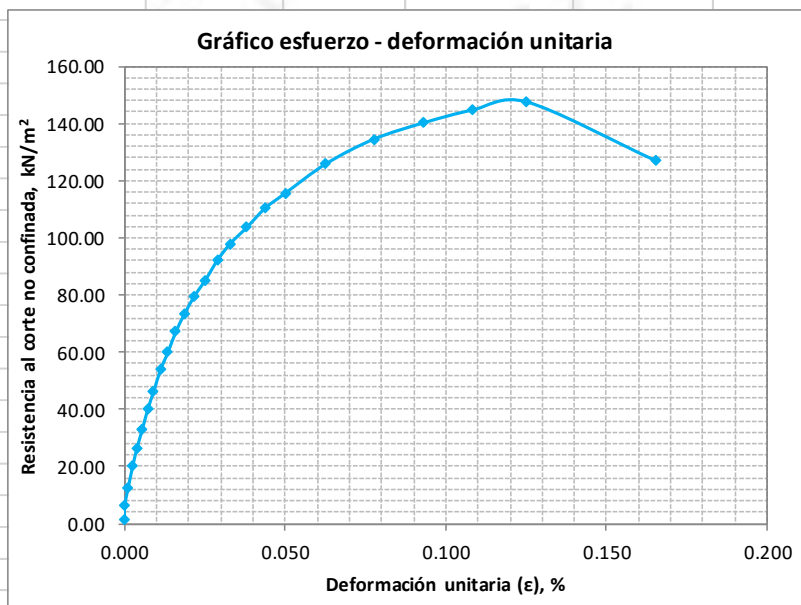
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 149.52 kPa.

Figura D.34

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.5%PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-006-04				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C2 (M6-D)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.50% PP de 50 mm Muestra 1		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 14-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.02				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.85				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			1.99
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.02				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.61
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1578.66				Contenido de agua (w), % :			Antes 23.65
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007885	1.193	0.012	
2	1	0.04	0.015667	0.000078	0.007886	6.265	0.064	
3	14	0.09	0.232333	0.001161	0.007895	12.592	0.128	
4	31	0.15	0.515667	0.002576	0.007906	20.163	0.206	
5	47	0.20	0.782333	0.003908	0.007916	26.452	0.270	
6	66	0.25	1.099000	0.005490	0.007929	32.716	0.334	
7	88	0.31	1.465667	0.007321	0.007944	40.209	0.410	
8	110	0.36	1.832333	0.009153	0.007958	46.418	0.473	
9	135	0.42	2.249000	0.011234	0.007975	53.844	0.549	
10	163	0.47	2.715667	0.013565	0.007994	59.972	0.612	
11	193	0.53	3.215667	0.016062	0.008014	67.307	0.686	

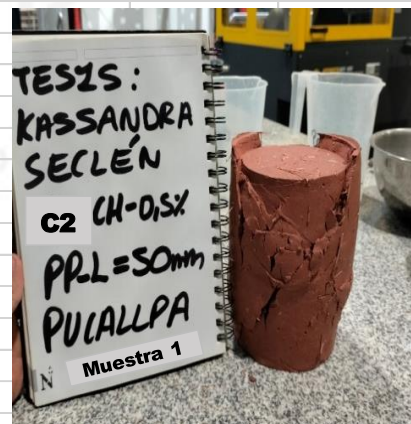
12	225	0.58	3.749000	0.018726	0.008036	73.347	0.748
13	260	0.63	4.332333	0.021640	0.008060	79.332	0.809
14	303	0.68	5.049000	0.025220	0.008089	85.223	0.869
15	349	0.74	5.815667	0.029049	0.008121	92.276	0.941
16	397	0.79	6.615667	0.033045	0.008155	98.028	1.000
17	458	0.84	7.632333	0.038124	0.008198	103.612	1.057
18	526	0.90	8.765667	0.043785	0.008246	110.278	1.125
19	602	0.95	10.032333	0.050112	0.008301	115.571	1.178
20	755	1.05	12.582333	0.062849	0.008414	125.906	1.284
21	933	1.14	15.549000	0.077667	0.008549	134.442	1.371
22	1121	1.21	18.682333	0.093318	0.008697	140.210	1.430
23	1303	1.27	21.715667	0.108470	0.008845	144.650	1.475
24	1505	1.32	25.082333	0.125286	0.009015	147.468	1.504
25	1987	1.19	33.115667	0.165413	0.009448	126.944	1.294



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	147.47
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	1.504
Deformación en la falla, %	0.118
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	73.73

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



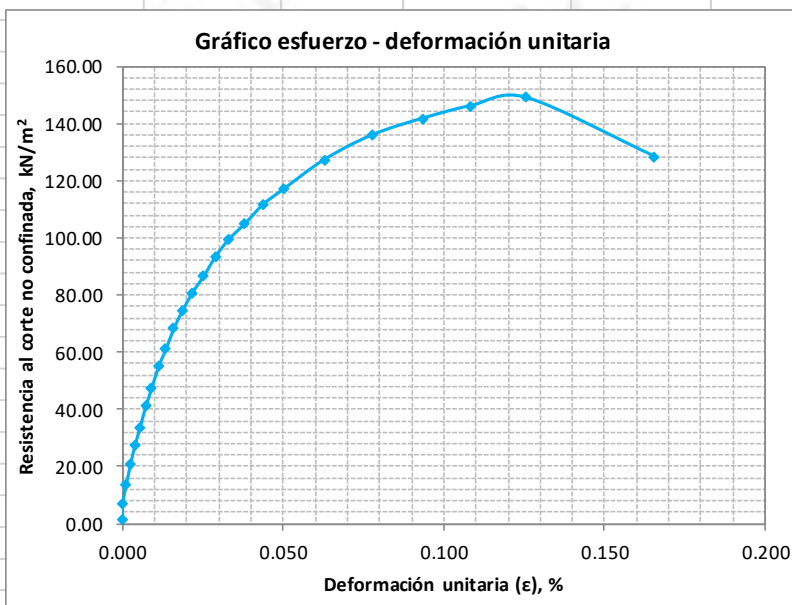
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 147.47 kPa.

Figura D.35

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.5%PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-006-05				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C2 (M6-E)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.50% PP de 50 mm Muestra 2		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 14-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.99				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.38				Densidad húmeda (γ _m), g/cm ³ :			2.01
Altura inicial (L ₀), cm	: 19.99				Densidad seca (γ _d), g/cm ³ :			1.61
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1566.87				Contenido de agua (w), % :			Antes 24.65
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007838	1.200	0.012	
2	1	0.05	0.016267	0.000081	0.007839	7.068	0.072	
3	14	0.10	0.232933	0.001165	0.007847	13.432	0.137	
4	31	0.16	0.516267	0.002583	0.007859	21.048	0.215	
5	47	0.21	0.782933	0.003917	0.007869	27.374	0.279	
6	66	0.26	1.099600	0.005501	0.007882	33.674	0.343	
7	88	0.32	1.466267	0.007335	0.007896	41.210	0.420	
8	110	0.37	1.832933	0.009169	0.007911	47.455	0.484	
9	135	0.43	2.249600	0.011254	0.007927	54.924	0.560	
10	163	0.48	2.716267	0.013588	0.007946	61.086	0.623	
11	193	0.54	3.216267	0.016089	0.007966	68.463	0.698	

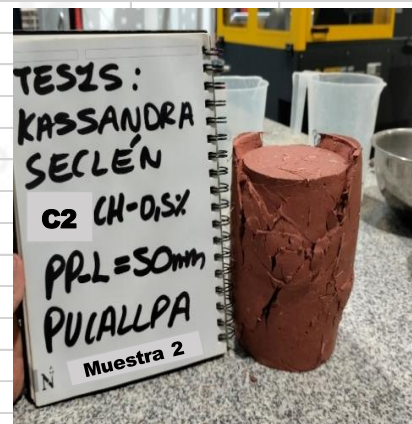
12	225	0.59	3.749600	0.018757	0.007988	74.536	0.760
13	260	0.64	4.332933	0.021676	0.008012	80.555	0.821
14	303	0.69	5.049600	0.025261	0.008041	86.478	0.882
15	349	0.75	5.816267	0.029096	0.008073	93.570	0.954
16	397	0.80	6.616267	0.033098	0.008107	99.352	1.013
17	458	0.85	7.632933	0.038184	0.008149	104.965	1.070
18	526	0.91	8.766267	0.043853	0.008198	111.665	1.139
19	602	0.96	10.032933	0.050190	0.008252	116.984	1.193
20	755	1.06	12.582933	0.062946	0.008365	127.368	1.299
21	933	1.15	15.549600	0.077787	0.008499	135.939	1.386
22	1121	1.22	18.682933	0.093461	0.008646	141.725	1.445
23	1303	1.28	21.716267	0.108636	0.008794	146.176	1.491
24	1505	1.33	25.082933	0.125477	0.008963	148.992	1.519
25	1987	1.20	33.116267	0.165664	0.009395	128.308	1.308



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	148.99
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	1.519
Deformación en la falla, %	0.117
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	23.62
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	74.50

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



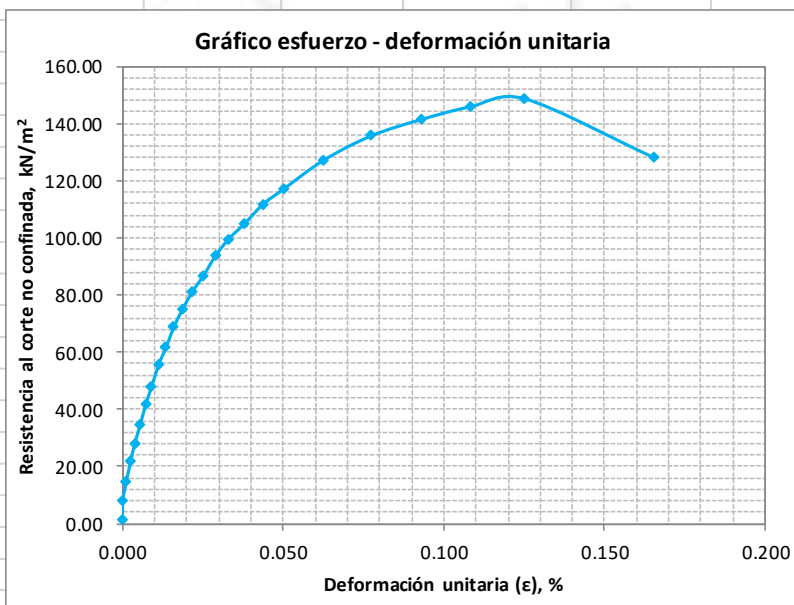
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 148.99 kPa.

Figura D.36

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.5%PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-006-06				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C2 (M6-F)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.50% PP de 50 mm Muestra 3		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 14-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.04				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 79.09				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			1.98
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.04				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.58
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1584.58				Contenido de agua (w), % :			Antes 25.65
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007909	1.189	0.012	
2	1	0.06	0.017167	0.000086	0.007910	8.143	0.083	
3	14	0.11	0.233833	0.001167	0.007918	14.448	0.147	
4	31	0.17	0.517167	0.002581	0.007930	21.995	0.224	
5	47	0.22	0.783833	0.003912	0.007940	28.262	0.288	
6	66	0.27	1.100500	0.005493	0.007953	34.505	0.352	
7	88	0.33	1.467167	0.007323	0.007967	41.972	0.428	
8	110	0.38	1.833833	0.009153	0.007982	48.158	0.491	
9	135	0.44	2.250500	0.011233	0.007999	55.558	0.567	
10	163	0.49	2.717167	0.013562	0.008018	61.664	0.629	
11	193	0.55	3.217167	0.016058	0.008038	68.972	0.703	

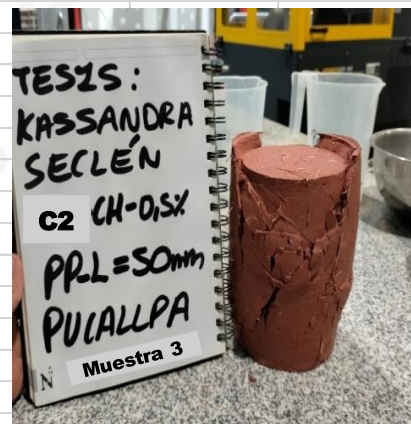
12	225	0.60	3.750500	0.018720	0.008060	74.989	0.765
13	260	0.65	4.333833	0.021631	0.008084	80.952	0.825
14	303	0.70	5.050500	0.025208	0.008114	86.818	0.885
15	349	0.76	5.817167	0.029035	0.008146	93.843	0.957
16	397	0.81	6.617167	0.033028	0.008179	99.570	1.015
17	458	0.86	7.633833	0.038102	0.008222	105.129	1.072
18	526	0.92	8.767167	0.043759	0.008271	111.765	1.140
19	602	0.97	10.033833	0.050082	0.008326	117.031	1.193
20	755	1.07	12.583833	0.062809	0.008439	127.313	1.298
21	933	1.16	15.550500	0.077617	0.008575	135.797	1.385
22	1121	1.23	18.683833	0.093256	0.008722	141.520	1.443
23	1303	1.29	21.717167	0.108396	0.008871	145.921	1.488
24	1505	1.34	25.083833	0.125200	0.009041	148.701	1.516
25	1987	1.21	33.117167	0.165297	0.009475	128.166	1.307



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	148.70
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.516
Deformación en la falla, %	0.165
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	33.12
Consistencia (Gonzales, 2006)	Media
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	74.35

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



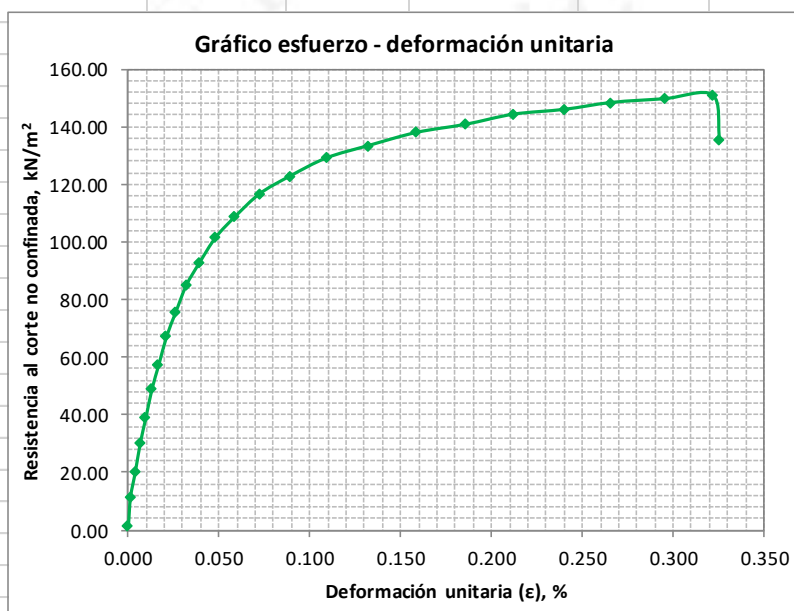
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 148.70 kPa.

Figura D.37

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 1%PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-007-01			Tipo de muestra : Inalterada			
Fuente	C1 (M7-A) Suelo arcilloso de Calicata 1 con 1% PP de 50 mm Muestra 1			Clasificación SUCS : CH			
Profundidad, m	: 1			Clasificación AASHTO : A - 7 - 5			
Fecha	: 17-Nov-22			Peso de la muestra (W), g : 3145.00			
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.01			Gravedad específica (G _s) : 2.54			
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.66			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.00			
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.04			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.65			
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1576.00			Contenido de agua (w), % : Antes 20.81			
Relación A/D	: 2.00			Presencia de la muestra : Completa			
Grado de Saturación, %	:			Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido			
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007866	1.196	0.012
2	14	0.08	0.233333	0.001165	0.007875	11.353	0.116
3	46	0.15	0.766667	0.003826	0.007896	20.189	0.206
4	79	0.23	1.316667	0.006571	0.007918	30.237	0.308
5	116	0.30	1.933333	0.009649	0.007942	38.957	0.397
6	156	0.38	2.600000	0.012976	0.007969	48.865	0.498
7	202	0.45	3.366667	0.016803	0.008000	57.426	0.586
8	253	0.53	4.216667	0.021045	0.008035	67.135	0.685
9	313	0.60	5.216667	0.026036	0.008076	75.460	0.769
10	383	0.68	6.383333	0.031858	0.008124	84.856	0.865
11	471	0.75	7.850000	0.039178	0.008186	92.765	0.946

12	579	0.83	9.650000	0.048162	0.008264	101.579	1.036
13	708	0.90	11.800000	0.058892	0.008358	108.809	1.110
14	870	0.98	14.500000	0.072368	0.008479	116.686	1.190
15	1068	1.05	17.800000	0.088837	0.008632	122.723	1.251
16	1311	1.13	21.850000	0.109050	0.008828	129.062	1.316
17	1592	1.20	26.533333	0.132424	0.009066	133.397	1.360
18	1908	1.28	31.800000	0.158710	0.009349	137.912	1.406
19	2233	1.35	37.216667	0.185743	0.009660	140.727	1.435
20	2548	1.43	42.466667	0.211945	0.009981	144.214	1.471
21	2883	1.50	48.050000	0.239811	0.010347	145.880	1.488
22	3199	1.58	53.316667	0.266096	0.010717	148.300	1.512
23	3549	1.66	59.150000	0.295210	0.011160	149.585	1.525
24	3865	1.74	64.416667	0.321495	0.011593	150.908	1.539
25	3912	1.57	65.200000	0.325405	0.011660	135.458	1.381



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	150.91
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.539
Deformación en la falla, %	0.165
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	33.12
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	75.45

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



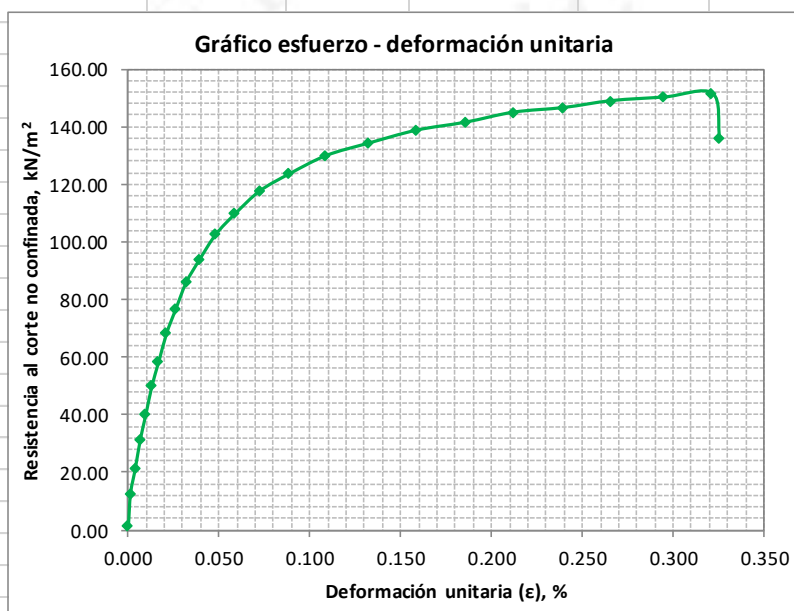
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 150.91 kPa.

Figura D.38

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 1%PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-007-02			Tipo de muestra : Inalterada			
Fuente	C1 (M7-B) Suelo arcilloso de Calicata 1 con 1% PP de 50 mm Muestra 2			Clasificación SUCS : CH			
Profundidad, m	: 1			Clasificación AASHTO : A - 7 - 5			
Fecha	: 17-Nov-22			Peso de la muestra (W), g : 3145.00			
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.02			Gravedad específica (G _s) : 2.54			
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.81			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 1.99			
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.05			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.63			
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1579.85			Contenido de agua (w), % : Antes		21.81	
Relación A/D	: 2.00			Presencia de la muestra : Completa			
Grado de Saturación, %	:			Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido			
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007881	1.194	0.012
2	14	0.09	0.234333	0.001169	0.007890	12.599	0.128
3	46	0.16	0.767667	0.003829	0.007911	21.414	0.218
4	79	0.24	1.317667	0.006573	0.007933	31.440	0.321
5	116	0.31	1.934333	0.009649	0.007957	40.139	0.409
6	156	0.39	2.601000	0.012975	0.007984	50.024	0.510
7	202	0.46	3.367667	0.016799	0.008015	58.563	0.597
8	253	0.54	4.217667	0.021039	0.008050	68.249	0.696
9	313	0.61	5.217667	0.026027	0.008091	76.552	0.781
10	383	0.69	6.384333	0.031847	0.008140	85.923	0.876
11	471	0.76	7.851000	0.039163	0.008202	93.808	0.957

12	579	0.84	9.651000	0.048142	0.008279	102.594	1.046
13	708	0.91	11.801000	0.058867	0.008374	109.798	1.120
14	870	0.99	14.501000	0.072335	0.008495	117.643	1.200
15	1068	1.06	17.801000	0.088796	0.008649	123.650	1.261
16	1311	1.14	21.851000	0.108999	0.008845	129.953	1.325
17	1592	1.21	26.534333	0.132361	0.009083	134.252	1.369
18	1908	1.29	31.801000	0.158632	0.009367	138.728	1.415
19	2233	1.36	37.217667	0.185652	0.009677	141.507	1.443
20	2548	1.44	42.467667	0.211841	0.009999	144.957	1.478
21	2883	1.51	48.051000	0.239692	0.010365	146.588	1.495
22	3199	1.59	53.317667	0.265963	0.010736	148.974	1.519
23	3549	1.67	59.151000	0.295062	0.011179	150.225	1.532
24	3865	1.75	64.417667	0.321333	0.011612	151.516	1.545
25	3912	1.58	65.201000	0.325241	0.011679	136.088	1.388



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	151.52
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.545
Deformación en la falla, %	0.166
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	33.12
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	75.76

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



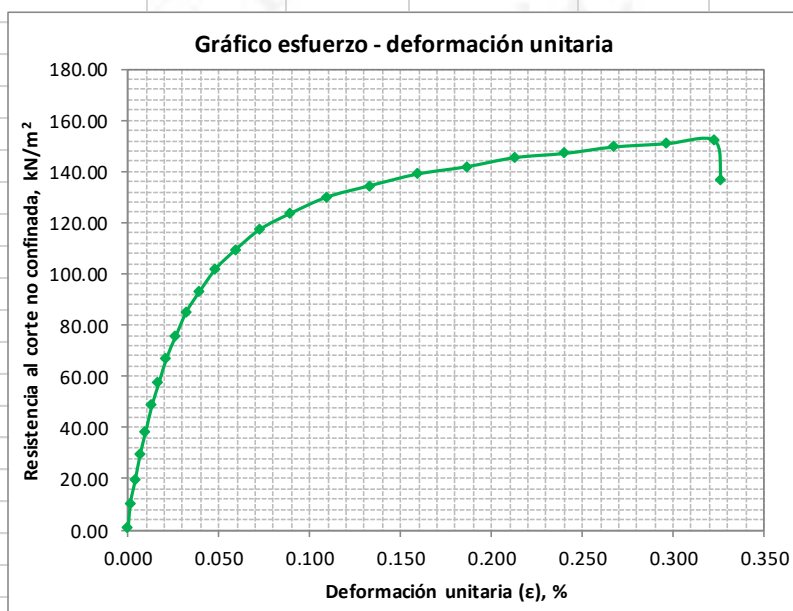
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 151.52 kPa.

Figura D.39

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 1%PP de 50 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-007-03			Tipo de muestra : Inalterada			
Fuente	C1 (M7-C) Suelo arcilloso de Calicata 1 con 1% PP de 50 mm Muestra 3			Clasificación SUCS : CH			
Profundidad, m	: 1			Clasificación AASHTO : A - 7 - 5			
Fecha	: 17-Nov-22			Peso de la muestra (W), g : 3145.00			
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.94			Gravedad específica (G _s) : 2.54			
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.55			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.03			
Altura inicial (L ₀), cm	: 19.97			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.65			
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1548.51			Contenido de agua (w), % : Antes		22.81	
Relación A/D	: 2.01			Presencia de la muestra : Completa			
Grado de Saturación, %	:			Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido			
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007755	1.213	0.012
2	14	0.07	0.232633	0.001165	0.007764	10.613	0.108
3	46	0.14	0.765967	0.003836	0.007785	19.576	0.200
4	79	0.22	1.315967	0.006591	0.007807	29.770	0.304
5	116	0.29	1.932633	0.009679	0.007831	38.616	0.394
6	156	0.37	2.599300	0.013018	0.007858	48.667	0.496
7	202	0.44	3.365967	0.016858	0.007888	57.351	0.585
8	253	0.52	4.215967	0.021115	0.007923	67.201	0.685
9	313	0.59	5.215967	0.026123	0.007963	75.647	0.771
10	383	0.67	6.382633	0.031966	0.008011	85.179	0.869
11	471	0.74	7.849300	0.039311	0.008073	93.204	0.950

12	579	0.82	9.649300	0.048326	0.008149	102.146	1.042
13	708	0.89	11.799300	0.059094	0.008242	109.483	1.116
14	870	0.97	14.499300	0.072616	0.008363	117.476	1.198
15	1068	1.04	17.799300	0.089144	0.008514	123.604	1.260
16	1311	1.12	21.849300	0.109427	0.008708	130.038	1.326
17	1592	1.19	26.532633	0.132882	0.008944	134.440	1.371
18	1908	1.27	31.799300	0.159259	0.009224	139.023	1.418
19	2233	1.34	37.215967	0.186387	0.009532	141.881	1.447
20	2548	1.42	42.465967	0.212681	0.009850	145.417	1.483
21	2883	1.49	48.049300	0.240644	0.010213	147.107	1.500
22	3199	1.57	53.315967	0.267020	0.010581	149.558	1.525
23	3549	1.65	59.149300	0.296235	0.011020	150.857	1.538
24	3865	1.73	64.415967	0.322612	0.011449	152.190	1.552
25	3912	1.56	65.199300	0.326535	0.011516	136.546	1.392



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	152.19
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.552
Deformación en la falla, %	0.165
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	33.12
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	76.10

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



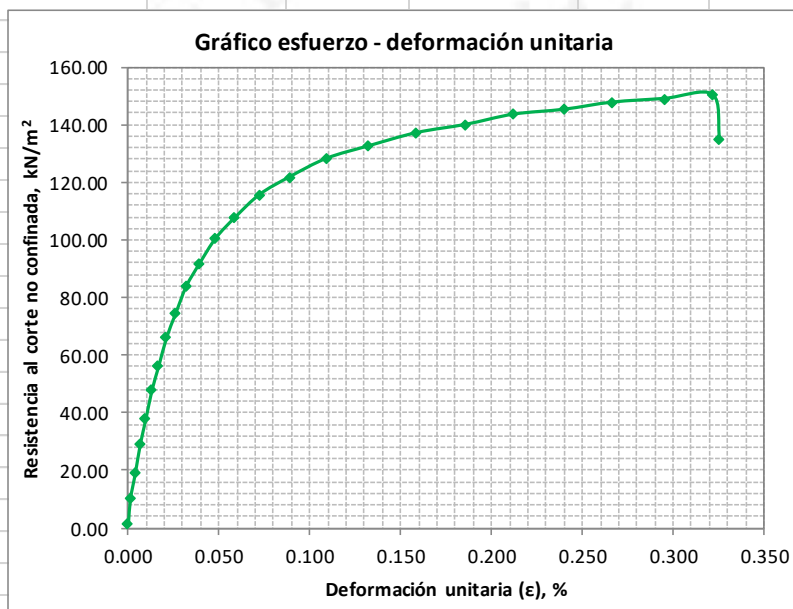
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 152.19 kPa.

Figura D.40

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 1%PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-007-04			Tipo de muestra : Inalterada			
Fuente	C2 (M7-D) Suelo arcilloso de Calicata 2 con 1% PP de 50 mm Muestra 1			Clasificación SUCS : CH			
Profundidad, m	: 1			Clasificación AASHTO : A - 7 - 5			
Fecha	: 17-Nov-22			Peso de la muestra (W), g : 3145.00			
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.00			Gravedad específica (G _s) : 2.54			
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.49			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.00			
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.03			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.62			
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1571.97			Contenido de agua (w), % : Antes 23.81			
Relación A/D	: 2.00			Presencia de la muestra : Completa			
Grado de Saturación, %	:			Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido			
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007849	1.198	0.012
2	14	0.07	0.232333	0.001160	0.007858	10.105	0.103
3	46	0.14	0.765667	0.003823	0.007879	18.962	0.193
4	79	0.22	1.315667	0.006569	0.007901	29.034	0.296
5	116	0.29	1.932333	0.009649	0.007926	37.776	0.385
6	156	0.37	2.599000	0.012977	0.007952	47.709	0.486
7	202	0.44	3.365667	0.016806	0.007983	56.292	0.574
8	253	0.52	4.215667	0.021050	0.008018	66.027	0.673
9	313	0.59	5.215667	0.026043	0.008059	74.376	0.758
10	383	0.67	6.382333	0.031869	0.008108	83.798	0.855
11	471	0.74	7.849000	0.039192	0.008169	91.733	0.935

12	579	0.82	9.649000	0.048180	0.008247	100.576	1.026
13	708	0.89	11.799000	0.058915	0.008341	107.834	1.100
14	870	0.97	14.499000	0.072397	0.008462	115.743	1.180
15	1068	1.04	17.799000	0.088875	0.008615	121.813	1.242
16	1311	1.12	21.849000	0.109098	0.008810	128.189	1.307
17	1592	1.19	26.532333	0.132483	0.009048	132.561	1.352
18	1908	1.27	31.799000	0.158781	0.009331	137.116	1.398
19	2233	1.34	37.215667	0.185827	0.009641	139.968	1.427
20	2548	1.42	42.465667	0.212042	0.009962	143.493	1.463
21	2883	1.49	48.049000	0.239921	0.010327	145.194	1.481
22	3199	1.57	53.315667	0.266219	0.010697	147.649	1.506
23	3549	1.65	59.149000	0.295346	0.011139	148.970	1.519
24	3865	1.73	64.415667	0.321644	0.011571	150.324	1.533
25	3912	1.56	65.199000	0.325556	0.011638	134.850	1.375



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	150.32
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.533
Deformación en la falla, %	0.166
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	33.12
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	75.16

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



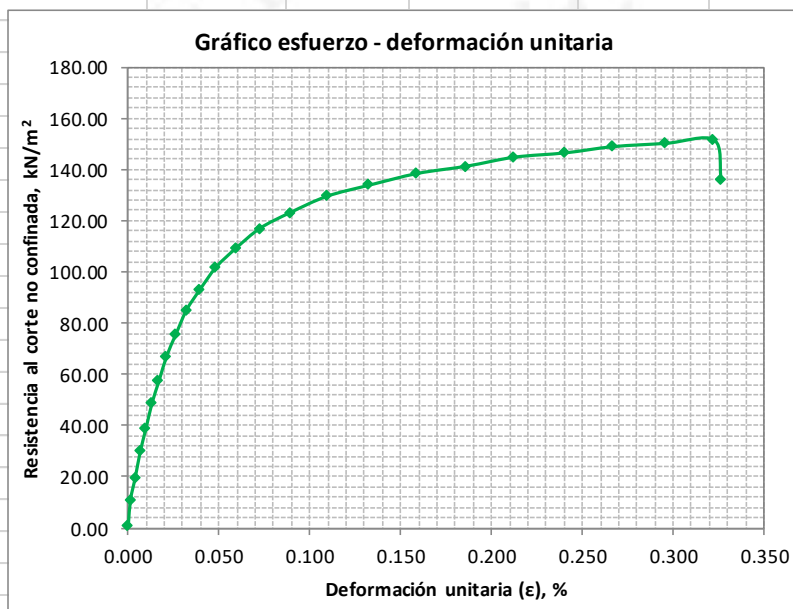
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 150.32 kPa.

Figura D.41

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 1%PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-007-05			Tipo de muestra : Inalterada			
Fuente	C2 (M7-E) Suelo arcilloso de Calicata 2 con 1% PP de 50 mm Muestra 2			Clasificación SUCS : CH			
Profundidad, m	: 1			Clasificación AASHTO : A - 7 - 5			
Fecha	: 17-Nov-22			Peso de la muestra (W), g : 3145.00			
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.97			Gravedad específica (G _s) : 2.54			
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.02			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.02			
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.00			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.62			
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1560.21			Contenido de agua (w), % : Antes 24.81			
Relación A/D	: 2.01			Presencia de la muestra : Completa			
Grado de Saturación, %	:			Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido			
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007802	1.206	0.012
2	14	0.08	0.232933	0.001165	0.007811	10.934	0.111
3	46	0.15	0.766267	0.003832	0.007832	19.842	0.202
4	79	0.23	1.316267	0.006582	0.007854	29.973	0.306
5	116	0.30	1.932933	0.009666	0.007878	38.765	0.395
6	156	0.38	2.599600	0.013000	0.007905	48.755	0.497
7	202	0.45	3.366267	0.016834	0.007936	57.386	0.585
8	253	0.53	4.216267	0.021084	0.007970	67.175	0.685
9	313	0.60	5.216267	0.026085	0.008011	75.570	0.771
10	383	0.68	6.382933	0.031919	0.008059	85.043	0.867
11	471	0.75	7.849600	0.039254	0.008121	93.019	0.949

12	579	0.83	9.649600	0.048255	0.008198	101.906	1.039
13	708	0.90	11.799600	0.059007	0.008291	109.197	1.114
14	870	0.98	14.499600	0.072509	0.008412	117.140	1.194
15	1068	1.05	17.799600	0.089011	0.008565	123.229	1.257
16	1311	1.13	21.849600	0.109264	0.008759	129.623	1.322
17	1592	1.20	26.532933	0.132685	0.008996	133.996	1.366
18	1908	1.28	31.799600	0.159022	0.009278	138.550	1.413
19	2233	1.35	37.216267	0.186109	0.009586	141.389	1.442
20	2548	1.43	42.466267	0.212363	0.009906	144.905	1.478
21	2883	1.50	48.049600	0.240284	0.010270	146.584	1.495
22	3199	1.58	53.316267	0.266621	0.010639	149.022	1.520
23	3549	1.66	59.149600	0.295792	0.011079	150.315	1.533
24	3865	1.74	64.416267	0.322130	0.011510	151.644	1.546
25	3912	1.57	65.199600	0.326047	0.011577	136.083	1.388



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	151.64
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.546
Deformación en la falla, %	0.165
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	33.12
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	75.82

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



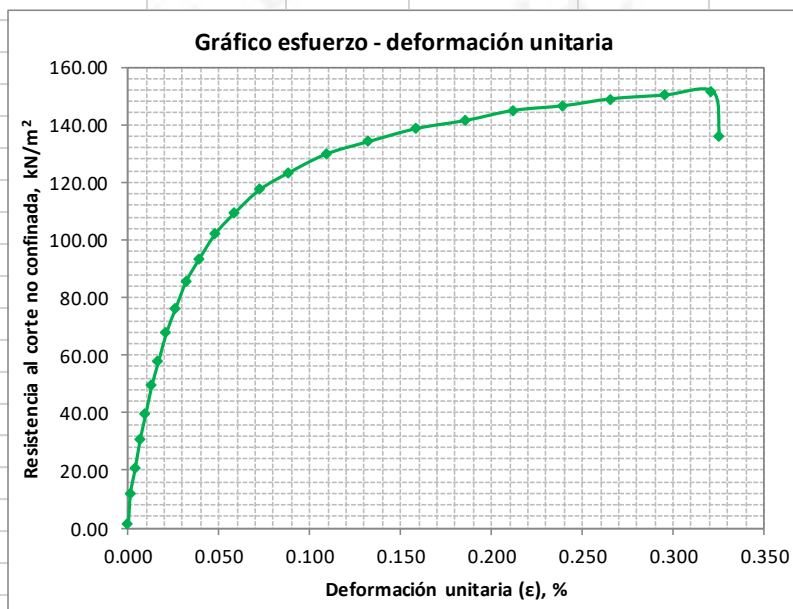
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 151.64 kPa.

Figura D.42

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 1%PP de 50 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-007-06			Tipo de muestra : Inalterada			
Fuente	C2 (M7-F) Suelo arcilloso de Calicata 2 con 1% PP de 50 mm Muestra 3			Clasificación SUCS : CH			
Profundidad, m	: 1			Clasificación AASHTO : A - 7 - 5			
Fecha	: 17-Nov-22			Peso de la muestra (W), g : 3145.00			
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.00			Gravedad específica (G _s) : 2.54			
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.56			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.00			
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.04			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.59			
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1574.47			Contenido de agua (w), % : Antes 25.81			
Relación A/D	: 2.00			Presencia de la muestra : Completa			
Grado de Saturación, %	:			Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido			
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007856	1.197	0.012
2	14	0.09	0.233833	0.001167	0.007865	12.003	0.122
3	46	0.16	0.767167	0.003828	0.007886	20.848	0.213
4	79	0.24	1.317167	0.006572	0.007908	30.907	0.315
5	116	0.31	1.933833	0.009649	0.007932	39.636	0.404
6	156	0.39	2.600500	0.012975	0.007959	49.554	0.505
7	202	0.46	3.367167	0.016801	0.007990	58.123	0.593
8	253	0.54	4.217167	0.021042	0.008025	67.841	0.692
9	313	0.61	5.217167	0.026031	0.008066	76.174	0.777
10	383	0.69	6.383833	0.031852	0.008114	85.578	0.873
11	471	0.76	7.850500	0.039170	0.008176	93.492	0.953

12	579	0.84	9.650500	0.048151	0.008253	102.312	1.043
13	708	0.91	11.800500	0.058879	0.008347	109.544	1.117
14	870	0.99	14.500500	0.072351	0.008469	117.423	1.197
15	1068	1.06	17.800500	0.088816	0.008622	123.458	1.259
16	1311	1.14	21.850500	0.109024	0.008817	129.793	1.324
17	1592	1.21	26.533833	0.132391	0.009055	134.120	1.368
18	1908	1.29	31.800500	0.158669	0.009337	138.626	1.414
19	2233	1.36	37.217167	0.185696	0.009647	141.428	1.442
20	2548	1.44	42.467167	0.211891	0.009968	144.904	1.478
21	2883	1.51	48.050500	0.239749	0.010333	146.557	1.494
22	3199	1.59	53.317167	0.266027	0.010703	148.965	1.519
23	3549	1.67	59.150500	0.295133	0.011145	150.236	1.532
24	3865	1.75	64.417167	0.321411	0.011577	151.545	1.545
25	3912	1.58	65.200500	0.325319	0.011644	136.073	1.388



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	151.55
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	1.545
Deformación en la falla, %	0.325
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	65.20
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	75.77

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



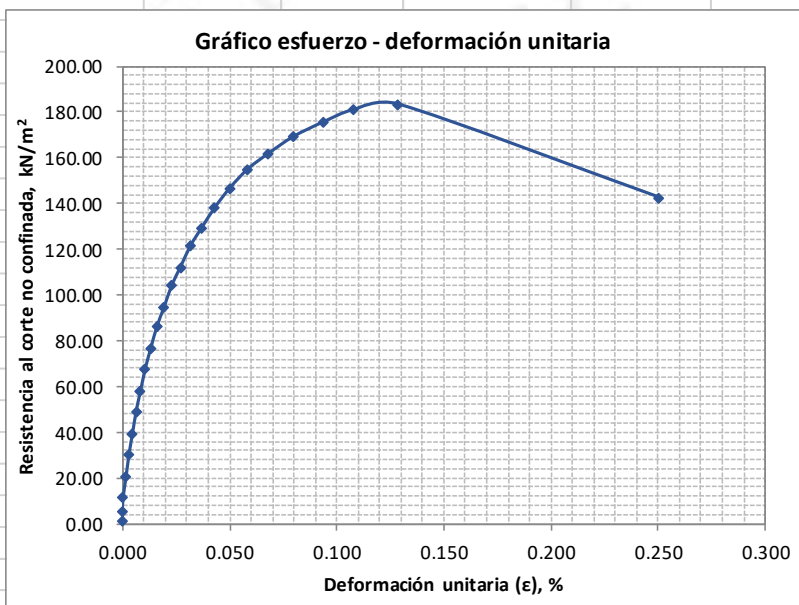
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 151.55 kPa.

Figura D.43

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.25%PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-008-01				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M8-A)		Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.25% PP de 60 mm Muestra 1		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 21-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.02				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.91				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			1.99
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.05				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.65
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1581.96				Contenido de agua (w), % :			Antes 20.72
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007891	1.192	0.012	
2	1	0.03	0.016667	0.000083	0.007892	4.993	0.051	
3	6	0.08	0.100000	0.000499	0.007895	11.324	0.115	
4	22	0.15	0.366667	0.001829	0.007906	20.163	0.206	
5	39	0.23	0.650000	0.003242	0.007917	30.239	0.308	
6	58	0.30	0.966667	0.004822	0.007930	39.019	0.398	
7	79	0.38	1.316667	0.006568	0.007944	49.021	0.500	
8	103	0.45	1.716667	0.008563	0.007960	57.717	0.589	
9	130	0.53	2.166667	0.010808	0.007978	67.615	0.689	
10	160	0.60	2.666667	0.013302	0.007998	76.197	0.777	
11	195	0.68	3.250000	0.016212	0.008021	85.945	0.876	

12	235	0.75	3.916667	0.019538	0.008049	94.352	0.962
13	278	0.83	4.633333	0.023113	0.008078	103.911	1.060
14	328	0.90	5.466667	0.027270	0.008113	112.097	1.143
15	384	0.98	6.400000	0.031926	0.008152	121.375	1.238
16	447	1.05	7.450000	0.037163	0.008196	129.259	1.318
17	521	1.13	8.683333	0.043316	0.008249	138.131	1.409
18	606	1.21	10.100000	0.050383	0.008310	146.738	1.496
19	707	1.29	11.783333	0.058780	0.008384	154.982	1.580
20	821	1.36	13.683333	0.068258	0.008470	161.686	1.649
21	960	1.44	16.000000	0.079814	0.008576	169.009	1.723
22	1132	1.52	18.866667	0.094114	0.008711	175.566	1.790
23	1298	1.59	21.633333	0.107915	0.008846	180.805	1.844
24	1549	1.65	25.816667	0.128783	0.009058	183.199	1.868
25	3014	1.49	50.233333	0.250583	0.010530	142.393	1.452



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	183.20
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.868
Deformación en la falla, %	0.325
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	65.20
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	91.60

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



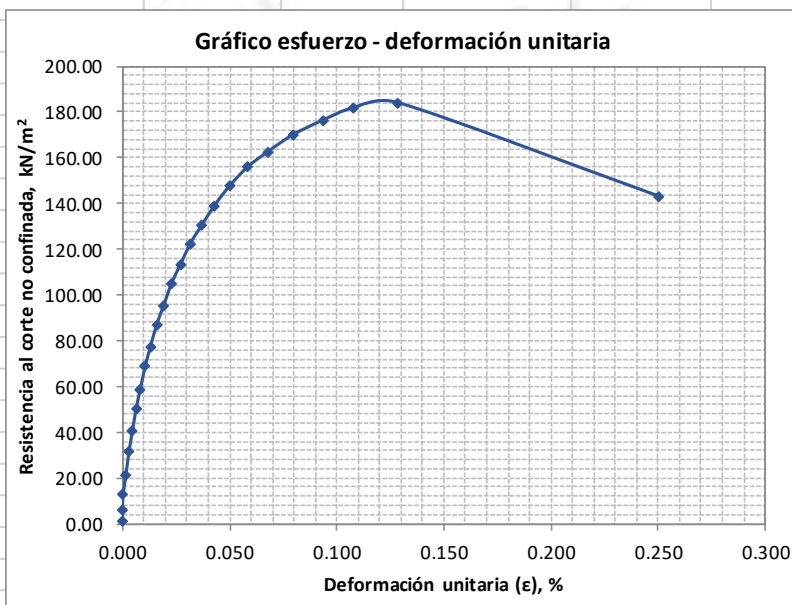
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 183.20 kPa.

Figura D.44

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.25%PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-008-02				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M8-B)		Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.25% PP de 60 mm Muestra 2		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 21-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.03				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 79.07				Densidad húmeda (γ _m), g/cm ³ :			1.98
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.06				Densidad seca (γ _d), g/cm ³ :			1.63
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1586.00				Contenido de agua (w), % : Antes			21.72
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007907	1.190	0.012	
2	1	0.04	0.017667	0.000088	0.007908	6.247	0.064	
3	6	0.09	0.101000	0.000504	0.007911	12.565	0.128	
4	22	0.16	0.367667	0.001833	0.007922	21.384	0.218	
5	39	0.24	0.651000	0.003246	0.007933	31.438	0.321	
6	58	0.31	0.967667	0.004825	0.007946	40.198	0.410	
7	79	0.39	1.317667	0.006570	0.007960	50.178	0.512	
8	103	0.46	1.717667	0.008564	0.007976	58.854	0.600	
9	130	0.54	2.167667	0.010808	0.007994	68.728	0.701	
10	160	0.61	2.667667	0.013300	0.008014	77.290	0.788	
11	195	0.69	3.251000	0.016209	0.008038	87.015	0.887	

12	235	0.76	3.917667	0.019533	0.008065	95.400	0.973
13	278	0.84	4.634333	0.023106	0.008095	104.936	1.070
14	328	0.91	5.467667	0.027261	0.008129	113.101	1.153
15	384	0.99	6.401000	0.031914	0.008168	122.354	1.248
16	447	1.06	7.451000	0.037149	0.008213	130.216	1.328
17	521	1.14	8.684333	0.043298	0.008265	139.063	1.418
18	606	1.22	10.101000	0.050361	0.008327	147.644	1.506
19	707	1.30	11.784333	0.058754	0.008401	155.862	1.589
20	821	1.37	13.684333	0.068227	0.008486	162.541	1.657
21	960	1.45	16.001000	0.079778	0.008593	169.836	1.732
22	1132	1.53	18.867667	0.094070	0.008729	176.364	1.798
23	1298	1.60	21.634333	0.107864	0.008864	181.576	1.852
24	1549	1.66	25.817667	0.128721	0.009076	183.942	1.876
25	3014	1.50	50.234333	0.250458	0.010550	143.075	1.459



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	183.94
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	1.876
Deformación en la falla, %	0.327
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	65.20
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	91.97

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



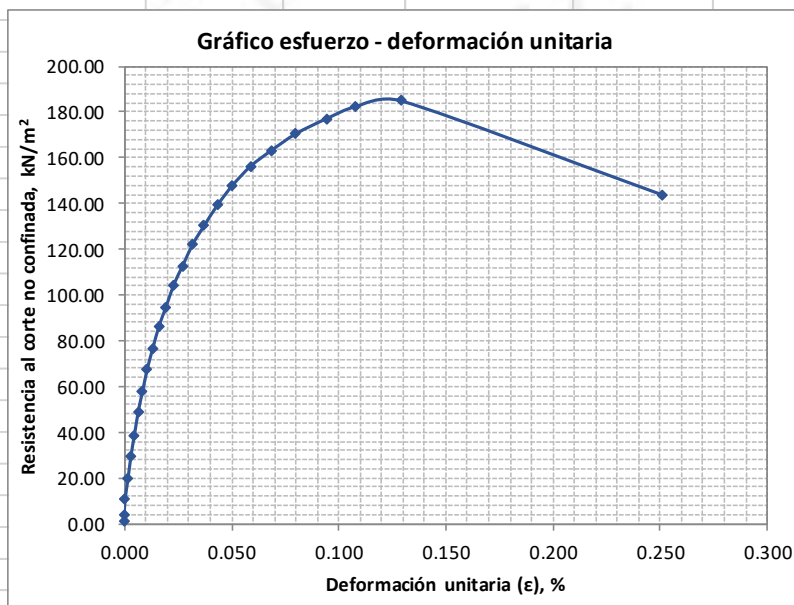
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 183.94 kPa.

Figura D.45

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.25%PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-008-03			Tipo de muestra : Inalterada			
Fuente	C1 (M8-C)	Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.25% PP de 60 mm Muestra 3			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 21-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.95			Gravedad específica (G _s) : 2.54			
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.82			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.02			
Altura inicial (L ₀), cm	: 19.98			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.65			
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1554.59			Contenido de agua (w), % : Antes		22.72	
Relación A/D	: 2.01			Presencia de la muestra : Completa			
Grado de Saturación, %	:			Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido			
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007782	1.209	0.012
2	1	0.02	0.015967	0.000080	0.007783	4.164	0.042
3	6	0.07	0.099300	0.000497	0.007786	10.584	0.108
4	22	0.14	0.365967	0.001832	0.007796	19.549	0.199
5	39	0.22	0.649300	0.003250	0.007807	29.768	0.304
6	58	0.29	0.965967	0.004835	0.007820	38.672	0.394
7	79	0.37	1.315967	0.006587	0.007833	48.817	0.498
8	103	0.44	1.715967	0.008590	0.007849	57.636	0.588
9	130	0.52	2.165967	0.010842	0.007867	67.674	0.690
10	160	0.59	2.665967	0.013345	0.007887	76.378	0.779
11	195	0.67	3.249300	0.016265	0.007911	86.265	0.880

12	235	0.74	3.915967	0.019602	0.007937	94.791	0.967
13	278	0.82	4.632633	0.023190	0.007967	104.487	1.065
14	328	0.89	5.465967	0.027361	0.008001	112.789	1.150
15	384	0.97	6.399300	0.032033	0.008039	122.199	1.246
16	447	1.04	7.449300	0.037289	0.008083	130.195	1.328
17	521	1.12	8.682633	0.043463	0.008135	139.193	1.419
18	606	1.20	10.099300	0.050555	0.008196	147.922	1.508
19	707	1.28	11.782633	0.058981	0.008270	156.283	1.594
20	821	1.35	13.682633	0.068492	0.008354	163.083	1.663
21	960	1.43	15.999300	0.080089	0.008459	170.509	1.739
22	1132	1.51	18.865967	0.094438	0.008593	177.159	1.807
23	1298	1.58	21.632633	0.108288	0.008727	182.471	1.861
24	1549	1.64	25.815967	0.129228	0.008937	184.900	1.885
25	3014	1.48	50.232633	0.251452	0.010396	143.556	1.464



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	184.90
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	1.885
Deformación en la falla, %	0.326
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	65.20
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	92.45

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



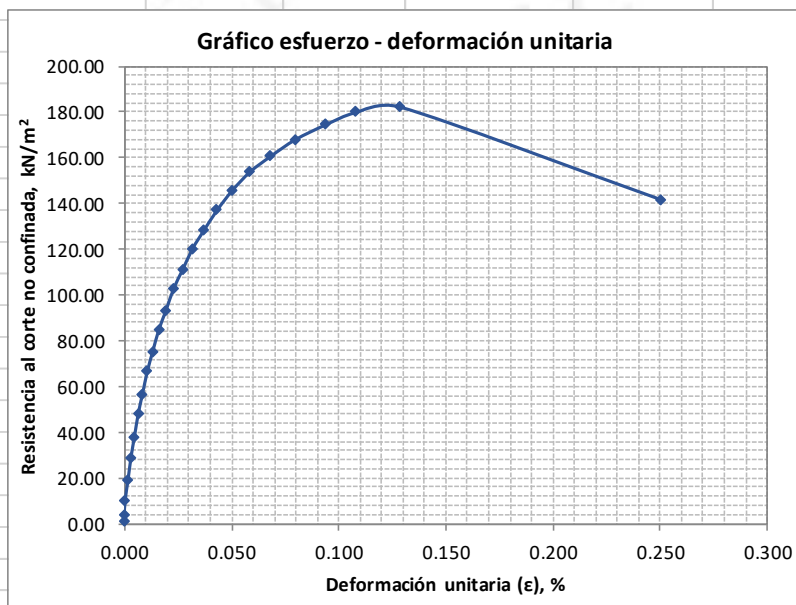
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 184.90 kPa.

Figura D.46

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.25%PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-008-04					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M8-D)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.25% PP de 60 mm Muestra 1			Clasificación SUCS : CH	
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO : A - 7 - 5	
Fecha	: 21-Nov-22					Peso de la muestra (W), g : 3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.01					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.76					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 1.99	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.04					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.61	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1578.11					Contenido de agua (w), % : Antes 23.72	
Relación A/D	: 2.00					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007876	1.194	0.012
2	1	0.02	0.015667	0.000078	0.007877	3.733	0.038
3	6	0.07	0.099000	0.000494	0.007880	10.077	0.103
4	22	0.14	0.365667	0.001825	0.007890	18.935	0.193
5	39	0.22	0.649000	0.003239	0.007902	29.033	0.296
6	58	0.29	0.965667	0.004819	0.007914	37.832	0.386
7	79	0.37	1.315667	0.006566	0.007928	47.856	0.488
8	103	0.44	1.715667	0.008562	0.007944	56.572	0.577
9	130	0.52	2.165667	0.010808	0.007962	66.491	0.678
10	160	0.59	2.665667	0.013304	0.007982	75.093	0.766
11	195	0.67	3.249000	0.016215	0.008006	84.864	0.865

12	235	0.74	3.915667	0.019542	0.008033	93.291	0.951
13	278	0.82	4.632333	0.023119	0.008062	102.874	1.049
14	328	0.89	5.465667	0.027278	0.008097	111.081	1.133
15	384	0.97	6.399000	0.031936	0.008136	120.382	1.228
16	447	1.04	7.449000	0.037176	0.008180	128.288	1.308
17	521	1.12	8.682333	0.043332	0.008233	137.185	1.399
18	606	1.20	10.099000	0.050402	0.008294	145.817	1.487
19	707	1.28	11.782333	0.058803	0.008368	154.087	1.571
20	821	1.35	13.682333	0.068285	0.008453	160.815	1.640
21	960	1.43	15.999000	0.079847	0.008559	168.166	1.715
22	1132	1.51	18.865667	0.094154	0.008695	174.752	1.782
23	1298	1.58	21.632333	0.107962	0.008829	180.017	1.836
24	1549	1.64	25.815667	0.128840	0.009041	182.440	1.860
25	3014	1.48	50.232333	0.250698	0.010511	141.698	1.445



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	182.44
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	1.860
Deformación en la falla, %	0.326
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	65.20
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	91.22

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



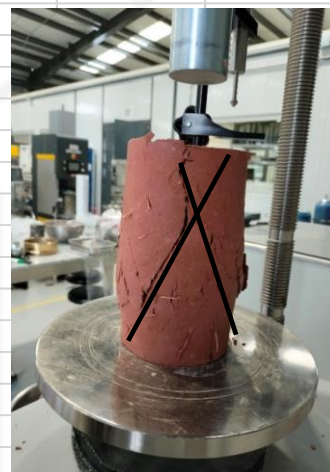
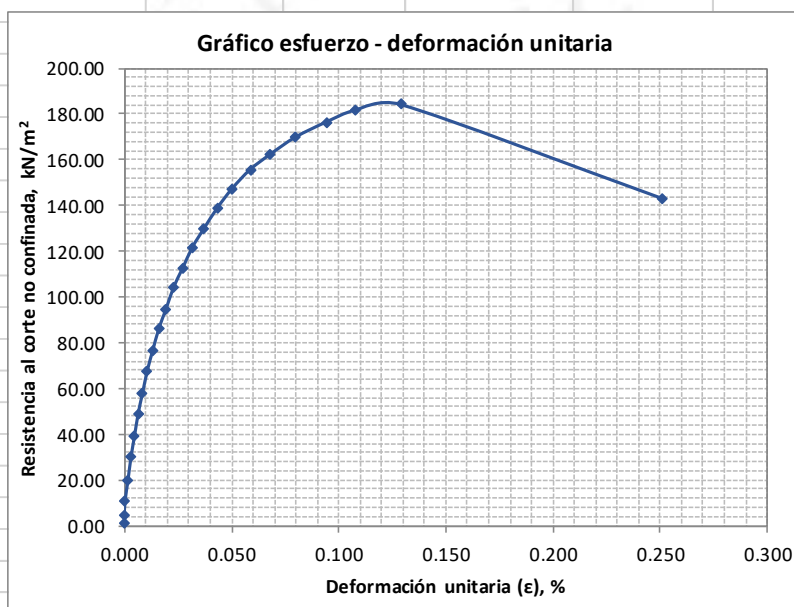
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 182.44 kPa.

Figura D.47

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.25%PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-008-05				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C2 (M8-E)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.25% PP de 60 mm Muestra 2		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 21-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.98				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.29				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			2.01
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.01				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.61
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1566.32				Contenido de agua (w), % : Antes			24.72
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007829	1.201	0.012	
2	1	0.03	0.016267	0.000081	0.007830	4.522	0.046	
3	6	0.08	0.099600	0.000498	0.007833	10.904	0.111	
4	22	0.15	0.366267	0.001831	0.007843	19.814	0.202	
5	39	0.23	0.649600	0.003247	0.007854	29.971	0.306	
6	58	0.30	0.966267	0.004830	0.007867	38.822	0.396	
7	79	0.38	1.316267	0.006579	0.007881	48.905	0.499	
8	103	0.45	1.716267	0.008578	0.007897	57.671	0.588	
9	130	0.53	2.166267	0.010828	0.007915	67.648	0.690	
10	160	0.60	2.666267	0.013327	0.007935	76.299	0.778	
11	195	0.68	3.249600	0.016242	0.007958	86.127	0.878	

12	235	0.75	3.916267	0.019574	0.007985	94.601	0.965
13	278	0.83	4.632933	0.023157	0.008014	104.237	1.063
14	328	0.90	5.466267	0.027322	0.008049	112.490	1.147
15	384	0.98	6.399600	0.031987	0.008088	121.842	1.242
16	447	1.05	7.449600	0.037235	0.008132	129.790	1.323
17	521	1.13	8.682933	0.043399	0.008184	138.734	1.415
18	606	1.21	10.099600	0.050480	0.008245	147.410	1.503
19	707	1.29	11.782933	0.058894	0.008319	155.720	1.588
20	821	1.36	13.682933	0.068391	0.008404	162.479	1.657
21	960	1.44	15.999600	0.079970	0.008509	169.861	1.732
22	1132	1.52	18.866267	0.094298	0.008644	176.470	1.799
23	1298	1.59	21.632933	0.108127	0.008778	181.750	1.853
24	1549	1.65	25.816267	0.129036	0.008989	184.164	1.878
25	3014	1.49	50.232933	0.251077	0.010454	143.053	1.459



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	184.16
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	1.878
Deformación en la falla, %	0.325
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	65.20
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	92.08

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



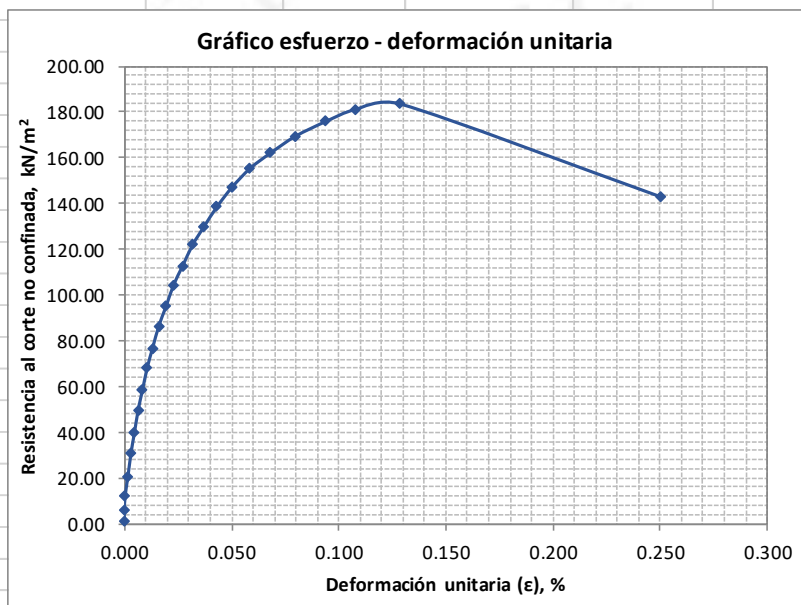
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 184.16 kPa.

Figura D.48

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.25%PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-008-06					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M8-F)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.25% PP de 60 mm Muestra 3			Clasificación SUCS : CH		
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO : A - 7 - 5		
Fecha	: 21-Nov-22				Peso de la muestra (W), g : 3145.00		
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.03					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 79.00					Densidad húmeda (γ _m), g/cm ³ : 1.99	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.05					Densidad seca (γ _d), g/cm ³ : 1.58	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1584.03					Contenido de agua (w), % : Antes 25.72	
Relación A/D	: 2.00					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007900	1.191	0.012
2	1	0.04	0.017167	0.000086	0.007900	5.621	0.057
3	6	0.09	0.100500	0.000501	0.007904	11.945	0.122
4	22	0.16	0.367167	0.001831	0.007914	20.774	0.212
5	39	0.24	0.650500	0.003244	0.007925	30.839	0.314
6	58	0.31	0.967167	0.004823	0.007938	39.608	0.404
7	79	0.39	1.317167	0.006569	0.007952	49.599	0.506
8	103	0.46	1.717167	0.008564	0.007968	58.285	0.594
9	130	0.54	2.167167	0.010808	0.007986	68.171	0.695
10	160	0.61	2.667167	0.013301	0.008006	76.742	0.783
11	195	0.69	3.250500	0.016210	0.008030	86.479	0.882

12	235	0.76	3.917167	0.019535	0.008057	94.875	0.967
13	278	0.84	4.633833	0.023109	0.008086	104.422	1.065
14	328	0.91	5.467167	0.027265	0.008121	112.597	1.148
15	384	0.99	6.400500	0.031920	0.008160	121.862	1.243
16	447	1.06	7.450500	0.037156	0.008204	129.735	1.323
17	521	1.14	8.683833	0.043307	0.008257	138.595	1.413
18	606	1.22	10.100500	0.050372	0.008319	147.189	1.501
19	707	1.30	11.783833	0.058766	0.008393	155.419	1.585
20	821	1.37	13.683833	0.068242	0.008478	162.111	1.653
21	960	1.45	16.000500	0.079795	0.008585	169.420	1.728
22	1132	1.53	18.867167	0.094091	0.008720	175.962	1.794
23	1298	1.60	21.633833	0.107889	0.008855	181.187	1.848
24	1549	1.66	25.817167	0.128751	0.009067	183.568	1.872
25	3014	1.50	50.233833	0.250518	0.010540	142.732	1.455



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	183.57
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	1.872
Deformación en la falla, %	0.251
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	50.23
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	91.78

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono, y agrietamiento



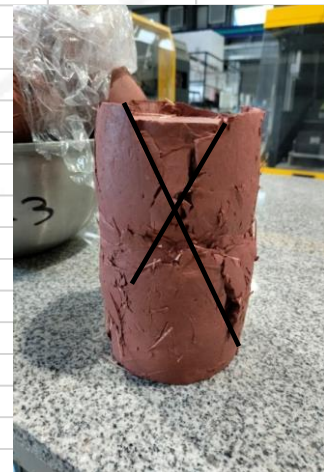
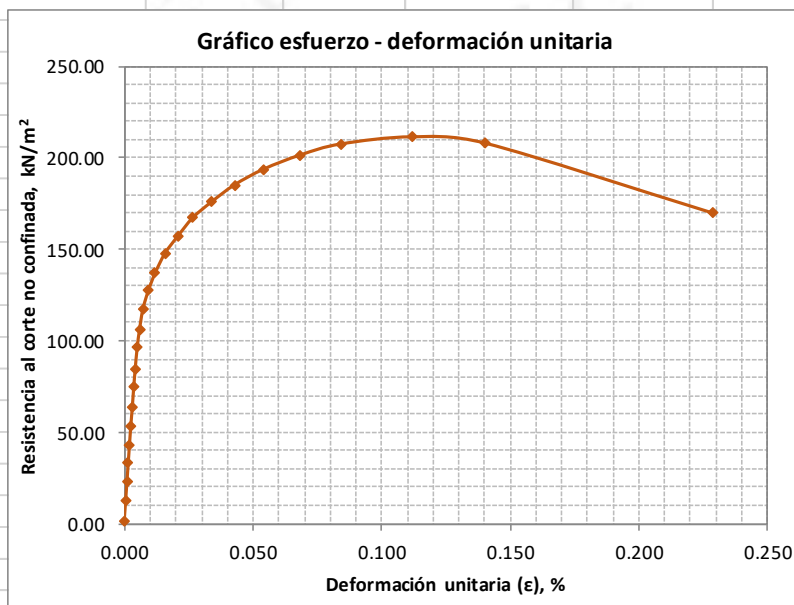
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 183.57 kPa.

Figura D.49

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.5%PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-009-01				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M9-A)		Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.50% PP de 60 mm Muestra 1		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 24-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.00				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.57				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			2.00
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.04				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.65
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1574.69				Contenido de agua (w), % : Antes			20.81
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007857	1.197	0.012	
2	7	0.09	0.116667	0.000582	0.007861	12.645	0.129	
3	13	0.17	0.216667	0.001081	0.007865	22.810	0.233	
4	19	0.25	0.316667	0.001580	0.007869	32.965	0.336	
5	25	0.33	0.416667	0.002079	0.007873	43.109	0.440	
6	31	0.41	0.516667	0.002578	0.007877	53.244	0.543	
7	38	0.49	0.633333	0.003160	0.007882	63.363	0.646	
8	45	0.58	0.750000	0.003742	0.007886	74.738	0.762	
9	52	0.66	0.866667	0.004324	0.007891	84.832	0.865	
10	61	0.75	1.016667	0.005073	0.007897	96.165	0.981	
11	72	0.83	1.200000	0.005987	0.007904	106.198	1.083	

12	88	0.92	1.466667	0.007318	0.007915	117.427	1.197
13	113	1.00	1.883333	0.009397	0.007931	127.268	1.298
14	145	1.08	2.416667	0.012058	0.007953	136.986	1.397
15	191	1.17	3.183333	0.015883	0.007984	147.728	1.506
16	250	1.25	4.166667	0.020789	0.008024	156.962	1.601
17	321	1.34	5.350000	0.026693	0.008072	167.165	1.705
18	408	1.42	6.800000	0.033928	0.008133	175.760	1.792
19	516	1.51	8.600000	0.042909	0.008209	185.089	1.887
20	653	1.60	10.883333	0.054302	0.008308	193.719	1.975
21	825	1.69	13.750000	0.068605	0.008436	201.458	2.054
22	1013	1.77	16.883333	0.084238	0.008580	207.401	2.115
23	1346	1.86	22.433333	0.111929	0.008847	211.303	2.155
24	1691	1.89	28.183333	0.140619	0.009142	207.758	2.119
25	2751	1.72	45.850000	0.228765	0.010187	169.761	1.731



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	211.30
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	2.155
Deformación en la falla, %	0.250
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	50.23
Consistencia (Gonzales, 2006)	Muy firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	105.65

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



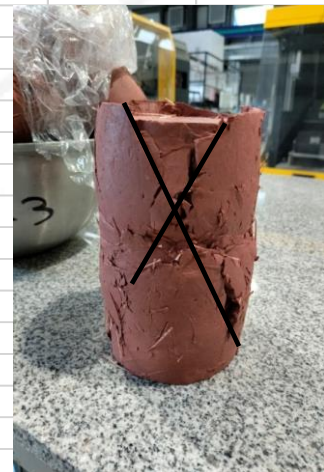
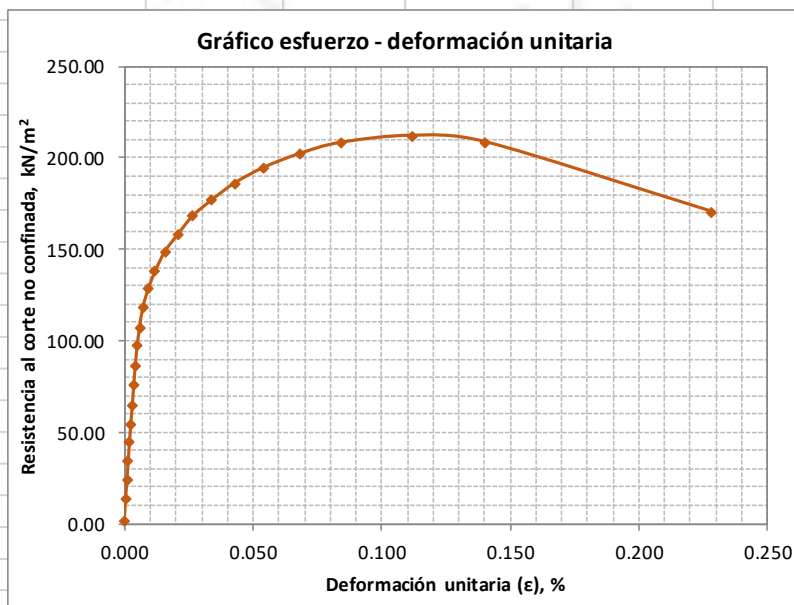
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 211.30 kPa.

Figura D.50

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.5%PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-009-02				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M9-B)		Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.50% PP de 60 mm Muestra 2		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 24-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.01				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.73				Densidad húmeda (γ _m), g/cm ³ :			1.99
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.05				Densidad seca (γ _d), g/cm ³ :			1.72
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1578.66				Contenido de agua (w), % : Antes			15.9
Relación A/D	: 2.00				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007873	1.195	0.012	
2	7	0.10	0.117667	0.000587	0.007877	13.888	0.142	
3	13	0.18	0.217667	0.001086	0.007881	24.032	0.245	
4	19	0.26	0.317667	0.001584	0.007885	34.165	0.348	
5	25	0.34	0.417667	0.002083	0.007889	44.289	0.452	
6	31	0.42	0.517667	0.002582	0.007893	54.402	0.555	
7	38	0.50	0.634333	0.003163	0.007898	64.500	0.658	
8	45	0.59	0.751000	0.003745	0.007902	75.851	0.773	
9	52	0.67	0.867667	0.004327	0.007907	85.924	0.876	
10	61	0.76	1.017667	0.005075	0.007913	97.233	0.992	
11	72	0.84	1.201000	0.005989	0.007920	107.244	1.094	

12	88	0.93	1.467667	0.007319	0.007931	118.449	1.208
13	113	1.01	1.884333	0.009397	0.007948	128.267	1.308
14	145	1.09	2.417667	0.012057	0.007969	137.962	1.407
15	191	1.18	3.184333	0.015880	0.008000	148.678	1.516
16	250	1.26	4.167667	0.020784	0.008040	157.887	1.610
17	321	1.35	5.351000	0.026686	0.008089	168.062	1.714
18	408	1.43	6.801000	0.033917	0.008149	176.631	1.801
19	516	1.52	8.601000	0.042893	0.008226	185.931	1.896
20	653	1.61	10.884333	0.054281	0.008325	194.530	1.984
21	825	1.70	13.751000	0.068577	0.008452	202.237	2.062
22	1013	1.78	16.884333	0.084203	0.008597	208.150	2.123
23	1346	1.87	22.434333	0.111881	0.008865	212.012	2.162
24	1691	1.90	28.184333	0.140556	0.009160	208.442	2.126
25	2751	1.73	45.851000	0.228660	0.010207	170.418	1.738



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m²	212.01
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm²	2.162
Deformación en la falla, %	0.251
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	50.23
Consistencia (Gonzales, 2006)	Muy firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m²	106.01

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



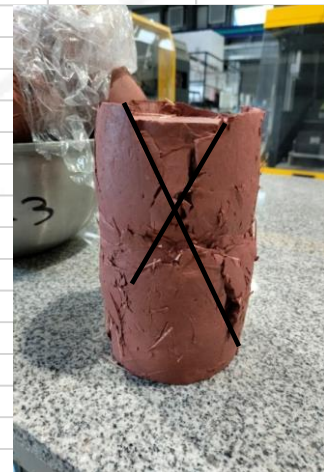
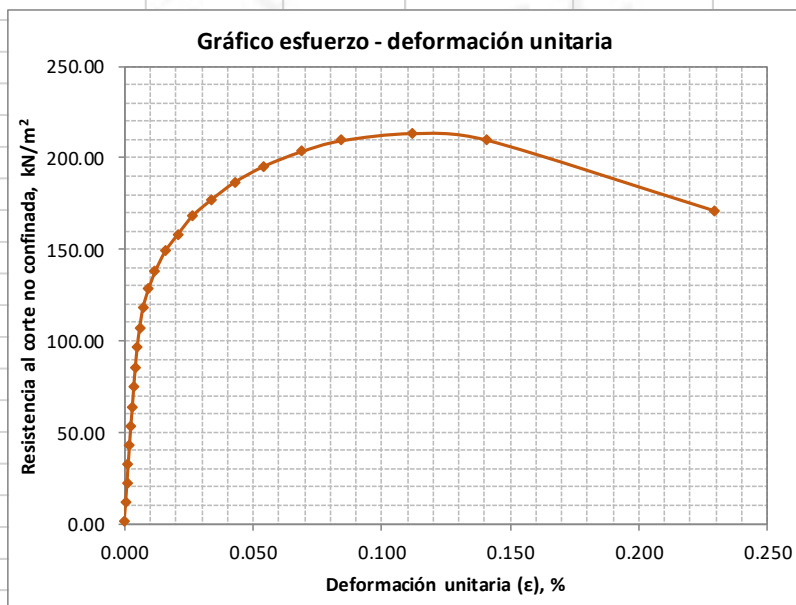
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 212.01 kPa.

Figura D.51

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.5%PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-009-03				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C1 (M9-C)		Suelo arcilloso de Calicata 1 con 0.50% PP de 60 mm Muestra 3		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 24-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.93				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.48				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			2.03
Altura inicial (L ₀), cm	: 19.97				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.83
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1547.34				Contenido de agua (w), % :			Antes 10.99
Relación A/D	: 2.01				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007748	1.214	0.012	
2	7	0.08	0.115967	0.000581	0.007752	11.920	0.122	
3	13	0.16	0.215967	0.001081	0.007756	22.229	0.227	
4	19	0.24	0.315967	0.001582	0.007760	32.527	0.332	
5	25	0.32	0.415967	0.002083	0.007764	42.815	0.437	
6	31	0.40	0.515967	0.002583	0.007768	53.093	0.541	
7	38	0.48	0.632633	0.003168	0.007772	63.355	0.646	
8	45	0.57	0.749300	0.003752	0.007777	74.891	0.764	
9	52	0.65	0.865967	0.004336	0.007781	85.128	0.868	
10	61	0.74	1.015967	0.005087	0.007787	96.622	0.985	
11	72	0.82	1.199300	0.006005	0.007794	106.796	1.089	

12	88	0.91	1.465967	0.007340	0.007805	118.184	1.205
13	113	0.99	1.882633	0.009426	0.007821	128.164	1.307
14	145	1.07	2.415967	0.012097	0.007842	138.020	1.407
15	191	1.16	3.182633	0.015935	0.007873	148.915	1.519
16	250	1.24	4.165967	0.020859	0.007913	158.280	1.614
17	321	1.33	5.349300	0.026784	0.007961	168.628	1.720
18	408	1.41	6.799300	0.034044	0.008021	177.344	1.808
19	516	1.50	8.599300	0.043057	0.008096	186.806	1.905
20	653	1.59	10.882633	0.054489	0.008194	195.558	1.994
21	825	1.68	13.749300	0.068843	0.008320	203.406	2.074
22	1013	1.76	16.882633	0.084532	0.008463	209.432	2.136
23	1346	1.85	22.432633	0.112320	0.008728	213.387	2.176
24	1691	1.88	28.182633	0.141111	0.009020	209.792	2.139
25	2751	1.71	45.849300	0.229568	0.010056	171.280	1.747



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	213.39
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	2.176
Deformación en la falla, %	0.251
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	50.23
Consistencia (Gonzales, 2006)	Muy firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	106.69

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



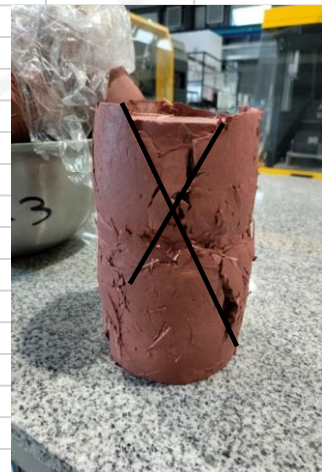
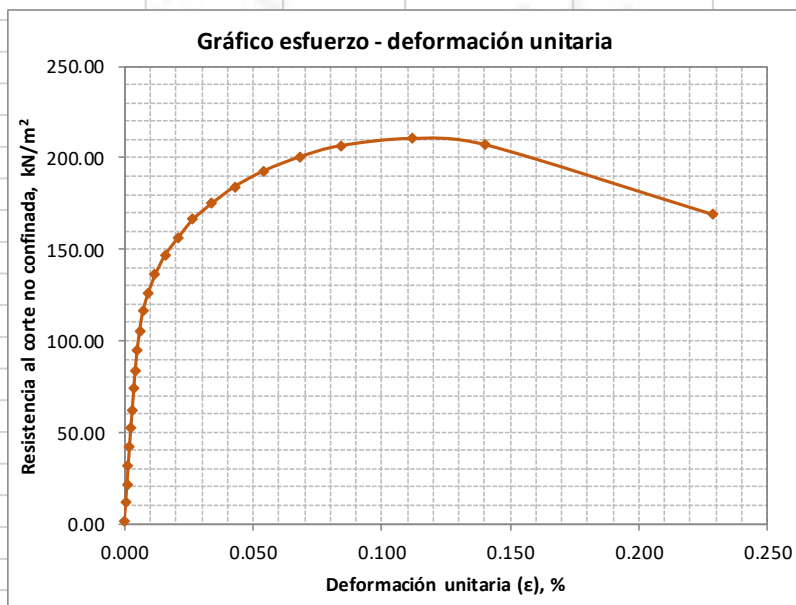
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 213.39 kPa.

Figura D.52

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 0.5%PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-009-04					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M9-D)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.50% PP de 60 mm Muestra 1			Clasificación SUCS : CH	
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO : A - 7 - 5	
Fecha	: 24-Nov-22					Peso de la muestra (W), g : 3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.99					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.41					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.00	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.03					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 1.89	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1570.79					Contenido de agua (w), % : Antes 6.08	
Relación A/D	: 2.00					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007841	1.200	0.012
2	7	0.08	0.115667	0.000577	0.007846	11.395	0.116
3	13	0.16	0.215667	0.001077	0.007850	21.581	0.220
4	19	0.24	0.315667	0.001576	0.007854	31.756	0.324
5	25	0.32	0.415667	0.002075	0.007858	41.921	0.427
6	31	0.40	0.515667	0.002574	0.007862	52.076	0.531
7	38	0.48	0.632333	0.003157	0.007866	62.216	0.634
8	45	0.57	0.749000	0.003739	0.007871	73.614	0.751
9	52	0.65	0.865667	0.004321	0.007875	83.729	0.854
10	61	0.74	1.015667	0.005070	0.007881	95.086	0.970
11	72	0.82	1.199000	0.005985	0.007889	105.139	1.072

12	88	0.91	1.465667	0.007317	0.007899	116.392	1.187
13	113	0.99	1.882333	0.009397	0.007916	126.255	1.287
14	145	1.07	2.415667	0.012059	0.007937	135.994	1.387
15	191	1.16	3.182333	0.015886	0.007968	146.763	1.497
16	250	1.24	4.165667	0.020795	0.008008	156.021	1.591
17	321	1.33	5.349000	0.026702	0.008057	166.251	1.695
18	408	1.41	6.799000	0.033941	0.008117	174.870	1.783
19	516	1.50	8.599000	0.042926	0.008193	184.228	1.879
20	653	1.59	10.882333	0.054325	0.008292	192.888	1.967
21	825	1.68	13.749000	0.068635	0.008419	200.659	2.046
22	1013	1.76	16.882333	0.084277	0.008563	206.632	2.107
23	1346	1.85	22.432333	0.111982	0.008830	210.572	2.147
24	1691	1.88	28.182333	0.140687	0.009125	207.053	2.111
25	2751	1.71	45.849000	0.228879	0.010169	169.085	1.724



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	210.57
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	2.147
Deformación en la falla, %	0.251
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	50.23
Consistencia (Gonzales, 2006)	Muy firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	105.29

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



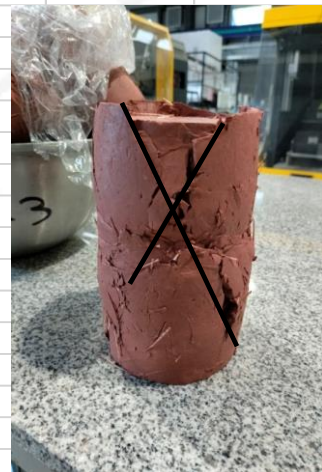
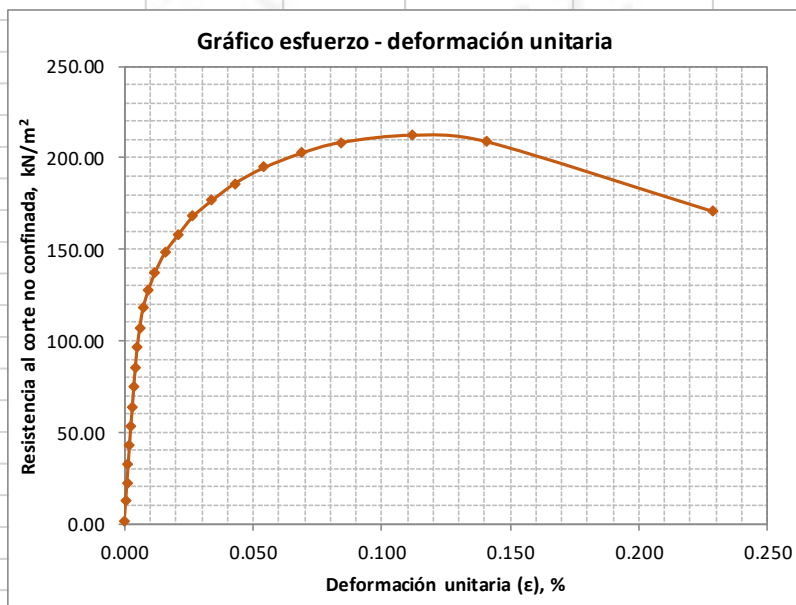
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 210.57 kPa.

Figura D.53

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 0.5%PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -						
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01	
DATOS DEL PROYECTO								
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad								
Id. proyecto	: U - 2022							
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali							
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez							
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu							
DATOS DE LA MUESTRA								
Id. Ensayo	2022-009-05				Tipo de muestra :			Inalterada
Fuente	C2 (M9-E)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.50% PP de 60 mm Muestra 2		Clasificación SUCS :			CH
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :			A - 7 - 5
Fecha	: 24-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :			3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA								
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.96				Gravedad específica (G _s) :			2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.94				Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :			2.02
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.00				Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :			1.99
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1559.04				Contenido de agua (w), % :			Antes 1.17
Relación A/D	: 2.01				Presencia de la muestra :			Completa
Grado de Saturación, %	:				Especimen			: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²	
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007794	1.207	0.012	
2	7	0.09	0.116267	0.000581	0.007799	12.233	0.125	
3	13	0.17	0.216267	0.001081	0.007803	22.480	0.229	
4	19	0.25	0.316267	0.001581	0.007807	32.716	0.334	
5	25	0.33	0.416267	0.002081	0.007811	42.942	0.438	
6	31	0.41	0.516267	0.002581	0.007815	53.158	0.542	
7	38	0.49	0.632933	0.003164	0.007819	63.358	0.646	
8	45	0.58	0.749600	0.003748	0.007824	74.824	0.763	
9	52	0.66	0.866267	0.004331	0.007828	85.000	0.867	
10	61	0.75	1.016267	0.005081	0.007834	96.424	0.983	
11	72	0.83	1.199600	0.005997	0.007841	106.537	1.086	

12	88	0.92	1.466267	0.007331	0.007852	117.857	1.202
13	113	1.00	1.882933	0.009414	0.007868	127.776	1.303
14	145	1.08	2.416267	0.012080	0.007890	137.572	1.403
15	191	1.17	3.182933	0.015913	0.007920	148.402	1.513
16	250	1.25	4.166267	0.020829	0.007960	157.710	1.608
17	321	1.34	5.349600	0.026745	0.008009	167.995	1.713
18	408	1.42	6.799600	0.033995	0.008069	176.659	1.801
19	516	1.51	8.599600	0.042994	0.008145	186.063	1.897
20	653	1.60	10.882933	0.054409	0.008243	194.762	1.986
21	825	1.69	13.749600	0.068741	0.008370	202.563	2.066
22	1013	1.77	16.882933	0.084406	0.008513	208.554	2.127
23	1346	1.86	22.432933	0.112153	0.008779	212.485	2.167
24	1691	1.89	28.182933	0.140901	0.009073	208.912	2.130
25	2751	1.72	45.849600	0.229225	0.010112	170.622	1.740



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	212.49
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	2.167
Deformación en la falla, %	0.251
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	50.23
Consistencia (Gonzales, 2006)	Muy firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	106.24

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



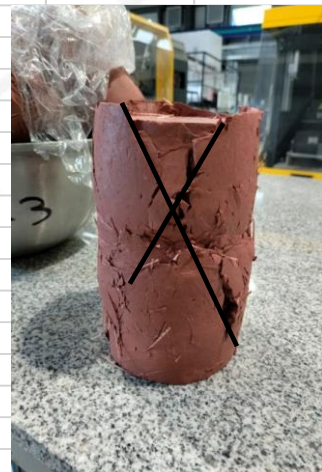
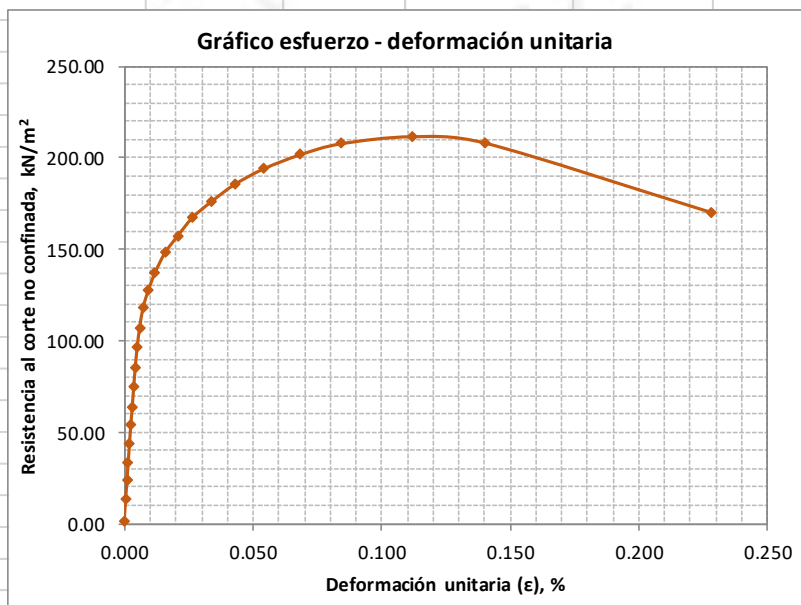
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 212.49 kPa .

Figura D.54

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 0.5 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-009-06					Tipo de muestra :	Inalterada
Fuente	C2 (M9-F)	Suelo arcilloso de Calicata 2 con 0.50% PP de 60 mm Muestra 3			Clasificación SUCS :	CH	
Profundidad, m	: 1				Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5	
Fecha	: 24-Nov-22				Peso de la muestra (W), g :	3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.01					Gravedad específica (G _s) :	2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.65					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :	1.99
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.05					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :	2.07
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1576.69		Contenido de agua (w), % :			Antes -3.74	
Relación A/D	: 2.00					Presencia de la muestra :	Completa
Grado de Saturación, %	:					Especimen	: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007865	1.196	0.012
2	7	0.10	0.117167	0.000584	0.007870	13.267	0.135
3	13	0.18	0.217167	0.001083	0.007874	23.421	0.239
4	19	0.26	0.317167	0.001582	0.007877	33.565	0.342
5	25	0.34	0.417167	0.002081	0.007881	43.699	0.446
6	31	0.42	0.517167	0.002580	0.007885	53.822	0.549
7	38	0.50	0.633833	0.003162	0.007890	63.930	0.652
8	45	0.59	0.750500	0.003744	0.007895	75.293	0.768
9	52	0.67	0.867167	0.004326	0.007899	85.377	0.871
10	61	0.76	1.017167	0.005074	0.007905	96.698	0.986
11	72	0.84	1.200500	0.005988	0.007912	106.720	1.088

12	88	0.93	1.467167	0.007319	0.007923	117.936	1.203
13	113	1.01	1.883833	0.009397	0.007940	127.766	1.303
14	145	1.09	2.417167	0.012057	0.007961	137.471	1.402
15	191	1.18	3.183833	0.015882	0.007992	148.201	1.511
16	250	1.26	4.167167	0.020787	0.008032	157.422	1.605
17	321	1.35	5.350500	0.026690	0.008081	167.611	1.709
18	408	1.43	6.800500	0.033923	0.008141	176.192	1.797
19	516	1.52	8.600500	0.042902	0.008218	185.507	1.892
20	653	1.61	10.883833	0.054292	0.008316	194.121	1.979
21	825	1.70	13.750500	0.068591	0.008444	201.844	2.058
22	1013	1.78	16.883833	0.084221	0.008588	207.772	2.119
23	1346	1.87	22.433833	0.111906	0.008856	211.653	2.158
24	1691	1.90	28.183833	0.140589	0.009152	208.096	2.122
25	2751	1.73	45.850500	0.228715	0.010197	170.086	1.734



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	211.65
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	2.158
Deformación en la falla, %	0.229
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	45.85
Consistencia (Gonzales, 2006)	Muy firme
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	105.83

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



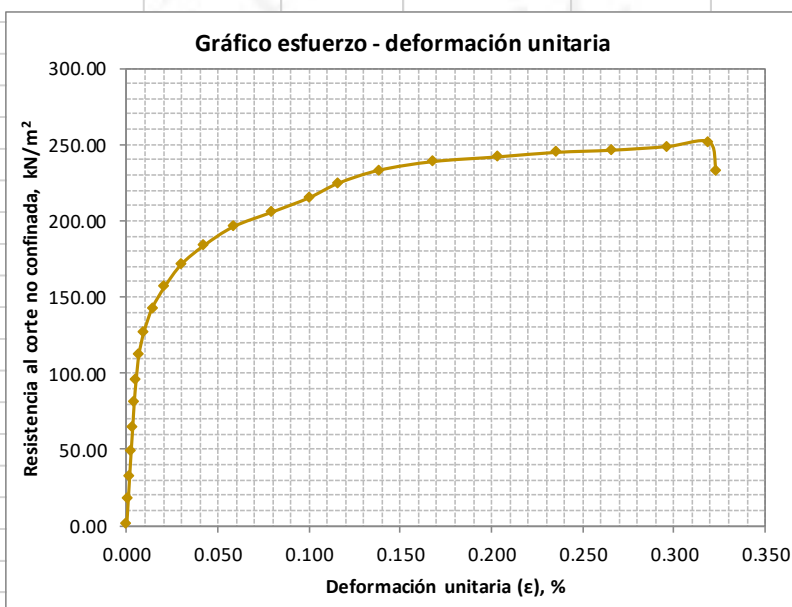
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 211.65 kPa.

Figura D.55

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -							
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01		
DATOS DEL PROYECTO									
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad									
Id. proyecto	: U - 2022								
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali								
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez								
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu								
DATOS DE LA MUESTRA									
Id. Ensayo	2022-010-01			Tipo de muestra :				Inalterada	
Fuente	C1 (M10-A)			Suelo arcilloso de Calicata 1 con 1% PP de 60				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1			mm Muestra 1				Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 28-Nov-22							Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA									
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.00							Gravedad específica (G _s) :	2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.53							Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :	2.00
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.07							Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :	2.05
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1576.18			Contenido de agua (w), % :				Antes -2.74	
Relación A/D	: 2.01							Presencia de la muestra :	Completa
Grado de Saturación, %	:							Especimen :	Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²		
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007853	1.198	0.012		
2	10	0.13	0.166667	0.000830	0.007859	17.738	0.181		
3	19	0.25	0.316667	0.001578	0.007865	32.982	0.336		
4	29	0.38	0.483333	0.002408	0.007872	49.469	0.504		
5	39	0.50	0.650000	0.003238	0.007878	64.660	0.659		
6	49	0.63	0.816667	0.004069	0.007885	81.093	0.827		
7	62	0.75	1.033333	0.005148	0.007893	96.208	0.981		
8	82	0.88	1.333333	0.006643	0.007905	112.508	1.147		
9	113	1.00	1.883333	0.009383	0.007927	127.336	1.298		
10	168	1.13	2.800000	0.013950	0.007964	143.073	1.459		
11	250	1.25	4.166667	0.020759	0.008019	157.049	1.601		

12	359	1.38	5.983333	0.029810	0.008094	171.659	1.750
13	509	1.50	8.483333	0.042265	0.008199	184.090	1.877
14	705	1.63	11.750000	0.058540	0.008341	196.548	2.004
15	961	1.75	16.016667	0.079797	0.008534	206.172	2.102
16	1202	1.87	20.033333	0.099808	0.008723	215.444	2.197
17	1397	1.99	23.283333	0.116000	0.008883	225.078	2.295
18	1667	2.12	27.783333	0.138420	0.009114	233.633	2.382
19	2026	2.25	33.766667	0.168229	0.009441	239.319	2.440
20	2450	2.38	40.833333	0.203436	0.009858	242.376	2.472
21	2834	2.51	47.233333	0.235322	0.010269	245.333	2.502
22	3202	2.63	53.366667	0.265879	0.010697	246.748	2.516
23	3566	2.77	59.433333	0.296104	0.011156	249.138	2.541
24	3841	2.90	64.016667	0.318938	0.011530	252.331	2.573
25	3891	2.70	64.850000	0.323090	0.011601	233.553	2.382



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	252.33
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	2.573
Deformación en la falla, %	0.229
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	45.85
Consistencia (Gonzales, 2006)	Dura
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	126.17

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



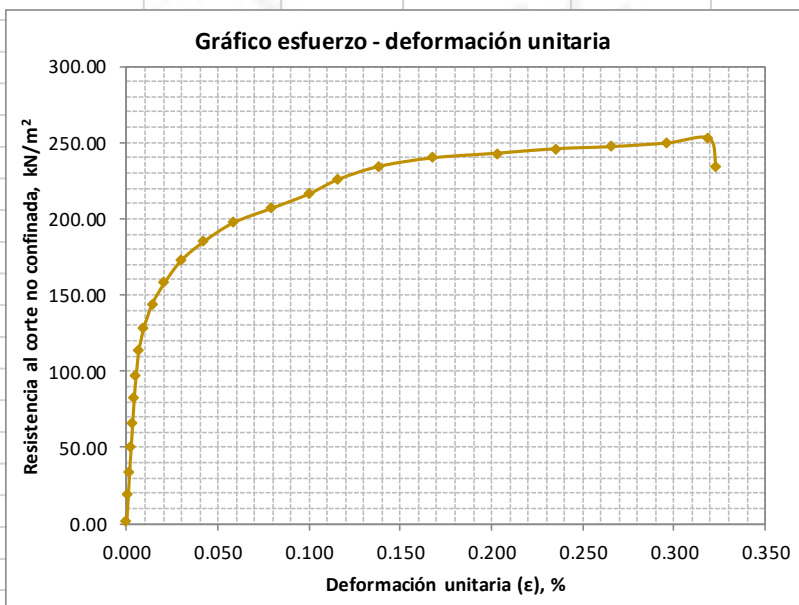
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 252.33 kPa .

Figura D.56

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -							
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01		
DATOS DEL PROYECTO									
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad									
Id. proyecto	: U - 2022								
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali								
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez								
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu								
DATOS DE LA MUESTRA									
Id. Ensayo	2022-010-02			Tipo de muestra :				Inalterada	
Fuente	C1 (M10-B)			Suelo arcilloso de Calicata 1 con 1% PP de 60 mm Muestra 2				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1							Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 28-Nov-22							Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA									
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.01							Gravedad específica (G _s) :	2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.68							Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :	1.99
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.08							Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :	2.03
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1580.08			Contenido de agua (w), % :				Antes	-1.74
Relación A/D	: 2.01							Presencia de la muestra :	Completa
Grado de Saturación, %	:							Especimen	: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²		
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007868	1.195	0.012		
2	10	0.14	0.167667	0.000835	0.007875	18.973	0.193		
3	19	0.26	0.317667	0.001582	0.007881	34.186	0.349		
4	29	0.39	0.484333	0.002412	0.007887	50.640	0.516		
5	39	0.51	0.651000	0.003242	0.007894	65.800	0.671		
6	49	0.64	0.817667	0.004072	0.007900	82.200	0.838		
7	62	0.76	1.034333	0.005151	0.007909	97.284	0.992		
8	82	0.89	1.334333	0.006644	0.007921	113.551	1.158		
9	113	1.01	1.884333	0.009383	0.007943	128.346	1.309		
10	168	1.14	2.801000	0.013948	0.007979	144.046	1.469		
11	250	1.26	4.167667	0.020753	0.008035	157.987	1.611		

12	359	1.39	5.984333	0.029799	0.008110	172.558	1.760
13	509	1.51	8.484333	0.042248	0.008215	184.950	1.886
14	705	1.64	11.751000	0.058515	0.008357	197.365	2.013
15	961	1.76	16.017667	0.079761	0.008550	206.946	2.110
16	1202	1.88	20.034333	0.099763	0.008740	216.178	2.204
17	1397	2.00	23.284333	0.115946	0.008900	225.775	2.302
18	1667	2.13	27.784333	0.138354	0.009132	234.288	2.389
19	2026	2.26	33.767667	0.168149	0.009459	239.931	2.447
20	2450	2.39	40.834333	0.203338	0.009876	242.944	2.477
21	2834	2.52	47.234333	0.235207	0.010288	245.862	2.507
22	3202	2.64	53.367667	0.265749	0.010716	247.242	2.521
23	3566	2.78	59.434333	0.295958	0.011176	249.597	2.545
24	3841	2.91	64.017667	0.318781	0.011550	252.761	2.577
25	3891	2.71	64.851000	0.322931	0.011621	234.011	2.386



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	252.76
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	2.577
Deformación en la falla, %	0.230
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.01
Duración del ensayo, min	45.85
Consistencia (Gonzales, 2006)	Dura
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	126.38

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



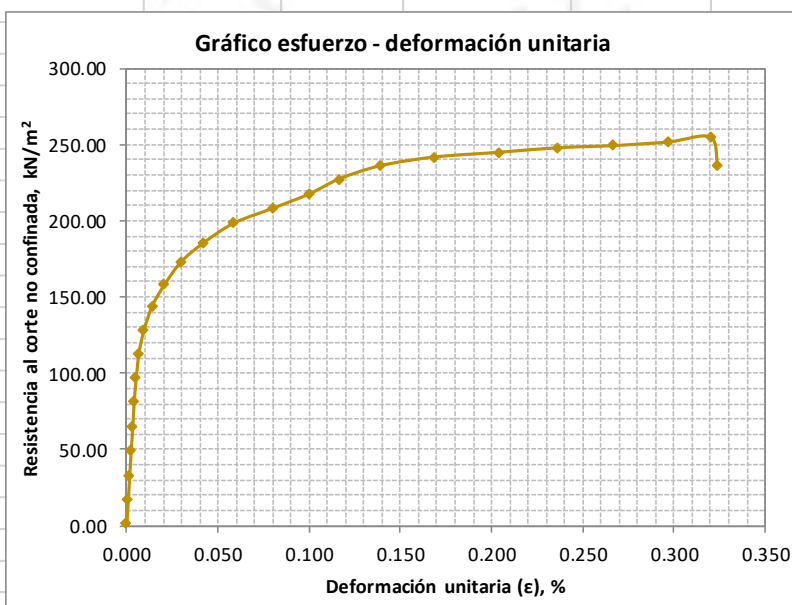
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 252.76 kPa.

Figura D.57

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 1.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -							
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01		
DATOS DEL PROYECTO									
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad									
Id. proyecto	: U - 2022								
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali								
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez								
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu								
DATOS DE LA MUESTRA									
Id. Ensayo	2022-010-03			Tipo de muestra :				Inalterada	
Fuente	C1 (M10-C)			Suelo arcilloso de Calicata 1 con 1% PP de 60				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1			mm Muestra 3				Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 28-Nov-22							Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA									
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.93			Gravedad específica (G _s) :				2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.43			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :				2.03	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.00			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :				2.05	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1548.73			Contenido de agua (w), % : Antes				-0.74	
Relación A/D	: 2.01			Presencia de la muestra :				Completa	
Grado de Saturación, %	:			Especimen				: Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²		
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007743	1.215	0.012		
2	10	0.12	0.165967	0.000830	0.007749	17.086	0.174		
3	19	0.24	0.315967	0.001580	0.007755	32.547	0.332		
4	29	0.37	0.482633	0.002413	0.007762	49.269	0.502		
5	39	0.49	0.649300	0.003246	0.007768	64.676	0.660		
6	49	0.62	0.815967	0.004079	0.007775	81.343	0.829		
7	62	0.74	1.032633	0.005163	0.007783	96.673	0.986		
8	82	0.87	1.332633	0.006663	0.007795	113.205	1.154		
9	113	0.99	1.882633	0.009412	0.007816	128.244	1.308		
10	168	1.12	2.799300	0.013995	0.007853	144.205	1.470		
11	250	1.24	4.165967	0.020828	0.007908	158.381	1.615		

12	359	1.37	5.982633	0.029910	0.007982	173.200	1.766
13	509	1.49	8.482633	0.042409	0.008086	185.809	1.895
14	705	1.62	11.749300	0.058741	0.008226	198.443	2.024
15	961	1.74	16.015967	0.080072	0.008417	208.203	2.123
16	1202	1.86	20.032633	0.100153	0.008605	217.604	2.219
17	1397	1.98	23.282633	0.116402	0.008763	227.369	2.319
18	1667	2.11	27.782633	0.138899	0.008992	236.038	2.407
19	2026	2.24	33.765967	0.168813	0.009315	241.793	2.466
20	2450	2.37	40.832633	0.204143	0.009729	244.878	2.497
21	2834	2.50	47.232633	0.236140	0.010136	247.858	2.527
22	3202	2.62	53.365967	0.266803	0.010560	249.271	2.542
23	3566	2.76	59.432633	0.297133	0.011016	251.668	2.566
24	3841	2.89	64.015967	0.320048	0.011387	254.880	2.599
25	3891	2.69	64.849300	0.324214	0.011458	235.862	2.405



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	254.88
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	2.599
Deformación en la falla, %	0.229
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	45.85
Consistencia (Gonzales, 2006)	Dura
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	127.44

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



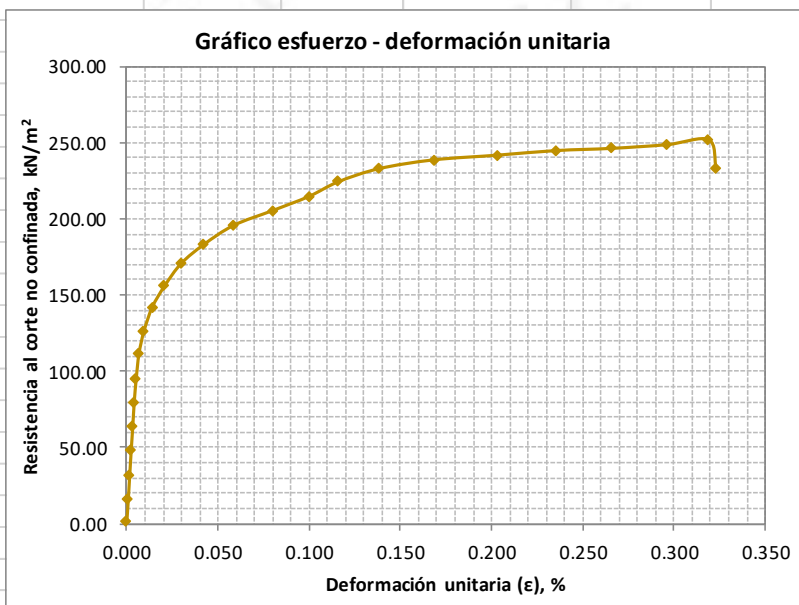
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 254.88 kPa .

Figura D.58

Ensayo de compresión simple de la primera muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -					
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01
DATOS DEL PROYECTO							
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad							
Id. proyecto	: U - 2022						
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali						
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez						
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu						
DATOS DE LA MUESTRA							
Id. Ensayo	2022-010-04					Tipo de muestra : Inalterada	
Fuente	C2 (M10-D)		Suelo arcilloso de Calicata 2 con 1% PP de 60 mm Muestra 1			Clasificación SUCS : CH	
Profundidad, m	: 1					Clasificación AASHTO : A - 7 - 5	
Fecha	: 28-Nov-22					Peso de la muestra (W), g : 3145.00	
COMPRESIÓN NO CONFINADA							
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.99					Gravedad específica (G _s) : 2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.37					Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ : 2.00	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.06					Densidad seca (Y _d), g/cm ³ : 2.00	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1572.20					Contenido de agua (w), % : Antes 0.26	
Relación A/D	: 2.01					Presencia de la muestra : Completa	
Grado de Saturación, %	:					Especimen : Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007837	1.200	0.012
2	10	0.12	0.165667	0.000826	0.007843	16.499	0.168
3	19	0.24	0.315667	0.001573	0.007849	31.775	0.324
4	29	0.37	0.482333	0.002404	0.007856	48.298	0.492
5	39	0.49	0.649000	0.003235	0.007862	63.520	0.648
6	49	0.62	0.815667	0.004066	0.007869	79.989	0.816
7	62	0.74	1.032333	0.005146	0.007877	95.136	0.970
8	82	0.87	1.332333	0.006641	0.007889	111.471	1.137
9	113	0.99	1.882333	0.009383	0.007911	126.332	1.288
10	168	1.12	2.799000	0.013952	0.007948	142.107	1.449
11	250	1.24	4.165667	0.020764	0.008003	156.119	1.592

12	359	1.37	5.982333	0.029819	0.008078	170.770	1.741
13	509	1.49	8.482333	0.042281	0.008183	183.241	1.869
14	705	1.62	11.749000	0.058563	0.008324	195.743	1.996
15	961	1.74	16.015667	0.079831	0.008517	205.411	2.095
16	1202	1.86	20.032333	0.099852	0.008706	214.725	2.190
17	1397	1.98	23.282333	0.116052	0.008866	224.397	2.288
18	1667	2.11	27.782333	0.138482	0.009096	232.994	2.376
19	2026	2.24	33.765667	0.168307	0.009423	238.725	2.434
20	2450	2.37	40.832333	0.203531	0.009839	241.826	2.466
21	2834	2.50	47.232333	0.235432	0.010250	244.824	2.497
22	3202	2.62	53.365667	0.266004	0.010677	246.273	2.511
23	3566	2.76	59.432333	0.296243	0.011136	248.700	2.536
24	3841	2.89	64.015667	0.319089	0.011509	251.922	2.569
25	3891	2.69	64.849000	0.323243	0.011580	233.113	2.377



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m^2	251.92
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm^2	2.569
Deformación en la falla, %	0.229
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	45.85
Consistencia (Gonzales, 2006)	Dura
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m^2	125.96

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



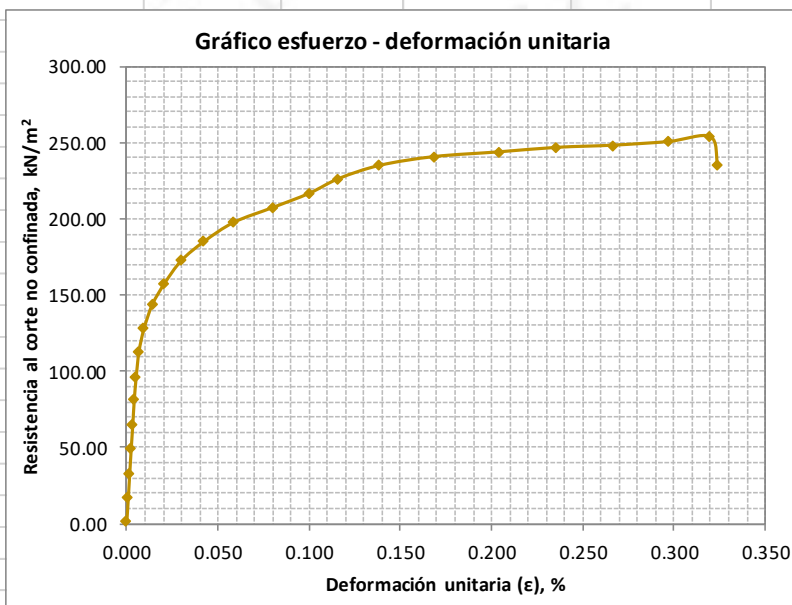
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 251.91 kPa .

Figura D.59

Ensayo de compresión simple de la segunda muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -							
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01		
DATOS DEL PROYECTO									
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad									
Id. proyecto	: U - 2022								
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali								
Solicita	: Kassandra Franchessa Seclén Vásquez								
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu								
DATOS DE LA MUESTRA									
Id. Ensayo	2022-010-05			Tipo de muestra :				Inalterada	
Fuente	C2 (M10-E)			Suelo arcilloso de Calicata 2 con 1% PP de 60				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1			mm Muestra 2				Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 28-Nov-22							Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA									
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 9.96			Gravedad específica (G _s) :				2.54	
Área inicial (A ₀), cm ²	: 77.90			Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :				2.02	
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.03			Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :				1.99	
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1560.43			Contenido de agua (w), % :				Antes 1.26	
Relación A/D	: 2.01			Presencia de la muestra :				Completa	
Grado de Saturación, %	:			Especimen				: Intacto, Remodelado, Reconstituido	
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²		
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007790	1.207	0.012		
2	10	0.13	0.166267	0.000830	0.007796	17.368	0.177		
3	19	0.25	0.316267	0.001579	0.007802	32.736	0.334		
4	29	0.38	0.482933	0.002411	0.007809	49.357	0.503		
5	39	0.50	0.649600	0.003243	0.007815	64.671	0.659		
6	49	0.63	0.816267	0.004075	0.007822	81.238	0.828		
7	62	0.75	1.032933	0.005156	0.007830	96.475	0.984		
8	82	0.88	1.332933	0.006654	0.007842	112.907	1.151		
9	113	1.00	1.882933	0.009400	0.007864	127.855	1.304		
10	168	1.13	2.799600	0.013976	0.007900	143.720	1.466		
11	250	1.25	4.166267	0.020798	0.007955	157.810	1.609		

12	359	1.38	5.982933	0.029867	0.008030	172.539	1.759
13	509	1.50	8.482933	0.042347	0.008134	185.072	1.887
14	705	1.63	11.749600	0.058654	0.008275	197.630	2.015
15	961	1.75	16.016267	0.079953	0.008467	207.332	2.114
16	1202	1.87	20.032933	0.100005	0.008655	216.678	2.209
17	1397	1.99	23.282933	0.116229	0.008814	226.386	2.308
18	1667	2.12	27.782933	0.138693	0.009044	235.006	2.396
19	2026	2.25	33.766267	0.168562	0.009369	240.732	2.455
20	2450	2.38	40.832933	0.203839	0.009784	243.805	2.486
21	2834	2.51	47.232933	0.235787	0.010193	246.775	2.516
22	3202	2.63	53.366267	0.266405	0.010619	248.189	2.531
23	3566	2.77	59.432933	0.296690	0.011076	250.583	2.555
24	3841	2.90	64.016267	0.319570	0.011448	253.787	2.588
25	3891	2.70	64.849600	0.323730	0.011519	234.872	2.395



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	253.79
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	2.588
Deformación en la falla, %	0.229
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	45.85
Consistencia (Gonzales, 2006)	Dura
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	126.89

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



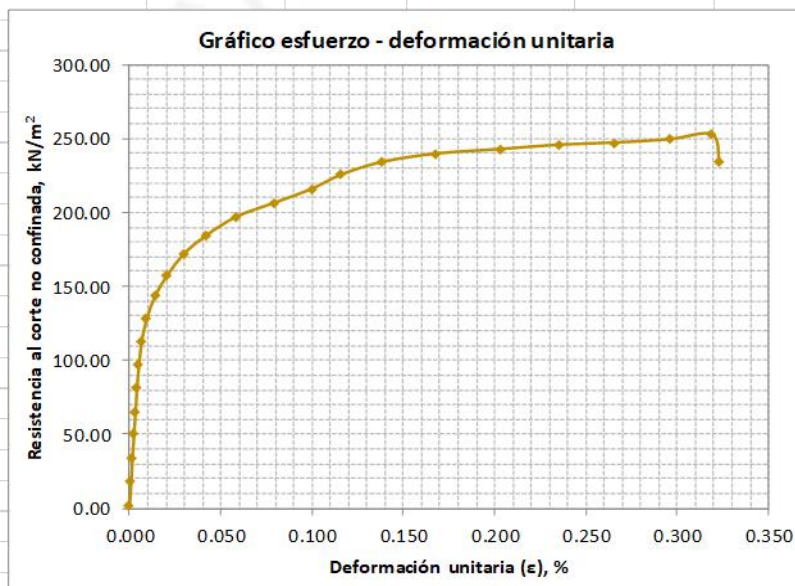
Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 253.79 kPa.

Figura D.60

Ensayo de compresión simple de la tercera muestra de suelo con 1 % PP de 60 mm en la calicata 2.

 UNIVERSIDAD DE LIMA		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE GEOTECNIA - Informe de laboratorio -							
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS (ASTM D2166M-16)							Laboratorio de Geotecnia Código: Versión: 01		
DATOS DEL PROYECTO									
Influencia de las fibras de polipropileno en el módulo resiliente de un suelo arcilloso de alta plasticidad									
Id. proyecto	: U - 2022								
Ubicación	: Localidad: Pucallpa, Distrito: Manantay, Provincia: Coronel Portillo y Departamento: Ucayali								
Solicita	: Kassandra Franchesska Seclén Vásquez								
Responsable	: Dr. Marko Lopez Bendezu								
DATOS DE LA MUESTRA									
Id. Ensayo	2022-010-06			Tipo de muestra :				Inalterada	
Fuente	C2 (M10-F)			Suelo arcilloso de Calicata 2 con 1% PP de 60				Clasificación SUCS :	CH
Profundidad, m	: 1			mm Muestra 3				Clasificación AASHTO :	A - 7 - 5
Fecha	: 28-Nov-22							Peso de la muestra (W), g :	3145.00
COMPRESIÓN NO CONFINADA									
Diámetro inicial (D ₀), cm	: 10.00							Gravedad específica (G _s) :	2.54
Área inicial (A ₀), cm ²	: 78.60							Densidad húmeda (Y _m), g/cm ³ :	1.99
Altura inicial (L ₀), cm	: 20.08							Densidad seca (Y _d), g/cm ³ :	1.95
Volumen inicial (V ₀), cm ³	: 1578.11			Contenido de agua (w), % :				Antes	2.26
Relación A/D	: 2.01							Presencia de la muestra :	Completa
Grado de Saturación, %	:							Especimen	: Intacto, Remodelado, Reconstituido
N°	Tiempo, seg	Carga axial, kN	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, %	Área corregida, cm ²	Carga axial, kN/m ²	Carga axial, kg/cm ²		
1	0	0.00	0.000000	0.000000	0.007860	1.197	0.012		
2	10	0.14	0.167167	0.000833	0.007867	18.356	0.187		
3	19	0.26	0.317167	0.001580	0.007873	33.585	0.342		
4	29	0.39	0.483833	0.002410	0.007879	50.056	0.510		
5	39	0.51	0.650500	0.003240	0.007886	65.232	0.665		
6	49	0.64	0.817167	0.004070	0.007892	81.649	0.833		
7	62	0.76	1.033833	0.005149	0.007901	96.749	0.987		
8	82	0.89	1.333833	0.006644	0.007913	113.032	1.153		
9	113	1.01	1.883833	0.009383	0.007935	127.844	1.304		
10	168	1.14	2.800500	0.013949	0.007971	143.563	1.464		
11	250	1.26	4.167167	0.020756	0.008027	157.522	1.606		

12	359	1.39	5.983833	0.029804	0.008102	172.112	1.755
13	509	1.51	8.483833	0.042256	0.008207	184.525	1.882
14	705	1.64	11.750500	0.058527	0.008349	196.961	2.008
15	961	1.76	16.017167	0.079779	0.008542	206.563	2.106
16	1202	1.88	20.033833	0.099785	0.008732	215.816	2.201
17	1397	2.00	23.283833	0.115973	0.008891	225.431	2.299
18	1667	2.13	27.783833	0.138386	0.009123	233.966	2.386
19	2026	2.26	33.767167	0.168188	0.009450	239.630	2.444
20	2450	2.39	40.833833	0.203386	0.009867	242.666	2.475
21	2834	2.52	47.233833	0.235263	0.010278	245.603	2.504
22	3202	2.64	53.367167	0.265812	0.010706	247.001	2.519
23	3566	2.78	59.433833	0.296029	0.011166	249.373	2.543
24	3841	2.91	64.017167	0.318858	0.011540	252.552	2.575
25	3891	2.71	64.850500	0.323009	0.011611	233.787	2.384



Resistencia a la compresión no confinada (UCS), kPa o kN/m ²	252.55
Resistencia al corte no confinada (q_s), kg/cm ²	2.575
Deformación en la falla, %	0.323
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.00
Duración del ensayo, min	64.85
Consistencia (Gonzales, 2006)	Dura
Cohesión no drenada (c_u), kPa o kN/m ²	126.28

Observaciones:

1. Presenta falla parcial al corte, por cono y agrietamiento



Nota. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es 252.55 kPa.

Manuel Ricardo Madrid Argomedo

Tesis Seclen



Tesis KS



TESIS



Universidad de Lima

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3234601355

Fecha de entrega

30 abr 2025, 10:01 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

30 abr 2025, 2:03 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Tesis_final_-_Kassandra_Secl_n_V_squez.docx

Tamaño de archivo

88.8 MB

352 Páginas

33.248 Palabras

172.480 Caracteres

8% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Quoted Text
- Submitted works

Exclusions

- 29 Excluded Sources
- 158 Excluded Matches

Top Sources

- 8%  Internet sources
- 4%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

-  **Replaced Characters**
250 suspect characters on 45 pages
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 8% Internet sources
- 4% Publications
- 0% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	cienciasw.weebly.com	<1%
2	Internet	www.dspace.uce.edu.ec	<1%
3	Internet	www.e3s-conferences.org	<1%
4	Internet	www.conacyt.gov.py	<1%
5	Internet	documentop.com	<1%
6	Internet	imt.mx	<1%
7	Internet	www.researchgate.net	<1%
8	Internet	oa.upm.es	<1%
9	Internet	repositorio.uniandes.edu.co	<1%
10	Internet	sigrid.cenepred.gob.pe	<1%
11	Internet	app.uff.br	<1%

12	Internet	idus.us.es	<1%
13	Internet	www.coursehero.com	<1%
14	Internet	www.proyectoahombreastur.org	<1%
15	Internet	doku.pub	<1%
16	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
17	Internet	ri-ng.uaq.mx	<1%
18	Publication	Ninoska Eliana Alcócer Carrasco. "Influência das características hidráulicas do es...	<1%
19	Internet	inba.info	<1%
20	Internet	docplayer.cz	<1%
21	Internet	repositorio.unp.edu.pe	<1%
22	Internet	repositorio.uap.edu.pe	<1%
23	Internet	repositorio.untrm.edu.pe	<1%
24	Internet	upcommons.upc.edu	<1%
25	Internet	pdfcookie.com	<1%

26	Internet	rdu.unc.edu.ar	<1%
27	Publication	G. Melián, G. Barluenga, F. Hernández-Olivares. "Toughness increase of self comp...	<1%
28	Internet	"APLICACIÓN AL ESTUDIO DE LA RESPUESTA MECÁNICA DE LA CAPA DE SUBBALAS...	<1%
29	Internet	www.udocz.com	<1%
30	Publication	"Estudio de la relación entre las representaciones mentales de los padres acerca ...	<1%
31	Internet	laccei.org	<1%
32	Internet	studylib.es	<1%
33	Internet	www.tdx.cat	<1%
34	Internet	www.slideshare.net	<1%
35	Internet	archive.org	<1%
36	Internet	www.vjtech.co.uk	<1%
37	Internet	repositorio.ucsg.edu.ec	<1%
38	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
39	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%

40	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
41	Internet	repositorio.unprg.edu.pe	<1%
42	Publication	Jijo James, Ebenezer Paul Billy Graham David, Mahalakshmi Nagarathinam, Moha...	<1%
43	Internet	fdocuments.es	<1%
44	Internet	ri.ues.edu.sv	<1%
45	Internet	idoc.pub	<1%
46	Internet	repositorio.ucp.edu.pe	<1%
47	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
48	Internet	fs.wuerth.it	<1%
49	Internet	repositorio.upao.edu.pe	<1%
50	Internet	webthesis.biblio.polito.it	<1%
51	Internet	link.springer.com	<1%
52	Internet	wn.com	<1%
53	Internet	www.crystalpartsforlighting.com	<1%

54	Internet	www.yumpu.com	<1%
55	Publication	Carmen Castro. "Portadas del diario Depor (Torneo Liga 1 - 2022, etapa Apertura):...	<1%
56	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
57	Internet	www.nuevas-voces.com	<1%
58	Publication	Mehmet Saltan, Yücel Kavlak, F. Selcan Ertem. "Utilization of Pumice Waste for Cl...	<1%
59	Internet	ruidera.uclm.es	<1%
60	Publication	Pranshoo Solanki, Musharraf Zaman. "Effects of lime and cement kiln dust on the...	<1%
61	Publication	Yenny Astrid Barahona-Pico, Rocío Alexandra Ortiz-Paz, Ildefonso Narváez-Ortiz. ...	<1%
62	Internet	www.ptolomeo.unam.mx:8080	<1%
63	Publication	Chan, . "Theoretical analysis and constitutive modelling", Soft Soil Engineering Pr...	<1%
64	Internet	export.arxiv.org	<1%
65	Internet	revistas.urp.edu.pe	<1%
66	Publication	Aritra Banerjee, Anand J. Puppala, Laureano R. Hoyos, William J. Likos, Ujwalkuma...	<1%
67	Internet	dspace.ucacue.edu.ec	<1%

68	Publication	Samah Said, Muhsin Elie Rahhal. "Improving the compaction properties and shea...	<1%
69	Internet	saber.ucv.ve	<1%
70	Internet	rcc.cujae.edu.cu	<1%
71	Publication	Grau, Francisco, Hyunwook Choo, Jong Hu, and Jongwon Jung. "Engineering Beha...	<1%
72	Publication	Norma Cristina Solarte Vanegas. "Efecto en el módulo dinámico de la mezcla asfá...	<1%
73	Publication	Phú Bùi Văn, Tuấn Nguyễn Quang. "Nghiên cứu thực nghiệm mô đun độ cứng củ...	<1%
74	Publication	Marcin Chwała, Danko J. Jerez, Hector A. Jensen, Michael Beer. "Performance asse...	<1%
75	Publication	Jair Giovanni Ramírez González. "Recubrimientos nanoestructurados preparados ...	<1%
76	Internet	dokumen.pub	<1%
77	Internet	creativecommons.org	<1%
78	Internet	qdoc.tips	<1%
79	Publication	"Sustainable Development Through Engineering Innovations", Springer Science a...	<1%
80	Publication	Chanda Tunono, Mamadou Fall. "THMC Behavior of Lime-Stabilized Clay Subgrad...	<1%
81	Internet	ouci.dntb.gov.ua	<1%

82	Internet	teses.usp.br	<1%
83	Publication	Assile Abou Diab, Shadi S. Najjar, Salah Sadek, Hani Taha, Hamza Jaffal, Mohamm...	<1%
84	Publication	CONSULRORIA CARRANZA E.I.R.L.. "PMA del Proyecto de Construcción y Funciona...	<1%
85	Publication	Fernando Mauricio Tarquino Torres. "The Lima Traffic Light Network Operations ...	<1%
86	Internet	asmedigitalcollection.asme.org	<1%
87	Internet	www.scilit.net	<1%
88	Publication	Jin Liu, Yuxia Bai, Qiao Feng, Zezhao Song, Jihong Wei, Shaorui Sun, Debi Prasann...	<1%
89	Internet	dspace.ups.edu.ec	<1%
90	Internet	repositorio.unsm.edu.pe	<1%
91	Publication	Efraín Alfredo Bastidas Zelaya. "Aportaciones a la definición del equilibrio concesi...	<1%
92	Internet	de.slideshare.net	<1%
93	Internet	dspace.esPOCH.edu.ec	<1%
94	Internet	ebin.pub	<1%
95	Internet	repositoriodigital.ipn.mx	<1%

96	Internet	
revistas.unitru.edu.pe		<1%
97	Internet	
rinfi.fi.mdp.edu.ar		<1%