



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“MEJORAMIENTO DE SUELO ARENOSO CON LA ADICIÓN DE MICRO PLASTICO PET AL 0.8%, 1.0%, 1.5% Y 3.0% PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autores:

Arianna Fiorella Cespedes Malpartida

Erika Jazmin Sanchez Rocha

Asesor:

Ing. Edmundo Vereau Miranda

<https://orcid.org/0000-0003-1984-1734>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	JOSE LUIS NEYRA TORRES	21454204
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	ERICK HUMBERTO RABANAL CHAVEZ	42009981
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	NEICER CAMPOS VASQUEZ	42584435
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESIS -CESPEDES - SANCHEZ

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.uandina.edu.pe Internet Source	1%
2	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	1%
3	repositorio.udh.edu.pe Internet Source	1%
4	www.coursehero.com Internet Source	1%
5	docplayer.es Internet Source	1%
6	www.scielo.org.co Internet Source	1%
7	repositorio.unap.edu.pe Internet Source	<1%
8	dspace.unitru.edu.pe Internet Source	<1%
9	docshare.tips Internet Source	<1%

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestros padres que siempre han estado a nuestro lado,
apoyándonos en las buenas y en las malas.

Sin su apoyo incondicional no estaríamos a pasos de abirnos a la vida profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, a nuestros
padres y profesores por guiarnos
en este difícil camino.

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	14
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	18
Realidad problemática	19
Base teórica	19
Antecedentes	23
Antecedentes Internacionales	23
Antecedentes Nacionales	24
Formulación del problema	26
Problema General	26
Problemas específicos	26
Objetivos	27
Objetivo general	27
Objetivos específicos	27
Hipótesis	27
Hipótesis general	27

Hipótesis específicas	27
Justificación	28
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	30
Tipo de investigación	30
Diseño de la investigación	30
Población y muestra	31
Unidad de estudio	31
Población	31
Muestra	31
Técnicas, Instrumentos y procedimientos de recolección de datos	32
Técnicas de recolección de datos	32
Instrumentos	32
Instrumentos en Ingeniería	33
Procedimientos de recolección de datos	33
Aspectos éticos	60
CAPÍTULO III: RESULTADOS	61
Recolección de datos	61
Descripción de trabajos de campo	63
Análisis de datos	65
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	94
Discusión	94
Resultados	94
REFERENCIAS	102
ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Instrumentos de Laboratorio	33
Tabla 2. Peso del material	40
Tabla 3. Tipo de método	45
Tabla 4. Descripción de profundidad de calicatas	64
Tabla 5. Resultados del Análisis Granulométrico por Tamizado	65
Tabla 6. Resultados del Contenido de humedad del SN.....	66
Tabla 7. Proctor Modificado.....	68
Tabla 8. Humedad y Densidad del terreno natural	69
Tabla 9. CBR del terreno natural.....	70
Tabla 10. Ensayo de penetración del terreno natural	70
Tabla 11. CBR al 0.8% de plástico PET romboidal.....	72
Tabla 12. CBR al 0.8% de plástico PET romboidal.....	74
Tabla 13. Ensayo de penetración del terreno al 0.8% de plástico PET romboidal.....	74
Tabla 14. CBR al 0.8% de plástico PET triangular	77
Tabla 15. Ensayo de penetración del terreno al 0.8% de plástico PET triangular	77
Tabla 16. CBR al 0.8% de plástico PET triturado.....	79
Tabla 17. Ensayo de penetración del terreno al 0.8% de plástico PET triturado	80
Tabla 18. CBR al 1% de plástico PET triangular	82
Tabla 19. Ensayo de penetración del terreno al 1% de plástico PET pulverizado	82
Tabla 20. CBR al 1.5% de plástico PET pulverizado	85
Tabla 21. Ensayo de penetración del terreno al 1.5% de plástico PET pulverizado	85
Tabla 22. CBR al 3% de plástico PET triturado.....	88
Tabla 23. Ensayo de penetración del terreno al 3% de plástico PET triturado.....	88
Tabla 24. Comparación del ensayo de penetración del terreno (56 golpes).....	91
Tabla 25. Comparación del ensayo de penetración del terreno (25golpes).....	92
Tabla 26. Comparación del ensayo de penetración del terreno (10 golpes).....	93

Tabla 27. Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 0.8% forma romboidal (2-3cm)	95
Tabla 28. Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 0.8% forma triangular (2mm).....	96
Tabla 29. Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 0.8% triturado.....	97
Tabla 30. Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 1% forma triangular (2mm).....	98
Tabla 31. Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 1.5% pulverizado	99
Tabla 32. Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 3% triturado.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Plastico PET</i>	20
Figura 2. <i>Cuadro de Plasticidad</i>	21
Figura 3. <i>El Suelo: Composición y Estructura</i>	21
Figura 4. <i>Muestra de suelo arenoso</i>	22
Figura 5. <i>Muestra de suelo arcilloso</i>	23
Figura 6. <i>Mapa de suelos en los distritos de Lima</i>	29
Figura 7. <i>Mapa de suelos de Chorrillos</i>	34
Figura 8. <i>Área del terreno</i>	35
Figura 9. <i>Área del terreno</i>	35
Figura 10. <i>Ubicación de calicatas</i>	36
Figura 11. <i>Medición de Calicata 01 y 02.</i>	36
Figura 12. <i>Trazos de Calicata 01.</i>	37
Figura 13. <i>Trazos de Calicata 02.</i>	37
Figura 14. <i>Proceso de excavación</i>	38
Figura 15. <i>Extracción de muestra.</i>	38
Figura 16. <i>Material antes del homogenizado</i>	39
Figura 17. <i>Homogenización de material</i>	39
Figura 18. <i>Retenido por la malla N.º 3/8.</i>	40
Figura 19. <i>Peso de recipiente</i>	41
Figura 20. <i>Pesando material</i>	41
Figura 21. <i>Torre de tamices</i>	42
Figura 22. <i>Retenido por las mallas de cada tamiz</i>	42
Figura 23. <i>Peso de recipiente con el agregado</i>	43
Figura 24. <i>Mezcla del suelo con agua destilada</i>	43
Figura 25. <i>División de la mezcla</i>	44
Figura 26. <i>Golpes a la muestra</i>	44
Figura 27. <i>Peso del molde</i>	45
Figura 28. <i>Peso de la muestra</i>	46

Figura 29. <i>Peso del agua</i>	46
Figura 30. <i>Mezcla de agua con terreno</i>	47
Figura 31. <i>Golpes por cada capa</i>	47
Figura 32. <i>Molde sin collar</i>	48
Figura 33. <i>Enrase del molde</i>	48
Figura 34. <i>Capsulas con muestra en el horno</i>	49
Figura 35. <i>Capsulas retiradas del horno</i>	49
Figura 36. <i>Homogenización del terreno con agua</i>	50
Figura 37. <i>Material en bolsas ziploc.</i>	50
Figura 38. <i>Material en bandeja</i>	51
Figura 39. <i>Pesos del molde</i>	51
Figura 40. <i>Molde con el disco</i>	52
Figura 41. <i>Filtro de papel</i>	52
Figura 42. <i>Llenado de material por capas</i>	53
Figura 43. <i>Golpes con el pinzón</i>	53
Figura 44. <i>Enrasado de material</i>	54
Figura 45. <i>Pesos del molde con el material</i>	54
Figura 46. <i>Molde con el ranurado y anular</i>	55
Figura 47. <i>Molde con vástago</i>	55
Figura 48. <i>Moldes en el tanque de saturación</i>	56
Figura 49. <i>Capsulas en el horno</i>	56
Figura 50. <i>Moldes secando en el exterior</i>	57
Figura 51. <i>Moldes en la prensa para CBR</i>	57
Figura 52. <i>Terreno con plástico PET en forma romboide</i>	58
Figura 53. <i>Terreno con plástico PET pulverizado</i>	59
Figura 54. <i>Terreno con plastico PET triturado</i>	59
Figura 55. <i>Ubicación por Google Maps</i>	61
Figura 56. <i>Zonificación del riesgo sísmico</i>	62
Figura 57. <i>Zonificación sísmica.</i>	63

Figura 58. <i>Calicata 1</i>	64
Figura 59. <i>Calicata 1</i>	64
Figura 60. <i>Clasificacion SUCS</i>	66
Figura 61. <i>Gráfica Humedad/Densidad Seca</i>	69
Figura 62. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde (56 golpes)</i>	71
Figura 63. <i>Gráfica Ensayo de penetración segundo molde (25 golpes)</i>	71
Figura 64. <i>Gráfica Ensayo de penetración segundo molde (10 golpes)</i>	72
Figura 65. <i>Plástico PET en forma romboidal (2-3 cm)</i>	73
Figura 66. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 0.8%(56 golpes)</i> 75	
Figura 67. <i>Gráfica Ensayo de penetración segundo molde con adición PET al 0.8%(25 golpes)</i>	75
Figura 68. <i>Gráfica Ensayo de penetración tercer molde con adición PET al 0.8%(10 golpes)</i> 76	
Figura 69. <i>Plástico PET en forma romboidal (5mm)</i>	76
Figura 70. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 0.8%(56 golpes)</i> 78	
Figura 71. <i>Gráfica Ensayo de penetración segundo molde con adición PET al 0.8%(25 golpes)</i>	78
Figura 72. <i>Gráfica Ensayo de penetración tercer molde con adición PET al 0.8%(10 golpes)</i> 79	
Figura 73. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 0.8%(56 golpes)</i> 80	
Figura 74. <i>Gráfica Ensayo de penetración segundo molde con adición PET al 0.8%(25 golpes)</i>	81
Figura 75. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 0.8%(10 golpes)</i> 81	
Figura 76. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1%(56 golpes)</i> .83	
Figura 77. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1%(25 golpes)</i> ..83	
Figura 78. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1%(10 golpes)</i> ..84	
Figura 79. <i>Plástico pulverizado</i>	84
Figura 80. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1.5%(56 golpes)</i> 86	
Figura 81. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1.5%(25 golpes)</i> 86	
Figura 82. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1.5%(10 golpes)</i> 87	
Figura 83. <i>Plástico PET triturado</i>	87
Figura 84. <i>Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 3%(56 golpes)</i> ..89	

Figura 85. <i>Gráfica Ensayo de penetración segundo molde con adición PET al 3%(25 golpes)</i>	89
Figura 86. <i>Gráfica Ensayo de penetración tercer molde con adición PET al 3%(10 golpes) ...</i>	90
Figura 87. <i>Gráfica comparativa del ensayo de penetración (56 golpes)</i>	91
Figura 88. <i>Gráfica comparativa del ensayo de penetración (25 golpes)</i>	92
Figura 89. <i>Gráfica comparativa del ensayo de penetración (10 golpes)</i>	93

RESUMEN

En un proyecto constructivo es importante hacer un estudio detallado del suelo en el que se va a trabajar, ya que con esto podemos conocer sus características físicas y mecánicas y así tener en cuenta que ámbitos se deben mejorar para tener un terreno apto para el tipo de construcción que se realizará. Una gran parte del distrito de Chorrillos presenta un terreno no apto y por ende hace que las construcciones realizadas y por realizar en esta zona tengan un menor tiempo de vida útil.

El objetivo principal del presente trabajo es mejorar el suelo arenoso con la adición de micro plásticos PET al 0.8%, 1%, 1.5% y 3.0% para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos.

La presente investigación está clasificada como una experimental con enfoque cuantitativo ya que se experimentará con la variable independiente para así conseguir el mejor efecto que pueda tener la adición de PET al terreno. Asimismo, está clasificada con un diseño preexperimental con posprueba.

El presente trabajo de investigación se dividió en diversas etapas. La primera, trabajos en campo, en donde realizó una inspección previa con la finalidad de conocer el área que se tomará como objeto de estudio. Posterior a ello, para poder identificar las características del terreno se realizaron 02 calicatas a cielo abierto de 1.5m de profundidad con una distancia que abarque el área a estudiar, y se procedió a retirar el peso de 230 kg para su posterior experimentación. Siguiendo a esto, se pasó a la etapa de ensayos, en donde se realizó diversos estudios de laboratorio, en los cuales se encuentra el ensayo de Granulometría, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR. Después se tuvo la etapa de experimentación en la cual se le agregó al terreno natural los porcentajes de 0.8%, 1.0%, 1.5% y 3% en diferentes formas de plástico PET, para así conseguir una

mejoría en la resistencia del suelo. Y, por último, se tuvo la etapa de discusión, en la cual se tuvo en cuenta los resultados de los distintos experimentos para una comparación vs el terreno natural y así escoger cual porcentaje es el que aumenta la resistencia del terreno natural.

El terreno estudiado está clasificado bajo el sistema de SUCS, como una arena limpia bien graduada de simbología SW, lo cual hace que este suelo tenga casi nula plasticidad.

En la discusión se puede observar que a pesar de los distintos porcentajes que se le agregó a la muestra, este tuvo resultados inverso ya que, al agregarle el PET, disminuyó la resistencia del terreno, haciendo que la hipótesis de esta investigación, sea nula.

PALABRAS CLAVES: Suelo arenoso, PET, mejoramiento de suelo.

ABSTRACT

In a construction project it is important to carry out a detailed study of the soil in which you are going to work, since with this we can know the physical and mechanical characteristics and consider how wide it should be improved to have a suitable land for the type of construction that will be done. A large part of the Chorrillos district presents unsuitable land and therefore makes the constructions carried out and to be carried out in this area have a shorter useful life.

The main objective of this work is to improve the sandy soil with the addition of PET micro plastics at 0.8%, 1%, 1.5% and 3.0% for the construction of slabs in the Chorrillos district.

The present investigation is classified as an experimental one with a quantitative approach since it will be experimented with the independent variable to achieve the best effect that the improvement of PET can have on the ground. Likewise, it is classified with a pre-experimental design with post-test.

This research work was divided into various stages. The first, field work, where a preliminary inspection was carried out to know the area that will be taken as an object of study. Subsequently, to identify the characteristics of the terrain, 02 pits were made in the open air of 1.5m depth with a distance that covers the area to be studied, and the weight of 200 kg was removed for further experimentation. Following this, the testing stage was carried out, where various laboratory studies were carried out, in which the Granulometry, Atterberg Limits, Modified Proctor and CBR tests were found. Then there was the experimentation stage in which the percentages of 0.8%, 1.0%, 1.5% and 3% in different forms of PET plastic were added to the natural soil, to achieve an improvement in the resistance of this. And finally, there was the discussion stage, in which the results of the

different experiments were considered for a comparison against the natural terrain and choose which percentage is the one that increases the resistance of the natural terrain.

The studied terrain is classified under the SUCS system, as a well-graded clean sand with SW symbology, which means that this soil has almost zero plasticity.

In the discussion it can be observed that despite the different percentages that were added to the sample, this had inverse results since by adding the PET, the resistance of the ground ended, making the hypothesis of this investigation null.

KEY WORDS: Sandy soil, PET, Soil improvement.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Lima posee un nivel de capa freática muy alto, tenemos por ejemplo los Pantanos de Villa, ubicados en el distrito de Chorrillos. Estos suelos se caracterizan por ser granulares, arenosos y con el nivel de agua a poca profundidad. Estableciendo que estos terrenos sean considerados como peligrosos ante un movimiento telúrico (Empresa Peruana De Servicios Editoriales S. A. Editora Perú (S. F.)).

Ante esta precaria situación en algunos distritos de la capital, se ha investigado distintas alternativas constructivas, una de ellas es el mejoramiento del terreno a base de distintos estabilizantes. Con ello buscando una mejoría en los aspectos físicos y mecánicos del suelo.

A nivel mundial, casi la totalidad de las materias primas para construcción, han sufrido un gran aumento en su valor económico, lo cual ha llevado a la optimización de distintas opciones para el reemplazo de estas. A raíz de esto es que la utilización de materiales reciclables se ha convertido en una gran alternativa para la industria de la construcción. Los materiales de desecho debidamente procesados han demostrado una gran eficacia, ya que cumplen con las especificaciones de diseño y además ayudan a reducir el gran impacto ambiental de la actualidad (Santos, N., Vargas, R., 2020).

Es por esto que en esta investigación se busca emplear como aditivo el material tereftalato de polietileno conocido por sus siglas en inglés PET, el cual es utilizado para la fabricación de envases y tejidos sintéticos (Ecológicos, 2021).

En el Perú, el plástico P.E.T. tiene una producción en promedio de 50 mil toneladas por año, es por ello que, al tener una gran cantidad de este material, buscamos

reutilizarlo para el mejoramiento de un suelo arenoso en el distrito de Chorrillos y así evaluar el comportamiento del terreno a la adición de este (Enríquez, J. 2021).

Realidad problemática

El Perú es un país donde frecuentemente se producen movimientos sísmicos en las zonas costeras de la región, y si bien se conoce que los suelos de muchos departamentos son susceptibles a la licuación, es de suma importancia conocer la clasificación del suelo y el comportamiento que éste presentará para poder realizar una construcción de acuerdo a las características físicas del lugar. El departamento de Lima en donde se ubica el distrito de Chorrillos, está sujeto a frecuentes movimientos sísmicos, producidos por los constantes movimientos en la placa de Nazca. Dicho esto, la cercanía de este distrito con el litoral y el océano pacífico, hace que sea altamente susceptible a sufrir las consecuencias de la licuefacción del suelo (Farina, H., Huapaya, O., 2019).

Por otro lado, la contaminación plástica se ha convertido en uno de los problemas ambientales de mayor urgencia en nuestro tiempo. La producción y quema de plásticos tiene un impacto significativo en el cambio climático (Detengamos el flujo de residuos plásticos, 2020).

Base teórica

-PET (tereftalato de polietileno):

Están fabricados de tereftalato de polietileno y tienen grabado el número uno en ellos. Están compuestos por un plástico resistente y duradero que es de fácil transporte. Se utiliza principalmente en refrescos, agua y demás bebidas. Este tipo de plástico, presenta una gran resistencia a la abrasión y corrosión, así como también una buena resistencia química y al calor (Enríquez, J. 2021).



Figura 1. *Plastico PET*

Fuente: Ecoticias

-Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Está regido por la norma ASTM D-2487, es comúnmente utilizado en ingeniería y geología para diferenciar la textura del suelo así también como tamaño de las partículas. Este sistema de clasificación es aplicable a la mayoría de los materiales sin consolidar y está representado mediante un símbolo de dos letras. Para clasificar el suelo primero es necesario realizar un análisis granulométrico a través del tamizado.

El sistema se utiliza para clasificar los suelos gruesos y los finos, ambos separados por el tamizado a través de la malla N° 200; los granos gruesos son más grandes que dicha malla y los finos tienen un diámetro menor al de la abertura de esta. Si el 50% del terreno es retenido en esta malla es considerado grueso, y si más de la mitad del peso pasa la malla N° 200 es considerado un suelo fino (Urdanivia,H. 2019).

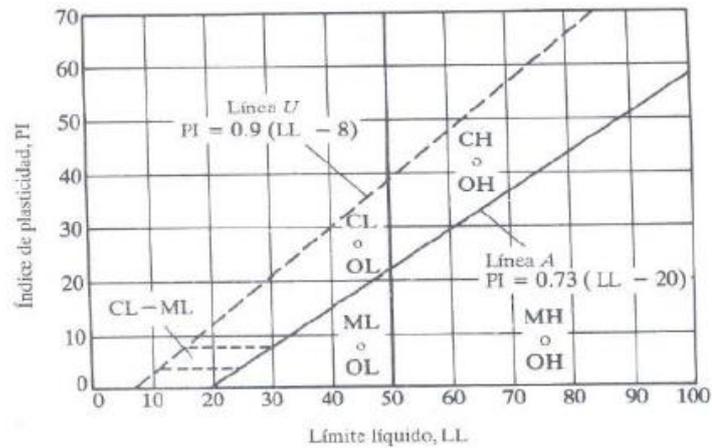


Figura 2. Cuadro de Plasticidad

Fuente: Sistema de Clasificación Unificada de Suelos. ASTM D 2487

-SUELO

El suelo es la parte más superficial de la corteza terrestre y consiste principalmente en desechos rocosos de procesos de erosión y otros cambios físicos y químicos, y materia orgánica resultante de la actividad biológica que ocurre en la superficie (Suelo - Concepto, tipos, composición y características, s. f.).



Figura 3. El Suelo: Composición y Estructura

Fuente: Geoplaneta.net

-SUELO ARENOSO

Los suelos arenosos no almacenan agua y se hunden rápidamente en capas profundas. Se consideran suelos secos con poca humedad. A diferencia de otros suelos,

tiende a deformarse con facilidad, por lo que el riego y el trabajo son indispensables si quieres darle forma (EcuRed, s. f.-b).



Figura 4. *Muestra de suelo arenoso*

Fuente: Propia

-SUELO ARCILLOSO

Este suelo, este compuesto por silicatos de aluminio hidratado, originario de la descomposición de minerales de aluminio. Se produce una variedad de coloraciones de acuerdo a las impurezas que presenta, siendo de color blanco en su estado más puro. Aparece como resultado del deterioro de las rocas que contienen feldespatos, provocado por procesos naturales que duran decenas de miles de años. Físicamente, aparece como un coloide con pequeñas partículas y una superficie. El diámetro de la porción de arcilla es inferior a 0,002 milímetros (Higuera, C., Gomez, J., & Pardo, O., 2012).



Figura 5. *Muestra de suelo arcilloso*

Fuente: JardineriaOn

Antecedentes

Antecedentes Internacionales

En la Revista de Investigación, el artículo llamado “Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero” teniendo como objetivo realizar un análisis técnico de la mezcla arcillosa que suele utilizarse como base para la pavimentación de edificios (arcilla caolinita) en las montañas de Bogotá y Colombia. En donde se realizaron pruebas mecánicas de laboratorio en subrasantes, para comparar los resultados con las especificaciones de las normas del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Esta investigación se llevó a cabo en tres etapas: caracterización de materiales, plan de dosificación, y ensayos de laboratorio y análisis de resultados. Obteniendo como resultado que la escoria de acero mejora las propiedades físicas y mecánicas de una subrasante de arcilla caolinita. En una primera aproximación, la dosis más recomendada es de un 25%, ya que, la disminución en la resistencia a la compresión e índice de plasticidad no fue significativa en comparación a otras dosificaciones, pero si incremento el índice CBR y la densidad (Ospina, M; Chaves, S; Jiménez, L; 2020).

En el trabajo de grado “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante” realizada por Parra Gomez, M., indica que su principal objetivo es el de efectuar una estabilización química de un suelo tipo caolín agregando cal y ceniza en distintos porcentajes hasta hallar la dosis óptima para llegar al suelo estable mediante las pruebas de la resistencia a la tracción y compresión.

Para ello se realizaron los ensayos de Proctor estándar (INV E 142-13), gravedad especifica (INV E-128-13) y compresión inconfiada en muestras de suelos. Por ende, se sometieron 18 pruebas al fallo en compresión y tracción, las cuales llevan un porcentaje de 2%,4%,6% y 8% de cal y ceniza respectivamente.

De este trabajo se puede concluir que indistintamente del porcentaje de adición de cal viva si se evidenció un aumento en la resistencia del terreno. No obstante, se evidencia que la adición de ceniza volante no generó un comportamiento tan satisfactorio como el de la cal viva. (2018)

Antecedentes Nacionales

En la tesis para la obtención el título de Ingeniero Civil “Aplicación de plástico reciclado para mejorar la funcionalidad del pavimento flexible de la Vía auxiliar - Av. Universitaria Asociación Apavic –Carabayllo – Lima – 2019”, comprende como objetivo principal determinar en qué medida la aplicación de plástico reciclado mejora la funcionalidad del pavimento flexible en la vía auxiliar. En el que se debate sobre los efectos que este presenta al agregar el plástico reciclado en diferentes porcentajes y comparar en alusión al asfalto habitual. Los ensayos que utilizaron fueron Ensayo Marshall (ASTM D 1559, ASTM D 6926, ASTM D 6927), ensayo rice AASHTO T - 209 ASTM D-2041, especificación ASTM-C 128 / C 129 en el laboratorio, siguiendo las normal del

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obteniendo como resultado en la investigación que la estabilidad se reduce hasta un 5% con un porcentaje superior de plástico reciclado y que aumenta. Sin embargo, tiene un aumento en la estabilidad a medida que se añade más Cemento Asfáltico, pero el uso del Cemento Asfáltico es mayor al igual que el plástico reciclado. Destacando la utilización efectiva del plástico reciclado es más estable hasta el 3% del mismo. (Osorio, 2019).

Huanca, Fanny (2022) en "Mejoramiento de suelos mediante adición de plástico reciclado molido PET en el trecho I de la vía Pallasca – Santiago de Chuco, Ancash, 2022" tuvo como objetivos específicos la evaluación de la composición y el índice de plasticidad del suelo, como influye la adición de plástico reciclado molido PET en la compactación de este y la influencia de la adición de plástico en la resistencia de este suelo. En donde se estudió el suelo nativo con la adición de 5%, 10% y 20% de plásticos reciclados PET con las muestras conseguidas de las calicatas del tramo. Con los estudios CBR de suelo natural donde genero un aumento en índice de este, donde se demuestra que con el incremento proporcional de plástico reciclado molido PET existe una mejoría en el ensayo CBR. Además, en el ensayo de Proctor Modificado del suelo natural, se generó cambios en el comportamiento del suelo los cuales fueron un ligero aumento en la humedad, así como la máxima densidad seca, obteniendo como resultado que el plástico reciclado molido PET fue excelente estabilizador de suelos.

En la tesis para la obtención el título de Ingeniero Civil "Mejoramiento de suelo con fines de cimentación con afirmado y aceite reciclado de motores en la Avenida Víctor Raúl Haya de La Torre 220 – Chimbote" indica que su

objetivo principal es la de exponer el impacto del mejoramiento de un terreno para fines de cimentación con la adición de la mezcla de afirmado y aceite reciclado de motores. En donde se plantea incorporar a la muestra del suelo la mezcla al 0%,2%,4% y 6%, esperando un mejoramiento significativo. Para esta investigación se utilizaron los ensayos de Corte directo (ASTM D 3080), Proctor modificado (ASTM D 1557), Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422) y Limites de Atterberg (ASTM 4020). De esto se obtuvo como resultado que la adición de la mezcla de afirmado y aceite reciclado de motores al 4% tuvo una mejora en las capacidades físico-mecánicas del suelo (Yaya E., Osorio G., 2018).

Formulación del problema

Problema General

- ¿De qué manera la adición de micro plásticos al 0.8%, 1%, 1.5% y 3.0% mejora el suelo arenoso para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos?

Problemas específicos

- ¿De qué manera la adición de micro plásticos al 0.8% mejora el suelo arenoso para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos?
- ¿De qué manera la adición de micro plásticos al 1% mejora el suelo arenoso para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos?
- ¿De qué manera la adición de micro plásticos al 1.5% mejora el suelo arenoso para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos?
- ¿De qué manera la adición de micro plásticos al 3% mejora el suelo arenoso para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos?

Objetivos

Objetivo general

Mejorar el suelo arenoso con la adición de micro plásticos al 0.8%, 1%, 1.5% y 3.0% para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos

Objetivos específicos

- Mejorar el suelo arenoso con la adición de micro plásticos al 0.8% para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos.
- Mejorar el suelo arenoso con la adición de micro plásticos al 1% para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos.
- Mejorar el suelo arenoso con la adición de micro plásticos al 1.5% para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos.
- Mejorar el suelo arenoso con la adición de micro plásticos al 3.0% para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos.

Hipótesis

Hipótesis general

La adición de micro plásticos al 0.8%, 1%, 1.5% y 3.0% mejorará el suelo arenoso para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos.

Hipótesis específicas

- La adición de micro plásticos al 0.8% mejorará el suelo arenoso para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos.
- La adición de micro plásticos al 1 % mejorará el suelo arenoso para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos.

- La adición de micro plásticos al 1.5% mejorará el suelo arenoso para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos.
- La adición de micro plásticos al 3% mejorará el suelo arenoso para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos.

Justificación

Hoy en día, un estudio de suelos o estudio geotécnico es un conjunto de ensayos de laboratorio muy importantes ya que, nos da conocimiento sobre las características físicas y mecánicas de un terreno previo a un proceso constructivo. Esto en Lima, Perú tiene mayor relevancia dado que contamos con 2 grandes problemáticas a la hora de realizar proyectos. Por un lado, el suelo del sur de lima en especial Chorrillos no es apto, ya que los estudios indican que la composición del terreno no es recomendable para realizar obras constructivas, y por otro lado nos encontramos sobre la placa de Nazca lo cual nos hace ser propensos a movimientos sísmicos de elevada magnitud.

Como estudiantes nos enfocamos en Chorrillos ya que se puede observar (Figura.6) que la gran mayoría de territorio de este distrito se encuentra en zona de riesgo por los suelos poco recomendables. Nuestro objetivo es el de mejorar un suelo clasificado como arenoso con plástico PET, para así darle una mayor resistencia y con ello conseguir la construcción de una loza en óptimas condiciones y con mayor número de años de vida útil.

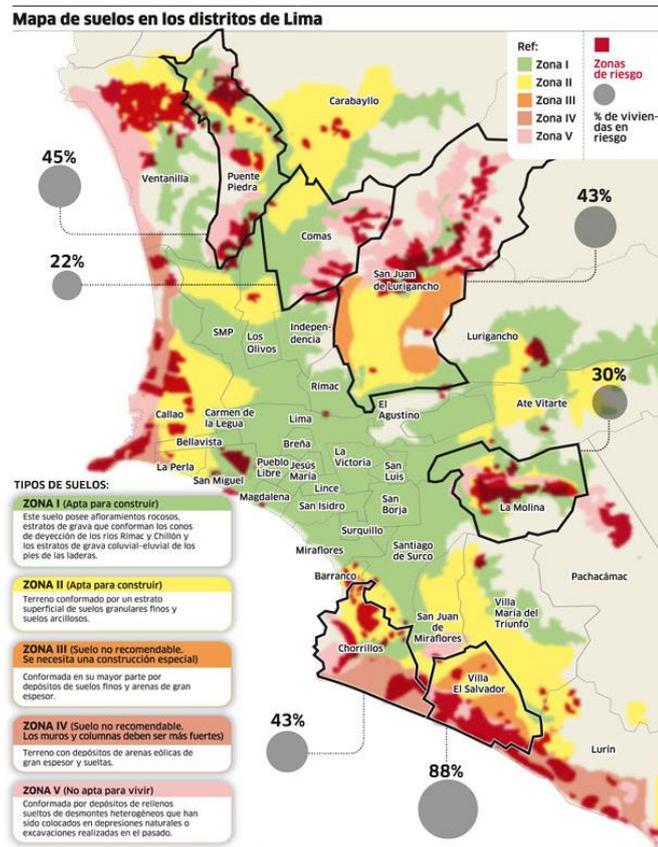


Figura 6. Mapa de suelos en los distritos de Lima

Fuente: Ministerio del Ambiente

Justificación técnica:

En la actualidad, se puede encontrar diversos trabajos de investigación sobre la adición de micro plástico PET en distintas áreas de la ingeniería. En el concreto esta adición busca obtener una mayor resistencia a la flexión, es por eso que se utiliza el PET en diferentes formas y tamaños, siendo la más predilecta la forma alargada, ya que estudios comprueban que esta forma si añade una mejoría al concreto. En un mejoramiento de suelo se busca obtener una mayor resistencia al corte para poder tener un suelo más resistente. Es por ello que, en el presente trabajo se utilizará el micro plástico PET cortado de manera manual en diferentes y formas y porcentajes para así obtener mejor resistencia.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

El presente proyecto de investigación “Mejoramiento de suelo arenoso con la adición de micro plásticos PET al 0.8%, 1%, 1.5% y 3.0% para la construcción de lozas en el distrito de chorrillos” es de tipo aplicativa y experimental con enfoque cuantitativo, ya que se agregará micro plásticos PET con la finalidad de hallar el impacto que tiene con el suelo arenoso que posee el distrito de Chorrillos.

Tipo de investigación

Murillo (2008) citado por Vargas, Z. (2009) indica que la investigación aplicada se caracteriza por el propósito de adquirir otros conocimientos tratando de aplicar y utilizar los conocimientos adquiridos después de ejecutar y sistematizar la práctica a partir de la investigación. El uso del conocimiento y resultados de la investigación que tiene como efecto una forma coherente, organizada y sistemática de entender la realidad.

Hernández citado por Bernal, C. (2006, p. 118), sostiene que un estudio experimental es un procedimiento de investigación diseñado para manipular o usar deliberadamente al menos una variable (VI) por parte de un investigador para descubrir efectos en al menos otra variable, llamada variable dependiente (DV). Las variables independientes, también conocidas como variables experimentales o de tratamiento, y las variables dependientes, también conocidas como resultados o efectos, se refieren a los efectos observados en un estudio.

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación planifica como adquirir información, datos o respuestas que nos ayuda a responder el problema de investigación.

Hernandez Sampieri, R. (2014) indica que para que una prueba se pueda llamar experimento es necesaria la manipulación deliberada de una acción para examinar sus posibles resultados.

Esto se refiere a un estudio en el que una o más variables independientes se manipulan intencionalmente, y posteriormente se analiza las consecuencias de esa manipulación sobre las variables dependientes.

Dicho esto, nuestro diseño de la investigación es de carácter experimental.

Población y muestra

Unidad de estudio

Suelo arenoso limpio.

Población

Según Morles (1994, p.17), será válida la población o universo hecho al conjunto para las conclusiones obtenidas: los elementos o involucrados en la encuesta como son las personas, instituciones, entre otros.

Dicho esto, la población son los suelos arenosos del distrito de Chorrillos.

Muestra

Argibay, Juan Carlos. (2009) indica que, la muestra es importante por diversos motivos, ya que, cuando se trabaja con esta, los valores obtenidos nos darán a conocer lo que encontraremos en una determinada población. Cuestiones como la selección de sujetos y el tamaño de la muestra son fundamentales para determinar la representatividad de una muestra en relación con una población de referencia. Dicho esto, la muestra es el suelo arenoso de la Escuela de Oficiales de la PNP en la Av. Alipio Ponce.

Técnicas, Instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recopilación de datos se refieren a los métodos empleados para recopilar y analizar varios tipos de datos. Las técnicas comunes de recopilación de datos incluyen la revisión de documentos relacionados con el tema, realización de entrevistas y observaciones (Safety Culture, 2022).

La técnica que se empleó en el presente trabajo de investigación fue:

OBSERVACION EXPERIMENTAL:

Un estudio empírico es un estudio que recopila datos a través de la experimentación y los compara con variables fijas para identificar las causas o los efectos del fenómeno en estudio. También se conoce comúnmente como el método científico experimental. S. (2021)

Instrumentos

Sabino (1992), establece que, un instrumento de recolección de datos es, en principio, un recurso que el investigador utiliza para abordar fenómenos para extraer información de ellos. Dentro de cada instrumento específico, se pueden distinguir dos aspectos diferentes: forma y contenido. La forma del instrumento se refiere al tipo de enfoque que establecemos con lo empírico, a las técnicas que usamos para la tarea, en este capítulo se proporciona una discusión más detallada de los principales. En cuanto al contenido, se expresa en la especificación de datos que necesitamos obtener.

Instrumentos en Ingeniería

Tabla 1.
Instrumentos de Laboratorio

ENSAYO	GENERAL	ESPECIFICOS
TAMIZADO	<ul style="list-style-type: none"> • Bandejas y/o recipientes • Balanzas 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamices ASTM
PROCTOR MODIFICADO	<ul style="list-style-type: none"> • Horno de secado • Pala para mezcla de suelo • Probetas • Horno de secado • Cepillo • Brocha 	<ul style="list-style-type: none"> • Molde Proctor estándar ASTM • Pisón de compactación • Regla metálica de enrase
CBR	<ul style="list-style-type: none"> • Papel filtro 	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrador • Molde cilíndrico de acero • Pisón de compactación • Trípode y extensómetro • Pesas de plomo anular • Disco espaciador de metal • Dial de deformación • Prensa CBR

Elaboración propia

Procedimientos de recolección de datos

Bisquerra (1989) establece que, las técnicas son medios auxiliares que concurren a la misma finalidad (Asti Vera, 1972: 22). Las técnicas son particulares, mientras que el método es general. Dentro de un método pueden utilizarse diversas técnicas. La relación entre método y técnica es similar a la que existe entre género y especie en biología.

Trabajo de campo

El presente trabajo de investigación se realizó los trabajos de campo iniciando con el sondeo de 2 calicatas del distrito de Chorrillos. Se realizo los siguientes pasos:

1. Elección del distrito para mejorar el terreno con la adición de micro plástico PET.

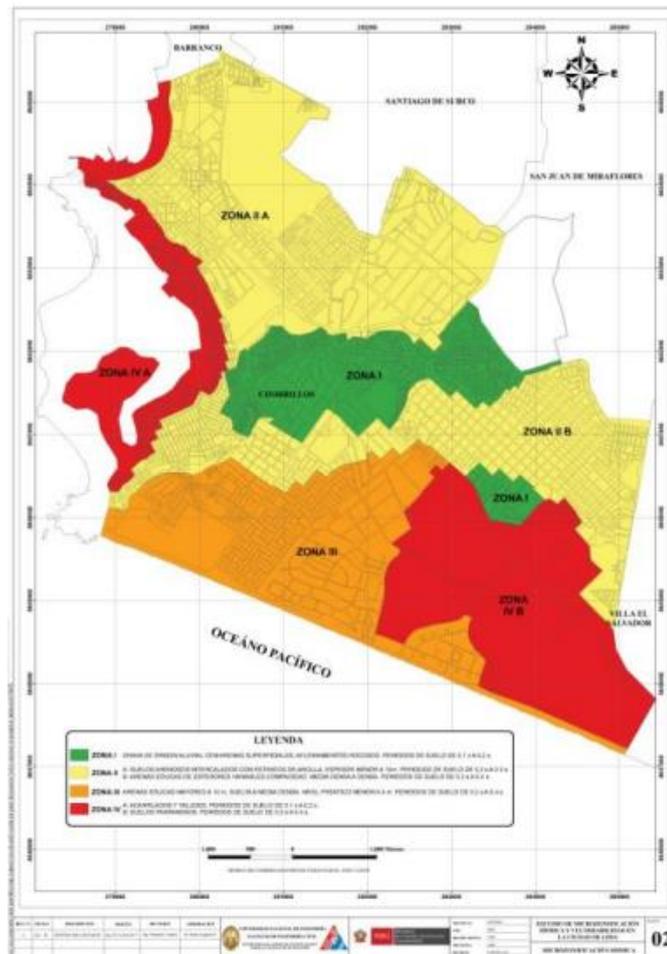


Figura 7. Mapa de suelos de Chorrillos

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

2. Inspección visual en la zona de estudio.



Figura 8. *Área del terreno*

Fuente: Propia



Figura 9. *Área del terreno*

Fuente: Propia

3. Ubicación de las calicatas.

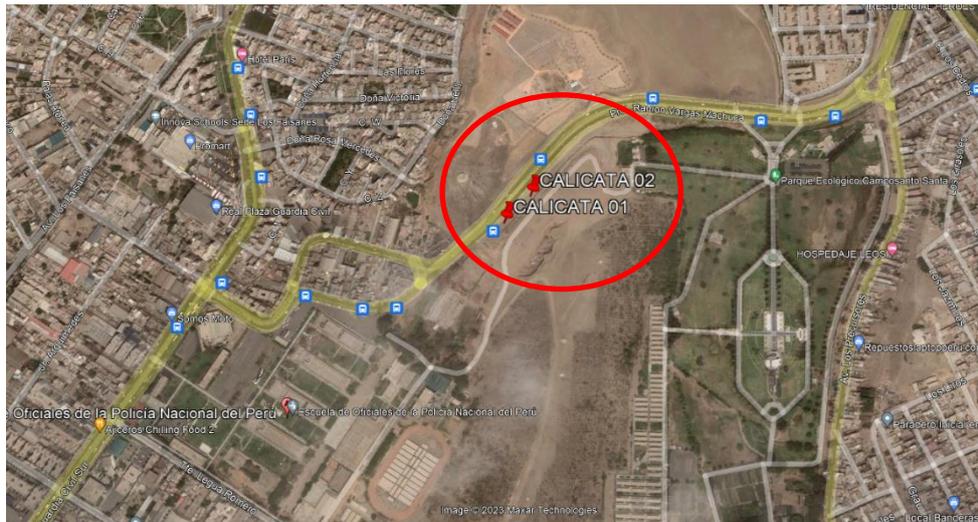


Figura 10. *Ubicación de calicatas*

Fuente: Google Earth

4. Medición y trazo de calicatas.



Figura 11. *Medición de Calicata 01 y 02.*

Fuente: Propia

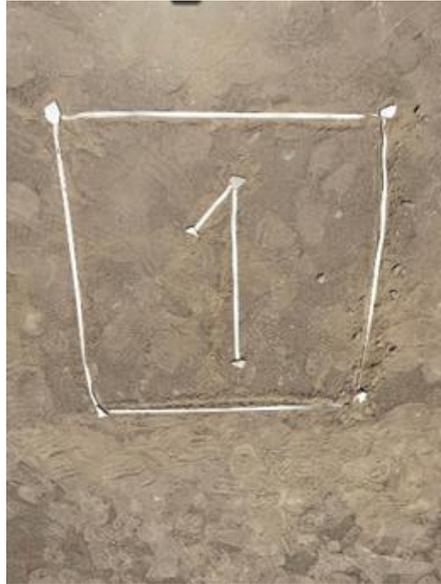


Figura 12. *Trazos de Calicata 01.*

Fuente: Propia

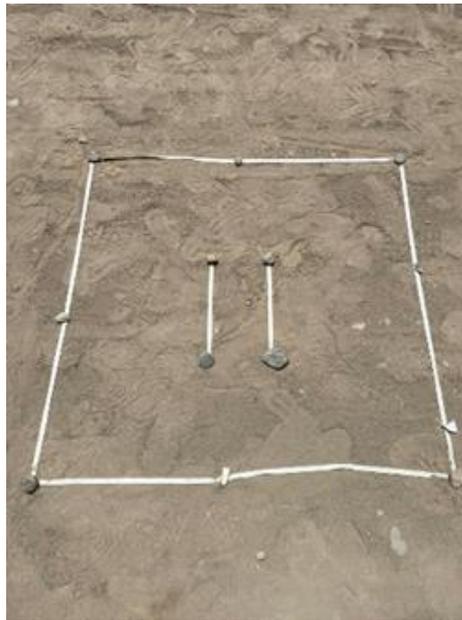


Figura 13. *Trazos de Calicata 02.*

Fuente: Propia

5. Excavación manual del terreno natural.



Figura 14. *Proceso de excavación.*

Fuente: Propia

6. Extracción de muestras de las calicatas.



Figura 15. *Extracción de muestra.*

Fuente: Propia

Ensayos de Laboratorio

De la muestra del terreno extraído de las calicatas se realizó los siguientes ensayos para determinar las características del suelo.

Zarandeo del material extraído en campo

1. Se retiró todo el material extraído de las calicatas.



Figura 16. *Material antes del homogenizado*

Fuente: Propia

2. Se homogenizó el material.



Figura 17. *Homogenización de material*

Fuente: Propia

3. Se procedió a eliminar los desechos orgánicos y tamizar por la malla N.º 3/8.



Figura 18. Retenido por la malla N.º 3/8

Fuente: Propia

4. Se pesó el material retenido en la malla N.º 3/8 y el pasante.

Tabla 2.
Peso del material

PASANTE	211.54 kg
RETENIDO	18.46 kg
TOTAL	230 kg

Elaboración propia

Granulometría

1. Se procedió a pesar el recipiente limpio y seco.



Figura 19. *Peso de recipiente*

Fuente: Propia

2. Se seleccionó una muestra representativa del costal y se procedió a pesar el recipiente con el agregado.



Figura 20. *Pesando material*

Fuente: Propia

3. Se paso por los tamices N.º 3/8, 0.4, 0.8, 0.30, 0.50, 100 y 200 para separar los restos de agregado grueso del fino.



Figura 21. Torre de tamices

Fuente: Propia

4. Se estableció los pesos en el recipiente con todos los agregados de cada tamiz.



Figura 22. Retenido por las mallas de cada tamiz

Fuente: Propia

Limites de Atterberg

1. Se procedió a pesar el recipiente con el agregado.

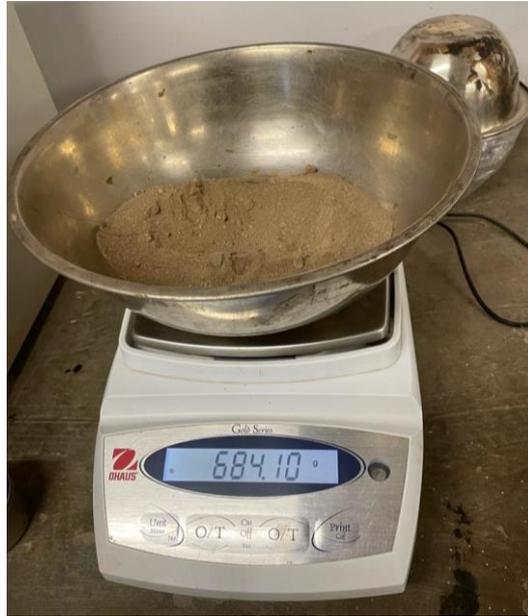


Figura 23. *Peso de recipiente con el agregado*

Fuente: Propia

2. Se agregó agua destilada a la mezcla, y con ayuda de una espátula se mezcló hasta obtener una consistencia pastosa.



Figura 24. *Mezcla del suelo con agua destilada*

Fuente: Propia

3. Se colocó una porción de la mezcla en copa y se divide por la mitad



Figura 25. *División de la mezcla*

Fuente: Propia

4. Se procede a dar golpes a la copa hasta que las 2 mitades se junten



Figura 26. *Golpes a la muestra*

Fuente: Propia

En este caso, el ensayo de límites de Atterberg no es válido ya que el terreno al tener una clasificación de Arena Limpia bien graduada (SW), no tiene un porcentaje de finos suficientes para que este ensayo continúe.

Proctor Modificado

1. Selección del tipo de método, fue método C.

Tabla 3.

Tipo de método

MÉTODO C	
Molde	6 pulg. (152.4mm) diámetro
Material	Pasante tamiz 3/4
Capas	5
Golpes por capa	56

Elaboración propia

2. Se procedió a pesar el molde y recipientes sin agregado.



Figura 27. *Peso del molde*

Fuente: Propia

3. Se seleccionó 5 muestras del terreno de 6kg en diferentes recipientes para realizar el ensayo.



Figura 28. *Peso de la muestra*

Fuente: Propia

4. Pesamos el agua con diferentes porcentajes.



Figura 29. *Peso del agua*

Fuente: Propia

5. Se mezcló el agua con el terreno hasta estar homogéneo.



Figura 30. *Mezcla de agua con terreno*

Fuente: Propia

6. Se procedió a realizar 5 capas de muestra en el molde dando 56 golpes por cada capa.



Figura 31. *Golpes por cada capa*

Fuente: Propia

7. Se retiro el collar del molde para enrasar la muestra y así retirar el excedente, para proceder a pesarlo.



Figura 32. *Molde sin collar*

Fuente: Propia



Figura 33. *Enrase del molde*

Fuente: Propia

8. Colocamos el collar otra vez, para girarlo y golpearlo con el pinzón, para así poder extraer un poco de muestra del núcleo.
9. Pesamos las capsulas para colocar la muestra extraída de cada ensayo y dejarlo en el horno.



Figura 34. *Capsulas con muestra en el horno*

Fuente: Propia

10. Retiramos las capsulas del horno y las pesamos.



Figura 35. *Capsulas retiradas del horno*

Fuente: Propia

CBR

1. Se combina la muestra de 6000gr del terreno con el % de agua faltante para su humedad optima.



Figura 36. Homogenización del terreno con agua

Fuente: Propia

2. Se deja saturando las muestras con él % de humedad optima en bolsas ziploc.



Figura 37. Material en bolsas ziploc.

Fuente: Propia

3. Se separó el material en 3 fuentes de 6 kg cada una.



Figura 38. *Material en bandeja*

Fuente: Propia



Figura 39. *Pesos del molde*

Fuente: Propia

4. Se colocó el disco en el molde.



Figura 40. *Molde con el disco*

Fuente: Propia

5. Se procedió a colocar el filtro de papel sobre el disco.



Figura 41. *Filtro de papel*

Fuente: Propia

6. Se lleno material en el molde en 5 capas para realizar los golpes por capa.



Figura 42. *Llenado de material por capas*

Fuente: Propia

7. Se procedió a realizar los golpes de 56, 25 y 10 golpes de cada ensayo respectivamente.



Figura 43. *Golpes con el pinzón*

Fuente: Propia

8. Se retiró el collar para enrasar la muestra y retirar el material excedente.



Figura 44. *Enrasado de material*

Fuente: Propia

9. Colocamos el collar otra vez, para girarlo y extraer el disco espaciador para proceder a pesarlo con el papel filtro.



Figura 45. *Pesos del molde con el material*

Fuente: Propia

10. Se coloca el disco ranurado y anular.



Figura 46. Molde con el ranurado y anular

Fuente: Propia

11. Se coloca el extensómetro sobre el vástago.



Figura 47. Molde con vástago

Fuente: Propia

12. Dejamos las muestras por 2 días sumergidos en el tanque de saturación.



Figura 48. *Moldes en el tanque de saturación*

Fuente: Propia

13. Pesamos las capsulas para colocar la muestra extraída y dejarlo en el horno.



Figura 49. *Capsulas en el horno*

Fuente: Propia

14. Se retiró los moldes del tanque de saturación para secar los moldes.



Figura 50. *Moldes secando en el exterior*

Fuente: Propia

15. Se colocó los 3 moldes de diferentes golpes en la prensa para CBR para realizar la toma de datos de diversas penetraciones.



Figura 51. *Moldes en la prensa para CBR*

Fuente: Propia

CBR con plástico PET

En esta investigación se utilizó el porcentaje en relación al peso máximo de la muestra, ya que al haber utilizado diferentes tipos de plástico PET no se obtuvo una sola densidad de este, el cual era un requerimiento para la formula del volumen.

También se agregó el porcentaje del plástico a criterio propio, evitando utilizar gran cantidad de PET para así no sobresaturar la muestra y que no se generen vacíos.

1. Al separar el material en fuentes de 6kg cada bandeja, se agrega el plástico PET para poder combinarlo y quede homogéneo.



Figura 52. Terreno con plástico PET en forma romboide

Fuente: Propia



Figura 53. Terreno con plástico PET pulverizado

Fuente: Propia



Figura 54. Terreno con plástico PET triturado

Fuente: Propia

Agregado PET

La justificación técnica de las características del uso del plástico PET se encuentra en el capítulo I, en el apartado de justificación.

Normativa

La recolección de datos se realizó siguiendo el procedimiento y especificaciones según las normas:

- ASTM D 422
- ASTM D 2487
- ASTM D 1557
- ASTM D 1883

Aspectos éticos

La investigación debe basarse en principios básicos que no solo aseguren que se lleve a cabo en el mejor interés del individuo, sino también que no cause daño a los sujetos sobre los cuales se realiza o se investiga. Por lo tanto, el propósito de un estudio y las consecuencias de los resultados deben adaptarse a los estándares éticos fundamentales.

Nos regimos de los siguientes valores éticos para el proceso de recolección de datos de esta investigación.

Validez: Se tiene el concepto de validez, cuando hay un seguimiento en el proceso metodológico, para que la investigación sea válida.

Credibilidad: Se refiere a la aproximación que deben tener los resultados de un experimento. Esto se confirma ya que, los resultados de laboratorio son reales y reconocidas por los participantes.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Recolección de datos

Hernandez Sampieri (2014) indica que la recolección de datos comprende la descripción de un plan detallado de los procesos que nos conducen a la recopilación de datos para un propósito en particular.

Recopilación de la información del área de estudio

Ubicación

El área de estudio, está ubicada en el distrito de Chorrillos, provincia de Lima y departamento de Lima.

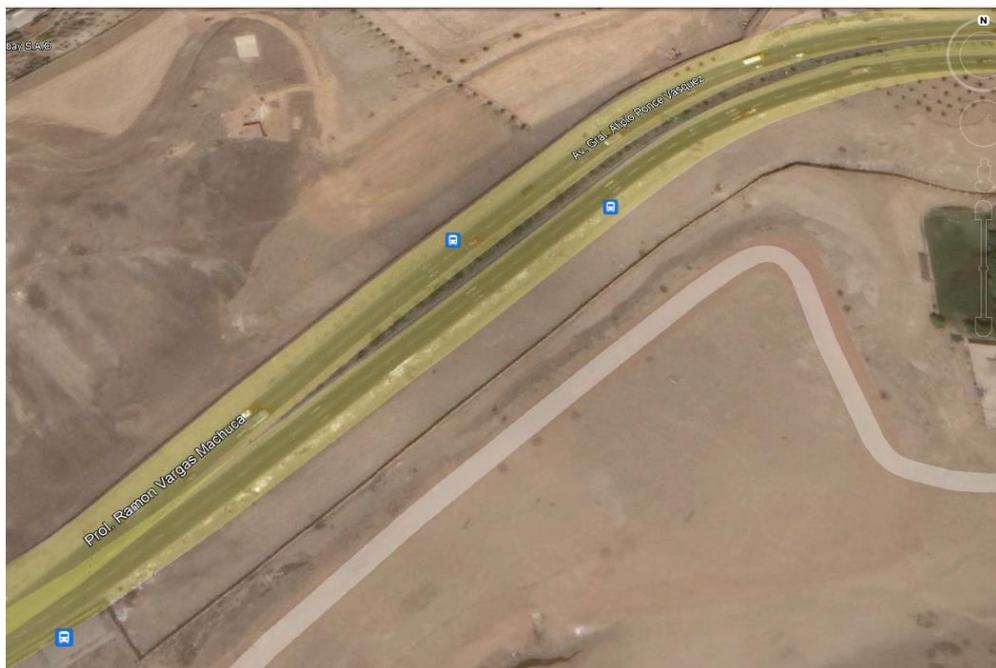


Figura 55. *Ubicación por Google Maps*

Fuente: Google Earth

Sismicidad

Chorrillos presenta un nivel de terreno no apto para construcciones debido a la composición de terreno que presenta. El área a estudiar en donde se realizaron las 02 calicatas está ubicada en el Nivel III como se muestra en la Figura 56, lo cual significa que presenta un riesgo alto como se observa en la Figura 57.

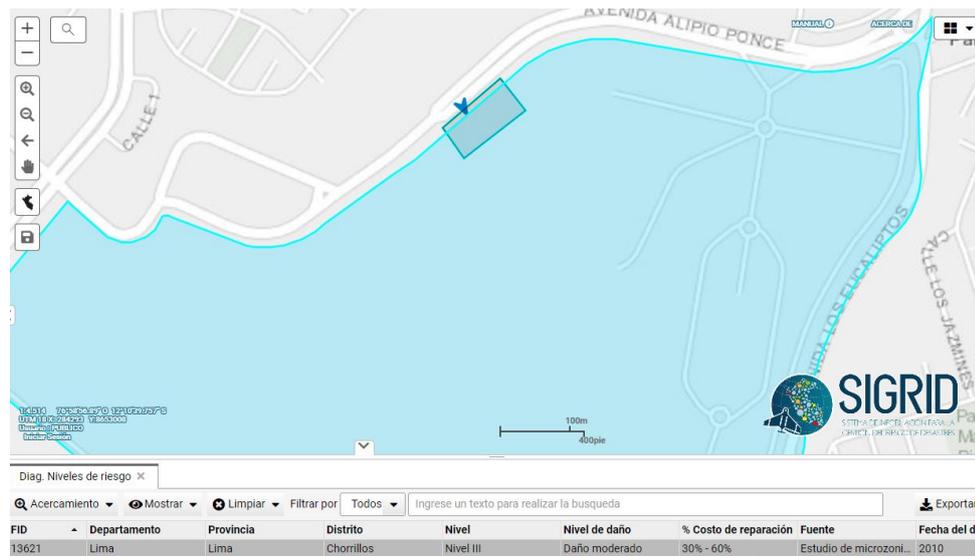


Figura 56. Zonificación del riesgo sísmico.

Fuente: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - Sistema de información para la Gestión del Riesgo de Desastres

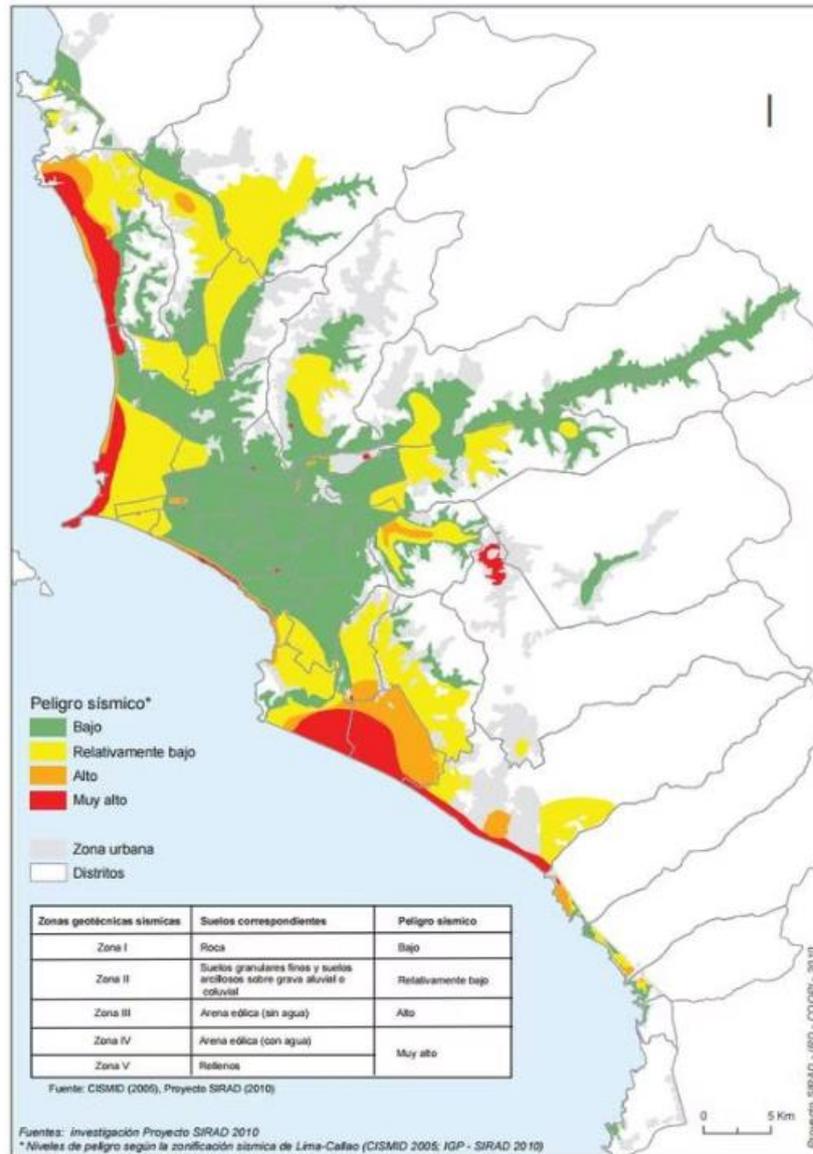


Figura 57. Zonificación sísmica.

Fuente: Proyecto SIRAD 2010

Descripción de trabajos de campo

Calicatas

Se realizaron trabajos de campo para poder obtener las características y tipo de suelo que presenta está área de Chorrillos. Se realizaron 2 calicatas con una distancia razonable que abarque el área a estudiar.

Tabla 4.
Descripción de profundidad de calicatas

Calicata	Profundidad
C-1	1.5 m
C-2	1.5 m

Elaboración propia



Figura 58. Calicata 1

Fuente: Propia



Figura 59. Calicata 1

Fuente: Propia

Análisis de datos

Se muestra los ensayos en laboratorio realizados al terreno en estado natural.

Análisis Granulométrico por Tamizado

Cuadro del ensayo del proceso del tamizado para tener conocimiento acerca de la distribución de tamaños de partículas que presenta el terreno.

Tabla 5.
Resultados del Análisis Granulométrico por Tamizado

TAMIZADO				
Nº DE TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO	% RETENIDO	% QUE PASA
3/8"	9.5	134.41 gr	4.57%	95.43%
0.4	4.75	171 gr	5.82%	89.61%
0.8	2.35	207.8 gr	7.07%	82.54%
0.30	0.6	366.7 gr	12.48%	70.06%
0.50	0.3	1326.2 gr	45.12%	24.94%
100	0.15	557.7 gr	18.98%	5.96%
200	0.075	110.8 gr	3.77%	2.19%
Bandeja		63.99 gr	2.19%	0%
TOTAL		2939.09 gr	100%	

Elaboracion propia

Contenido de Humedad del Suelo Natural

Tabla 6.

Resultados del Contenido de humedad del SN

Tara	184.10 gr
Tara + Suelo Natural	684.10 gr
Tara + Suelo Saturado	673.33 gr
HUMEDAD NATURAL	2.20

Elaboracion propia

Sistema Unificado de clasificacion (S.U.C.S.)

Clasificación del suelo por su textura y analisis granulometrico

<p>SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ϕ Las partículas de 0.075 mm de diámetro (la malla N° 200) son, aproximadamente, las más pequeñas 1/10</p>	<p>LIMOS Y ARCILLAS Limite-Líquido menor de 50</p>	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.
		CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
	<p>LIMOS Y ARCILLAS Limite-Líquido mayor de 50</p>	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos silíceos.
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.
	<p>SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</p>		PI

Figura 60. Clasificación SUCS

Fuente: Crespo Villalaz, 2004, p.89

Se analizó que más del 50% de la muestra del terreno no pasa por el tamiz N°200, obteniendo que el suelo es clasificado como suelo de grano grueso.

Se analizó que el porcentaje de la muestra del terreno que pasa por el tamiz N°04 es mayor al 50% del total, por lo tanto, el terreno está clasificado como arena.

El terreno presenta un porcentaje bajo de finos (menor al 5%) por lo tanto se considera una arena limpia.

Se procede a hallar el D10, D30 Y D60 con la siguiente fórmula:

$$D_x = \frac{D_2 - D_1}{\log\%2 - \log\%1} * \log\%x - \log\%1 + D_1$$

Hallando así que:

$$D_{10} = 0.687$$

$$D_{30} = 1.691$$

$$D_{60} = 1.893$$

Y por lo tanto dando que

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.756$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}} = 2.200$$

Cumpliendo el margen de 1 y 3 para que el terreno sea considerado una arena limpia bien graduada de simbología SW.

Ensayo de límites de Atterberg

El terreno al estar clasificado como Arena limpia bien graduada (SW) presenta un porcentaje mínimo de finos, el cual es 3.77%. En la clasificación SUCS, se especifica que

el suelo debe tener como mínimo un 5% para que se considere un suelo con finos. Por lo tanto, en este caso no procedería el ensayo, por falta de plasticidad.

Ensayo Proctor Modificado

Ensayos para determinar las relaciones entre el contenido del agua y el peso unitario.

Tabla 7.
Proctor Modificado

MOLDE	Unid.	M1	M2	M3	M4	M5
Peso del molde	g	5678	5678	5678	5678	5678
Volumen del molde	cm ³	2097.13	2097.13	2097.13	2097.13	2097.13
Peso molde + Suelo húmedo	g	9924	10029	10388	10318	10179
Peso suelo húmedo	g	4246	4351	4710	4640	4501
Peso molde + Suelo seco	g	9781	9836	9950	9808	9916
Peso suelo seco	g	4103	4158	4272	4130	4238
Densidad húmeda	g/cm ³	2.025	2.075	2.246	2.213	2.146
CAPSULA		A1	B1	A1	B1	C1
Peso cápsula	g	14.91	14.88	14.88	14.91	14.76
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	105.31	91.44	102.77	99.58	92.56
Peso cápsula + Suelo seco	g	102.27	88.05	94.59	90.27	88.02
Peso agua	g	3.04	3.39	8.18	9.31	4.54
Peso suelo seco	g	87.36	73.17	79.71	75.36	73.26
Humedad	%	3.48	4.63	10.26	12.35	6.20
Densidad seca	g/cm ³	1.957	1.983	2.037	1.969	2.021

Elaboracion propia

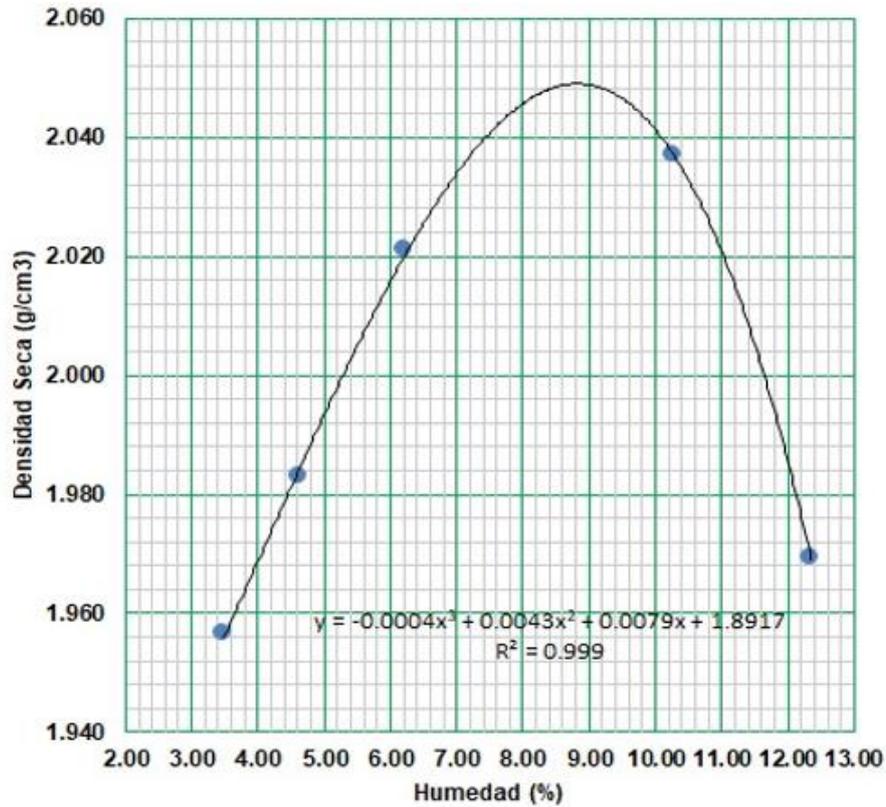


Figura 61. Gráfica Humedad/Densidad Seca

Fuente: Propia

Tabla 8.
Humedad y Densidad del terreno natural

Humedad Óptima(%)	8.80
Densidad Seca Maxima (g/cm3)	2.049

Elaboracion propia

Ensayo California Bearing Ratio (C.B.R.)

Ensayos C.B.R. para medir la resistencia al corte del suelo donde se simula que el terreno está en condiciones de inundación.

CBR del terreno natural

Tabla 9.
CBR del terreno natural

Molde N°	10	4	3
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa	56	25	10
Condicion de la muestra	No saturado	No saturado	No saturado
Peso de molde (g)	7240	7228	7298
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11915	11715	11669
Peso del suelo húmedo (g)	4675	4487	4371
Volumen del molde (cm ³)	2097.13	2097.13	2097.13
Densidad Húmedad (g/cm ³)	2.23	2.14	2.08
Tara N°	1	2	3
Peso de tara (g)	14.25	13.76	13.86
Peso tara + Suelo húmedo (g)	54.93	52.58	67.96
Peso tara + Suelo seco (g)	51.91	49.83	64.86
Peso de agua (g)	3.02	2.75	3.10
Peso de suelo seco (g)	37.66	36.07	51
Contenido de humedad (%)	8.02	7.62	6.08
Densidad seca (gm/cm ³)	2.06	1.99	1.96

Elaboracion propia

Tabla 10.
Ensayo de penetración del terreno natural

Penetracion		CARGA	MOLDE N° 10		CARGA	MOLDE N°4		CARGA	MOLDE N°3	
		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA	
mm	pulg.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg
0.000	0.000	0.00		0	0.00		0	0.00		0
0.635	0.025	3.67		72.07	3.79		74.47	2.02		39.64
1.270	0.050	7.73		151.7	6.68		131.07	3.56		69.91
1.905	0.075	12.31		241.77	9.53		187.04	4.98		97.8
2.540	0.100	16.80		329.91	12.34		242.27	6.23		122.33
3.810	0.150	25.25		495.79	17.08		335.29	8.56		168.13
5.080	0.200	32.22		632.73	20.51		402.65	10.46		205.3
6.350	0.250	38.11		748.23	22.62		444.08	11.72		230.06
7.620	0.300	42.62		836.92	23.93		469.86	12.80		251.42
10.160	0.400	48.46		951.42	26.08		512.04	14.37		282.08
12.700	0.500	50.09		983.61	27.76		545.04	15.43		302.94

Elaboracion propia

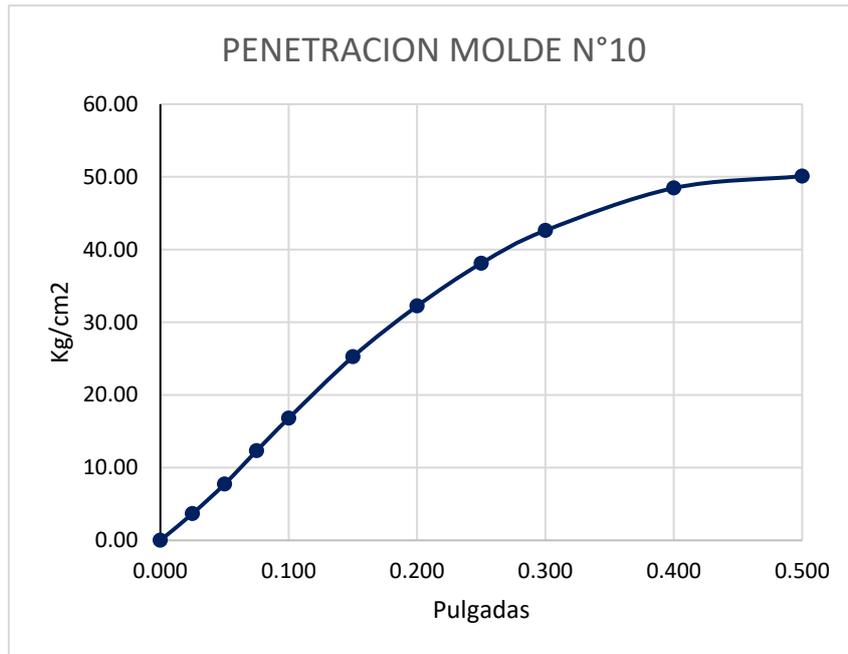


Figura 62. Gráfica Ensayo de penetración primer molde (56 golpes)

Fuente: Propia

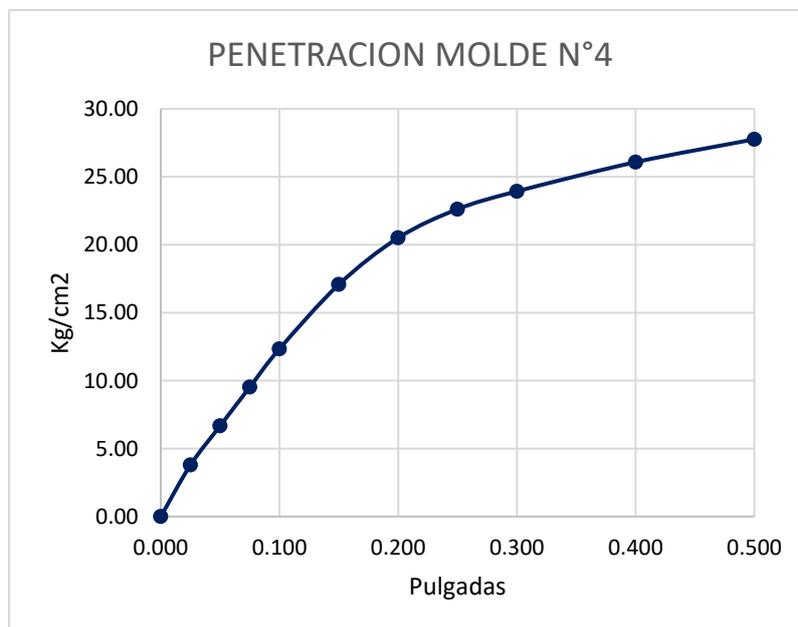


Figura 63. Gráfica Ensayo de penetración segundo molde (25 golpes)

Fuente: Propia

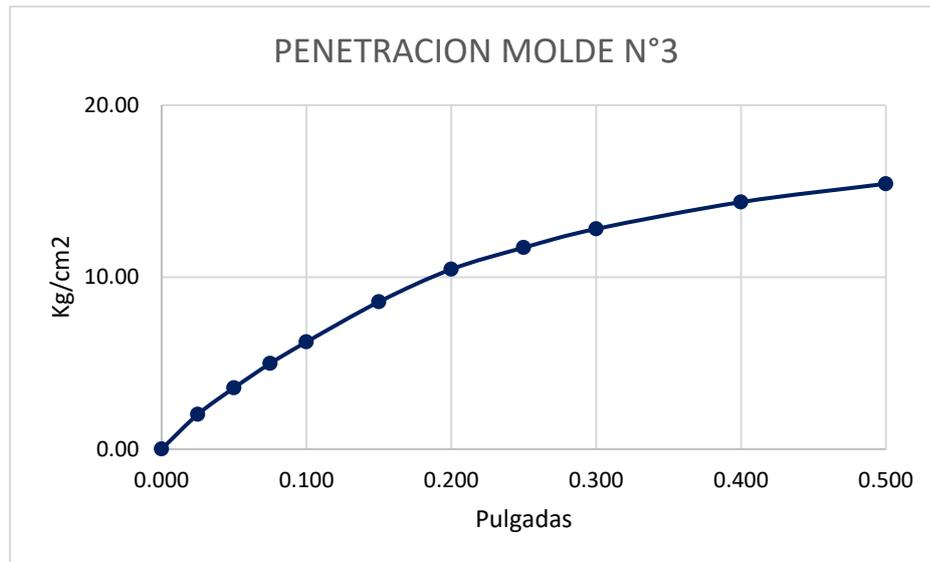


Figura 64. Gráfica Ensayo de penetración segundo molde (10 golpes)

Fuente: Propia

Shapiro Wilks

Tabla 11.
CBR al 0.8% de plástico PET romboidal

i	Xi	(Xi - MED)^2	Ai	Xi inversa	Dif(Xi - Xi inversa)
1	0,8	0,600625	0,6872	3	-2,2
2	1	0,330625	0,1677	1,5	-0,5
3	1,5	0,005625		1	0,5
4	3	2,030625		0,8	
TOTAL	6,3	2,9675			

Elaboracion propia

$$x = \frac{\sum Xi}{4} = \frac{6,3}{4} = 1.575$$

$$Ai \times Dif = (Ai_1 \times (Dif(Xi - Xi inversa))) + (Ai_2 \times (Dif(Xi - Xi inversa)))$$

$$Ai \times Dif = (0.6872 \times (-2.2)) + (0.1677 \times (-0.5)) = -1.59569$$

$$SW_c = \frac{Ai \times Dif^2}{\sum Xi - Med^2} = \frac{(-1.59569)^2}{2.9675} = 0.858$$

$$SW_c=0.748$$

$$P\text{-value} = 0.1$$

Al tomar un nivel de significancia de 0.05, nos da el valor de SW_t de 0.748 siendo nuestro coeficiente de correlación de 0.858, ya que, este es mayor al valor de SW_t se puede declarar que la hipótesis es nula, ya que se tomará el nivel de insignificancia de 0.1 siendo este el P-value.

Con estos resultados, se puede interpretar que los valores de 0.8%, 1%, 1.5% y 3% llevarán a una hipótesis nula en el agregado de plástico PET al terreno arenoso.

CBR con adición de plástico PET al 0.8% en forma romboidal

En este ensayo C.B.R. utilizamos el plástico PET en forma romboidal de 2 – 3 cm como se muestra en la Figura 65.



Figura 65. *Plástico PET en forma romboidal (2-3 cm)*

Fuente: Propia

Tabla 12.
CBR al 0.8% de plástico PET romboidal

Molde N°	3	5	6
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa	56	25	10
Condicion de la muestra	No saturado	No saturado	No saturado
Peso de molde (g)	7273	7222	7233
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11767	11613	11490
Peso del suelo húmedo (g)	4494	4391	4257
Volumen del molde (cm ³)	2097.13	2097.13	2097.13
Densidad Húmedad (g/cm ³)	2.14	2.09	2.03
Tara N°	PA-2	PA-3	PA-4
Peso de tara (g)	13.73	14.67	13.59
Peso tara + Suelo húmedo (g)	60.67	54.79	66.08
Peso tara + Suelo seco (g)	56.85	51.37	62.02
Peso de agua (g)	3.82	3.42	4.06
Peso de suelo seco (g)	43.12	36.7	48.43
Contenido de humedad (%)	8.86	9.32	8.38
Densidad seca (gm/cm ³)	1.97	1.92	1.87

Elaboracion propia

Tabla 13.
Ensayo de penetración del terreno al 0.8% de plástico PET romboidal

Penetracion		CARGA	MOLDE N°3		CARGA	MOLDE N° 5		CARGA	MOLDE N°6	
		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA	
mm	pulg.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg
0.000	0.000	0.00		0	0.00		0	0.00		0
0.635	0.025	2.58		50.6	2.39		46.85	0.56		11.06
1.270	0.050	6.41		125.8	3.77		73.93	1.09		21.39
1.905	0.075	7.73		151.87	5.19		101.85	1.73		34
2.540	0.100	11.61		228.04	6.66		130.76	2.39		46.99
3.810	0.150	18.94		371.8	9.40		184.6	3.91		76.79
5.080	0.200	25.30		496.74	11.71		229.87	5.46		107.14
6.350	0.250	30.10		590.99	13.72		269.45	6.87		134.86
7.620	0.300	32.13		630.92	15.53		304.96	8.11		159.2
10.160	0.400	40.27		790.68	18.82		369.62	10.26		201.53
12.700	0.500	43.31		850.45	22.18		435.48	12.38		243

Elaboracion propia

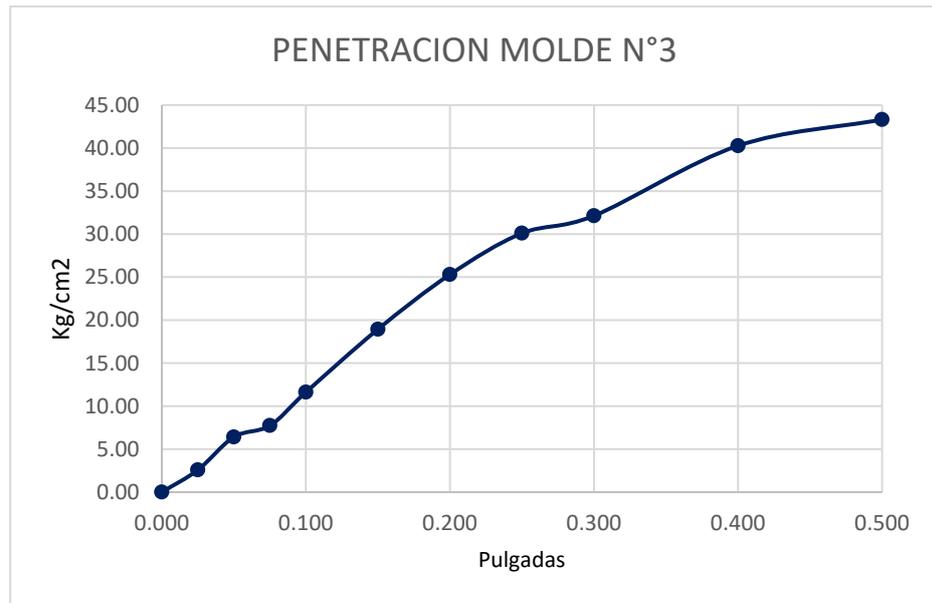


Figura 66. *Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 0.8%(56 golpes)*

Fuente: Propia

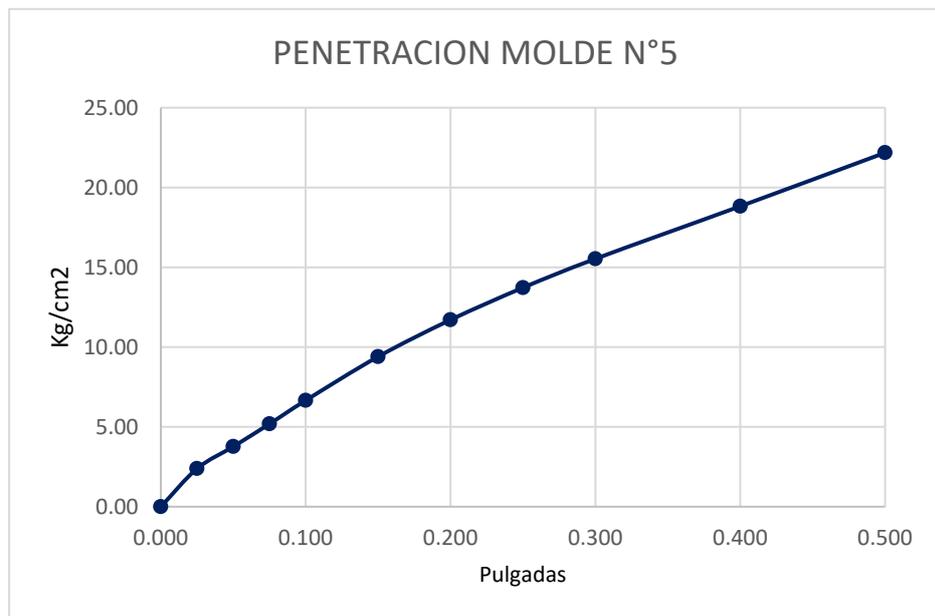


Figura 67. *Gráfica Ensayo de penetración segundo molde con adición PET al 0.8%(25 golpes)*

Fuente: Propia

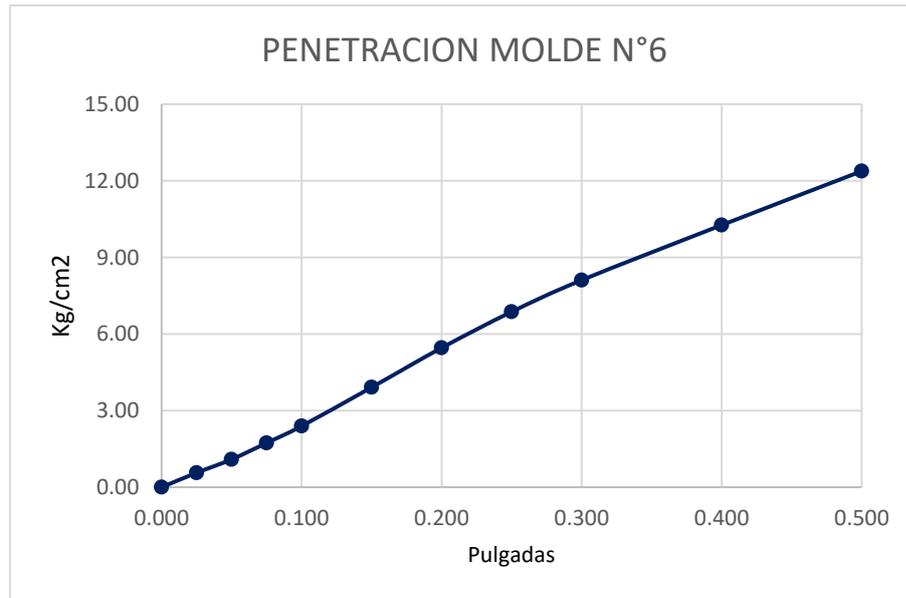


Figura 68. Gráfica Ensayo de penetración tercer molde con adición PET al 0.8%(10 golpes)

Fuente: Propia

CBR con adición de plástico PET al 0.8% en forma triangular

En este ensayo C.B.R. utilizamos el plástico PET en forma triangular de 5mm como se muestra en la Figura 69.



Figura 69. Plástico PET en forma romboidal (5mm)

Fuente: Propia

Tabla 14.
CBR al 0.8% de plástico PET triangular

Molde N°	8	55	3
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa	56	25	10
Condicion de la muestra	No saturado	No saturado	No saturado
Peso de molde (g)	7243	7222	7233
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	20394	11613	11490
Peso del suelo húmedo (g)	13151	4391	4257
Volumen del molde (cm ³)	2097,13	2097,13	2097,13
Densidad Húmedad (g/cm ³)	6,27	2,09	2,03
Tara N°	PA-5	4-M	A
Peso de tara (g)	14,83	13,88	13,77
Peso tara + Suelo húmedo (g)	53,67	45,81	49,52
Peso tara + Suelo seco (g)	50,78	43,39	47,02
Peso de agua (g)	2,89	2,42	2,50
Peso de suelo seco (g)	35,95	29,51	33,25
Contenido de humedad (%)	8,04	8,20	7,52
Densidad seca (gm/cm ³)	5,80	1,94	1,89

Elaboracion propia

Tabla 15.
Ensayo de penetración del terreno al 0.8% de plástico PET triangular

Penetracion		CARGA	MOLDE N°8		CARGA	MOLDE N° 55		CARGA	MOLDE N°3	
		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA	
mm	pulg.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg
0,000	0,000	0,00		0	0,00		0	0,00		0
0,635	0,025	0,66		12,92	0,39		7,64	0,92		17,98
1,270	0,050	2,11		41,49	1,95		38,26	1,87		36,73
1,905	0,075	4,10		80,48	3,20		62,78	2,95		58,01
2,540	0,100	6,36		124,96	4,48		87,97	4,12		80,9
3,810	0,150	12,14		238,34	6,70		131,56	6,30		123,75
5,080	0,200	18,38		360,81	8,69		170,67	8,43		165,47
6,350	0,250	24,26		476,4	11,23		220,44	10,14		199,18
7,620	0,300	30,13		591,62	13,75		270,04	11,72		230,03
10,160	0,400	39,95		784,44	19,36		380,06	14,16		277,99
12,700	0,500	47,65		935,52	25,47		500,16	16,32		320,4

Elaboracion propia

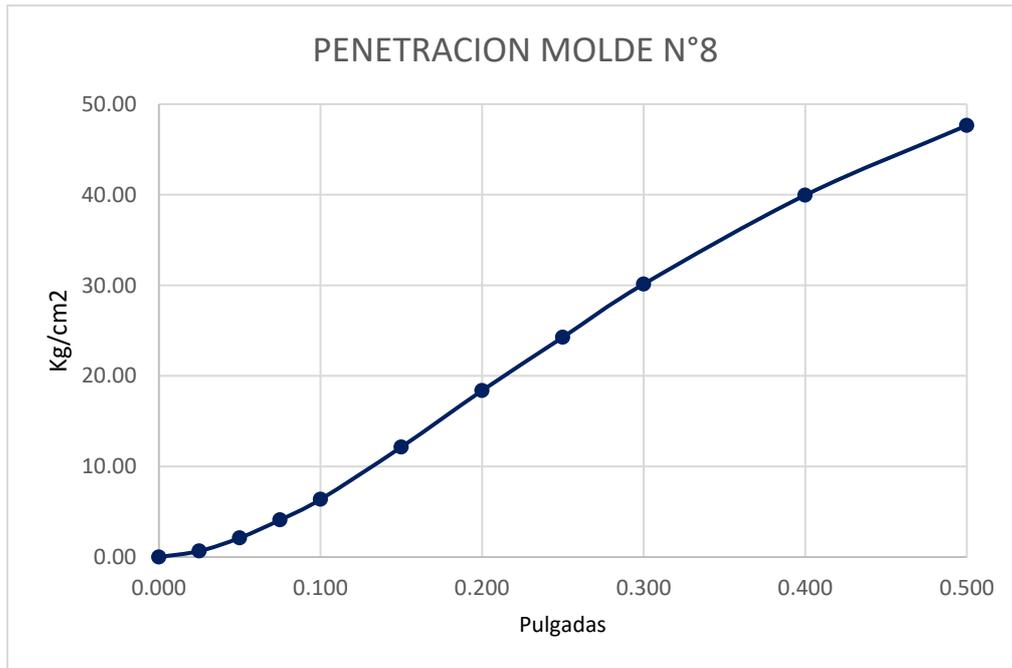


Figura 70. Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 0.8%(56 golpes)

Fuente: Propia

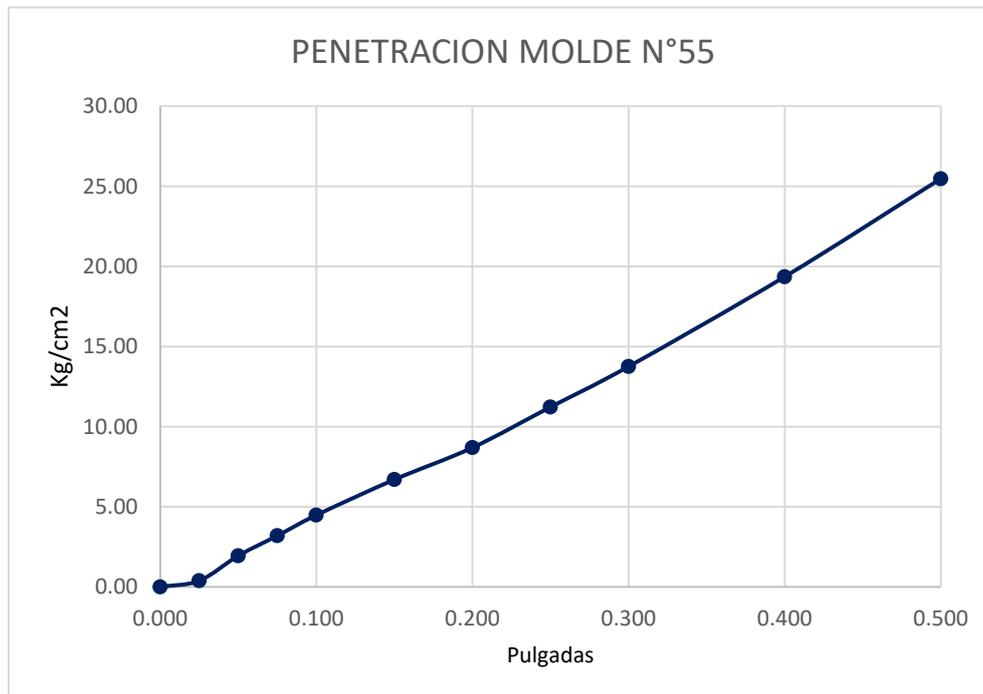


Figura 71. Gráfica Ensayo de penetración segundo molde con adición PET al 0.8%(25 golpes)

Fuente: Propia

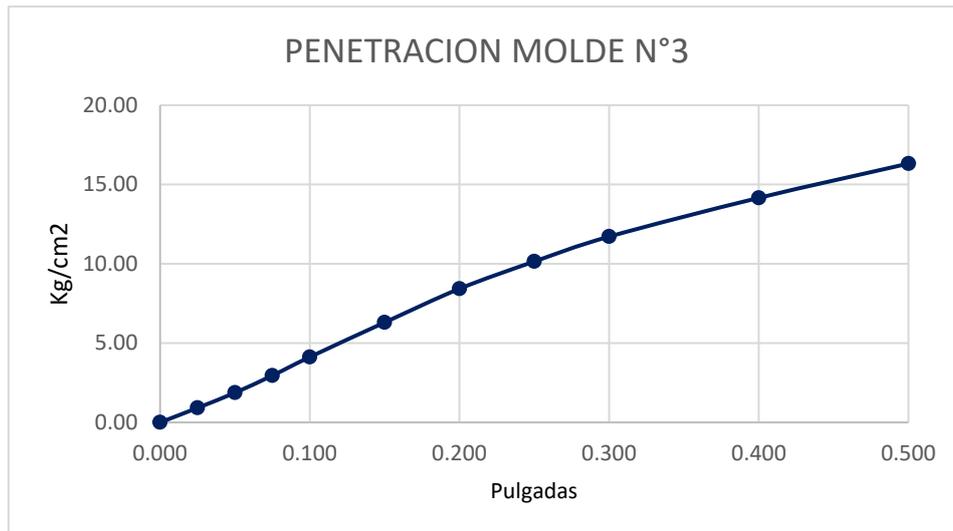


Figura 72. Gráfica Ensayo de penetración tercer molde con adición PET al 0.8%(10 golpes)

Fuente: Propia

CBR con adición de plástico PET triturado al 0.8%

Tabla 16.
CBR al 0.8% de plástico PET triturado

Molde N°	10	C2-4	8
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa	56	25	10
Condicion de la muestra	No saturado	No saturado	No saturado
Peso de molde (g)	7243	7238	7208
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11599	11284	11029
Peso del suelo húmedo (g)	4563	4046	3821
Volumen del molde (cm ³)	2097,13	2097,13	2097,13
Densidad Húmedad (g/cm ³)	2,18	1,93	1,82
Tara N°	PA-5	4-M	A
Peso de tara (g)	14,97	13,91	13,8
Peso tara + Suelo húmedo (g)	5524	57,83	55,8
Peso tara + Suelo seco (g)	52,27	54,68	52,73
Peso de agua (g)	5471,73	3,15	3,07
Peso de suelo seco (g)	37,3	40,77	38,93
Contenido de humedad (%)	14669,52	7,73	7,89
Densidad seca (gm/cm ³)	0,01	1,79	1,69

Elaboracion propia

Tabla 17.
Ensayo de penetración del terreno al 0.8% de plástico PET triturado

Penetracion		CARGA	MOLDE N°10		CARGA	MOLDE N° C2-4		CARGA	MOLDE N°8	
		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg/cm2	Dial (div)	kg
0,000	0,000	0,00		0	0,00		0	0,00		0
0,635	0,025	0,37		7,24	0,51		10,11	0,28		5,4
1,270	0,050	1,28		25,17	1,13		22,13	0,52		10,23
1,905	0,075	2,73		53,59	1,68		32,92	0,93		18,25
2,540	0,100	4,14		81,24	2,24		44,01	1,31		25,76
3,810	0,150	6,61		129,71	3,19		62,56	2,01		39,45
5,080	0,200	8,35		163,98	3,86		75,87	2,33		45,66
6,350	0,250	9,60		188,56	4,24		83,31	2,61		51,2
7,620	0,300	10,74		210,9	4,63		90,91	3,04		59,62
10,160	0,400	12,87		252,79	5,33		104,66	3,33		65,48
12,700	0,500	15,21		298,69	6,16		120,88	3,94		77,44

Elaboracion propia

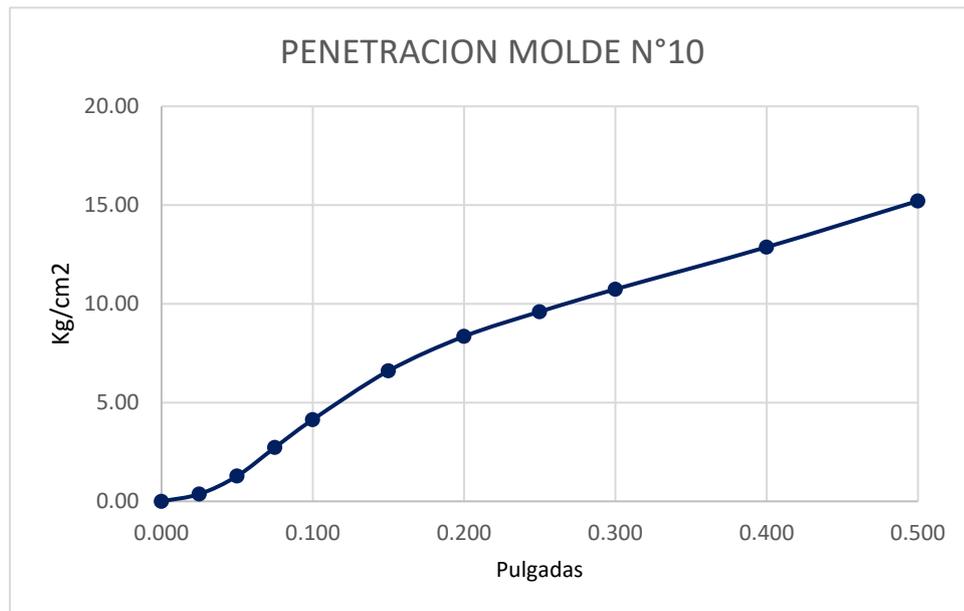


Figura 73. *Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 0.8%(56 golpes)*

Fuente: Propia

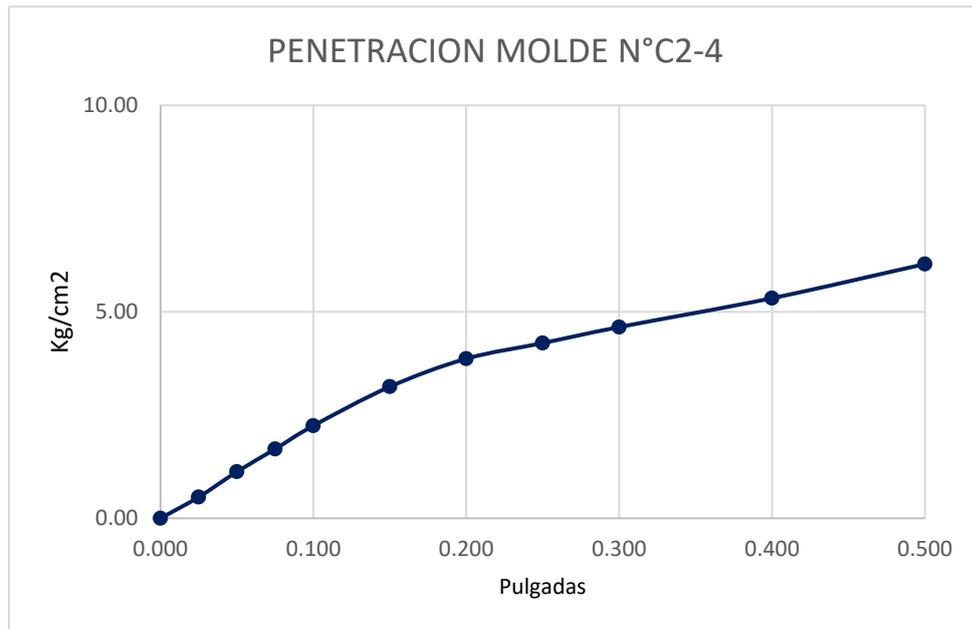


Figura 74. Gráfica Ensayo de penetración segundo molde con adición PET al 0.8%(25 golpes)

Fuente: Propia

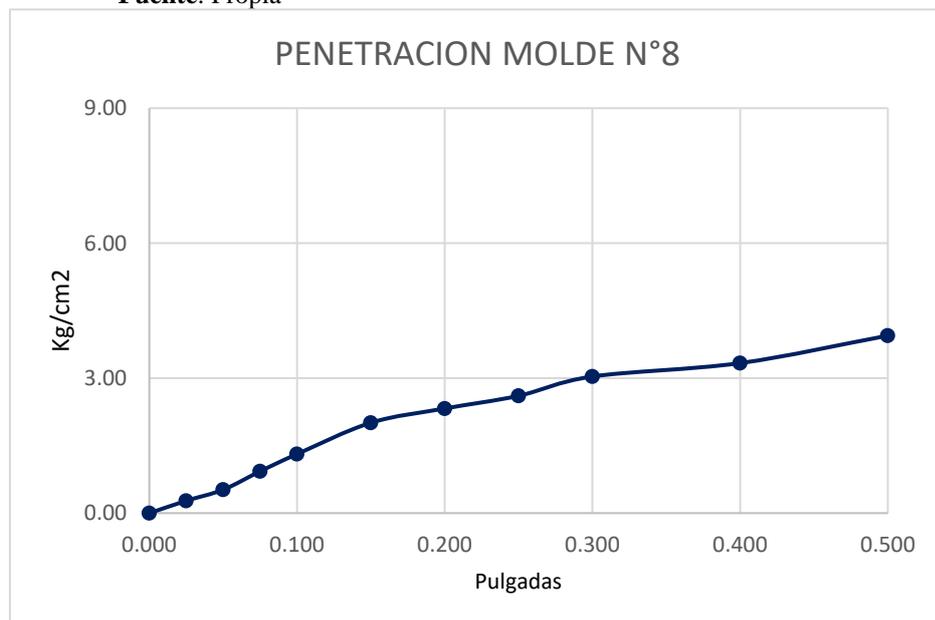


Figura 75. Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 0.8%(10 golpes)

Fuente: Propia

CBR con adición de plástico PET al 1% en forma triangular

Tabla 18.
CBR al 1% de plástico PET triangular

Molde N°	8	55	3
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa	56	25	10
Condición de la muestra	No saturado	No saturado	No saturado
Peso de molde (g)	7243	7222	7233
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11521	10856	10421
Peso del suelo húmedo (g)	4278	3634	3188
Volumen del molde (cm ³)	2097,13	2097,13	2097,13
Densidad Húmedad (g/cm ³)	2,04	1,73	1,52
Tara N°	2*21	4-M	A
Peso de tara (g)	14,32	13,88	13,77
Peso tara + Suelo húmedo (g)	68,11	52,46	50,38
Peso tara + Suelo seco (g)	64,07	48,21	46,25
Peso de agua (g)	4,04	4,25	4,13
Peso de suelo seco (g)	49,75	34,33	32,48
Contenido de humedad (%)	8,12	12,38	12,72
Densidad seca (gm/cm ³)	1,89	1,54	1,35

Elaboración propia

Tabla 19.
Ensayo de penetración del terreno al 1% de plástico PET pulverizado

Penetración		CARGA	MOLDE N°8		CARGA	MOLDE N° 55		CARGA	MOLDE N°3	
		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA	
mm	pulg.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg
0,000	0,000	0,00		0	0,00		0	0,00		0
0,635	0,025	0,42		8,31	0,33		6,48	0,29		5,65
1,270	0,050	1,47		28,79	1,00		19,65	0,62		12,25
1,905	0,075	3,29		64,58	1,54		30,25	1,29		25,36
2,540	0,100	4,96		97,31	2,27		44,52	1,94		38,16
3,810	0,150	7,00		137,52	2,86		56,16	2,67		52,49
5,080	0,200	8,53		167,41	3,47		68,16	3,41		66,92
6,350	0,250	9,72		190,89	4,08		80,12	3,68		72,26
7,620	0,300	10,69		209,88	5,13		100,75	4,38		85,91
10,160	0,400	12,23		240,23	6,90		135,51	4,81		94,52
12,700	0,500	13,88		272,48	7,65		150,23	5,33		104,62

Elaboración propia

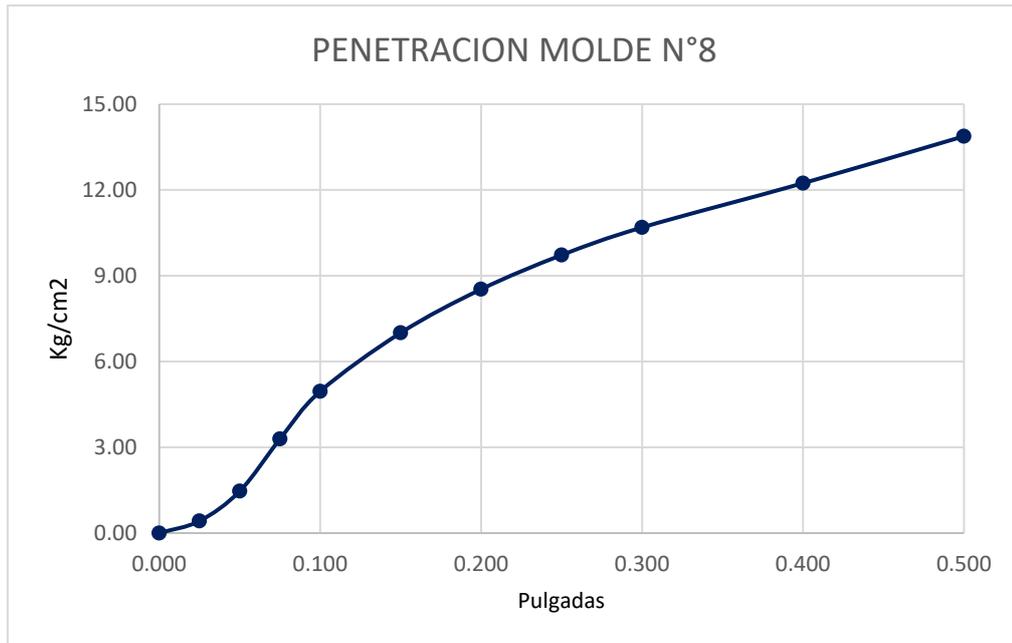


Figura 76. Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1%(56 golpes)

Fuente: Propia

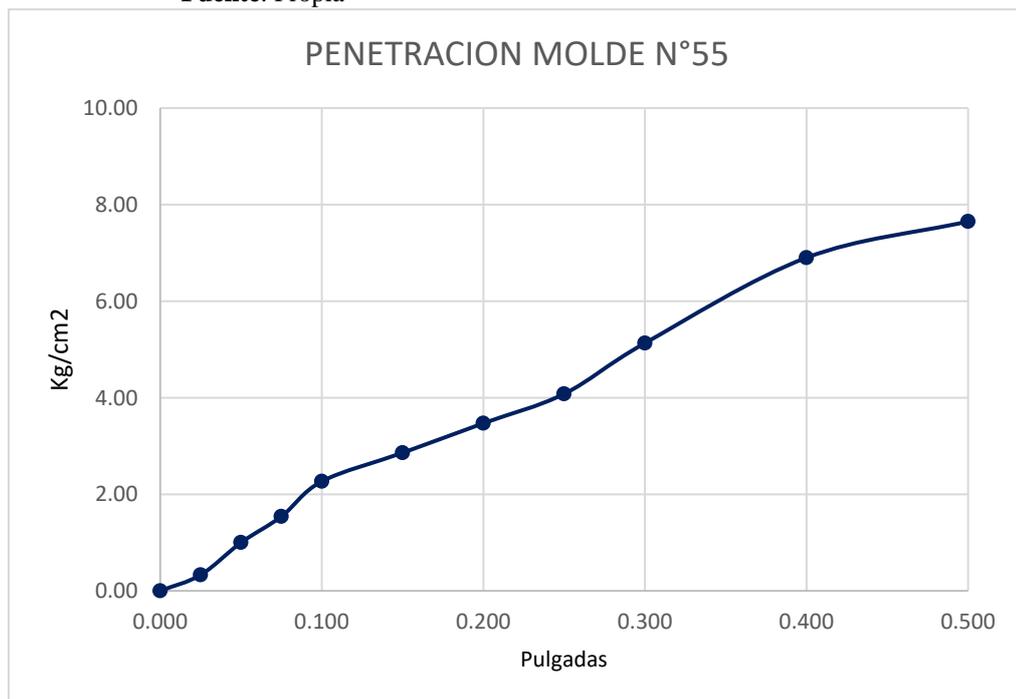


Figura 77. Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1%(25 golpes)

Fuente: Propia

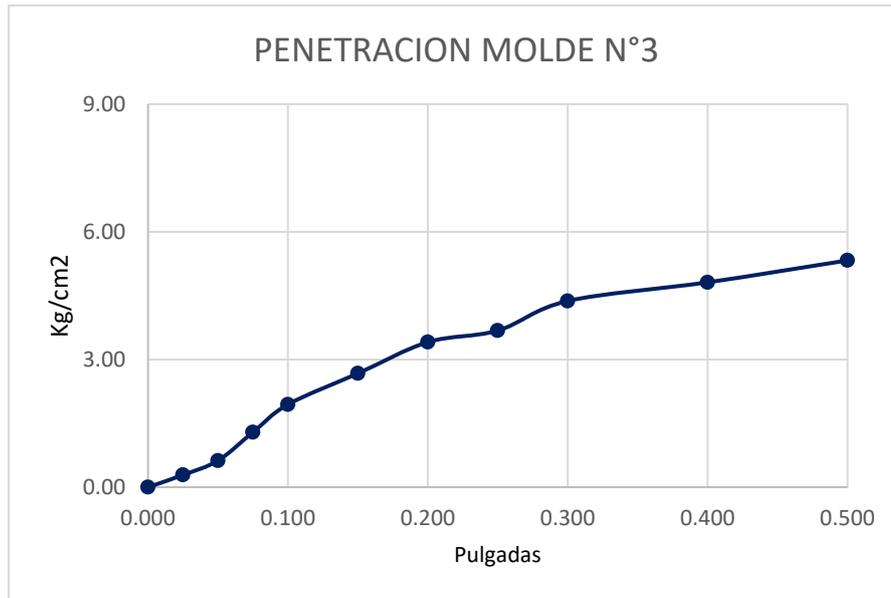


Figura 78. *Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1%(10 golpes)*

Fuente: Propia

CBR con adición de plástico PET pulverizado 1.5%

En este ensayo C.B.R. utilizamos el plástico PET en forma pulverizada como se muestra en la Figura 79.



Figura 79. *Plástico pulverizado*

Fuente: Propia

Tabla 20.
CBR al 1.5% de plástico PET pulverizado

Molde N°	10-B2	C2-4	8
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa	56	25	10
Condicion de la muestra	No saturado	No saturado	No saturado
Peso de molde (g)	7208	7238	7208
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11172	10953	10153
Peso del suelo húmedo (g)	3964	3715	2945
Volumen del molde (cm3)	2097,13	2097,13	2097,13
Densidad Húmedad (g/cm3)	1,89	1,77	1,40
Tara N°	4-M	PA-5	A
Peso de tara (g)	13,92	14,97	13,8
Peso tara + Suelo húmedo (g)	53,3	55,42	52,49
Peso tara + Suelo seco (g)	50,53	52,47	49,62
Peso de agua (g)	2,77	2,95	2,87
Peso de suelo seco (g)	36,61	37,5	35,82
Contenido de humedad (%)	7,57	7,87	8,01
Densidad seca (gm/cm3)	1,76	1,64	1,30

Elaboracion propi

Tabla 21.
Ensayo de penetración del terreno al 1.5% de plástico PET pulverizado

Penetracion		CARGA	MOLDE N°10		CARGA	MOLDE N° C2-4		CARGA	MOLDE N°8	
		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg/cm2	Dial (div)	kg
0,000	0,000	0,00		0	0,00		0	0,00		0
0,635	0,025	0,46		9,09	0,39		7,62	0,25		4,85
1,270	0,050	0,70		13,67	0,80		15,62	0,54		10,52
1,905	0,075	1,02		20,04	1,29		25,41	0,80		15,62
2,540	0,100	1,38		27,08	1,78		34,92	0,95		18,62
3,810	0,150	2,16		42,34	2,17		42,51	1,15		22,52
5,080	0,200	2,91		57,08	2,67		52,41	1,46		28,62
6,350	0,250	3,59		70,54	3,08		60,47	1,66		32,62
7,620	0,300	4,21		82,58	3,69		72,46	1,97		38,62
10,160	0,400	5,31		104,18	4,35		85,46	2,17		42,62
12,700	0,500	6,29		123,54	4,61		90,45	2,58		50,74

Elaboracion propia

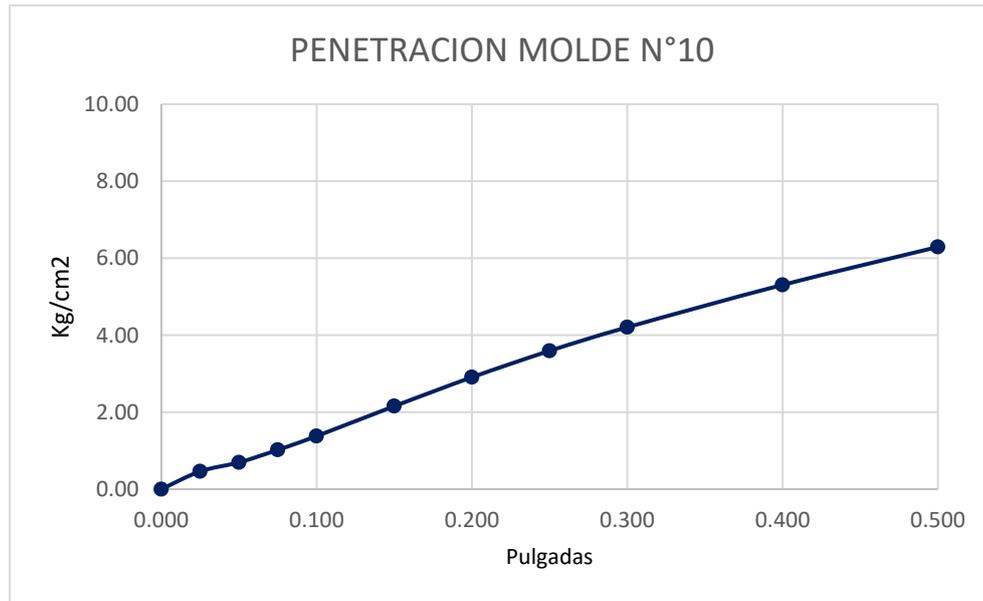


Figura 80. Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1.5%(56 golpes)

Fuente: Propia

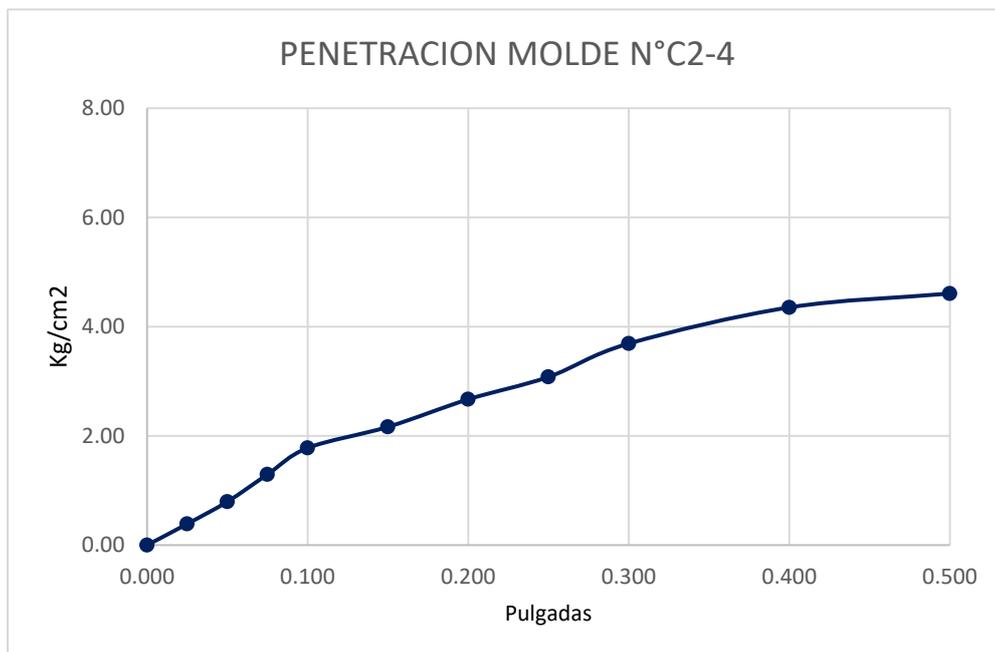


Figura 81. Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1.5%(25 golpes)

Fuente: Propia

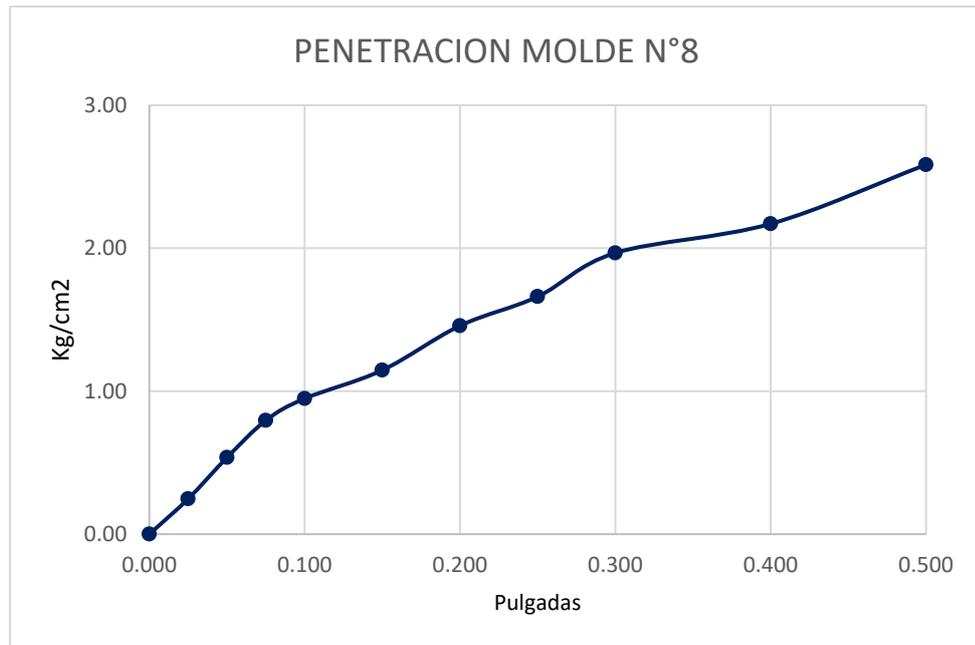


Figura 82. *Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 1.5%(10 golpes)*

Fuente: Propia

CBR con adición de plástico PET triturado al 3%

En este ensayo C.B.R. utilizamos el plástico PET en forma triturada como se muestra en la Figura 83.



Figura 83. *Plástico PET triturado*

Fuente: Propia

Tabla 22.
CBR al 3% de plástico PET triturado

Molde N°	3	8	5
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa	56	25	10
Condicion de la muestra	No saturado	No saturado	No saturado
Peso de molde (g)	7285	7243	7237
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11726	11412	11072
Peso del suelo húmedo (g)	4441	4169	3835
Volumen del molde (cm3)	2097,13	2097,13	2097,13
Densidad Húmedad (g/cm3)	2,12	1,99	1,83
Tara N°	1	2	2-21g
Peso de tara (g)	14,34	14,85	14,33
Peso tara + Suelo húmedo (g)	48,86	44,15	42,32
Peso tara + Suelo seco (g)	45,49	41,79	39,72
Peso de agua (g)	3,37	2,36	2,60
Peso de suelo seco (g)	31,15	26,94	25,39
Contenido de humedad (%)	10,82	8,76	10,24
Densidad seca (gm/cm3)	1,91	1,83	1,66

Elaboracion propia

Tabla 23.
Ensayo de penetración del terreno al 3% de plástico PET triturado

Penetracion		CARGA	MOLDE N°3		CARGA	MOLDE N° 8		CARGA	MOLDE N°5	
		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA		STAND.	CARGA	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg/cm2	Dial (div)	kg
0,000	0,000	0,00		0	0,00		0	0,00		0
0,635	0,025	1,54		30,15	0,28		5,48	0,48		9,45
1,270	0,050	4,86		95,45	1,05		20,67	0,82		16,13
1,905	0,075	8,44		165,7	2,47		48,47	1,12		22,08
2,540	0,100	11,71		229,9	4,12		80,93	1,37		26,81
3,810	0,150	16,92		332,21	6,61		129,73	1,73		34,06
5,080	0,200	20,69		406,22	8,02		157,5	2,09		41,06
6,350	0,250	23,44		460,2	9,01		176,91	2,26		44,43
7,620	0,300	25,76		505,87	9,87		193,73	2,33		45,72
10,160	0,400	29,29		575,06	11,48		225,48	2,54		49,95
12,700	0,500	32,50		638,06	12,99		255,01	2,83		55,64

Elaboracion propia

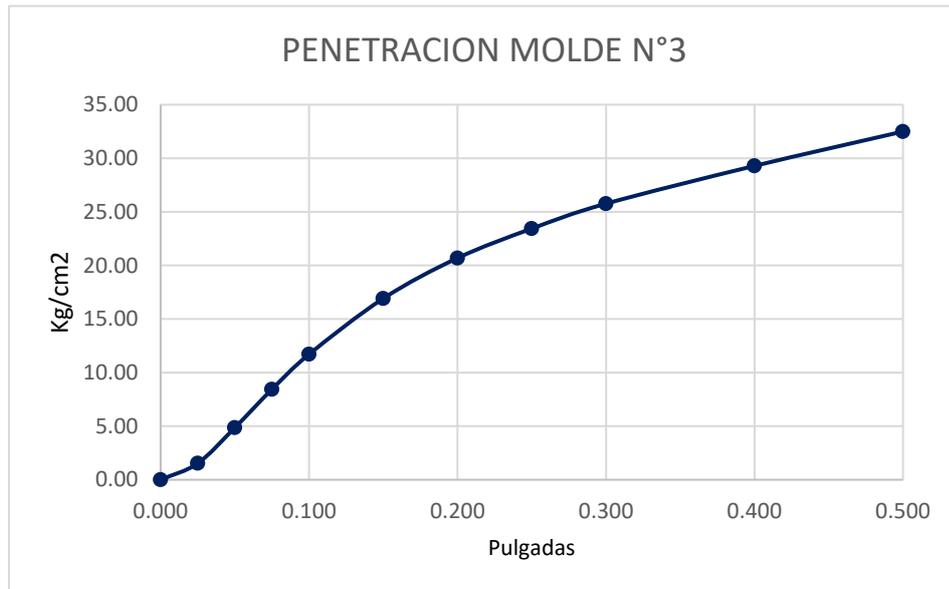


Figura 84. Gráfica Ensayo de penetración primer molde con adición PET al 3%(56 golpes)

Fuente: Propia

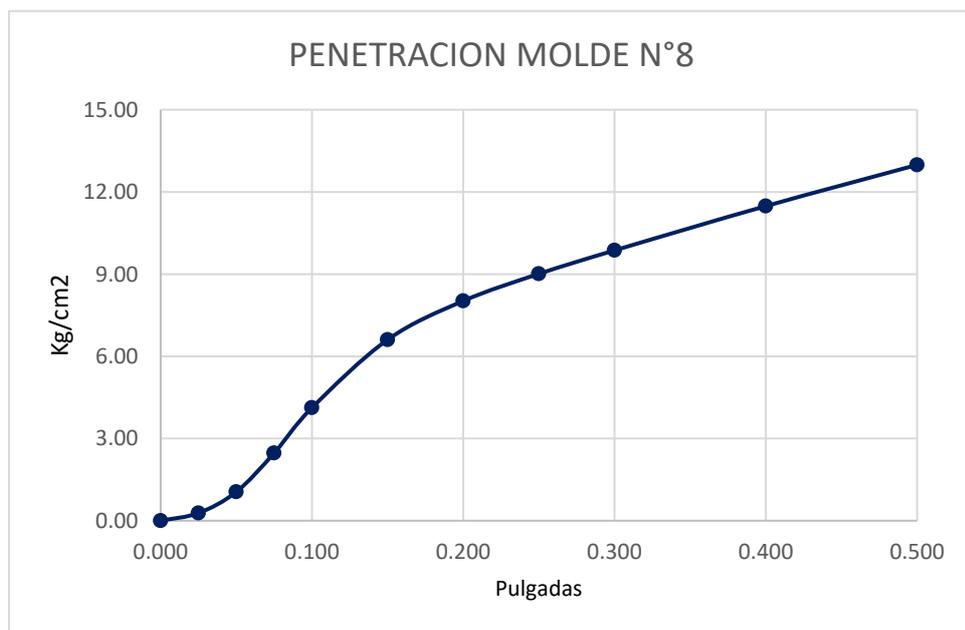


Figura 85. Gráfica Ensayo de penetración segundo molde con adición PET al 3%(25 golpes)

Fuente: Propia

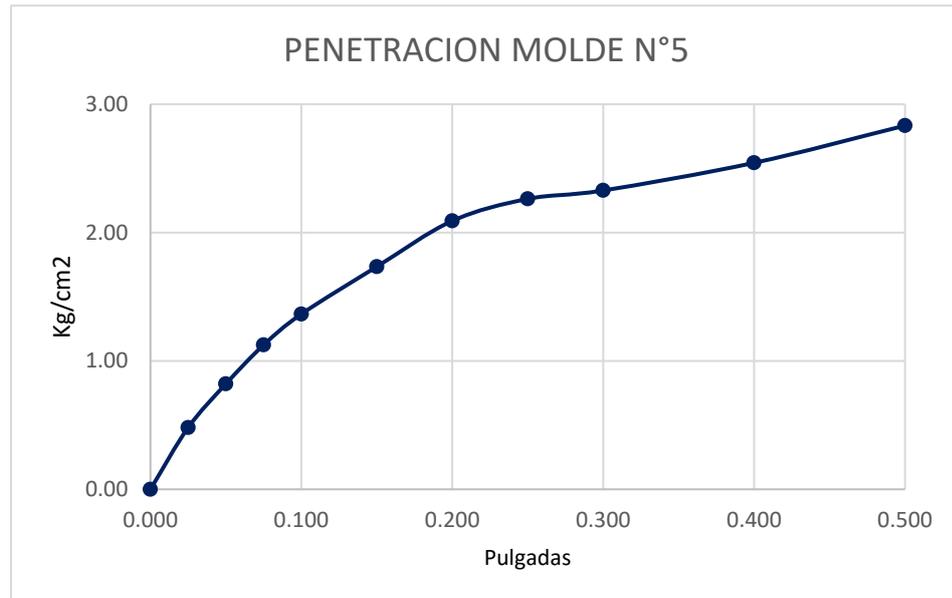


Figura 86. *Gráfica Ensayo de penetración tercer molde con adición PET al 3%(10 golpes)*

Fuente: Propia

Comparación del ensayo CBR del terreno natural vs terreno con agregado del plástico PET al 0.8% en forma romboidal (2-3cm) vs terreno con agregado del plástico PET al 0.8% en forma triangular (5mm) vs terreno con agregado del plástico PET al 1% en forma triangular (5mm) vs terreno con agregado del plástico PET triturado al 3% vs terreno con agregado del plástico PET triturado al 0.8% vs terreno con agregado del plástico PET al 1.5% pulverizado.

Tabla 24.
Comparación del ensayo de penetración del terreno (56 golpes)

Penetracion		56 GOLPES						
		TERRENO NATURAL	TERRENO 0,8% 2-3 cm	TERRENO 0,8% 5 mm	TERRENO 1% 5 mm	TERRENO 3% triturado	TERRENO 0,8% triturado	TERRENO 1,5% pulverizado
mm	pulg.	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,635	0,025	72,07	50,6	12,92	8,31	30,15	7,24	9,09
1,27	0,05	151,7	125,8	41,49	28,79	95,45	25,17	13,67
1,905	0,075	241,77	151,87	80,48	64,58	165,7	53,59	20,04
2,54	0,1	329,91	228,04	124,96	97,31	229,9	81,24	27,08
3,81	0,15	495,79	371,8	238,34	137,52	332,21	129,71	42,34
5,08	0,2	632,73	496,74	360,81	167,41	406,22	163,98	57,08
6,35	0,25	748,23	590,94	476,4	190,89	460,2	188,56	70,54
7,62	0,3	836,92	630,92	591,62	209,88	505,87	210,9	82,58
10,16	0,4	951,42	790,68	784,44	240,23	575,06	252,79	104,18
12,7	0,5	983,61	850,45	935,52	272,48	638,06	298,69	123,54

Elaboracion propia

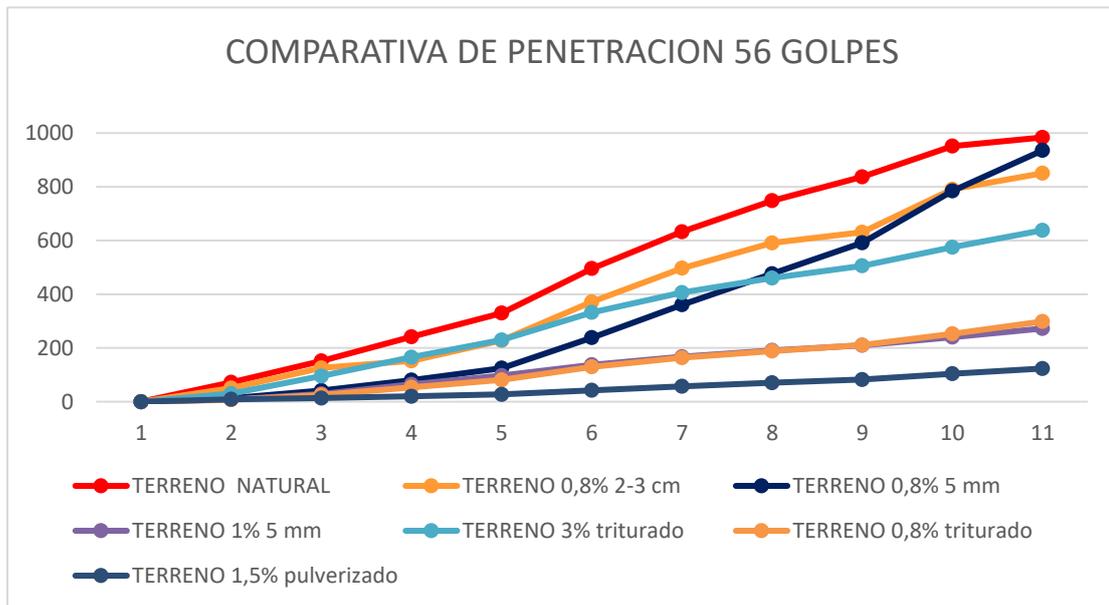


Figura 87. *Gráfica comparativa del ensayo de penetración (56 golpes)*

Fuente: Propia

Tabla 25.
Comparación del ensayo de penetración del terreno (25 golpes)

Penetracion		25 GOLPES						
		TERRENO NATURAL	TERRENO 0,8% 2-3 cm	TERRENO 0,8% 5 mm	TERRENO 1% 5 mm	TERRENO 3% triturado	TERRENO 0,8% triturado	TERRENO 1,5% pulverizado
mm	pulg.	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0	0	0	0,00	0	0	0	0	0
0,635	0,025	74,47	46,85	7,64	6,48	5,48	10,11	7,62
1,27	0,05	131,07	73,93	38,26	19,65	20,67	22,13	15,62
1,905	0,075	187,04	101,85	62,78	30,25	48,47	32,92	25,41
2,54	0,1	242,27	130,76	87,97	44,52	80,93	44,01	34,92
3,81	0,15	335,29	184,6	131,56	56,16	129,73	62,56	42,51
5,08	0,2	402,65	229,87	170,67	68,16	157,5	75,87	52,41
6,35	0,25	444,08	269,45	220,44	80,12	176,91	83,31	60,47
7,62	0,3	469,86	304,96	270,04	100,75	193,73	90,91	72,46
10,16	0,4	512,04	364,62	380,06	135,51	225,48	104,66	85,46
12,7	0,5	545,04	435,48	500,16	150,23	255,01	120,88	90,45

Elaboracion propia

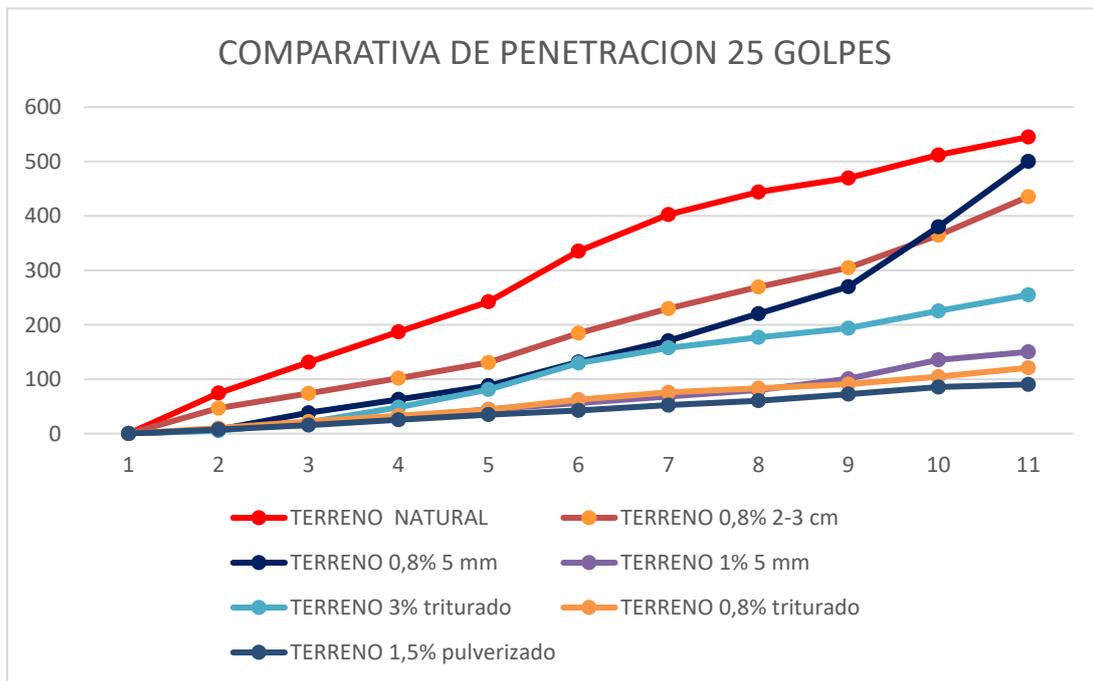


Figura 88. *Gráfica comparativa del ensayo de penetración (25 golpes)*

Fuente: Propia

Tabla 26.
Comparación del ensayo de penetración del terreno (10 golpes)

Penetracion		10 GOLPES						
		TERRENO NATURAL	TERRENO 0,8% 2-3 cm	TERRENO 0,8% 5 mm	TERRENO 1% 5 mm	TERRENO 3% triturado	TERRENO 0,8% triturado	TERRENO 1,5% pulverizado
mm	pulg.	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0
0,635	0,025	39,64	11,06	17,98	5,65	9,45	5,4	4,85
1,27	0,05	69,91	21,39	36,73	12,25	16,13	10,23	10,52
1,905	0,075	97,8	34	58,01	25,36	22,08	18,25	15,62
2,54	0,1	122,33	46,99	80,9	38,16	26,81	25,76	18,62
3,81	0,15	168,13	76,79	123,75	52,49	34,06	39,45	22,52
5,08	0,2	205,3	107,14	165,47	66,92	41,06	45,66	28,62
6,35	0,25	230,06	134,86	199,18	72,26	44,43	51,2	32,62
7,62	0,3	251,42	159,2	230,03	85,91	45,72	59,62	38,62
10,16	0,4	282,08	201,53	277,99	94,52	49,95	65,48	42,62
12,7	0,5	302,94	243	320,4	104,62	55,64	77,44	50,74

Elaboracion propia

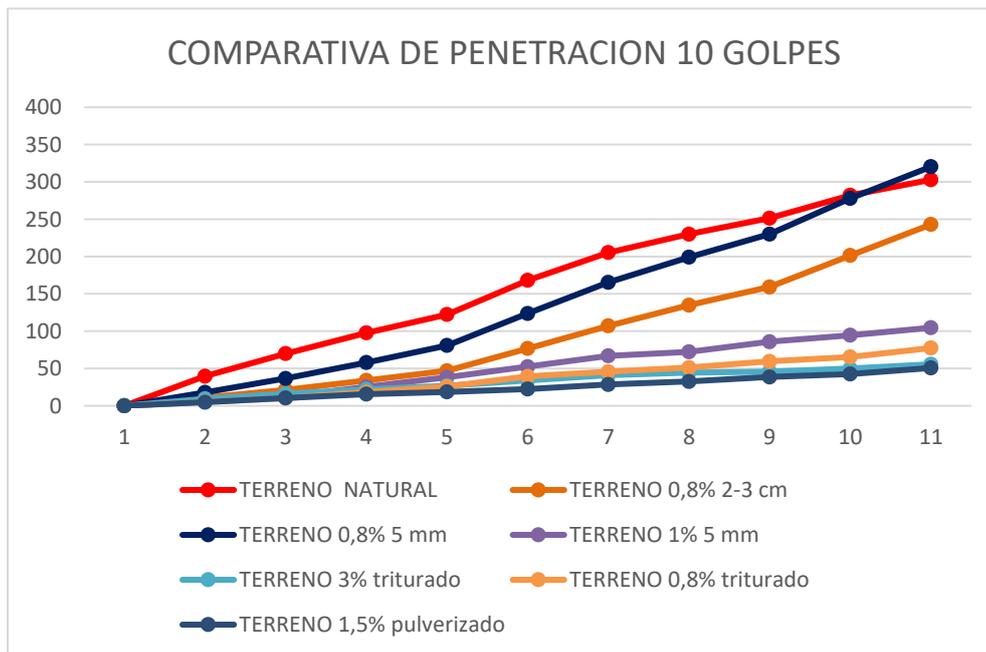


Figura 89. *Gráfica comparativa del ensayo de penetración (10 golpes)*

Fuente: Propia

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Discusión

En la presente investigación se realizó la experimentación con la adición de micro plástico PET al 0.8%, 1%, 1.5% y 3% para la construcción de lozas en el distrito de chorrillos. Obteniendo con los ensayos de laboratorio del terreno en estado natural la información sobre sus propiedades físicas y mecánicas. Para proceder a adicionarle el PET en diferentes formas, tamaños y porcentajes y así obtener una mejoría en la resistencia al corte. Sin embargo, según las características físicas del terreno no se obtuvo ninguna mejoría con ninguno de los porcentajes adicionados.

En la investigación de Quispe, E. y Sañac, M. (2018), se estudió la influencia de la incorporación del plástico reciclado triturado PET al 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% en diferentes formas para el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante. En donde se obtuvo como resultados que el 5% de textura ondulada es el porcentaje optimo, ya que, se obtuvo una mejora significativa en el suelo de arcillas de baja plasticidad, alcanzando un incremento en el ensayo de CBR de 3.4% a 7.8% que representa un incremento de 129%.

Resultados

El área de estudio, está ubicada en el distrito de Chorrillos , provincia de Lima y departamento de Lima.

En los estudios del terreno natural, según la Tabla 10, el ensayo de penetración obtuvo una carga máxima de 983.61 kg en el ensayo de CBR de 56 golpes, 545.04 kg en el ensayo de CBR de 25 golpes y 302.94 kg en el ensayo de CBR de 10 golpes. Con un aumento constante en el de 56 golpes como se observa en la Figura 62, 25 golpes como se observa en la Figura 63. y 10 golpes como se observa en la Figura 64.

Según el Objetivo Especifico 1: “Mejorar el suelo arenoso con la adición de micro plástico al 0.8% para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos”

Tabla 27.

Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 0.8% forma romboidal (2-3cm)

	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES
TERRENO NATURAL	983.61	545.04	302.94
CON PLASTICO PET AL 0.8% ROMBOIDAL	850.45	435.48	243
DIFERENCIA	133.16	109.56	59.94

Elaboracion propia

De acuerdo con la Tabla 13., el ensayo de penetración del terreno con la adición de micro plásticos al 0.8% en forma romboidal, alcanzó una carga máxima de 850.45 kg en el ensayo CBR de 56 golpes, 435.48 kg en el ensayo de CBR de 25 golpes y 243 kg en el ensayo de CBR de 10 golpes. Obteniendo en comparación al terreno natural como se muestra en la Tabla 27., una diferencia de 133.16 kg (56 golpes), 109.56 (25 golpes) y 59.94 kg (10 golpes). Lo cual, da como resultado una disminución del 13.54%, 20.10% y 19.79% en cada respectiva prueba del porcentaje total de carga del terreno. Generando una hipótesis nula, ya que, no existe una mejora con dicho plástico.

Tabla 28.

Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 0.8% forma triangular (2mm)

	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES
TERRENO NATURAL	983.61	545.04	302.94
CON PLASTICO PET AL 0.8% TRIANGULAR	935.52	500.16	320.40
DIFERENCIA Y/O AUMENTO	48.09	44.88	17.46

Elaboracion propia

De acuerdo con la Tabla 15., el ensayo de penetración del terreno con la adición de micro plásticos al 0.8% en forma triangular, alcanzó una carga máxima de 935.52 kg en el ensayo CBR de 56 golpes, 500.16 kg en el ensayo de CBR de 25 golpes y 320.04 kg en el ensayo de CBR de 10 golpes. Obteniendo en comparación al terreno natural como se muestra en la Tabla 28., una diferencia de 48.09 kg (56 golpes) y 44.88 (25 golpes), dando como resultado una leve disminución en comparación a los otros ensayos. Sin embargo, en el ensayo de CBR de 10 golpes, obtuvo un ligero aumento de 17.46 kg. Lo cual da como resultado una disminución del 4.89% y 8.23% en las pruebas de 56 y 25 golpes respectivamente , y un aumento del 5.76% en la prueba de 10 golpes. Por este motivo, se decidió agregar mas porcentaje para ver si existe alguna mejora.

Tabla 29.

Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 0.8% triturado

	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES
TERRENO NATURAL	983.61	545.04	302.94
CON PLASTICO PET AL 0.8% TRITURADO	298.69	120.88	77.44
DIFERENCIA	684.92	424.16	225.5

Elaboracion propia

De acuerdo con la Tabla 17., el ensayo de penetración del terreno con la adición de micro plásticos al 0.8% en forma triturado, alcanzó una carga máxima de 298.69 kg en el ensayo CBR de 56 golpes, 120.88 kg en el ensayo de CBR de 25 golpes y 77.44 kg en el ensayo de CBR de 10 golpes. Obteniendo en comparación al terreno natural como se muestra en la Tabla 29., una diferencia de 684.92 kg (56 golpes), 424.16 (25 golpes) y 225.5 kg (10 golpes). Lo cual, da como resultado una disminución del 69.63%, 77.82% y 74.44% en cada respectiva prueba del porcentaje total de carga del terreno. Generando una hipótesis nula, ya que, no existe una mejora con dicho plástico.

Según el Objetivo Especifico 2: “Mejorar el suelo arenoso con la adición de microplásticos al 1% para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos”

Tabla 30.

Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 1% forma triangular (2mm)

	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES
TERRENO NATURAL	983.61	545.04	302.94
CON PLASTICO PET AL 1% TRIANGULAR	272.48	150.23	104.62
DIFERENCIA	711.13	394.81	198.32

Elaboracion propia

Según lo mencionado anteriormente, por la diferencia y aumento que hubo con la adición de 0.8%, se decidió incrementar el porcentaje a 1% al terreno. De acuerdo con la Tabla 19., el ensayo de penetración del terreno con la adición de micro plásticos al 1% en forma triangular, alcanzó una carga máxima de 272.48 kg en el ensayo CBR de 56 golpes, 150.23 kg en el ensayo de CBR de 25 golpes y 104.62 kg en el ensayo de CBR de 10 golpes. Obteniendo en comparación al terreno natural como se muestra en la Tabla 30., una diferencia de 711.13 kg (56 golpes), 394.81 (25 golpes) y 198.32 kg (10 golpes). Lo cual, da como resultado una disminución del 72.30%, 72.44% y 65.47% en cada respectiva prueba del porcentaje total de carga del terreno. Generando una hipótesis nula, ya que, no existe una mejora con dicho plástico.

Según el Objetivo Especifico 3: “Mejorar el suelo arenoso con la adición de micro plásticos al 1.5% para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos”

Tabla 31.

Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 1.5% pulverizado

	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES
TERRENO NATURAL	983.61	545.04	302.94
CON PLASTICO PET AL 1.5% PULVERIZADO	123.54	90.45	50.74
DIFERENCIA	860.07	454.59	252.2

Elaboracion propia

De acuerdo con la Tabla 21., el ensayo de penetración del terreno con la adición de micro plásticos al 1.5% pulverizado, alcanzó una carga máxima de 123.54 kg en el ensayo CBR de 56 golpes, 90.45 kg en el ensayo de CBR de 25 golpes y 50.74 kg en el ensayo de CBR de 10 golpes. Obteniendo en comparación al terreno natural como se muestra en la Tabla 31., una diferencia de 860.07 kg (56 golpes), 454.59 (25 golpes) y 252.2 kg (10 golpes). Lo cual, da como resultado una disminución del 87.44%,83.40% y 83.25% en cada respectiva prueba del porcentaje total de carga del terreno. Generando una hipótesis nula, ya que, no existe una mejora con dicho plástico.

Según el Objetivo Especifico 4: “Mejorar el suelo arenoso con la adición de microplásticos al 3% para la construcción de lozas en el distrito de Chorrillos”

Tabla 32.

Comparación del ensayo de penetración del terreno natural vs terreno natural con la adición de micro plástico al 3% triturado

	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES
TERRENO NATURAL	983.61	545.04	302.94
CON PLASTICO PET AL 1.5% TRITURADO	638.06	255.01	55.64
DIFERENCIA	345.55	290.03	247.3

Elaboracion propia

De acuerdo con la Tabla 23., el ensayo de penetración del terreno con la adición de micro plásticos al 3% triturado, alcanzó una carga máxima de 638.06 kg en el ensayo CBR de 56 golpes, 255.01 kg en el ensayo de CBR de 25 golpes y 55.64 kg en el ensayo de CBR de 10 golpes. Obteniendo en comparación al terreno natural como se muestra en la Tabla 32., una diferencia de 345.55 kg (56 golpes), 290.03 kg (25 golpes) y 247.3 kg (10 golpes). Lo cual, da como resultado una disminución del 35.13%, 53.21% y 81.63% en cada respectiva prueba del porcentaje total de carga del terreno. Generando una hipótesis nula, ya que, no existe una mejora con dicho plástico.

El terreno estudiado, tiene una clasificación de arena limpia bien graduada (SW). De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el terreno no presenta mejoría en los diversos ensayos con las diferentes formas y/o porcentajes de adición de plástico PET.

Los resultados del ensayo CBR del terreno natural es el que tiene mayor resistencia y el ensayo más próximo fue en la adición de 0.8% en forma triangular (2mm) con una diferencia de 4.89% y 8.23%. Sin embargo, en el ensayo de 10 golpes, tuvo un aumento de 5.76%. Por ese motivo, se realizó un ensayo con un porcentaje superior que dio como resultado, una disminución continua en los diversos ensayos en comparación al del terreno natural. Por esta razón, tanto la hipótesis general como las específicas, son nulas ya que, a través del ensayo de penetración no se encontró ninguna mejora en la resistencia máxima del suelo.

Referencias

- Argibay, Juan Carlos. (2009). Muestra en investigación cuantitativa. Subjetividad y procesos cognitivos, 13(1), 13-29. Recuperado en 06 de julio de 2021, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73102009000100001&lng=es&tlng=es.
- Bisquerra, R. (1989). Métodos de investigación educativa: Guía práctica. (1ª. Ed. pp-55). Barcelona:CEAC
- Crespo Villalaz, C. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones. (5ta edición). Limusa
- Detengamos el flujo de residuos plásticos. (2020, 10 abril). "The Nature Conservancy".
- Ecologicos, M. (2021, 4 marzo). *¿Qué es el PET? MaterialesEcologicos.es*.
- EcuRed. (s. f.-b). *Suelos arenosos - EcuRed*.
- Enriquez Torres, J. (2021), "Aplicación del tereftalato de polietileno como estabilizador de suelo para subrasante"
- Empresa Peruana de Servicios Editoriales S. A. EDITORA PERÚ. (s. f.). "¿Qué tipos de suelos tiene Lima y qué tan seguro es construir sobre ellos? Noticias | Agencia Peruana de Noticias Andina".
- Farina, H., Huapaya, O. (2019). "Formulación De Cimentación Superficial Para Un Centro Comercial De 3 Pisos En Una Zona Con Suelos Licuables En La Encantada- Chorrillos, Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima, Perú".
- HERNANDEZ SAMPIERI, R. (2014), *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION, MC GRAW-HILL EDUCATION*
- Higuera, C., Gomez, J., & Pardo, O. (2012, mayo). "Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. Redalyc.Org. Recuperado 2 de febrero de 2023".
- Huanca Fanny (2022). "Mejoramiento de suelos mediante adición de plástico reciclado molido PET en el trecho I de la vía Pallasca – Santiago de Chuco, Ancash, 2022"
- Morles, V (1994). *Planeamiento y análisis de investigaciones (8ª ed.) Caracas: El Dorado*.

- Ospina, M ; Chaves, S ; Jiménez, L (2020). "*Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero*".
- Osorio (2019). "*Aplicación de plástico reciclado para mejorar la funcionalidad del pavimento flexible de la Vía auxiliar - Av. Universitaria Asociación Apavic – Carabaylo – Lima – 2019*"
- Parra Gomez, M (2018). "*Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante*".
- Quispe,E.,Sañac,M.(2019) " *Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018.*",Tesis para optar por el título de ingeniero civil,Universidad Tecnológica de los Andes,Abancay,Apurimac,Perú
- SafetyCulture. (2022, 1 diciembre). *Técnicas de recolección de datos - Una guía.* <https://safetyculture.com/es/temas/recoleccion-de-datos/tecnicas-de-recoleccion-de-datos/>
- S. (2021) *Investigación experimental. Significados.* <https://www.significados.com/investigacion-experimental/>
- Sabino, C. (1992). *El proceso de Investigación (2.a ed., Vol. 1).* Caracas, Venezuela: Editorial Panapo.
- Santos, N. ,Vargas, R. (2020). "*Influencia del PET y aditivo plastificante sobre la compresión, asentamiento y densidad del concreto Estructural,tesis para para optar el Título profesional de Ingeniero civil, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú*"
- Saucedo Rodriguez, J., Atoche Zamora, J., & Muñoz Pérez, S.(2021). "*Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: Revisión de la literatura. Avances Investigación En Ingeniería, 18(2).*" <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6942>
- Suelo - *Concepto, tipos, composición y características. (s. f.).*
- Yaya E., Osorio G.. (2018). "*Mejoramiento de suelo con fines de cimentación con afirmado y aceite reciclado de motores en la Avenida Víctor Raúl Haya de La Torre 220 – Chimbote.*"

Urdanivia Roque,H. (2019), *"Relación entre el tipo de suelo (SUCS y AASHTO) y el asentamiento de suelos para determinar asentamientos diferenciales en cimientos de concreto armado."*

Vargas Cordero, Z. R. (2009). *La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación, 33(1), 155.*
<https://doi.org/10.15517/revedu.v33i1.538>

ANEXOS

Imágenes de Plastico PET

Anexo 1. Plastico PET triturado en licuadora



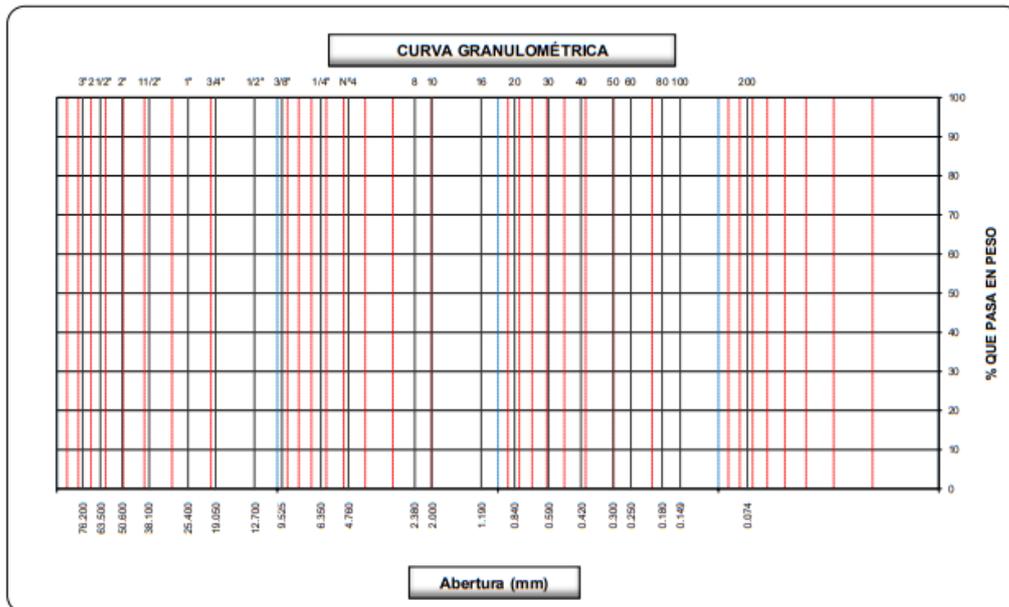
Anexo 2. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA – PROYECTO DE INVESTIGACIÓN						
Mejoramiento Del Suelo Arenoso CON LA Adición De Micro Plásticos AL 0.8%, 1%, 1.5% Y 3% Para La Construcción De Lozas En El Distrito De Chorrillos						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
¿DE QUÉ MANERA LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 0.8%, 1%, 1.5% Y 3% MEJORA EL SUELO ARENOSO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	MEJORAR EL SUELO ARENOS CON LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 0.8%, 1%, 1.5% Y 3% PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 0.8%, 1%, 1.5% Y 3% MEJORARÁ EL SUELO ARENOSO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	Variable independiente: Mejoramiento de Suelo: CONSISTE EN CAMBIAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO POR ACCIÓN FÍSICA O MEZCLANDO EL SUELO CON UN MATERIAL MÁS RESISTENTE PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD Y/O LA RESISTENCIA AL CORTE, REDUCIR EL ASENTAMIENTO, TANTO ABSOLUTO COMO DIFERENCIAL. SOLETANCHE BACHY - ARGENTINA. (S. F.).	CBR	<ul style="list-style-type: none"> MÁXIMA RESISTENCIA DE UN SUELO CAPACIDAD PORTANTE 	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Experimental con enfoque Cuantitativo</p> <p>Un estudio experimental es un proceso de investigación diseñado en el que al menos una variable (VI) es intencionalmente manipulada o utilizada por el investigador para descubrir qué efecto tiene sobre al menos otra variable, llamada dependiente (VD). La variable independiente también se conoce como variable experimental o de tratamiento, la variable dependiente, también conocida como resultado o efecto, se refiere a los efectos observados en el estudio. HERNÁNDEZ CITADO POR BERNAL TORRES, C. (2006, p. 118), METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN PARA ADMINISTRACIÓN, ECONOMÍA, HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES (2DA EDICIÓN), PEARSON</p>
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA		TAMIZADO	<ul style="list-style-type: none"> ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DISTRIBUCIÓN DE DIMENSIÓN DE PARTÍCULAS 	
¿DE QUÉ MANERA LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 0.8% MEJORA EL SUELO ARENOSO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	MEJORAR EL SUELO ARENOS CON LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 0.8% PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 0.8% MEJORARÁ EL SUELO ARENOSO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?		LIMITES	<ul style="list-style-type: none"> LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO COHESIÓN DE SUELO DIAGRAMA DE FLUIDEZ CONTENIDO DE HUMEDAD 	
¿DE QUÉ MANERA LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 1% MEJORA EL SUELO ARENOSO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	MEJORAR EL SUELO ARENOS CON LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 1% PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 1% MEJORARÁ EL SUELO ARENOSO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	VARIABLE DEPENDIENTE Adición de micro plásticos al 0.8%, 1%, 1.5% y 3%: EL PET, CUYO NOMBRE TÉCNICO ES TEREFALATO DE POLIETILENO, ES UN PLÁSTICO FABRICADO A BASE DE ÁCIDO TEREFALÓICO Y ETILENGLICOL. UN MATERIAL CARACTERIZADO POR SU ALTA LIGEREZA, RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN COMO A LA CAÍDA, ALTA TRANSPARENCIA Y BRILLO, CONSERVA EL SABOR, Y AROMA ALIMENTARIO, ES UNA BARRERA A LOS GASES, ES 100% RECICLABLE Y SE INDICA CON EL NÚMERO UNO O LA ABREVIATURA PET, RODEADO DE TRES FLECHAS EN EL FONDO DE LOS ENVASES. LAS PROPIEDADES GENERALES DE LOS PLÁSTICOS PET SON LAS SIGUIENTES: * PROCESABLES POR SOPLADO, INYECCIÓN, EXTRUSIÓN. * TRANSPARENCIA Y BRILLO GRACIAS AL EFECTO LUPA. * BARRERA CONTRA GASES. * ALTA RECICLABILIDAD. * LIVIANO * ALTA RESISTENCIA AL DESGASTE YA LA CORROSIÓN. * PERMITIDO PARA USO EN PRODUCTOS QUE DEBEN ENTRAR EN CONTACTO CON ALIMENTOS	Adición al 0.8% de micro plásticos	<ul style="list-style-type: none"> ADICIÓN DE PARTÍCULAS AL 0.8% DE PET 2-3CM DE LONGITUD (ROMBOIDE) 5MM DE LONGITUD (TRIANGULAR) TRITURADO 	Diseño de Investigación Diseño Experimental Para que una prueba se pueda llamar experimento es necesaria la manipulación deliberada de una acción para examinar sus posibles resultados.
¿DE QUÉ MANERA LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 1.5% MEJORA EL SUELO ARENOSO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	MEJORAR EL SUELO ARENOS CON LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 1.5% PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 1.5% MEJORARÁ EL SUELO ARENOSO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?		Adición al 1% de micro plásticos	<ul style="list-style-type: none"> ADICIÓN DE PARTÍCULAS AL 1% DE PET 5 MM DE LONGITUD (TRIANGULAR) 	Esto se refiere a un estudio en el que una o más variables independientes se manipulan intencionalmente, y posteriormente se analiza las consecuencias de esa manipulación sobre las variables dependientes. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. (2014), METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN, MC GRAW-HILL EDUCATION
¿DE QUÉ MANERA LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 3% MEJORA EL SUELO ARENOSO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	MEJORAR EL SUELO ARENOS CON LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 3% PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS?	LA ADICIÓN DE MICROPLÁSTICOS AL 3% MEJORARÁ EL SUELO ARENOSO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOZAS EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS		Adición al 1.5% de micro plásticos	<ul style="list-style-type: none"> ADICIÓN DE PARTÍCULAS AL 1.5% DE PET (PULVERIZADO) 	Área de estudio Av. Alipio Ponce Vásquez, cuadra 15 Chorrillos
				Adición al 3% de micro plásticos	<ul style="list-style-type: none"> ADICIÓN DE PARTÍCULAS AL 3% DE PET TRITURADO 	Población Suelos arenosos del distrito de Chorrillos Muestra Suelo arenoso de la Escuela de Oficiales de la PNP ubicado en la Av. Alipio Ponce Instrumentos: Ensayos de Laboratorio Valoración estadística: Pearson

Anexo 4. Granulometria de Suelos

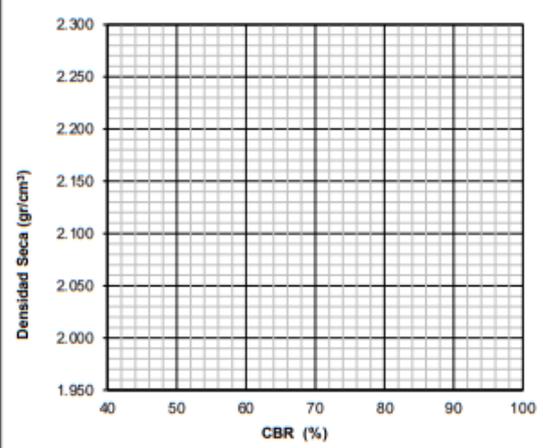
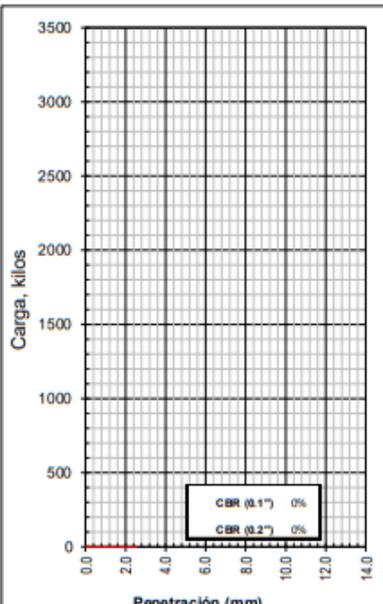
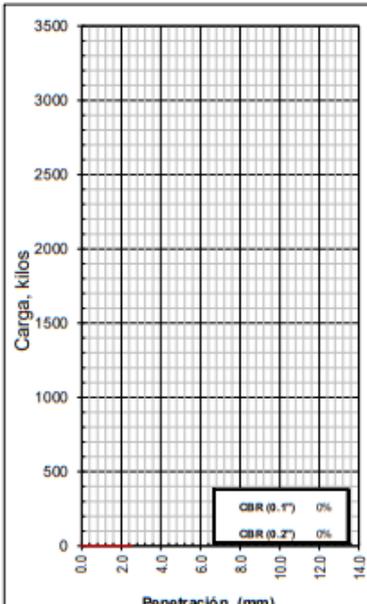
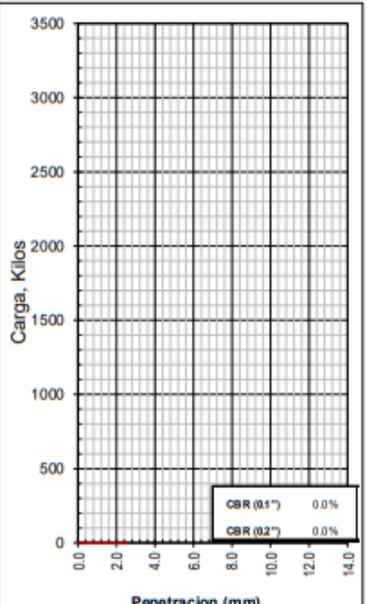
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)				
MATERIAL :			MUESTRA :	
SEDE:			FECHA DE MUESTREO :	
PROCEDENCIA:			FECHA DE INGRESO :	
ANALIZADO POR:			FECHA DE ANÁLISIS :	

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Base Graduación A	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (Kg) _____
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (g) _____
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						2. Características
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo _____
1"	25.400						Tamaño Máximo Nominal _____
3/4"	19.000						Grava (%) _____
1/2"	12.700						Arena (%) _____
3/8"	9.520						Finos (%) _____
1/4"	6.350						Módulo de Fineza (%) _____
N° 4	4.750						
N° 8	2.360						3. Clasificación
N° 10	2.000						Límite Líquido (%) _____
N° 16	1.190						Límite Plástico (%) _____
N° 20	0.850						Índice de Plasticidad (%) _____
N° 30	0.600						Clasificación SUCS _____
N° 40	0.420						Clasificación AASHTO _____
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.074						
Pasante							

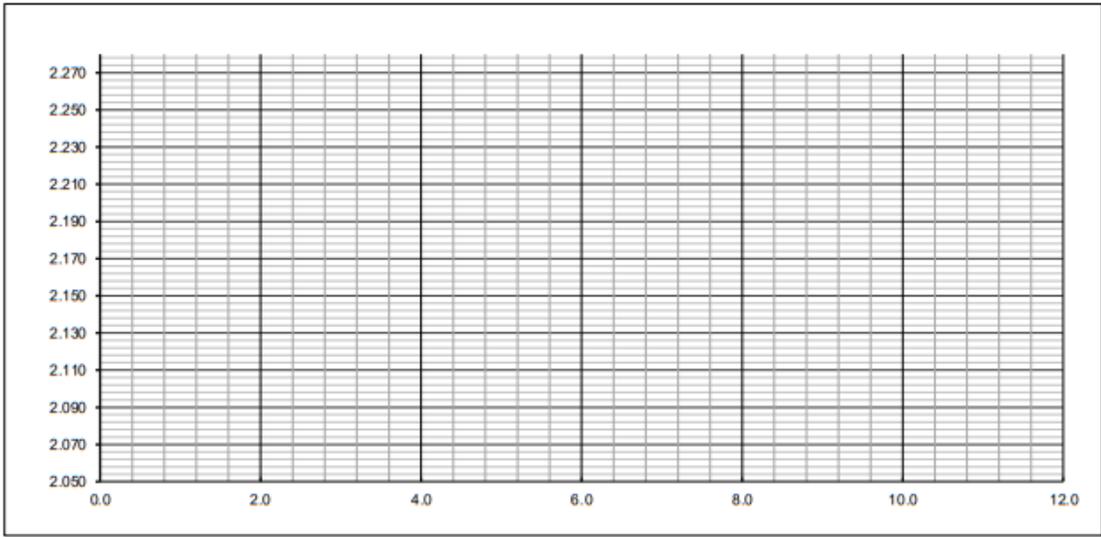


Anexo 5. Ensayo CBR

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS FORMATO	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL													
RELACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)															
MATERIAL :		MUESTRA N°													
SEDE:		FECHA DE MUESTREO :													
PROCEDENCIA:		FECHA DE INGRESO :													
ANALIZADO POR:		FECHA DE ANÁLISIS :													
CÁLCULO DEL CBR															
Molde N°															
Capas N°															
Golpes por capa N°															
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO													
Peso de molde (g)															
Peso de molde + Suelo húmedo (g)															
Peso del suelo húmedo (g)															
Volumen del molde (cm ³)															
Densidad húmeda (g/cm ³)															
Tara (N°)															
Peso de tara (g)															
Peso tara + suelo húmedo (g)															
Peso tara + suelo seco (g)															
Peso de agua (g)															
Peso de suelo seco (g)															
Contenido de humedad (%)															
Densidad seca (g/cm ³)															
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		CARGA		MOLDE N°		M-00		MOLDE N°		M-00		MOLDE N°		M-00	
		STAND.	CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN					
mm	pulg.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000														
0.635	0.025														
1.270	0.050														
1.905	0.075														
2.540	0.100														
3.810	0.150														
5.080	0.200														
6.350	0.250														
7.620	0.300														
10.160	0.400														
12.700	0.500														
OBSERVACIONES :		Anillo:													

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL																							
FORMATO																									
RELACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)																									
MATERIAL :	MUESTRA N°																								
SEDE:	FECHA DE MUESTREO :																								
PROCEDENCIA:	FECHA DE INGRESO :																								
ANALIZADO POR:	FECHA DE ANÁLISIS :																								
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #f4a460;">MÉTODO DE COMPACTACIÓN</td> <td style="text-align: right;">:</td> <td>AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>90% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>:</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"</td> <td style="text-align: right;">=</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"</td> <td style="text-align: right;">=</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 1"</td> <td style="text-align: right;">=</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p> <hr/> <hr/> <hr/>		MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:		95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:		90% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:		RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	=	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	=	Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 1"	=
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180																							
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:																								
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:																								
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:																								
90% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:																								
RESULTADOS:																									
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	=																								
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	=																								
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 1"	=																								
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																							
																									

Anexo 6. Proctor Modificado

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS				FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL																					
	FORMATO																									
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)																										
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)																										
MATERIAL :					MUESTRA N°																					
SEDE:					FECHA DE MUESTREO :																					
PROCEDENCIA:					FECHA DE INGRESO :																					
ANALIZADO POR:					FECHA DE ANÁLISIS :																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 15%;">Diámetro Molde</td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 10%;">cm</td> <td style="width: 15%;">Altura Molde</td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 10%;">cm</td> <td style="width: 10%;">N° de capas</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Metodo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>N° de golpes</td> <td></td> </tr> </table>										Diámetro Molde		cm	Altura Molde		cm	N° de capas			Metodo						N° de golpes	
	Diámetro Molde		cm	Altura Molde		cm	N° de capas																			
	Metodo						N° de golpes																			
NUMERO DE ENSAYOS				1	2	3	4	5																		
Peso de Molde			g																							
Peso de Molde + Suelo Húmedo Compactado			g																							
Peso de Suelo Húmedo Compactado			g																							
Número de Tara (Cápsula)																										
Peso de Tara			g																							
Peso de Tara + Suelo Húmedo			g																							
Peso de Tara + Suelo Seco			g																							
Peso del agua			g																							
Peso del suelo seco			g																							
Contenido de humedad			%																							
Densidad Seca			g/cm ³																							
RESULTADOS																										
Densidad Máxima Seca				(g/cm ³)	Humedad óptima			%																		
Densidad Máxima Seca Corregida				(g/cm ³)	Humedad óptima			%																		
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA																										
 <p>The graph shows a grid for plotting the relationship between Dry Density (g/cm³) on the x-axis and Humidity (%) on the y-axis. The x-axis ranges from 0.0 to 12.0 with major ticks every 2.0 units. The y-axis ranges from 2.050 to 2.270 with major ticks every 0.020 units. The grid consists of 12 columns and 100 rows.</p>																										
OBSERVACIONES :																										