



Universidad
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Estabilización del suelo con la ceniza de cascarilla de
arroz y polietileno (PET) para pavimento**

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

Autora

Bach. Ramirez Silva, Diana Mareline

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0586-898X>

Asesor(a)

Mg. Ordinola Luna, Efraín

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5358-4607>

Línea de Investigación
Ingeniería, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO

Aprobación del jurado

Dr. Ing. MARÍN BARDALES NOE HUMBERTO
Presidente del Jurado de Tesis

Mg. Ing. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAUL
Secretario del Jurado de Tesis

Mg. Ing. ORDINOLA LUNA EFRAIN
Vocal del Jurado de Tesis



Universidad
Señor de Sipán

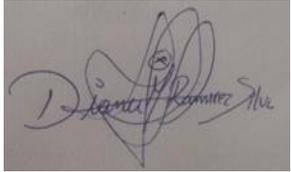
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado Programa de Estudios de Estudios la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Ramirez Silva Diana Mareline	74084894	
------------------------------	----------	---

Pimentel, 03 de mayo de 2023.

Dedicatoria

Dedico esta presente investigación a mis abuelitas que ya no están en la tierra y partieron al mundo celestial, dejándome dos maravillosos padres que han sido el apoyo incondicional que he necesitado para sobresalir en toda adversidad y cumplir una de mis primeras metas.

Y a ti futuro Ingeniero Civil que estas batallando en la guerra universitaria, nunca olvides que todo en esta vida todo se logra, solo es cuestión de esfuerzo, perseverancia, fe y sobre todo creer en ti, así que échale ganas.

Diana Mareline Ramírez Silva

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios que a través de su infinita misericordia estuvo presente en cada paso que di, venciendo cada adversidad que se me cruzó en el camino.

A las personas más importantes de mi vida, mi Madre Marcela Leonarda Silva Sidia por estar siempre motivándome a seguir adelante y sobre todo por su amor incondicional.

A mi padre Andrés Avelino Ramírez Lucero, por darme la valentía de continuar con mis metas, siempre acompañada de sus mejores consejos y lecciones de vida.

A mi hermano Víctor Andrés Ramírez Silva, siempre motivándome.

A mi mejor amiga Jocie Elizabeth Vallejos Medianero, por ayudarme a creer en mí y estar presente en cada etapa de mi vida.

A mi mejor amigo Jaime Jamill Lozano Sánchez por estar conmigo en mis peores y buenos momentos.

A mis primas hermanas que siempre estuvieron alentándome y no dejaron de creer en mí, muchas gracias Angelica Viviana López Ramírez y Milagros Valeria Valencia Peña.

Diana Mareline Ramirez Silva

Índice

Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	xi
Resumen	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad Problemática.....	15
1.2. Formulación del problema	29
1.3. Hipótesis.....	29
1.4. Objetivos	29
1.5. Teorías Relacionadas al tema	30
II. MATERIAL Y MÉTODO	40
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	40
2.2. Variables y operacionalización.	40
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	43
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	44
2.5. Procedimiento de análisis de datos	45
2.6. Criterios éticos.....	61
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
3.1. Resultados	67
3.2. Discusión de resultados.....	130
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
4.1. Conclusiones.....	133
4.2. Recomendaciones.....	135
REFERENCIAS.....	136
ANEXOS.....	148

Índice de tablas

Tabla I Cuadro de Operacionalización de variables independientes y dependiente.	41
Tabla II Ensayos a la muestra patrón.....	43
Tabla III Ensayo de Proctor Modificado -CBR/Combinaciones.....	44
Tabla IV Ensayo de UCS adicionando CCA.....	44
Tabla V Etiqueta de valor y el valor de muestras “N”	62
Tabla VI Variable dependiente (Muestra Patrón) su M.D.S	62
Tabla VII Variable dependiente (Muestra Patrón) su O.C.H.....	63
Tabla VIII Variable Dependiente %CBR 95% 1”.....	64
Tabla IX Etiqueta y valor N	64
Tabla X Variable dependiente: MDS	65
Tabla XI Variable dependiente: OCH	66
Tabla XII Variable dependiente: %CBR 95% 1"	66
Tabla XIII Análisis Granulométrico de C-01.....	67
Tabla XIV Distribución de granulometría de C-01	68
Tabla XV Límites de Atterberg C-01.....	69
Tabla XVI Clasificación del Suelo C-01 (SUCS y AASHTO).....	70
Tabla XVII Análisis Granulométrico de C-02	70
Tabla XVIII Distribución de granulometría de C-02	71
Tabla XIX Límites de Atterberg C-02.....	72
Tabla XX Clasificación del Suelo C-02 (SUCS y AASHTO).....	72
Tabla XXI Análisis Granulométrico de C-03	73
Tabla XXII Distribución de granulometría de C-03	73
Tabla XXIII Límites de Atterberg C-03.....	74
Tabla XXIV Clasificación del Suelo C-03 (SUCS y AASHTO)	75
Tabla XXV Análisis Granulométrico de C-04.....	75
Tabla XXVI Distribución de granulometría de C-04.....	76
Tabla XXVII Límites de Atterberg C-04	77
Tabla XXVIII Clasificación del Suelo C-04 (SUCS y AASHTO)	78
Tabla XXIX Análisis Granulométrico de C-05.....	78
Tabla XXX Distribución de granulometría de C-05.....	79
Tabla XXXI Límites de Atterberg C-05	80
Tabla XXXII Clasificación del Suelo C-05 (SUCS y AASHTO)	80
Tabla XXXIII Resumen de las características geotécnicas del suelo.....	81

Tabla XXXIV Ensayo de resistencia no confinada T=600 °C.....	83
Tabla XXXV Ensayo de resistencia no confinada T=650 °C.....	83
Tabla XXXVI Ensayo de resistencia no confinada T=700 °C.....	84
Tabla XXXVII Ensayo de resistencia no confinada T=750 °C.....	84
Tabla XXXVIII Resultado Proctor C-01	85
Tabla XXXIX Resultados de CBR C-01.....	85
Tabla XL Resultado Proctor C-02.....	86
Tabla XLI Resultados de CBR C-02.....	86
Tabla XLII Resultado Proctor C-03.....	87
Tabla XLIII Resultados de CBR C-03.....	87
Tabla XLIV Resultado Proctor C-04	88
Tabla XLV Resultados de CBR C-04	88
Tabla XLVI Resultado Proctor C-05	89
Tabla XLVII Resultados de CBR C-01	89
Tabla XLVIII Resumen de los ensayos de P.M y CBR para las 05 calicatas	90
Tabla XLIX Resultado Proctor C-03 con la adición del 2% de PET.	92
Tabla L Resultados de CBR C-03 con la adición de 2% de PET.	92
Tabla LI Resultado Proctor C-03 con la adición de 4% de PET.....	93
Tabla LII Resultados de CBR C-03 con la adición de 4% de PET.....	94
Tabla LIII Resultado Proctor con la adición de 6% de PET.	94
Tabla LIV Resultados de CBR C-03 con la adición de 6% de PET.....	95
Tabla LV Resultado Proctor C-03 con la adición de 8% de PET.	95
Tabla LVI Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de PET.....	96
Tabla LVII Resumen de la C-03 en combinación con 2%,4%,6%y 8% de PET	96
Tabla LVIII Resultado Proctor de C-03 con la adición de 6% de CCA.....	98
Tabla LIX Resultados de CBR de la C-03 con la adición de 6%CCA	98
Tabla LX Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 8% de CCA.....	99
Tabla LXI Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA.	99
Tabla LXII Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA.	100
Tabla LXIII Resultados de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA.	100
Tabla LXIV Resultado Proctor de la C-3 con la adición de 12% de CCA.....	101
Tabla LXV Resultados de CBR C-03 con la adición de 12% de CCA.....	102
Tabla LXVI Resumen del Ensayo Proctor con la adición de 6%,8%,10% y 12% de CCA	102
Tabla LXVII Resultado Proctor C-03 con la adición de 6% de CCA+ 2%PET.	104

Tabla LXVIII Resultados de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 2%PET.....	105
Tabla LXIX Resultado Proctor C-03 con la adición de 8% de CCA+ 2%PET	105
Tabla LXX Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 2%PET.....	106
Tabla LXXI Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 2%PET.....	106
Tabla LXXII Resultados de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA+ 2%PET.....	107
Tabla LXXIII Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 2%PET.....	107
Tabla LXXIV Resultados de CBR C-03 con la adición de 12% de CCA+ 2%PET.	108
Tabla LXXV Resumen de la combinación C1: C-03:2%PET (6%,8%,10% Y 12% de CCA.)..	108
Tabla LXXVI Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 4%PET.	110
Tabla LXXVII Resultados de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 4%PET.	111
Tabla LXXVIII Resultado Proctor C-03 con la adición de 8% de CCA+ 4%PET	111
Tabla LXXIX Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 4%PET.	112
Tabla LXXX Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 4%PET.	112
Tabla LXXXI Resultados de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA+ 4%PET.	113
Tabla LXXXII Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 4%PET.	113
Tabla LXXXIII Resultados de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 4%PET.....	114
Tabla LXXXIV Resumen de la combinación Muestra de C-03+4%PET (6%,8%,10% y 12% de CCA).....	114
Tabla LXXXV Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 6%PET.....	116
Tabla LXXXVI Resultados de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 6%PET.....	117
Tabla LXXXVII Resultado Proctor de C-03 con la adición de 8% de CCA+ 6%PET.....	117
Tabla LXXXVIII Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 6%PET.....	118
Tabla LXXXIX Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 6%PET.	118
Tabla XC Resultados de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA+ 6%PET.	119
Tabla XCI Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 6%PET.....	119
Tabla XCII Resultados de CBR C-03 con la adición de 12% de CCA+ 6%PET	120
Tabla XCIII Resumen de la combinación Muestra de C-03+6%PET (6%,8%,10%y 12% de CCA.)	120
Tabla XCIV Resultado Proctor C-03 con la adición de 6% de CCA+ 8%PET.....	122
Tabla XCV Resultados de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 8%PET.	123
Tabla XCVI Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 8%PET.	124
Tabla XCVII Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 8%PET.....	124
Tabla XCVIII Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 8%PET.	125
Tabla XCIX Resultados de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA+ 8%PET.	125

Tabla C Resultado Proctor c-03 con la adición de 12% de CCA+ 8%PET.....	126
Tabla CI Resultados de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 8%PET.....	127
Tabla CII Resumen de la combinación Muestra de C-03+8%PET (6%,8%,10% Y 12% de CCA.)	127
Tabla CIII Peso de las dosificaciones de PET y CCA	132
Tabla CIV Combinación con los mejores resultados de CBR.....	132
Tabla CV Matriz de consistencia	143

Índice de figuras

Fig. 1. Metodología de la investigación	46
Fig. 2. Excavación de la C-01	47
Fig. 3. Excavación de la C-05	48
Fig. 4. Pet Triturado	49
Fig. 5. Calcinación de CCA, T= 700°C	50
Fig. 6. Calcinación de CCA, T= 600°C	50
Fig. 7. Quemado la CCA a la T=700 °C	51
Fig. 8. Quemado la CCA a la T=750 °C	51
Fig. 9. Muestra de las diferentes Temperaturas de la CCA	52
Fig. 10. Tamizado de la CCA por la malla N° 270	52
Fig. 11. Especímenes listos para ser colocados al horno.	53
Fig. 12. Colocación de los especímenes al horno.	53
Fig. 13. Ensayo de limite líquido.	54
Fig. 14. Ensayo de Limite Plástico	55
Fig. 15. Peso de los especímenes	56
Fig. 16. Tamizado de los especímenes.....	56
Fig. 17. Ensayo de UCS.....	57
Fig. 18. Probetas listas para el Ensayo de UCS.....	58
Fig. 19. Mezcla de los materiales para la compactación.	59
Fig. 20. Compactación de suelo con Proctor Modificado.....	59
Fig. 21. Ensayo de CBR a la muestra de suelo	60
Fig. 22. Muestras sumergidas al agua por 4 días.....	60
Fig. 23. Curva granulométrica C-01	69
Fig. 24. Curva de fluidez C-01.....	69
Fig. 25. Curva granulométrica de C-02	71
Fig. 26. Curva de fluidez C-02.....	72
Fig. 27. Curva granulométrica C- 03	74
Fig. 28. Curva de fluidez C-03.....	75
Fig. 29. Curva granulométrica C-04	77
Fig. 30. Curva de fluidez C-04.....	77
Fig. 31. Curva granulométrica C-05	79
Fig. 32. Curva de fluidez C-05.....	80
Fig. 33. Resultados del ensayo de Granulometría de las calicatas.....	81

Fig. 34. Gráfico del resumen de humedad de las calicatas	82
Fig. 35. Ensayo de Compresión no confinada (UCS)	84
Fig. 36. Resumen de M.D.S y O.C.H de las 05 calicatas.	91
Fig. 37. Resultado del ensayo de CBR de las 05 calicatas.....	91
Fig. 38. Resultado del ensayo de Proctor Modificado con C-03:2%:4%:6%:8% de PET	97
Fig. 39. Resultado de CBR de la C-03 en combinación de 2%, 4%, 6% Y 8% de PET.	97
Fig. 40. Ensayo de Proctor modificado con la C-03 adicionando6%:8%:10%:12% de CCA	103
Fig. 41. Resultado de ensayo de CBR de C-03:6%,8%,10% y 12% de CCA	103
Fig. 42. Ensayo Proctor de la C-03:2%PET con la adición de 6%:8%:10%:12% de CCA	109
Fig. 43. Resultado de ensayo de CBR COMBINACION DE C-03+ 2% PET + (6%,8%,10% y 12% de CCA).....	109
Fig. 44. Ensayo Proctor de C2: C-03:4%PET con la adición de 6%:8%:10%:12% de CCA.....	115
Fig. 45. Resultado de ensayo de CBR Combinación C2: 4%PET + (6%,8%,10% y 12% de CCA).	115
Fig. 46. Ensayo Proctor de C3: C-03:6%PET con la adición de 6%:8%:10%:12% de CCA.....	121
Fig. 47. Resultado del ensayo de CBR combinación C-03: 6%PET :6%, 8%, 10% y 12% de CCA.	122
Fig. 48. Ensayo Proctor de C-03:8%PET con la adición de 6%:8%:10%:12% de CCA	128
Fig. 49. Resultado de ensayo de CBR combinación de C-03 + 8%PET + (6%,8%,10% y 12%) de CCA.	128
Fig. 50. Resumen de las Combinaciones de CCA y PET	129
Fig. 51. Clasificación de la subrasante.....	131

Resumen

Actualmente en el ámbito de la Ingeniería Civil existe la problemática de suelos mal compactados o suelos que presentan baja resistencia portante generando problemas de deterioro en las carreteras, por eso se está evaluando la incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y el polietileno de tereftalato (PET) como agentes estabilizadores. Esta investigación es de tipo teórica- experimental, el objetivo fue evaluar la ceniza de cascarilla de arroz con las dosificaciones 6%, 8%, 10%,12%, también utilizando el polietileno de tereftalato con las dosificaciones 2%, 4%, 6%, 8% y en combinaciones, su finalidad es mejorar las propiedades mecánicas del suelo. Los resultados obtenidos determinaron un tipo de suelo (SC) arena arcillosa, y con respecto a sus propiedades mecánicas se obtuvieron los siguientes resultados en el ensayo de compresión no confinada se determinó la temperatura optima fue 650°C con un valor de esfuerzo máximo de 5.6 Kg/cm², como resultado del Proctor Modificado su M.D.S= 1.982 gr/cm³ y O.C.H=12.93%, y para el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del suelo natural se obtuvo 11.7% se clasifica como un suelo bueno, los resultados obtenidos adicionando las dosificaciones de CCA, determinaron con el 10% de CCA aumenta su valor de CBR a 20.2% y para PET al adicionar 2% de PET aumento su valor de CBR a 13.1% y con respecto a las combinaciones la óptima es 10%CCA+2%PET generando el mayor valor de CBR 21.7%.Se concluye que ambos aditivos logran mejorar las propiedades mecánicas del suelo.

Palabras Claves: Suelos, CCA, PET, CBR.

Abstract

Currently in the field of Civil Engineering there is the problem of poorly compacted soils or soils with low bearing strength, generating deterioration problems in roads, therefore the incorporation of rice husk ash (RCA) and polyethylene terephthalate (PET) as stabilizing agents is being evaluated. This research is of a theoretical-experimental type, the objective was to evaluate rice husk ash with dosages of 6%, 8%, 10%, 12%, also using polyethylene terephthalate with dosages of 2%, 4%, 6%, 8% and in combinations, its purpose is to improve the mechanical properties of the soil. The results obtained determined a type of soil (SC) clayey sand, and with respect to its mechanical properties the following results were obtained in the unconfined compression test the optimum temperature was determined to be 650°C with a maximum stress value of 5.6 Kg/cm², as a result of the Modified Proctor its M.D.S= 1.982 gr/cm³ and O.C.H=12.93%, and for the California Bearing Ratio (CBR) test of the natural soil it was obtained 11.7% is classified as a good soil, the results obtained by adding the dosages of CCA, determined that with 10% of CCA increases its CBR value to 20.2% and for PET by adding 2% of PET increased its CBR value to 13.1% and with respect to the combinations the optimum is 10%CCA+2%PET generating the highest value of CBR 21.7%.It is concluded that both additives manage to improve the mechanical properties of the soil.

Keywords: Soils, CCA, PET, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Hoy en día en diferentes partes del mundo existe la mala compactación de diferentes tipos de suelos, causando inestabilidad en la estructura del pavimento y disminuyendo su vida útil, por otro lado los aditivos que comúnmente se utilizan son el Cemento, cal entre otros estabilizadores químicos los cuales son altamente contaminantes debido a su composición química, causando así la contaminación ambiental, por esta razón se busca una alternativa de solución en la estabilización de suelos adicionando agentes estabilizadores naturales y plásticos tales como la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y polietileno de tereftalato (PET), al usar esos materiales disminuimos la contaminación ambiental y sobre todo mejoramos las propiedades mecánicas del suelo.

Amit et al., [1]. En todas partes del mundo, existen suelos con baja resistencia, estos no son aptos para construcciones con fines de pavimentación, por su baja capacidad portante, causan inestabilidad en las estructuras. Siendo una alternativa de solución el mejoramiento de suelos, este ayudará a las propiedades del suelo, siendo un método la incorporación de polvo de vidrio, desechos plásticos y electrónicos, cuyo uso disminuirá la contaminación ambiental y significará un ahorro de costo.

Monire et al., [2]. Estabilizar el suelo es una solución eficaz para mejorar sus propiedades del suelo, el suelo loes por naturaleza es insaturado, si están secos tienen alta resistencia, caso contrario cuando están húmedos tienden a colapsar, generando peligros para las estructuras construidas sobre ellos, con la estabilización de suelo con la incorporación de aditivos cementantes y polietileno de tereftalato (PET), el suelo mejorará su resistencia a la compresión no confinada (UCS) y la contaminación ambiental.

Brajesh & Mohit [3]. Actualmente al estabilizar el suelo con la adición de diferentes desechos industriales como las cenizas volantes, plásticos, escorias estos generan una amenaza

para el medio ambiente, dichas estabilizaciones dan una solución de mejoramiento del suelo porque aumenta el valor del CBR y el índice de compresión, así como también genera un aumento en la resistencia de cizallamiento del suelo natural.

Álvarez et al., [4]. Los suelos arcillosos son muy comunes en el mundo, su problema se origina al tener contacto con el agua ya que estos originan variaciones volumétricas causando asentamientos diferenciales y provocan daños en las estructuras. Una solución es la estabilización del suelo incorporando residuos plásticos como el polietileno de tereftalato (PET), para obtener un suelo adecuado, reducir la contaminación ambiental y tener un menor costo.

Ramesh & Manjunatha [5]. Los suelos utilizados para el nivel de subrasantes, deben tener buena capacidad de soporte, por eso deben estar construidos en un suelo óptimo con buenas propiedades, adicionando la ceniza de cascarilla de arroz (CCA), se obtiene la mejora de sus propiedades mecánicas, esto se corrobora a través del ensayo de compresión no confinada (UCS).

Perera et al., [6]. En distintos países del mundo se producen toneladas de desechos plásticos y demolición como los materiales de construcción, produciendo daños en el medio ambiente, debido que tardan 300 años en, se busca reutilizarlos en la estabilización de suelos adicionándolos como aditivos en suelos blandos para que lo refuerce y sea un suelo óptimo con buenas propiedades físico-mecánicas aptos para la construcción de subrasantes.

Vizcarra et al., [7]. En el mundo se producen grandes cantidades de residuos agrícolas como la CCA y el residuo de los granos de café molido, generando contaminación ambiental, se plantea la reutilización generando aportes positivos en la Ingeniería Civil. Por esta razón se optó por la estabilización de los suelos, adicionando estos como aditivos para brindar al suelo una mejor resistencia y sea apto para soportar la estructura, a un menor costo.

Ali & Saberian [8]. En la actualidad la construcción y el manteniendo de carreteras tienen alto valor económico, buscándose dar solución a ello se plantea mejorar el suelo incorporando CCA, ya que estas se pueden reutilizar mejorando las propiedades geotécnicas de un suelo de

arena arcillosa, aportándole una mayor resistencia en el CBR, UCS dejando de ser un suelo débil para ser apto para la en la estabilización de la subrasante.

Abbas et al., [9]. En la actualidad los suelos que cuentan con excelentes propiedades físicas-mecánicas, son utilizados como material de relleno en distintas aplicaciones de la ingeniería, como es el caso del relleno en terraplenes de carreteras, unos de los suelos que no es recomendado para la construcción son los arenosos, por ende una de las soluciones es estabilizar el suelo con desechos como los residuos plásticos reciclados, estos brindaran un mejoramiento en sus propiedades geotécnicas aptos para la construcción.

Malidarreh et al., [10]. En el norte de Irán mayormente lo conforman los suelos arenosos, los cuales no son aptos para los diferentes tipos de construcciones estas se verían afectadas producto de su baja resistencia, en la actualidad las botellas plásticas (PET), generan una amenaza para el medio ambiente, es por ello que se busca dar una solución en función a la utilización aplicada en el mejoramiento de los suelos, los cuales generan efectos en sus propiedades físico-mecánicas, donde brinden una mejor resistencia y sean aptos para las construcciones.

Jittin et al., [11]. En Asia cosechan grandes cantidades de arroz, el cual genera un gran impacto ambiental, entonces se quiere dar una alternativa de solución en la Ingeniería con fines de estabilización de suelos y tratamientos en la subrasante, debido que dicho producto agrícola su comportamiento puzolánico brinda resistencia al suelo natural, haciendo al suelo adecuado para la construcción de infraestructuras.

Bozyigit et al., [12]. Hoy en día las industrias y los desarrollos tecnológicos han generado un aumento en el impacto ambiental, causando daño en los habitantes de diferentes ciudades. Por esta razón se busca reutilizar el desecho del PET, el cual es más conocido como botellas plásticas, dicho material tiene propiedades de ser ligero, flexible, duradero, este material se está aplicando en la estabilización de diferentes tipos de suelos, donde se observa el aumento de resistencia de dicho suelo.

Peddaiah et al., [13]. En diferentes partes del mundo se está aumentando el uso del plástico, en diferentes formas como botellas, bolsas, etc. siendo estos no biodegradables, causando el incremento de la contaminación ambiental, se busca una alternativa de solución donde sean reutilizados en reemplazo de los estabilizadores químicos aplicados en el suelo, generando una mayor resistencia y trabajabilidad al suelo.

Liu et al., [14]. Uno de los suelos que más abundan en el mundo, son los expansivos estos tienen como propiedades la expansión y contracción haciendo un suelo poco resistente, por esta razón cuando ocurren desastres naturales, las edificaciones construidas en estos tienden a colapsar con gran facilidad, una alternativa de solución para su estabilización es la reutilización de la CCA, ya es que es un subproducto que se encuentra en abundancia y genera contaminación ambiental.

Kumar et al., [15]. Actualmente la construcción de pavimentos, tiene un elevado precio más aún si se va construir en suelos arcillosos expansivos, una posible solución es la sustitución de este suelo con el subproducto de cenizas de cascarilla de arroz, disminuyendo su plasticidad del suelo en un 90% y da una mejor resistencia a la subrasante, siendo así una tecnología ecológica brindando

Roesyanto et al., [16]. Hoy en día se está estudiando el gran impacto de la RHA como un sustituto de estabilizador de suelo aplicados en caminos forestales, este subproducto da resultados beneficiosos para el suelo mejorando su capacidad de resistencia.

Moreno & Rodriguez [17]. En nuestro país necesitamos construcciones de obras viales, que tengan un bajo costo, en Perú contamos con suelos no aptos para utilizarlos en subrasantes, sus características no cuentan con la resistencia adecuada para soportar la estructura del pavimento, una solución es adiconas la CCA y bagazo de caña de azúcar para una mayor resistencia al suelo natural.

Esquivel & Gamez [18]. Existen lugares en Perú donde sus vías están totalmente desgastadas, producto de las consecuencias de los Fenómenos naturales, generando problemas

en el suelo natural, una solución es hacer uso de la CCA y cal para el mejoramiento de propiedades del suelo.

Barzola & Curo [19]. En la actualidad en Perú, se observa que diferentes zonas no cuentan con obras viales ni les dan mantenimiento a las trochas carrozables, dificultando el tránsito vehicular, generando problemas económicos y contaminación ambiental, una solución es adicionar un producto agrícola como la CCA para una mejor resistencia en la capa asfáltica y esta sea apta para la pavimentación en una vía de acceso.

Maldonado & Sarrin [20]. Para el desarrollo de un país es importante el tema de infraestructura vial, porque Perú tiene carencia en la infraestructura vial. Se procura que la infraestructura vial tenga un larga vida útil y baja inversión económica, por eso se necesita realizar una estabilización del suelo utilizando un aditivo natural como la CCA, para brindar un mejoramiento sus propiedades mecánicas.

Maguina [21]. En la actualidad la estabilización de suelos es la solución más óptima para el Perú, ya que no tiene un buen suelo, y a su vez no cumple con las condiciones con fines de construcción requeridas, una solución de menor costo es reutilizar aditivos naturales, como la CCA, para la estabilización de suelos, para obtener una mejor resistencia y sean aptos para la construcción.

Alvarado & Guerra [22]. En la actualidad para estabilizar el suelo arenoso, se está estudiando la solución, de usar estabilizadores naturales como producto de residuos industriales, como la (CCA) y residuos calcáreos de conchas de abanico (RCCA) causando un efecto de mejor resistencia al suelo natural.

Cuellar & Vega [23]. Actualmente en la construcción de pavimentos, encontramos suelos a nivel de subrasantes que son inapropiadas e inadecuados, cuya resistencia de CBR es menor al 6%, dichos suelos necesitan ser estabilizados con la incorporación de aditivos naturales o sintéticos, tienen un menor costo a comparación de los geosintéticos, geomembranas dando resultados óptimos para la trabajabilidad del suelo, mejorando sus propiedades mecánicas.

García [24]. En la actualidad Perú tiene gran variedad de suelos no son aptos para la construcción, por la gran población entonces se genera utilidad y necesidad la construcción de carreteras en beneficio de la sociedad, sus suelos cuentan con baja capacidad portante, utilizando la estabilización de suelos adicionando residuos industriales como el caucho molido, plástico reciclado y CCA, para que tenga una mejor resistencia al suelo.

Zenteno [25]. En la actualidad hay gran producción de diferentes tipos de plásticos, que generan problemas en la contaminación del medio ambiente, por eso se busca alternativas de reutilización de estos residuos como los envases de PET, y utilizándolos como aditivo en el mejoramiento de suelos, para tener óptimos resultados aumentando su capacidad portante y mejor trabajabilidad a los suelos naturales.

Flores [26]. Hoy en día en Chiclayo sufre problemas en su medio ambiente, siendo una causa de ello los residuos sólidos urbanos que botan las fábricas industriales como los residuos plásticos, es por ello que se evalúa la reutilización de estos aportando beneficios al suelo expansivo, son fáciles de reciclar y tienen un bajo costo, aplicados en la estabilización del suelo, como aditivos, generando óptimos resultados aumento de la capacidad portante y mejorando sus propiedades físico-mecánicas del suelo expansivo.

Varios investigadores han trabajado e indagado este tema como:

En la investigación de Dayarti & Ramadhan [27] llamada "Improvement of Expansive Stabilized with Rice Husk Ash (RHA)" Tiene como objetivo estabilizar suelos expansivos con RHA, se clasifico como CL, se utilizó las siguientes dosificaciones de 0%,3%,6% y 9%RHA.Al hacer uso de RHA como estabilizador se disminuyó su L.P, L.L y su I.P del suelo, mejorando sus características físicas del suelo. Con respecto al resultado de Proctor su O.C.H se obtuvo 1383,1305,1384 y 1406 gr/cm³ y su M.D.S 31.44%, 32.21%, 32.42% y 33.25, respectivamente y para su CBR al 0% se obtuvo un valor de CBR 0.053%, CBR 3% de 0.053 a 0.085 (0.032 a 60.38%), CBR 6% de 0.053 a 0.122(0.069 a 130%), CBR 9% de 0.105 (98%) se dedujo que aumento, el porcentaje óptimo fue el 6%, en el ensayo de CBR el suelo tuvo el valor de 0.053 de

CBR y al agregar el 6%RHA aumento un 130%.

En la investigación de Ormeño et al., [28] denominada “Stabilization of a subgrade composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash” tiene por objetivo estudiar la adición de CCA para estabilizar la subrasante de un pavimento con suelo arcilloso con un efecto de baja resistencia. Se utilizó las siguientes dosificaciones de 0%,10%,15%,20 y 25% de RHA. Con respecto al resultado de Proctor su O.C.H se obtuvo 10.60%, 15.80%, 17.50%, 19.10% y 19.80% y su M.D.S es 1.694,1.671,1.608,1.550,1.508 gr/cm³ respectivamente y para su CBR al 0% se obtuvo un valor de CBR 4.30%, CBR 10% de 15.40% CBR 15% es 18.90%, CBR 20% es 20.70% y CBR de 25% es 23.70%, el porcentaje óptimo fue el 20%, porque en ese porcentaje ya se alcanza un buen valor de CBR que representa una buena subrasante.

En la investigación de Álvarez et al., [4] llamada “Improved mechanical properties of a high plasticity clay soil by adding recycled PET”. Tiene como objetivo Mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo CH haciendo uso el cómo un estabilizador de suelo, Se utilizó las siguientes dosificaciones de 0%,0.5%,1.0%,2.5 y 3.5% de PET. Con respecto al resultado de Proctor su O.C.H se obtuvo 20.25%, 21.70%,22.23%,26.0% y 26.75% y su M.D.S es 1.618,1.612,1.606,1.495,1.477 gr/cm³ respectivamente el porcentaje óptimo fue el 1% PET, donde su esfuerzo fue 1.0kg / cm².

En la investigación de Ann et al., [29] denominada “INVESTIGATING THE EFFECTIVENESS OF RICE HUSK ASH AS STABILIZING AGENT OF EXPANSIVE SOIL” tiene como objetivo plantear un método económico y controlar la contaminación ambiental, haciendo uso en la estabilización de suelos adicionando la cascarilla de arroz (RHA), para controlar el hinchamiento de los suelos expansivos y mejorar su propiedades del suelo natural, se usó dosificaciones de 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% de RHA tuvo como resultado de Proctor su O.C.H 27.3%, 31.8%, 34.4%, 36%, 38.5% y 40%, respectivamente y su M.D.S es 1420,1410,1370,1310,123 kg/cm³ respectivamente, se determinó que los porcentajes óptimos fueron el 20% y 25% de RHA. También se observó una disminución de 230 kg/m³ en su M.D.S

y aumento un 47.41% su O.C.H del suelo, en conclusión, el RHA es ineficaz para mejorar las propiedades de humedad y densidad del suelo.

En la investigación de Adeyanju et al., [30] denominada “Subgrade Stabilization using Rice Husk Ash-based Geopolymer (GRHA) and Cement Kiln Dust (CKD)”, tuvo como objetivo descubrir el uso de desechos de residuos como CCA y el polvo de horno de cemento, para estabilizar el suelo de la subrasante obteniendo buena resistencia mecánica en la subrasante. Siendo el 8% de RHA el óptimo. La metodología usada es experimental, se realizó la estabilización del suelo mezclado con CKD y la mezcla de ambas CKD y RHA, las dosificaciones establecidas del 7.5 al 15%.se hicieron los ensayos de CBR, entre otros aplicados en el suelo natural y también para la mezcla del suelo más el aditivo. En conclusión, los resultados obtenidos muestran que hay un mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo.

En la investigación de Jain et al., [31] denominada “Influence of Rice Husk Ash on the Swelling and Strength Characteristics of Expansive Soil”. Tiene por objetivo observar los efectos de la estabilización de suelos aplicando el RHA como aditivo, tendrá un mejoramiento en las características de hinchamiento, contracción y compactación de un suelo expansivo. Su metodología se basó en mezclar el suelo expansivo con dosificaciones 0%,5%,10%,15% y 20% de RHA.Se realizaron los límites de Atterberg, los resultados del Proctor modificado son su O.C.H 18%, 15.50%, 19.50%, 20% y 21.50%, respectivamente y su M.D. S 17.93, 16.66, 16.02,15.46, 14.05 kN/cm³, los resultados de CBR fueron 1.24%, 2.51%, 4.43%, 6.44% y 7.68%, respectivamente. En conclusión, al adicionar al suelo RHA, causa el efecto de reducir el hinchamiento y lo vuelve más estable al suelo expansivo. La óptima dosificación fue de 20% de RHA agregada al suelo natural, vuelve al suelo más resistente apto para fines de pavimento.

En la investigación de Kusumastuti & Sepriyanna [32] denominada “Soft Soil Stabilization with Rice Husk Ash and Glass Powder Base don Physical Characteristics”tiene por objetivo lograr la estabilización en un suelo blando, incorporando la CCA y el polvo de vidrio en diferentes dosificaciones. Se realizaron calicatas a una altura de 20 a 100 cm, también se hicieron los

ensayos correspondientes como: los L.A, C.H, CBR, Proctor, primero se procedió a ensayar el suelo in situ y luego mezclado con la incorporación de los dos aditivos, las dosificaciones utilizadas fueron 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de CCA y 10% de polvo de vidrio. En conclusión, al utilizar estos dos aditivos como estabilizantes del suelo han reducido su humedad, la dosificación más óptima fue la del 10% con ambos aditivos, mejorando sus propiedades físicas del suelo.

En su investigación Opeyemi & Oluwapelumi [33] denominada “Environmental Performance of Lime–Rice Husk Ash Stabilized Lateritic Soil Contaminated with Lead or Naphthalene” su objetivo es estabilizar el suelo contaminado con plomo agregando estos dos aditivos CCA y cal para observar los efectos causan en sus propiedades como en la compactación, resistencia entre otros. Se realizaron los Limites, Proctor estándar, CBR, UCS y también ensayos químicos. En conclusión, los resultados obtenidos son que ambos aditivos reducen la plasticidad del suelo, con respecto a la compatibilidad la mezcla de ambos aditivos también se pudo observar la disminución de su densidad seca, por lo tanto, aumentó su contenido de humedad. Se recomiendan utilizar los siguientes porcentajes 5 y 10 en peso, para obtener una resistencia óptima del suelo.

En su investigación Attah et al., [34] denominada “Potentials of Cement Kiln Dust and Rice Husk Ash Blend on Strength of Tropical Soil for Sustainable Road Construction Material” su objetivo fue observar el resultado que genera al adicionar el polvo de cemento (CKD) y CCA, brindando un mejoramiento en las propiedades dando mayor resistencia en suelos tropicales, siendo así una construcción apta para vivir en ella, los ensayos que se utilizaron fueron los límites de Atterberg, CBR, Proctor, etc, se utilizó la mezcla de dosificaciones 0, 2, 4, 6, 8% de CKD y 0, 3, 6, 9, 12, 15% de RHA por el peso del suelo. En conclusión, a través de los Límites de atterberg se observó que reduce al aumentar la mezcla de CKD-RHA, generando un mejoramiento en la plasticidad del suelo y con respecto al CBR aumentó desde un 5 % hasta el 35%, la mezcla de estas dos variables hace que mejore la resistencia del suelo débil en las distintas capas del pavimento.

En su investigación Ma et al., [35] denominada “Strength and Microfabric of Expansive Soil Improved with Rice Husk Ash and Lime” su objetivo es evaluar las características puzolanicas de la CCA observando los efectos genera el suelo expansivo, las dosificaciones que se empleo fue 5%, 10%, 15% y 20% en peso de CCA se utilizaron ensayos de UCS, Proctor modificado, Límites de Atterberg, CBR, entre otros, en conclusión, con esta adición de CCA y su alta propiedad puzolánica ayudo a mejorar las propiedades de compresión y resistencia reforzando así al suelo.

En su investigación Anjani et al., [36] denominada “Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads”. afirma que la CCA fue calcinada en temperatura de 600°C-700°C y el porcentaje optimo es 7.5% de RHA en un suelo CL, para determinar su esfuerzo máximo se realizó el ensayo de UCS donde observo con el 7.5% de RHA aumenta su esfuerzo máximo mejorando sus propiedades mecánicas del suelo se obtuvo como resultado el valor máximo de 2.16 (Kg/cm²) siendo un valor alto en comparación a su suelo natural al 1.48 kg /cm².

En su investigación Otieno et al., [37] titula “Effects of basalt fibres on strength and permeability of rice husk ash-treated expansive soils” su objetivo evaluar la resistencia del suelo arcilloso mediante el UCS con la adición de 5% de RHA y fibras de basalto. Concluyó que aumento su valor de UCS de un 10% a 15% de su estado inicial, mejorando sus propiedades geotécnicas.

En su investigación Bustamante & Merma [38] titulada “Stabilization of Clay Soils applying PET at 2%, 4% and 6% on Unpaved Roads” su objetivo principal es utilizar los polímeros reciclados (PET) adicionando en la subrasante a un suelo arcilloso, al incorporar la dosificación de 2%,4% y 6% de PET la M.D.S disminuye de 1.91 a 1.80 (gr/cm³) y su O.C.H asciende de 9.95% a 11.80%, su CBR es 5.88%,4.65% y 3.90%, porcentaje optimo el 2% de PET porque es el que tiene mayor valor de CBR en comparacion a las otras combinaciones.

En su investigación Arpit et al., [39] titulada “Influence of Rice Husk Ash on the Swelling

and Strength Characteristics of Expansive Soil” su objetivo es estudiar la incorporación del suelo adicionado CCA con las dosificaciones de 5%,10%,15% y 20% de RHA su M.D.S desciende 16.66, 16.02, 15.46, 14.05 kN/m³ y con respecto a su O.C.H aumenta 15.50%, 19.50%, 20.0%, 21.50 %, respectivamente, se concluye al adicionar 20% de RHA su M.D.S disminuye un 55% con respecto al suelo natural.

En su investigación Saravanan et al., [40] titulada “A study on the effect of waste plastic strips in the stabilization of clay soil” su objetivo es incorporar PET en tiras al suelo, al incorporar 0.5%,1% y 1.5% PET en diferentes tamaños en suelo arcilloso, respectivamente al incorporar 0.5% PET en tamaños de (8x8,8x16x8x14mm) su capacidad de CBR aumenta 1.52%, 1.92%, 2.21%, en conclusión, su valor de CBR aumenta al añadir los porcentajes de PET en sus tamaños utilizados.

En su investigación Mohammed et al., [41] titulada “Microstructural investigation and strength properties of clay stabilized with cement, rice husk ash and promoter ” su objetivo es evaluar la resistencia del suelo adicionado RHA, se realizó el UCS adicionado la CCA y el promotor, los resultados de laboratorio determinaron que aumenta 4 veces la resistencia del suelo inicial, el óptimo es 3 % de cemento, 3 % de RHA y 1 % de promotor aumento su valor de UCS de 220 a 375 kN/m.

En su investigación Hidalgo et al., [42] denominada “Stabilization of clayey soil for subgrade using rice husk ash (RHA)and sugarcane bagasse ash (SCBA)”, cuyo objetivo fue estabilizar el suelo de la subrasante adicionando el arroz (RHA) y (SCBA) mejorando sus propiedades geotécnicas del suelo expansivo, en ambos aditivos se utilizó la dosificación de 5%,7.5% y 10%. En conclusión, la dosificación más óptima es el 5% se obtuvo un CBR de 33.75%.

En su investigación Cajaleon [43] titulada ”Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscara de arroz para la subrasante en el km+17 Pimpingos,Choros 2018”cuyo objetivo fue definir el efecto de fue incorporar la CCA para mejorar la subrasante, por lo tanto se

realizó una calicata donde se obtuvieron las muestras respectivas para poder realizar posteriormente los ensayos establecidos según la norma peruana, teniendo como resultado el aumento del ensayo del CBR en el cual se le adiciono un 10% y el 15% de CCA, donde se obtuvo el valor de 8.5% y 10.3% de CBR, se concluyó que añadir CCA da la clasificación del suelo granular para subrasante.

En su investigación Díaz [44] titulada “Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín-Lonya Grande, Amazonas 2018” su objetivo es observar los efectos de la incorporación de la CCA aportando un mejoramiento en la subrasante de la carretera San Martin-Lonya. Se empleo los porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25% de cenizas de cascarilla de arroz. En conclusión, la dosificación de 20% de CCA, es el más óptimo, hace que aumente la capacidad portante, dando como resultados obtenidos del CBR al 95% su incremento fue de un 8% hasta el 13% y el CBR al 100% del 9.7% al 15.2%.

En su investigación Galvez & Santoy [45] titulada “Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cáscara de arroz, carretera Yanuyacu Bajo-Señor Cautivo”, su objetivo incorporar CCA esta se mezcla con el suelo natural con porcentajes al 3%, 10% y 15% para mejorar las propiedades del suelo, se obtuvo un CL-suelo arcilloso. En conclusión, al adicionar la CCA para mejorarla capacidad de soporte del suelo arcilloso, resultados obtenidos el 15% aumenta la resistencia, en cambio con el 3% es la más adecuada por ser esta la que tenga mejor trabajabilidad y a su vez ser la más económica.

En su investigación Honores [46] titulada “Comparación de la ceniza de cascarilla de arroz frente al óxido como estabilizante químico para mejorar La Sub-Rasante En La Av. Gustavo Mohme [Progresiva Km 0+654.19-Km 1+654.19] Distrito Veintiséis de Octubre –Piura-Piura, 2018” su objetivo general averiguar de qué manera la CCA va influir en comparación al óxido de calcio, actuando como un estabilizador para el mejoramiento del suelo. Se hicieron los ensayos de laboratorios para el terreno in situ y para ambos aditivos, se determinó un suelo CL-ML, se concluye que la estabilización con CAL es mejor que CCA, cuya estabilización con cal aumentó

su resistencia en un 144.9% y caso contrario con la CCA su resistencia al suelo aumentó en un 72.9%.

En su investigación Mory [47] titulada “Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas “su objetivo fue explorar la reutilización de CCA aplicadas al suelo, estas cenizas podrían alterar la granulometría del suelo mezclado con otro aglomerante hidráulico en pequeñas proporciones. Su metodología utilizada fue investigación experimental. Sus dosificaciones: 5%,10% y 15%, como resultado la dosificación optima 5% brindándole una mejor resistencia más que el suelo en su estado natural. En conclusión, se puede adicionar hasta una dosificación de un 15 % en subrasante arenosa.

En su investigación Capia [48] titulada “Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca-Caminaca,2 su objetivo principal es utilizar los polímeros reciclados (PET) adicionando en la subrasante cuyo suelo es arcilloso. Su metodología fue tomar dos progresivas para realizar 2 ensayos de PDC In-situ, se hizo sus ensayos para el suelo natural así con dosificaciones de 1%,3% y 5% de PET. Según los ensayos dio el CBR=5.31% y un suelo CL-ML para el primer tramo y CBR=5.34% y un suelo CL para el segundo tramo, lo recomendable es cambiar o mejorar el suelo de la subrasante. En conclusión, se tuvo como resultado el CBR=5.41%. La dosificación más optima es la del 3% de PET el CBR se incrementa a un 6.19%.

En su investigación Cuipal [49] titulada “Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas-Huancas, Amazonas,2018” su objetivo fue evaluar un polímero sintético como un agente estabilizador de suelos, este causaría efecto en propiedades fisico-mecánicas en un suelo arcilloso en la carretera estudiada. Su metodología fue tomar 2 tramos de la carretera estudiada, se cumplió con los ensayos establecidos en el MTC, en el primer tramo fue suelo fino con alto contenido de plasticidad, en el segundo tramo un suelo limo arcillas, en ambos tramos su CBR al 95% y su densidad máxima seca 6%. Las dosificaciones estudiadas son 3%, 6% y 9% de polímero sintético. En conclusión,

el porcentaje más óptimo es del 3% brindándole al suelo un aumento en su CBR del suelo in situ esta mejora sus propiedades generando un efecto positivo que es del dar una mejor estabilidad.

En su investigación Sañac & Quispe [50] titulada “Influencia de la incorporación de plástico triturado-PET en el mejoramiento del suelo a nivel de subrasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco-Abancay,2018” su objetivo es estudiar el comportamiento de la subrasante, con la incorporación del PET como estabilizador. En su metodología hicieron uso de los ensayos respectivos de EMS, se aplicó en dos situaciones. Las dosificaciones utilizadas son 1%,2%,3%,4%,5% y 6%, la más óptima es el 5% de PET, porque aumenta el CBR de 3.4% a un 7.8%, mejora las propiedades de la subrasante.

En su investigación Flores [26] llamada “Evaluación de la adición de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el área de estacionamiento de la clínica USAT,2018-2019” su objetivo es evaluar la adición del PET, mediante el reciclaje, causará el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas en suelos arcillosos de dicho lugar. Su metodología fue realizar Proctor modificado y el CBR, entre otros ensayos aplicados en terreno natural, así como adicionado dosificaciones con PET se verificó el cambio de su máxima densidad seca. Las dosificaciones empleadas fueron del 1.15% y 1.25%. En conclusión, en su dosificación óptima fue de 1.15%, aumentado su valor de CBR de 1.02% a un 4.21%.

En su investigación Requejo [51] llamada “Estabilización de suelos arenosos utilizando Oryza sativa (arroz), Pueblo Joven Las Dunas-Lambayeque-Perú 2019” su objetivo es determinar el porcentaje óptimo de la adición de la ceniza de oryza sativa con las dosificaciones de 3%,5%,7% y 9% de CCA adicionando en un suelo arenoso (SP). Su valor de CBR en estado natural es 22.47%, el óptimo porcentaje es 7%, tiene el mayor valor de CBR 25.50% en comparación a las otras dosificaciones y también es mayor que el valor de CBR del suelo natural. En conclusión, con el 7% mejora las propiedades mecánicas del suelo arenoso.

Desde años atrás se ha visto el problema de suelos mal compactados que dañan la infraestructura vial, peatonal. Por esta razón, en esta investigación se propone evaluar el

Polietileno de Tereftalato (PET) y la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) como agentes estabilizadores cuya finalidad es aplicarlos en el mejoramiento de suelos, aportando resultados favorables en sus propiedades mecánicas del suelo. Por otro lado, al mejorar la resistencia del suelo, se obtendrá una mejor transitabilidad peatonal, el cual brindará una mejor infraestructura vial a los ciudadanos de la zona, además al reutilizar estos aditivos reciclables (CCA y PET), genera un ahorro económico, ya que son de fácil adquisición y cuentan con un bajo costo en el mercado beneficiando así a la población. Por otro lado, al hacer uso de estos innovadores agentes estabilizadores disminuimos la contaminación ambiental, porque son considerados como desechos contaminantes del medio ambiente, tienen la ventaja de ser materiales reciclables que abundan en grandes cantidades en diferentes partes del mundo.

1.2. Formulación del problema

¿De qué modo influye la incorporación de la ceniza de la cascarilla de arroz y el Polietileno de tereftalato en la estabilización del suelo para pavimento?

1.3. Hipótesis

Con la incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz y el polietileno de tereftalato, se estabilizará el suelo con fines de pavimentación, mejorando sus propiedades mecánicas.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Estabilizar el suelo con la ceniza de cascarilla de arroz y polietileno de tereftalato (PET) para pavimento.

Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades físico-mecánica del suelo.
- Determinar la temperatura óptima de la ceniza de cascarilla.
- Realizar los ensayos mecánicos correspondientes al suelo incorporando los

porcentajes de 6%,8%,10%y 12% de la ceniza de cascarilla de arroz.

- Realizar los ensayos mecánicos correspondientes al suelo incorporando los porcentajes 2%,4%,6%y 8% de polietileno de tereftalato.
- Realizar los ensayos mecánicos con la combinación de los porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz y polietileno de tereftalato.

1.5. Teorías Relacionadas al tema

Suelo

Según Bañon & Beviá [52]:

El suelo es un material cuyo origen es natural, teniendo variaciones en sus propiedades, sobre todo al tener contacto con el agua, este es considerado un soporte en las obras de infraestructura porque sobre el, por eso es necesario estudiar su comportamiento ante la reacción del asentamiento de una carretera. El origen del suelo se produce mediante la alteración química o física de rocas superficiales estas están presente en la corteza terrestre, este proceso es conocido como la meteorización. Existen distintos tipos de suelos en función a su naturaleza, teniendo como característica los diferentes tamaños de partículas que los componen.

Según Juarez & Rico [53]. El suelo es considerado como agregado donde la composición de sus partículas que lo conforman es orgánicas e inorgánicas, estas no tienen una organización de tamaño, se considera que es la representación de cualquier tipo de material terroso. La función del agua tiene un rol importante en su comportamiento mecánico porque cuanto está en contacto con el suelo, tiende a absorber y generar alteraciones sus propiedades (Pag.8).

Según Braja [54]: El suelo es un agregado cuya composición son partículas de minerales y de material orgánico que está en efecto de descomposición, aplicados como material de construcción en obras ingenieriles, su función principal es resistir las cimentaciones de la estructura. Por ello se recomienda que los Ingenieros civiles estudien sus propiedades, origen,

distribución volumétrica, resistencia al corte, capacidad de carga entre otras características (Pag.14).

Clasificación de suelos

Según Bañon & Beviá [52]:

Los suelos se clasifican en tres grupos:

Suelos Granulares: Su composición son partículas agregadas sin cohesión, siendo sus partículas de gran tamaño, el origen de estos suelos es a través de un proceso de meteorización física. Estos suelos presentan un tamaño uniforme en sus partículas. Cuenta con dos características importantes una buena capacidad portante y elevada permeabilidad, cumpliendo la función de una buena evacuación de agua. Estos suelos se clasifican en dos grupos: el primero son las gravas y el segundo las arenas, se diferencian en su granulometría, siendo el grupo de las arenas su fricción del suelo es de tamaño inferior al 2 mm que las gravas.

Suelos Cohesivos: Su principal característica es el tamaño de sus partículas siendo más finos a comparación de otros tipos de suelos, sus partículas son inferiores al 0.08 mm, siendo su importancia la cohesión, porque tiene la acción de aumentar la resistencia del suelo cuando se presente un fuerte impacto con esfuerzos cortantes o cizalla. Desde el aspecto mecánico. Estos suelos se dividen en dos grupos, los limos teniendo una proporción de sus partículas muy finos (0.02 y 0.002 mm) y el grupo de las arcillas, su composición de estas es la meteorización química de las rocas teniendo partículas microscópicas. La diferencia de ambos grupos son sus propiedades plásticas, la importancia de estos suelos es que tienen baja permeabilidad, debido a que sus reducidos tamaños de poros dificultan el pasar del agua, otras de sus características es la alta compresibilidad.

Suelos Orgánicos: Estos suelos consecuencia sobre la descomposición de los desechos de materia orgánica ya sea producidas por animales o vegetales, tienen como característica

principal la alta compresibilidad, porque su baja capacidad portante y no son tolerantes con el agua, no se recomiendan estos tipos de suelos ya que se consideran nefastos para la construcción de cualquier obra.

Pavimento

Minaya & Ordoñez [55]. El pavimento está formado por diferentes capas, considerando la diferente calidad de materiales y espesores, se someten a un diseño estructural. La estructura del pavimento está por encima de una capa del suelo natural, llamada subrasante. La función principal del pavimento es aguantar o soportar las cargas provenientes del tráfico.

Partes de un pavimento

Capa Rodadura

Es una capa que está situada encima de la estructura del pavimento, la clasificación de los pavimentos es rígidos, flexibles, tienen como función soportar las cargas que son generadas por la transitabilidad de los vehículos [56].

Base

Se ubica debajo de la capa de rodadura, su objetivo es distribuir las cargas que se producen por el tránsito vehicular. Tiene que cumplir con un CBR mayor o igual a un 80 %, de no ser así el caso deberá recibir un tratamiento de estabilización [56].

Subbase

Su función principal es soportar a la base, así como a la carpeta asfáltica del pavimento, tiene la función de controlar el efecto de capilaridad del agua [56].

Subrasante

Es una capa superficial que forma parte del pavimento, está compuesta por material orgánico de un terreno natural. Para la construcción de un pavimento se tiene que cumplir con

ciertos parámetros de espesor hasta 0.45 m y rehabilitación 0.20 m. Una de las funciones principales es la capacidad portante, esta tiene que cumplir con las características de sus materiales de la superficie de rodadura, junto con el tránsito, son importantes para el diseño del pavimento, que se le aplicará sobre él [56].

Al considerar que el material deba ser apto para ser utilizado con subrasante, tiene que cumplir con la condición de $\text{CBR} \geq 6\%$. De no cumplirse con dicha condición y se dé caso contrario que su CBR menor al valor establecido anteriormente, se tendrá que eliminar el material innecesario y así proceder a reemplazarlo con un material que cumpla la primera condición y estabilizar. Sobre la capa de subrasante se pone una capa de arena, esta debe cumplir con la condición mínima de 0.20m de espesor. Con respecto a la napa freática se debe tener en cuenta que la subrasante tiene que estar sobre esta, donde respeta las distancias establecidas. [56]

Estabilización de Suelos

Tiene por objetivo mejorar las características del suelo como resistencia, durabilidad, etc., a través de un proceso mecánico, consiste en mezclar diferentes tipos de suelos, teniendo como resultado el mejoramiento o estabilización de sus propiedades brindando así una mejor granulometría, plasticidad, permeabilidad, etc. Siendo este suelo más resistente y apto para la construcción de una infraestructura. También existen otras opciones de estabilización como es el caso de los aditivos que causan efectos químicos y físicos en el suelo natural brindándole una mejora en sus propiedades y siendo de gran utilidad estos suelos para la construcción, los estabilizadores más conocidos son el cemento y la cal [56].

Tipos de estabilizaciones

Estabilización granulométrica:

Dicha estabilización consiste en la mezcla de diferentes tipos de suelos con el fin de tener resultados óptimos, mejorando las propiedades del suelo natural brindando características

admisibles para ser utilizados como subrasante, donde se obtendrá un suelo con mejor cohesión, obteniendo un resultado con mejor facilidad al compactar, más impermeable y estable para construir sobre él. Esta estabilización hace uso de ensayos de laboratorio como la granulometría(tamizado), los límites de Atterberg [56].

Estabilización con Cal:

Su composición del suelo-cal es debido a la mezcla de 3 materiales suelo, cal y agua, su función de la cal también conocida como Oxido de calcio, es aumentar la humedad la cual genera una óptima compactación, esta su vez tiene una reacción de densificación del suelo con una elevada humedad natural, por lo general esta estabilización se utiliza en suelos de granulometría fina, como los suelos arcillosos, con el fin de proteger su explanación y también pueda formar un suelo más resistente. Las propiedades obtenidas con el mejoramiento de la cal son:

- Reducción en sus límites de Atterberg
- Aumentar la resistencia del suelo (CBR)
- Mejor soporte a la tracción [56].

Estabilización Cemento:

La composición de suelo-cemento es producto de la mezcla de un suelo disgregado con cemento, agua, también se hace uso de la compactación y un adecuado curado, endureciendo al material suelto, siendo este mucho más resistente, cuenta con un bajo módulo de elasticidad, a través del ensayo Proctor se obtiene el contenido óptimo de agua en la compactación. Se debe tener en cuenta que dependen de propiedades como:

- Cantidad y tipo de cemento, agua y suelo
- La ejecución en la que se realizará

Este tipo de estabilización mayormente se emplean en tipo de suelos granulares con respecto a los suelos clasificados como finos que tengan su plasticidad baja o media. Se dice que

la resistencia de esta estabilización produce que el contenido de humedad aumenta. Cuando hay contacto del suelo con cemento al empezar el fraguado, tiende a disminuir su índice de plasticidad, su límite líquido tiende a variar y su densidad máxima, humedad bien aumenta o disminuye, dependiendo la clasificación del suelo en que se esté trabajando [56].

Ceniza de Cascarilla de Arroz

Definición de Cascarilla de arroz

Según: Prada & Cortes [56]. Son desechos o desperdicios producto del arroz, se producen en grandes cantidades en diferentes partes del mundo, estos tienen una baja degradabilidad natural, su producción causa graves daños en el medio ambiente, tiene una quebrada consistencia, su color es rojizo o púrpura oscura, suele ser de densidad baja.

Definición de Ceniza de Cascarilla de arroz

Según: Matthey et al., [57]. La CCA es un residuo agroindustrial, producto de la de la transformación de quema de combustión controlada de la cáscara de arroz, realizándose en arroceras, este contiene un alto contenido de sílice, siendo opción de ser utilizado en el mundo de la construcción por su composición puzolánica y cuenta con abundante disponibilidad en distintos lugares del mundo.

Características

Según Matthey et al, [57]. La CCA, tiene alto contenido de sílice, cuenta con 29 %, esto se produce en consecuencia de una insuficiente verificación durante su proceso de combustión. Según la norma de ASTM C618, solo debe cumplir con un 6% de inquemados, esta se clasificó como una puzolana siendo efectiva para ser utilizada como una adición en la construcción.

Proceso de Obtención la Ceniza de Cascarilla de arroz

Llamoga [58]: Para obtener CCA existen varias técnicas de calcinación, las más conocidas son:

El proceso de calcinación realizada en un campo abierto: este es un proceso sencillo que se realiza en recintos circulares construidos con ladrillos, tienen 16 m de diámetros de diámetro, con una altura de pilas de 2.5m. La CCA es recogida en varios lapsos de tiempo y esta tienden a tener un color negro, su temperatura no puede ser controlada, porque genera alta temperatura y la agrupación de estructuras silíceas, este proceso se asocia con puzolanas que tienen un bajo índice de reactividad.

El proceso de calcinación realizado en Hornos (de formas circulares cuadrados):

Este proceso consiste que sus paredes del horno están hechas a base de ladrillos, donde se permite el ingreso del aire, las chimeneas de estos hornos tienden a extenderse hasta su base, cuentan con la elaboración de una malla fina que está hecha a base de alambre, por acá puede pasar el aire con normalidad y evita el ingreso de la ceniza. Este proceso tiende hacer que la ceniza salga de un color blanco, amorfa y a su vez cuenta con la presencia de cuarzo cristalino.

Según Llamoga [58]: El proceso de calcinación en lecho fluido

Este es un proceso que tiene un horno con una cámara de combustión que está hecha con acero inoxidable y también cuenta con un lecho fluidizado, por donde se suministra el aire, por medio de la perforación de un plato que está situado en la base.

Se tiene que precalentar a una temperatura de 500°C su lecho fluido, este se hace a través del horno eléctrico y también inicia la quema de la cáscara de arroz por medio del tornillo alimentador. Cuando ya se tiene la ceniza se suspende el calentamiento, su temperatura se supervisa en el lecho y también se controla a través de la velocidad de la alimentación de la cáscara de arroz. A través de este proceso se obtiene una ceniza con alto SiO₂, y es consistente en sílice amorfa, este proceso hace que la CCA sea excelente en su actividad puzolana y que cumpla que su función principal de brindar una adecuada resistencia a la compresión.

Tereftalato de Polietileno (PET)

Definición

Peddaiah et al., [13]. El PET, su composición es a base de hidrocarburos del petróleo por medio de una reacción de dos compuestos químicos etilenglicol y el ácido de tereftalato o también llamado tereftálico. Es un producto que se recicla para la fabricación de botellas plásticas.

Composición del PET:

Mansilla & Ruiz [59]. Los compuestos del PET son 64% de petróleo, 23% derivado en estado líquido del gas natural y por último contiene el 13% de aire. En donde el paraxileno, pasa por un proceso de extracción del petróleo en estado crudo, permitiendo obtener al ácido tereftálico al tener contacto con el aire tiende a oxidarse.

Características más destacadas del PET

Sherwell [60]:

- Tiene una alta transparencia y cristalinidad
- Es de peso liviano
- Tiene una elevada resistencia química y buenas propiedades térmicas
- Dispone de una gran deformabilidad al calor, por eso demora en degradarse.
- Ligeramente tóxico
- Dispone de una biodegradación muy breve.

PET como estabilizador de suelos

Peddaiah et. al [13]. La estabilización de suelo con PET Puede llegar alcanzar una óptima resistencia al suelo, bajo el coeficiente de fricción y alto módulo de flexión, se puede considerar como un excelente aditivo para estabilizar el suelo generando un efecto positivo en mejorar las propiedades del suelo.

Ensayos de laboratorio

Clasificación de los suelos:

Se obtendrá por determinación de los límites de Atterberg y granulometría. Existen dos tipos de clasificación de suelo la AASHTO y SUCS.

Ensayos Físicos del laboratorio

Análisis Granulométrico (N.T.P 400.012 o ASTM C-136)

Este ensayo nos permite establecer de manera proporcional la repartición de las partículas que conforman el suelo conociendo así sus propiedades. Tiene como función principal ver los diferentes tamaños de sus partículas y elementos que componen al suelo, se clasifican según el tipo de suelo. [62]

Límites de Atterberg (N.T.P 339.133)

Determina la plasticidad y humedad del suelo y también ayuda con la clasificación del tipo de suelo. Consta de 3 estados, L.L, L.P y el I.P. [62].

Índice de plasticidad

Este índice también forma parte de la clasificación la clasificación y plasticidad del suelo. Cuando se obtiene un IP elevado este se trata de un suelo muy arcilloso y caso contrario sería un suelo poco arcilloso [62].

Límite Líquido (NTP 339.129)

Según [54]. Este límite tiene por objetivo establecer en porcentaje el contenido de agua en función al suelo insaturado, generando cambios de estado líquido al plástico. Para este ensayo se hará uso de la cuchara de Casagrande.

Límite Plástico (MTC E 111)

Según [54]. Este límite tiene por objetivo medir la cantidad del agua en un suelo in situ. Se

utiliza un vidrio para realizar los bastoncillos.

Contenido de humedad (N.T.P 339.185 o ASTM C-535)

Su función es determinar la humedad del suelo, expresada en porcentaje con respecto al peso del agua en masa del suelo convertida al peso de los fragmentos del suelo. Este ensayo se compara la humedad natural con la humedad óptima, los resultados serán obtenidos del ensayo de CBR. [62].

Ensayo de UCS (MTC E 121)

El objetivo de este ensayo es calcular la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos, donde se aplica una carga axial y se pueden utilizar distintos métodos como el de resistencia controlada o deformación controlada. [62].

Ensayos Mecánicos

Ensayo Proctor Modificado (N.T.P 339.141)

Este ensayo se utiliza para determinar el porcentaje de humedad y densidad optima del suelo, según la compactación del suelo donde se observa la relación del contenido de agua y peso unitario seco del suelo [62].

Ensayo de CBR (California Bearing Ratio):

El ensayo de CBR determina un índice de resistencia o soporte del suelo está basado en una relación de un 95 % con respecto a su máxima densidad seca (MDS), también tendrá una penetración de 2.54mm [62].

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo Experimental, propone comprender la realidad a través de recolección y análisis de datos, con los se va a llegar a la aprobación de la hipótesis planteada. Este estudio tiene la finalidad de reutilizar desechos agroindustriales y plásticos como estabilizadores de suelo mejorando las propiedades mecánicas del suelo y también se realizó ensayos experimentales para interpretar los resultados para finalmente comprarlos.

Enfoque de Investigación: Cuantitativa

Tipo de Investigación: Aplicada

Diseño de la Investigación

En esta investigación se aplicó el diseño experimental, donde se van a realizar ensayos físicos y mecánicos a la muestra al suelo, también se reutiliza la CCA y Pet para la estabilizar el suelo, donde se tendrá un control y calidad.

2.2. Variables y operacionalización.

Variables Dependiente

Estabilización de Suelos.

Variables Independientes.

Ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y tereftalato de polietileno (PET).

Operacionalización

Tabla I

Cuadro de Operacionalización de variables independientes y dependiente.

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo variable de	Escala de medición
Poliétileno de Tereftalato (PET)	El PET es un tipo de polímero obtenido del petróleo; etileno y paraxileno. [59]	Para evaluar la incorporación del PET como agente estabilizador se deberá agregar en escamas.	Dosificación	Incorporación del PET en porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8%. Proctor Modificado CBR	Observación, revisión, documentación, ficha de recolección de datos, equipo de laboratorio "LEM W&C EIRL"	%	Independiente	Porcentaje de PET incorporando en peso a las probetas de los respectivos ensayos.
				Proctor Modificado		gr/cm ³ %		
				CBR		%		
Cenizas de Cascara de Arroz (CCA)	El arroz es un residuo agro-industrial, que al incinerarse a través de la combustión se obtiene CCA.	Para evaluar la incorporación de la CCA como agente estabilizador se deberá agregar tamizado por la malla #270.	Dosificación	Incorporación de CCA en porcentajes de 6%, 4%, 6% y 8%.	Observación, revisión, documentación, ficha de recolección de datos, equipo de laboratorio "LEM W&C EIRL"	%	Independiente	Porcentaje de CCA incorporando en peso a las probetas de los respectivos ensayos.
				Proctor Modificado		gr/cm ³ %		
				UCS		gr/cm ²		

	Prada & Cortes [56]			CBR		%		
Estabilización de Suelos	Las propiedades del suelo dependen de las características y proporciones de sus componentes constituidos (MTC,2014)	La estabilización del suelo consiste en realizar un mejoramiento al suelo adicionando al CCA Y PET como agentes estabilizadores mejorando las propiedades mecánicas del suelo.	Estabilización Patrón	Análisis Granulométrico	Revisión documental Y Guías de recolección de datos de laboratorio "LEM W&C EIRL".	-	Dependiente	Valores numéricos con respecto a los parámetros.
				% de Humedad		%		
				Límites de Atterberg		%		
				Proctor Modificado		gr/cm ³		
				CBR		%		
			Estabilización Modificada	Proctor Modificado		gr/cm ³		
				CBR		%		
						%		

Nota. En la figura se muestra el Cuadro de Operacionalización de variables independientes y dependiente.

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población de estudio

El tramo estudiado está ubicado en el departamento de Lambayeque, Provincia de Ferreñafe, localidad de Pueblo Nuevo, sector Señor de los milagros, el tramo que se estudió fueron 5 km de una vía no pavimentada.

Muestra

La muestra estudiada fue un suelo de origen natural, que se extrajo de la excavación de 05 calicatas con la profundidad de 1.20 m, a través de diferentes ensayos de laboratorio se evaluó sus propiedades físico-mecánicas. Los materiales utilizados para el mejoramiento de la subrasante, fueron la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y el Tereftalato de polietileno (PET).

En su totalidad se hicieron 5 ensayos de granulometría, Límites de Atterberg, porcentaje de humedad para clasificar el suelo, 25 ensayos Proctor y CBR para evaluar sus propiedades mecánicas del suelo incorporando 2%,4%,6% y 8% de PET; 6%,8%,10% y 12% de CCA y las combinaciones, también se realizó el ensayo de compresión no confinada con la finalidad de obtener la temperatura óptima de quemado de la CCA.

Tabla II
Ensayos a la muestra patrón

Ensayos para determinar las propiedades físicas-mecánicas del suelo					
Descripción	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
Análisis Granulométrico	1	1	1	1	1
Límites de Atterberg	1	1	1	1	1
Contenido de humedad	1	1	1	1	1
Proctor Modificado	1	1	1	1	1
CBR	1	1	1	1	1
TOTAL	5	5	5	5	5

Nota. Ensayos que se realizaron para la muestra patrón de suelo.

Tabla III

Ensayo de Proctor Modificado -CBR/Combinaciones

Ensayo de Proctor Modificado -CBR/Combinaciones					
Descripción	2%	4%	6%	8%	Total
PET					
Proctor Modificado	1	1	1	1	4
CBR	1	1	1	1	4
CCA					
Proctor Modificado	1	1	1	1	4
CBR	1	1	1	1	16

Nota. Ensayos que se realizaron para la muestra patrón y combinaciones.

Tabla IV

Ensayo de UCS adicionando CCA

Ensayos	Número de Calicatas	600 °C	650°C	700°C	750°C	TOTAL
UCS	1	3	3	3	3	12

Nota. Ensayos de compresión no confinada que se realizó a la CCA.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnicas de recolección de datos.

En esta investigación se utilizó la recolección de datos a través de la observación directa.

Guías de observación

Se utilizo evaluar las características fisco-mecánicas del suelo en donde Se realizó 5 calicatas de las cuales se analizó las propiedades físico-mecánicas de tipo de suelo obtenido mediante los ensayos realizados, donde se verifico la calidad del material cumpliendo con los parámetros de las normas establecidas, así como también se llevó un registro de su ubicación.

Análisis Documental

Se utilizo artículos científicos indexados, tesis, libros, la norma técnica peruana y los manuales del Ministerio de Transportes y comunicaciones.

Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Guías de observación

- a) Plantilla de Granulometría por tamizado.
- b) Plantilla Porcentaje de Humedad
- c) Plantilla Limites de Atteberg
- d) Plantilla UCS
- e) Plantilla de CBR
- f) Plantilla de Proctor Modificado

Validez y confiabilidad

Los instrumentos que se utilizó en la presente investigación son plantillas del laboratorio para recopilar información y datos, se observa y analiza en el laboratorio, en este caso son los ensayos realizados a los materiales, características físicas y propiedades mecánicas del suelo. Y con respecto a la confiabilidad de datos se utilizó el Análisis de la Varianza (ANOVA), para determinar su CV: coeficiente de variabilidad y R^2 : Nivel de confiabilidad de los datos, el ANOVA, es también es conocido como una fórmula estadística que se utiliza para comparar las varianzas.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Diagrama de flujo del proceso.

Representa el proceso de manera ordenada de la investigación, donde se analizó los datos y también se observa los procesos que se realizó para adquirir resultados y demostrar la hipótesis planteada.

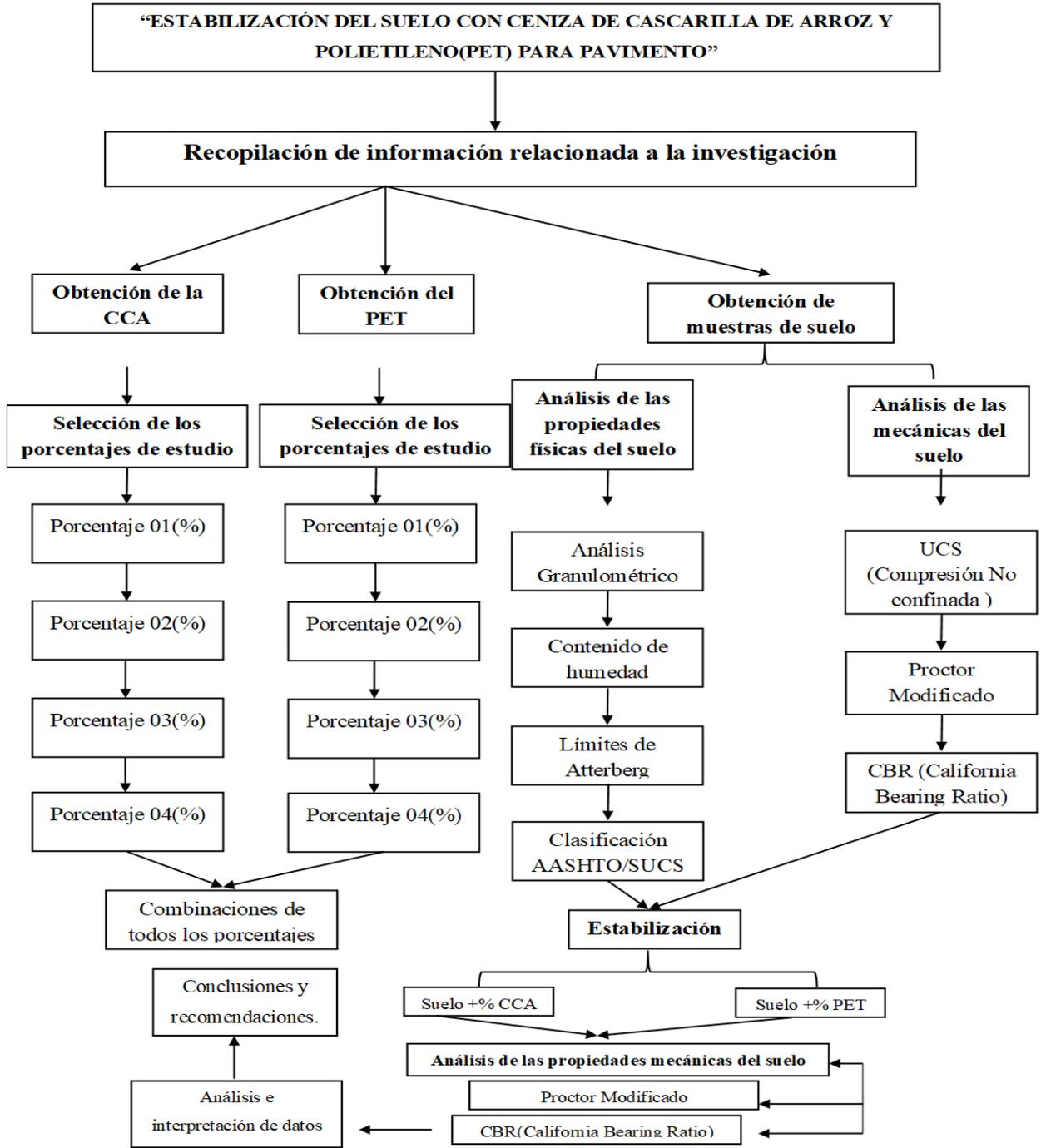


Fig. 1. Metodología de la investigación

Descripción del proceso

Obtención de materiales

Se extrajeron las muestras de suelo para esta investigación en el sector Señor de los milagros, distrito Pueblo nuevo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque. Se ejecutaron 5 calicatas cada una a un kilómetro, para trochas, según los parámetros establecidos en la norma del MTC (2016). La excavación de las calicatas tuvo una profundidad de 1.20m.



Fig. 2. Excavación de la C-01



Fig. 3. Excavación de la C-05

Obtención del PET

El Pet utilizado es proveniente de recoger botellas plásticas de agua y gaseosas, el cual pasa por una sucesión de lavado, secado, expuesto a temperatura ambiente, después es cortado en partículas y por último molido, este desecho acata las estipulaciones mínimas para usar en la estabilización.



Fig. 4. Pet Triturado

Obtención de la CCA

Para obtener la CCA, se obtuvo de la calcinación de la cascarilla de arroz, que luego fue puesta en hornos de calcinación por un lapso de tiempo de 7 a 8 horas por cada temperatura, cada espécimen tuvo diferentes temperaturas, estas fueron divididas en 4 grupos, 600 °C, 650 °C, 700 °C, 750 °C, para utilizar el de mejor resistencia mecánica del suelo según la norma ASTM D2116, se evaluó las 4 Temperaturas propuestas.

Para cada uno de los especímenes de diferentes temperaturas, se procedió a quemar en un horno, donde se tomó la temperatura con un pirómetro cada 30 minutos hasta llegar a una temperatura constante y el material varía su color gris dependiendo del quemado de cada temperatura.



Fig. 5. Calcinación de CCA, $T= 700^{\circ}\text{C}$



Fig. 6. Calcinación de CCA, $T= 600^{\circ}\text{C}$

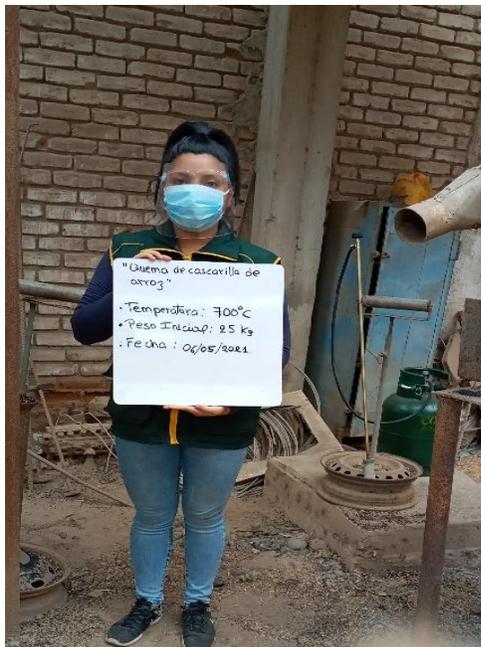


Fig. 7. Quemado la CCA a la $T=700\text{ }^{\circ}\text{C}$



Fig. 8. Quemado la CCA a la $T=750\text{ }^{\circ}\text{C}$

Por último, se deja enfriar en recipientes metálicos a temperatura ambiente, en un lugar despejado, por un lapso de tiempo de 1 a 2 días, después del secado se procede a moler en la maquina los ángeles por aproximadamente 1 hora y por último se tamiza en la malla N°250 donde se obtiene un producto más fino muy parecido al cemento, este material se utilizará para mezclarse con el suelo y luego en combinación con el Pet.



Fig. 9. Muestra de las diferentes Temperaturas de la CCA



Fig. 10. Tamizado de la CCA por la malla N° 270

Ensayos de Mecánica de suelos

A. Contenido de humedad

Normativa

NTP 339.127

Procedimiento

Se inició colocando los especímenes en unos recipientes metálicos para luego proceder a pesarlas en una balanza, se anotó los pesos de cada recipiente más el espécimen húmedo, luego se procedió a colocar los especímenes en el horno por un lapso de tiempo de 24 horas a una Temperatura de 110 °C, después de este paso también se tomó nota de los pesos, para luego procesarlo en gabinete.

Equipos y herramientas

Taras metálicas, balanza electrónica con precisión de 0.1gr y un horno.



Fig. 11. Especímenes listos para ser colocados al horno.



Fig. 12. Colocación de los especímenes al horno.

B. Límites de Atterberg

Normativa

NTP 339.129

Procedimiento

Se tomo una porción del espécimen y se tamizo en la malla #°40, el material obtenido se separó en 2 partes donde una se utilizó para el ensayo de L.L, L.P y I.P.

Ensayo de limite liquido

Se tomo una parte del espécimen y se colocó el material delicadamente con una espátula en la copa de bronce, donde cuidadosamente se extendió, luego se procedió a dar golpes entre un intervalo de 4 y 35 golpes efectuado los golpes por el mismo equipo, donde se apreciaba una abertura y cuidadosamente con acanalador de metal se iba separando ambas partes, después se pesó una porción del espécimen y fueron puestas en el horno por un lapso de tiempo de 24 horas, se dejó enfriar luego que se sacaran del horno, con el fin se anotar los pesos de tara y del suelo en su estado seco, para así proceder con su contenido de humedad.



Fig. 13. Ensayo de limite líquido.

- **Ensayo de Limite Plástico**

Con la otra parte del espécimen se procede a hacer una esfera de 1.5cm, cuidadosamente con la mano puesta en la placa de vidrio, se empiezan hacer bastoncillos de

forma alargada de aproximadamente un diámetro de 3.2 mm, mientras se va realizando este paso, los bastoncillos comienzan a agrietarse, donde se observa que el suelo tiene plasticidad, por último, estos serán puestos al horno, para determinar el porcentaje de agua.

Equipos y herramientas

Agua destilada, recipiente, balanza electrónica con precisión de 0.01 gr, horno, tamiz N°40, copa de bronce, base de caucho, placa de vidrio.



Fig. 14. *Ensayo de Limite Plástico*

C. Granulometría

Normativa

NTP 339.128

Procedimiento

Primero se ordenó los tamices según su número de malla y luego se tomó una parte del

especímen, la cual tuvo un peso inicial, después se procedió con el tamizado en dirección lateral y vertical, finalmente, se pesó los especímenes retenidos en los tamices, donde se anotaba sus pesos y al final se tiene que corroborar que la suma de estos tenía que dar como resultado el peso inicial.

Equipos y herramientas

Balanza electrónica con precisión de 0.01 gr, horno, tamices con sus respectivos N° de malla correspondientes.



Fig. 15. Peso de los especímenes



Fig. 16. Tamizado de los especímenes

Ensayos mecánicos aplicados al suelo.

A. Ensayo de compresión simple no confinada UCS

Normativa

MTC E 114, NTP 339.167

Procedimiento

Ya obtenido el quemado de 4 temperaturas (600°C,650°C,700°C y 750°C) de la cascarilla de arroz, se procedió a realizar el ensayo de UCS, donde se utilizó 3000 gramos de la muestra, incorporando la CCA en sus diferentes temperaturas, se debe considerar los pesos de ceniza. Luego se procedió a limpiar la parte interior de los moldes con aceite para que no se pegue la muestra, después se le añadió un porcentaje de agua óptimo con el fin de obtener una adecuada compactación. Una vez obtenida la probeta se extrajo del molde y cuidadosamente se cubrió con bolsas plásticas, con el fin de evitar que se contamine y altere los resultados, fue colocado en la máquina de compresión para su rotura y se realizó el mismo día en que se elaboró la probeta.

Equipos y herramientas

Aparato de compresión, extractor de muestras, cronometro, balanza, calibrador, torno, molde.



Fig. 17. Ensayo de UCS



Fig. 18. Probetas listas para el Ensayo de UCS

B. Proctor Modificado

Normativa

NTP 339.141

Procedimiento

Se tamizo la muestra por la malla #4, luego tome 5.5 kg de suelo, se le añadió el óptimo porcentaje de agua y mezcló, después se vació en un recipiente de metal y con el cucharón se separó en 5 partes, se toma el molde de 4 pulg, tomamos el peso en la balanza, y procedemos a echar las 5 capas de suelo, cada una compactándola con 25 golpes efectuados por el pisón, después se pesó la muestra más el molde y se tomó una pequeña porción de la muestra compactada para realizar su O.C.H.

Equipos y herramientas

Balanza electrónica, horno, tamiz N°4, pisón, molde D=4 pulg



Fig. 19. Mezcla de los materiales para la compactación.



Fig. 20. Compactación de suelo con Proctor Modificado

C. CBR (California)

Normativa

NTP 339.145

Procedimiento

Se tomo la muestra con su respectivo porcentaje de agua y se procedió a separar en 5 capas, donde se colocada papel filtro en cada capa compactándose con 12,25 y 56 golpes

efectuados con el pisón, luego se dejan sumergidos en un tanque por un lapso de tiempo de 4 días, donde se toma la penetración en esos días, se tomó su peso de muestra compactada más molde y también sus dimensiones por último se escogió 3 muestras una arriba, medio y baja con el fin de evaluar su porcentaje de humedad.

Equipos y herramientas

Balanza, sobrecarga, pisón, máquina de compresión, cilindro de penetración.



Fig. 21. Ensayo de CBR a la muestra de suelo



Fig. 22. Muestras sumergidas al agua por 4 días

2.6. Criterios éticos

Para el desarrollo de la presente investigación se cumplió con los requisitos de la línea de investigación establecida por la Universidad.

En la presente investigación se redactó, cito y referencio al estilo APA séptima edición y también hizo uso como guía de diferentes fuentes indexadas.

También se hizo uso de la Norma técnica peruana y manuales del MTC, donde se tomó como guía para desarrollar los procedimientos de la presente investigación y así para lograr óptimos resultados.

Criterios de rigor científica

En la presente investigación del proceso de ensayos, se obtuvo los resultados que corroboraron con la veracidad de la investigación, ya que se realizaron en un laboratorio que cumple con la calibración de sus equipos y normativas correspondientes.

Y con respecto a la elaboración de resultados se usó la estadística para la validez de sus resultados, ya que con estos se puede hacer una comparación con otros planteamientos de hipótesis o teorías validando otras investigaciones empíricas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba de confiabilidad

CV = Coeficiente de Variabilidad

R² = Coeficiente de Determinación

Tabla V
Etiqueta de valor y el valor de muestras "N"

		Etiqueta de valor	N
Tratamientos en estudio	1	Testigo	3
	2	% de PET	12
	3	% de CCA	12
Concentraciones	1	Patrón	3
	2	2% de PET	3
	3	4% de PET	3
	4	6% de PET	3
	5	8% de PET	3
	6	6% de CCA	3
	7	8% de CCA	3
	8	10% de CCA	3
	9	12% de CCA	3

Nota. En la figura se muestra los tratamientos en estudio y concentraciones

ANOVA

Tabla VI

Variable dependiente (Muestra Patrón) su M.D.S

Variable dependiente: MDS

Origen		suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	75,992	1	75,992	8093,080	,000
	Error	0,056	6	,009		
Tratamientos	Hipótesis	0,000	0	70.23	6035,00	0.00
	Error	0,056	2	,009		
Concentraciones	Hipótesis	0,056	6	,009	9389,750	,000
	Error	1,800E-5	18	1,000E-6		
CV = 3.24		R² = 96.8		X = 1.78		

En la tabla VI se muestra en Análisis de Varianza (ANOVA), de la prueba MDS con diferentes porcentajes de adición de Ceniza de cáscara de arroz y PET, en la que podemos observar que las variables en estudio si influyeron en este parámetro, asimismo, podemos observar que los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad CV (Coeficiente de Variabilidad) y R^2 se encuentran dentro de los valores para trabajos en laboratorio, arrojando un 96.8% de confiabilidad y 3.24% de variabilidad, por lo que se puede inferir que hubo una buena toma de datos y el diseño experimental fue el adecuado.

ANOVA O.C.H

Tabla VII

Variable dependiente (Muestra Patrón) su O.C.H

Variable dependiente: O.C.H						
Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	4029,529	1	4029,529	2362,5 84	,000
	Error	10,233	6	1,706		
Tratamientos	Hipótesis	0,000	0			.
	Error	9,85	2	3016,854	1725,4 0	0,000
Concentraciones	Hipótesis	10,233	6	1,706	346,50 2	0,000
	Error	0,089	1 8	,005 ^c		
CV = 2.81		R² = 97.16		X = 13.21		

En la tabla VII se muestra en Análisis de Varianza (ANOVA), de la prueba O.C.H con diferentes porcentajes de adición de Ceniza de cáscara de arroz y PET, en la que podemos observar que las variables en estudio si influyeron en este parámetro, asimismo, podemos observar que los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad CV (Coeficiente de Variabilidad) y R^2 se encuentran dentro de los valores para trabajos en laboratorio, arrojando un

97.16% de confiabilidad y 2.81% de variabilidad, por lo que se puede inferir que hubo una buena toma de datos y el diseño experimental fue el adecuado.

ANOVA %CBR 95% 1''

Tabla VIII

Variable Dependiente %CBR 95% 1''

Origen		suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	5065,512	1	5065,512	664,475	,000
	Error	45,740	6	7,623		
Tratamientos	Hipótesis	,000	0	.	.	.
	Error	44,650	2	6,352		,000
Concentraciones	Hipótesis	45,740	6	7,623	663,968	,000
	Error	,207	18	,011 ^c		
CV = 1.65		R² = 98.31		X = 15.30		

En la tabla VIII se muestra en Análisis de Varianza (ANOVA), de la prueba del %CBR 95% 1'' con diferentes porcentajes de adición de Ceniza de cáscara de arroz y PET, en la que podemos observar que las variables en estudio si influyeron en este parámetro, asimismo, podemos observar que los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad CV (Coeficiente de Variabilidad) y R² se encuentran dentro de los valores para trabajos en laboratorio, arrojando un 98.31% de confiabilidad y 1.65% de variabilidad, por lo que se puede inferir que hubo una buena toma de datos y el diseño experimental fue el adecuado.

Tabla IX

Etiqueta y valor N

		Etiqueta de valor	N
Tratamientos	1	Concentración 1	12
	2	Concentración 2	12
	3	Concentración 3	12
	4	Concentración 4	12

	1	2% de PET + 6% CCA	3
	2	2% de PET + 8% CCA	3
	3	2% de PET + 10% CCA	3
	4	2% de PET + 12% CCA	3
	5	4% de PET + 6% CCA	3
	6	4% de PET + 8% CCA	3
	7	4% de PET + 10% CCA	3
Concentraciones	8	4% de PET + 12% CCA	3
	9	6% de PET + 6% CCA	3
	10	6% de PET + 8% CCA	3
	11	6% de PET + 10% CCA	3
	12	6% de PET + 12% CCA	3
	13	8% de PET + 6% CCA	3
	14	8% de PET + 8% CCA	3
	15	8% de PET + 10% CCA	3
	16	8% de PET + 12% CCA	3

Nota. En la figura se muestra los tratamientos en estudio y concentraciones

ANOVA Concentraciones MDS

Tabla X

Variable dependiente: MDS

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	141,697	1	141,697	46384,278	,000
	Error	,037	12	,003		
Tratamientos	Hipótesis	,000	0	.	.	.
	Error	,025	3	,002		,000
Concentraciones	Hipótesis	,037	12	,003	2819,865	,000
	Error	3,467E-5	32	1,083E-6		
CV = 3.85		R² = 96.54		X = 1.718		

En la tabla X se muestra en Análisis de Varianza (ANOVA), de la prueba de MDS con diferentes porcentajes de adición de Ceniza de cáscara de arroz en combinación con diferentes porcentajes PET, en la que podemos observar que las variables en estudio si influyeron en este parámetro, asimismo, podemos observar que los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad CV (Coeficiente de Variabilidad) y R² se encuentran dentro de los valores para

trabajos en laboratorio, arrojando un 96.54% de confiabilidad y 3.85% de variabilidad, por lo que se puede inferir que hubo una buena toma de datos y el diseño experimental fue el adecuado.

ANOVA Concentraciones O.C.H

Tabla XI

Variable dependiente: OCH

Origen		suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	8187,053	1	8187,053	10104,822	,000
	Error	9,723	12	,810		
Tratamientos	Hipótesis	,000	0	.	.	.
	Error	7,356	3	.		
Concentraciones	Hipótesis	9,723	12	,810	605,766	,000
	Error	,043	32	,001		
CV = 1.64		R² = 98.64		X = 13.05		

En la tabla XI se muestra en Análisis de Varianza (ANOVA), de la prueba de O.C.H con diferentes porcentajes de adición de Ceniza de cáscara de arroz en combinación con diferentes porcentajes PET, en la que podemos observar que las variables en estudio si influyeron en este parámetro, asimismo, podemos observar que los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad CV (Coeficiente de Variabilidad) y R² se encuentran dentro de los valores para trabajos en laboratorio, arrojando un 98.64% de confiabilidad y 1.64% de variabilidad, por lo que se puede inferir que hubo una buena toma de datos y el diseño experimental fue el adecuado.

ANOVA %CBR 95% 1"

Tabla XII

Variable dependiente: %CBR 95% 1"

Origen		suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	15877,687	1	15877,687	1227,854	,000
	Error	155,175	12	12,931		
Tratamientos	Hipótesis	,000	0	.	.	.
	Error	123,354	3	10,367		
Concentraciones	Hipótesis	155,175	12	12,931	1293,125	,000

	Error	,320	32	,010
CV = 3.57			R² = 97.16	X = 18.18

En la tabla XII se muestra en Análisis de Varianza (ANOVA), de la prueba del %CBR 95% 1" con diferentes porcentajes de adición de Ceniza de cáscara de arroz en combinación con diferentes porcentajes PET, en la que podemos observar que las variables en estudio si influyeron en este parámetro, asimismo, podemos observar que los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad CV (Coeficiente de Variabilidad) y R² se encuentran dentro de los valores para trabajos en laboratorio, arrojando un 97.16% de confiabilidad y 3.57% de variabilidad, por lo que se puede inferir que hubo una buena toma de datos y el diseño experimental fue el adecuado.

3.1. Resultados

En la presente investigación, se desarrolló en el sector Señor de los milagros, Ferreñafe, donde se realizó la excavación de 05 calicatas a una profundidad de 1.20m, obteniéndose muestras alteradas e inalteradas, estas fueron analizadas en un laboratorio de suelos bajo los parámetros establecidos de las normas de ASTM (Norma Norteamericana) y NTP (Norma técnica peruana).

Propiedades del suelo

Calicata 1 (C-01)

A. Análisis granulométrico y contenido de humedad.

Tabla XIII
Análisis Granulométrico de C-01

Análisis Granulométrico			
Nº Tamiz	Abertura	Retenido	%Acumulado
			Que Pasa
3 "	75.000	0.0	100
2"	50.000	0.0	100

1 1/2"	37.500	0.0	100
1"	25.000	0.0	100
3/4"	19.000	0.0	100
1/2"	12.500	0.0	100
3/8"	9.500	0.0	100
N°4	4.750	0.0	100
N°10	2.000	0.3	99.7
N°20	0.850	1.3	98.7
N°40	0.425	5.3	94.7
N°60	0.250	19.0	81.0
N°140	0.106	68.7	31.3
N°200	0.075	75.0	25.0

Nota. En la tabla se muestra el análisis granulométrico de C-01.

Del análisis granulométrico de la C-01, se logró obtener su distribución granulométrica que se observa en la tabla XIII:

Tabla XIV
Distribución de granulometría de C-01

Distribución granulométrica			
%Grava	% G. G	0.0	0.0
	% G. F	0.0	
	% A. G	0.3	
%Arena	%A. Media	5.0	75.0
	%A. Fina	69.7	
	% Arcilla Limo	25.0	
Total		100	
Contenido de humedad		10.84	

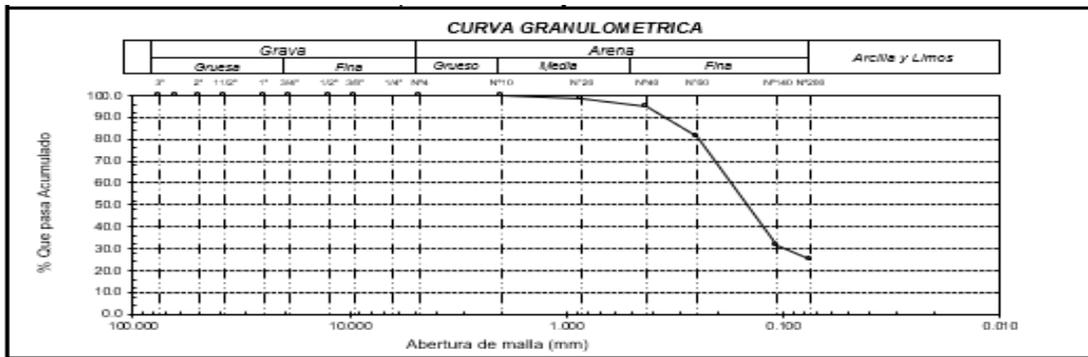


Fig. 23. Curva granulométrica C-01

En la tabla N°XIV muestra el resultado donde el porcentaje de la grava es 0%, la arena tiene 75% y finalmente la arcilla y limo 25%. Y su contenido de humedad tiene un valor de 10.84. La Figura 23 representa la curva granulométrica de la C-01.

B. Límites de clasificación y consistencia del suelo.

Tabla XV

Límites de Atterberg C-01

Límites de Atterberg	
L.L	27.93
L.P	14.87
I.P	13.06

Nota. En la tabla se muestra el resultado de los límites de C-01.

Los resultados de los límites de atterberg se muestran en la tabla XV, de la C-01 se determinó que tiene un índice plástico de 13.06%, la Figura 24 representa la curva de fluidez.

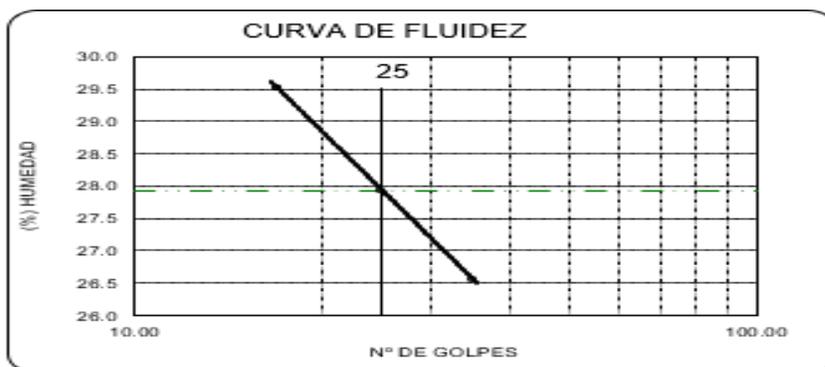


Fig. 24. Curva de fluidez C-01

C. Clasificación del suelo.

Tabla XVI
Clasificación del Suelo C-01 (SUCS y AASHTO)

Clasificación del suelo	
C.SUCS	SC
Característica del suelo	Arena Arcillosa
C.AASHTO	A-2-6(1)
Característica del suelo	Regular

Nota. En la tabla se muestra el resultado de la clasificación de suelo de C-01.

Los resultados se muestran en la Tabla N°XVI hay 2 tipos clasificación del suelo de la C-01, la primera clasificación SUCS dio como resultado un SC (Arena Arcillosa), y para el segundo tipo que fue la clasificación AASHTO dio como resultado A-2-6(1) (Regular).

Calicata 2 (C-02)

A. Análisis granulométrico y contenido de humedad.

Tabla XVII
Análisis Granulométrico de C-02

Análisis Granulométrico			
N° Tamiz	Abertura	Retenido	%Acumulado
			Que Pasa
3 "	75.000	0.0	100
2"	50.000	0.0	100
1 1/2"	37.500	0.0	100
1"	25.000	0.0	100
3/4"	19.000	0.0	100
1/2"	12.500	0.0	100
3/8"	9.500	0.0	100
N°4	4.750	1.2	98.8
N°10	2.000	3.5	96.5
N°20	0.850	7.0	93.0
N°40	0.425	18.7	81.3

N°60	0.250	36.3	63.7
N°140	0.106	57.8	42.2
N°200	0.075	64.1	35.9

Del análisis granulométrico de la C-2, se logró obtener su distribución granulométrica que se observa en la tabla XVII:

Tabla XVIII

Distribución de granulometría de C-02

Distribución granulométrica			
%Grava	% G. G	0.0	1.2
	% G. F	1.2	
	% A. G	2.3	
%Arena	%A. M	15.2	62.9
	%A. F	45.4	
	% Arcilla Limo	35.9	
Total			100
Contenido de humedad		10.28	

En la tabla N° XVIII muestra el resultado de la grava es 1.2%, la arena tiene 62.9% y finalmente la arcilla y limo de 35.9%. Y su contenido de humedad tiene un valor de 10.28. La Figura 25 grafica representa la curva granulométrica de la C-02.

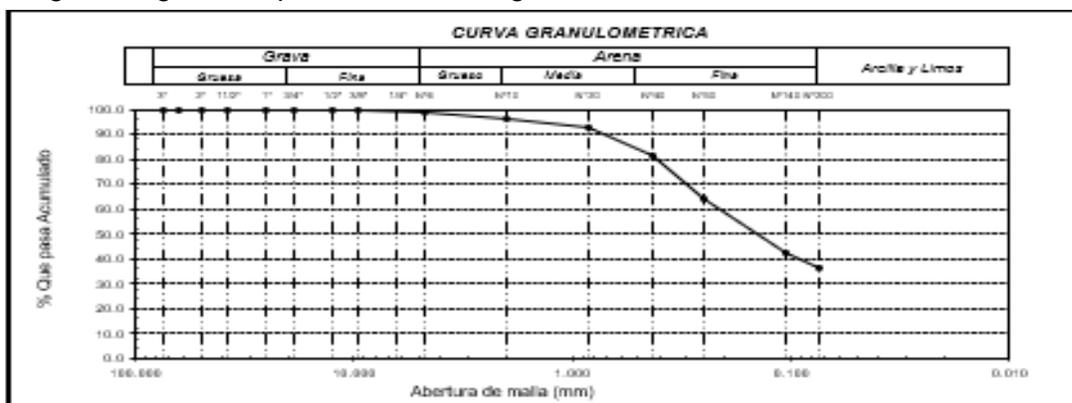


Fig. 25. Curva granulométrica de C-02

B. Límites de clasificación y consistencia del suelo.

Tabla XIX
Límites de Atterberg C-02

Límites de Atterberg	
L.L	28.80
L.P	15.27
I.P	13.53

Nota. En la tabla se muestra el resultado de los límites de C-02.

Los resultados de los límites de Atterberg se muestran en la tabla XIX de la C-02 donde se determinó que tiene un índice plástico de 13.53%, la Figura 26 representa la curva de fluidez.

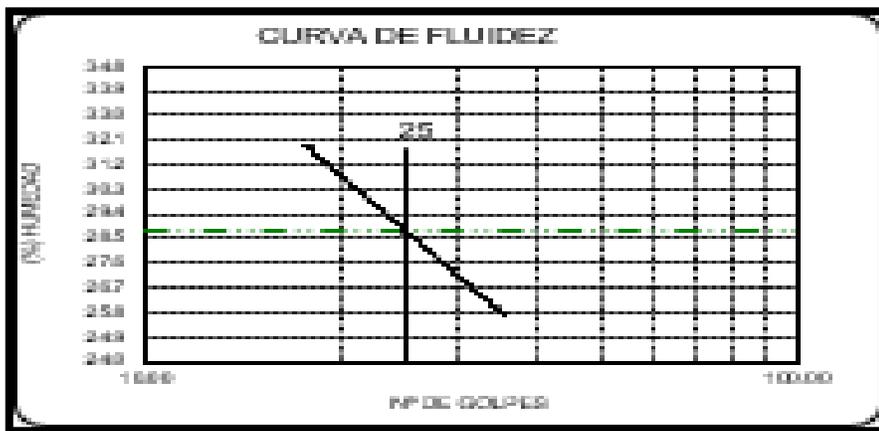


Fig. 26. Curva de fluidez C-02

C. Clasificación del suelo.

Tabla XX
Clasificación del Suelo C-02 (SUCS y AASHTO)

Clasificación del suelo	
C.SUCS	SC
Característica del suelo	Arena Arcillosa
C.AASHTO	A-2-6(1)
Característica del suelo	Regular

Nota. En la tabla se muestra el resultado de la clasificación de suelo de C-02.

Los resultados se muestran en la tabla N°XX hay 2 tipos clasificación del suelo de la C-02, la primera clasificación SUCS dio como resultado un SC (Arena Arcillosa), y para el segundo tipo que fue la clasificación AASHTO dio como resultado A-2-6(1) (Regular).

Calicata 03 (C-03)

A. Análisis granulométrico y contenido de humedad.

Tabla XXI

Análisis Granulométrico de C-03

Análisis Granulométrico			
N° Tamiz	Abertura	%Acumulado	
		Retenido	Que Pasa
3 "	75.000	0.0	100
2"	50.000	0.0	100
1 1/2"	37.500	0.0	100
1"	25.000	0.0	100
3/4"	19.000	0.0	100
1/2"	12.500	0.0	100
3/8"	9.500	0.0	100
N°4	4.750	0.0	100
N°10	2.000	0.7	99.3
N°20	0.850	2.4	97.6
N°40	0.425	7.4	92.6
N°60	0.250	20.3	79.7
N°140	0.106	66.7	33.3
N°200	0.075	71.7	28.3

Nota. En la tabla se muestra el análisis granulométrico de C-03.

Del análisis granulométrico de la C-03, se logró obtener su distribución granulométrica que se observa en la tabla XXI:

Tabla XXII

Distribución de granulometría de C-03

Distribución granulométrica		
% G. Gruesa	0.0	0.0

%Grava	% G. Fina	0.0	
	% A. Gruesa	0.7	
%Arena	%A. Media	6.7	71.7
	%A. Fina	64.3	
	% Arcilla Limo	28.3	28.3
Total			100
Contenido de humedad		10.66	

Nota. En la tabla se muestra la distribución granulométrica de C-03.

En la tabla N°XXII muestra el resultado donde el porcentaje de la grava es 0%, la arena de 71.7% y finalmente la arcilla y limo de 28.3%. Y su contenido de humedad tiene un valor de 10.66. La Figura 27 representa la curva granulométrica de la C-03.

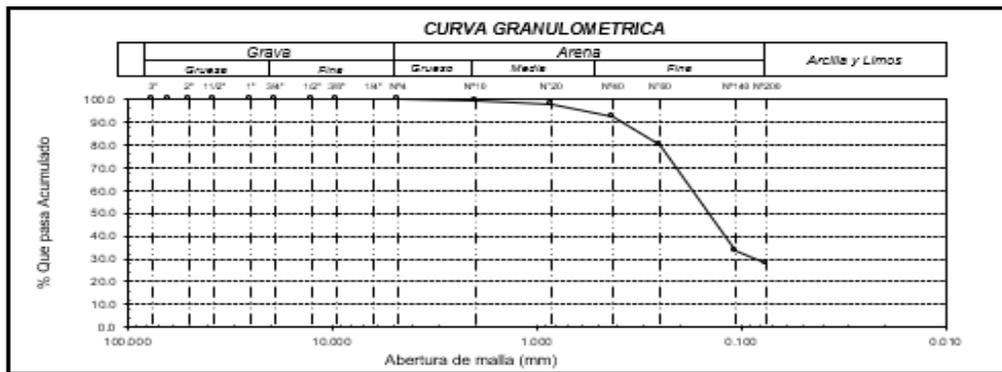


Fig. 27. Curva granulométrica C- 03

B. Límites de clasificación y consistencia del suelo.

Tabla XXIII
Límites de Atterberg C-03

Límites de Atterberg	
L.L	27.89
L.P	14.47
I.P	13.42

Nota. En la tabla se muestra el resultado de los límites de C-03.

Los resultados de los límites de atterberg se muestran en la tabla N°XXIII de la C-03 donde se determinó que tiene un índice plástico de 13.42%, la Figura 28 representa la curva de fluidez.

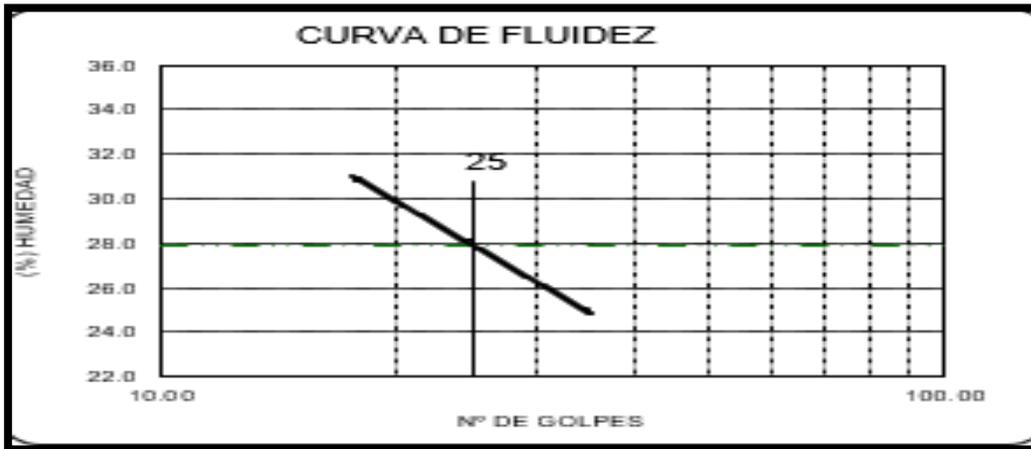


Fig. 28. Curva de fluidez C-03

C. Clasificación del suelo.

Tabla XXIV

Clasificación del Suelo C-03 (SUCS y AASHTO)

Clasificación del suelo	
C.SUCS	SC
Característica del suelo	Arena Arcillosa
C.AASHTO	A-2-6(1)
Descripción del suelo	Regular

Nota. En la tabla se muestra el resultado de la clasificación de suelo de C-03.

Los resultados se muestran en la tabla XXIV hay 2 tipos clasificación del suelo de C-03, la primera clasificación SUCS dio como resultado un SC (Arena Arcillosa), y para el segundo tipo que fue la clasificación AASHTO dio como resultado A-2-6(1) (Regular).

Calicata 04(C-04)

A. Análisis granulométrico y contenido de humedad.

Tabla XXV

Análisis Granulométrico de C-04

Análisis Granulométrico

N° Tamiz	Abertura	%Acumulado	
		Retenido	Que Pasa
3 "	75.000	0.0	100
2"	50.000	0.0	100
1 1/2"	37.500	0.0	100
1"	25.000	0.0	100
3/4"	19.000	0.0	100
1/2"	12.500	0.0	100
3/8"	9.500	0.0	100
N°4	4.750	0.0	100
N°10	2.000	1.3	98.7
N°20	0.850	2.9	97.1
N°40	0.425	7.5	92.5
N°60	0.250	18.9	81.1
N°140	0.106	62.5	37.5
N°200	0.075	68.7	31.3

Nota. En la tabla se muestra el análisis granulométrico de C-04.

Del análisis granulométrico de la C-04, se logró obtener su distribución granulométrica que se muestra a continuación en la tabla XXV:

Tabla XXVI

Distribución de granulometría de C-04

Distribución granulométrica			
%Grava	% G. G	0.0	0.0
	% G. F	0.0	
	% A. G	1.3	
%Arena	%A. M	6.2	68.7
	%A. F	61.2	
	% Arcilla Limo	31.3	
Total			100
Contenido de humedad			10.42

Nota. En la tabla se muestra la distribución granulométrica de C-04.

En la tabla N°XXVI muestra el resultado donde el porcentaje de la grava es 0%, la arena de 68.7% y finalmente la arcilla y limo de 31.3%. Y su contenido de humedad tiene un valor de 10.84. La Figura 29 representa la curva granulométrica de la C-04.

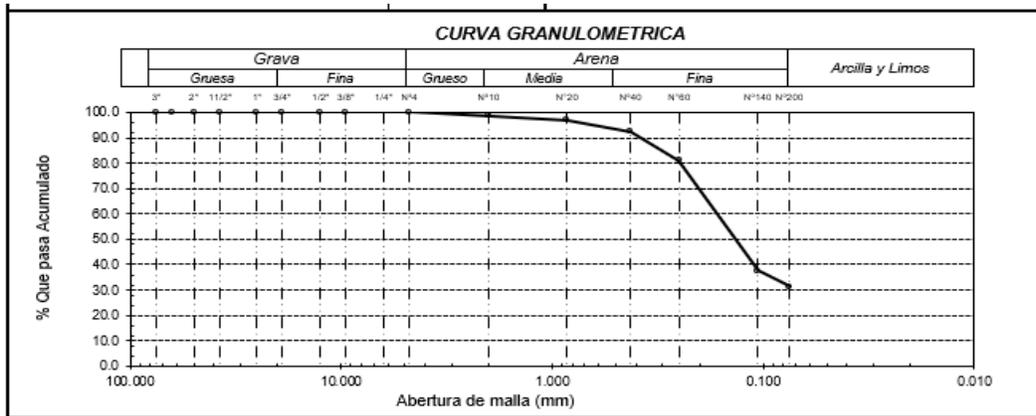


Fig. 29. Curva granulométrica C-04

B. Límites de clasificación y consistencia del suelo.

Tabla XXVII

Límites de Atterberg C-04

Límites de Atterberg	
L.L	27.88
L.P	14.15
I.P	13.72

Los resultados de los límites de atterberg se muestran en la tabla N°XXVII de la C-03 donde se determinó que tiene un índice plástico de 13.72%, la Figura 30 representa la curva de fluidez.

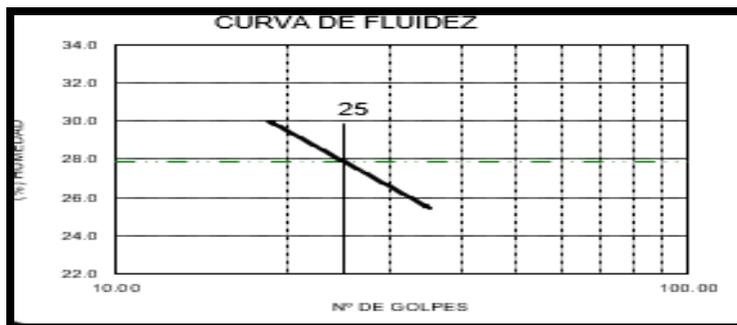


Fig. 30. Curva de fluidez C-04

C. Clasificación del suelo.

Tabla XXVIII
Clasificación del Suelo C-04 (SUCS y AASHTO)

Clasificación del suelo	
C.SUCS	SC
Característica del suelo	Arena Arcillosa
C.AASHTO	A-2-6(1)
Característica del suelo	Regular

Nota. En la tabla se muestra el resultado de la clasificación de suelo de C-04.

Los resultados se muestran en la tabla N°XXVIII hay 2 tipos clasificación del suelo de la C-04, la primera clasificación SUCS dio como resultado un SC (Arena Arcillosa), y para el segundo tipo que fue la clasificación AASHTO dio como resultado A-2-6(1) (Regular).

Calicata 05(C-05)

A. Análisis granulométrico y contenido de humedad.

Tabla XXIX
Análisis Granulométrico de C-05

Análisis Granulométrico			
N° Tamiz	Abertura	%Acumulado	
		Retenido	Que Pasa
3 "	75.000	0.0	100
2"	50.000	0.0	100
1 1/2"	37.500	0.0	100
1"	25.000	0.0	100
3/4"	19.000	0.0	100
1/2"	12.500	0.0	100
3/8"	9.500	0.0	100
N°4	4.750	0.0	100
N°10	2.000	1.3	98.7
N°20	0.850	2.9	97.1

N°40	0.425	7.5	92.5
N°60	0.250	19.0	81.0
N°140	0.106	62.9	37.1
N°200	0.075	69.1	30.9

Nota. En la tabla se muestra el análisis granulométrico de C-05.

Del análisis granulométrico de la C-05, se logró obtener su distribución granulométrica que se observa en la tabla XXIX:

Tabla XXX

Distribución de granulometría de C-05

Distribución granulométrica			
%Grava	% G. G	0.0	0.0
	% G. F	0.0	
	% A. G	1.3	
%Arena	%A. M	6.2	69.1
	%A. F	61.6	
	% Arcilla Limo	30.9	
Total			100
Contenido de humedad			10.54

Nota. En la tabla se muestra la distribución granulométrica de C-05.

En la tabla N°XXX muestra el resultado donde el porcentaje de la grava es 0%, la arena de 75% y finalmente la arcilla y limo de 25%. Y su contenido de humedad tiene un valor de 10.84.

La Figura 31 representa la curva granulométrica de la C-05.

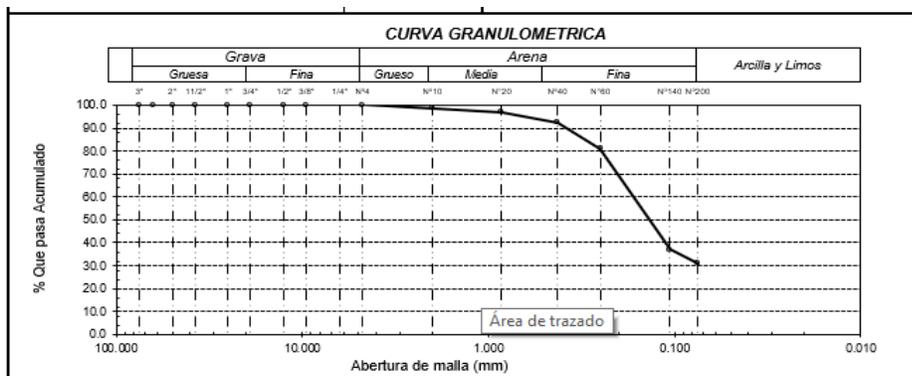


Fig. 31. Curva granulométrica C-05

B. Límites de clasificación y consistencia del suelo.

Tabla XXXI

Límites de Atterberg C-05

Límites de Atterberg	
L.L	27.52
L.P	14.01
I.P	13.51

Nota. En la tabla se muestra el resultado de los límites de C-05.

Los resultados de los límites de Atteberg se muestran en la tabla N°XXXI de la C-05 donde se determinó que tiene un índice plástico de 13.51%, la Figura 32 representa la curva.

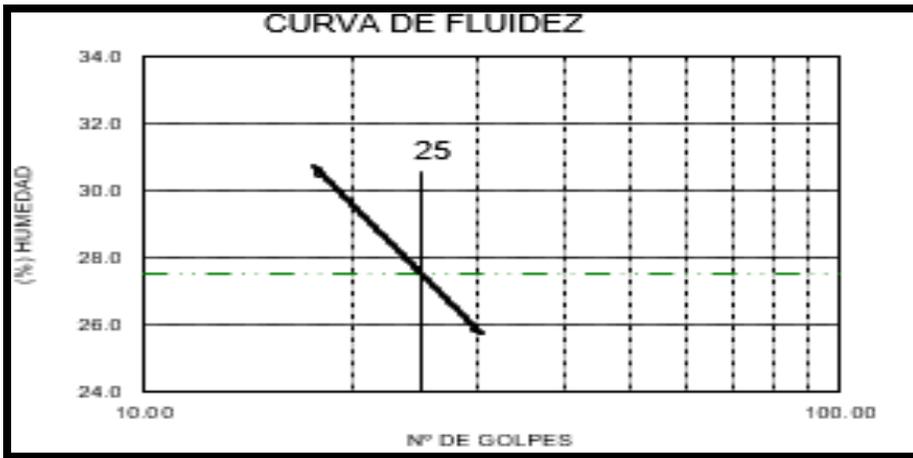


Fig. 32. Curva de fluidez C-05

C. Clasificación del suelo.

Tabla XXXII

Clasificación del Suelo C-05 (SUCS y AASHTO)

Clasificación del suelo	
C.SUCS	SC
Característica del suelo	Arena Arcillosa
C.AASHTO	A-2-6(1)
Característica del suelo	Regular

Los resultados de los límites de Atteberg se muestran en la tabla N°XXXII de la C-05, la primera clasificación SUCS dio como resultado un SC (Arena Arcillosa), y para el segundo tipo que fue la clasificación AASHTO dio como resultado A-2-6(1) (Regular).

Tabla XXXIII
Resumen de las características geotécnicas del suelo

		Calicatas					
Tipo de ensayo	Unidad	01	02	03	04	05	
Granulometría	Grava	%	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0
	Arena	%	75.0	62.9	71.7	68.7	69.1
	Arcilla y Limo	%	25.0	35.9	28.3	31.3	30.9
% Humedad		%	10.84	10.28	10.66	10.42	10.4
L.A	Limite liquido	%	27.93	28.80	27.89	27.88	27.52
	Limite Plástico	%	14.87	15.27	14.47	14.15	14.02
	Índice Plástico	%	13.06	13.53	13.42	13.72	13.51
	(S.U.C.S)	-	SC	SC	SC	SC	SC
(AASHTO)	-	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	
			A-2-6(1)	A-2-6(1)	A-2-6(1)	A-2-6(1)	A-2-6(1)

Nota. En la tabla se muestra el resumen de las calicatas estudiadas.

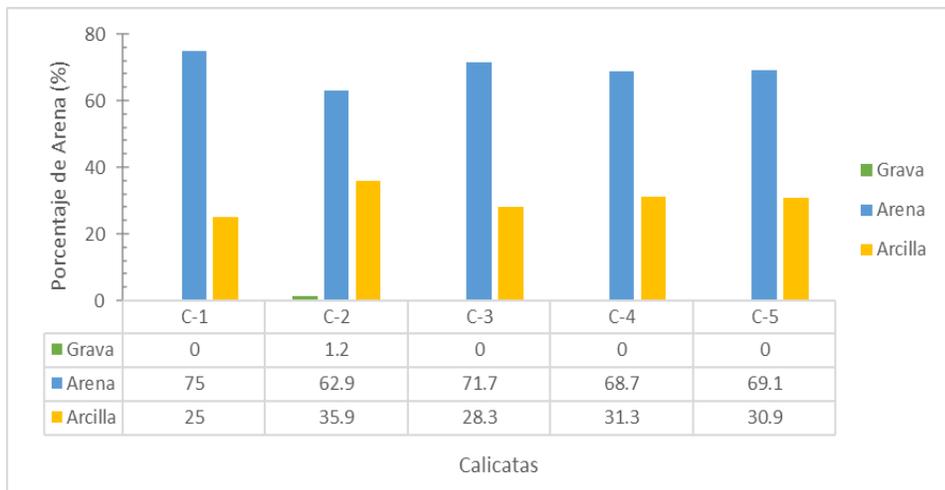


Fig. 33. Resultados del ensayo de Granulometría de las calicatas

En la tabla XXXIII representa el resumen de la clasificación de las 05 calicatas, donde se excavo hasta 1.20m de profundidad , para realizar los ensayos correspondientes se hizo bajo la norma ASTM D4318, obteniendo como resultado su IP (Índice de plasticidad) y su resultado fue: 13.06%, 13.53%, 13.42%, 13.72% y 13.51%, para cada calicata:C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05%,correspondiente, teniendo en cuenta que se clasifico como un IP >7,con las características de plasticidad media, suelos poco arcillosos. Con respecto a su clasificación para definir el tipo de suelo, se realizó la clasificación SUCS en las 05 calicatas dando como resultado un suelo SC (regular) y con respecto a la clasificación ASSTHO se obtuvo como resultado A-2-6(1), en las 05 calicatas, correspondientes.

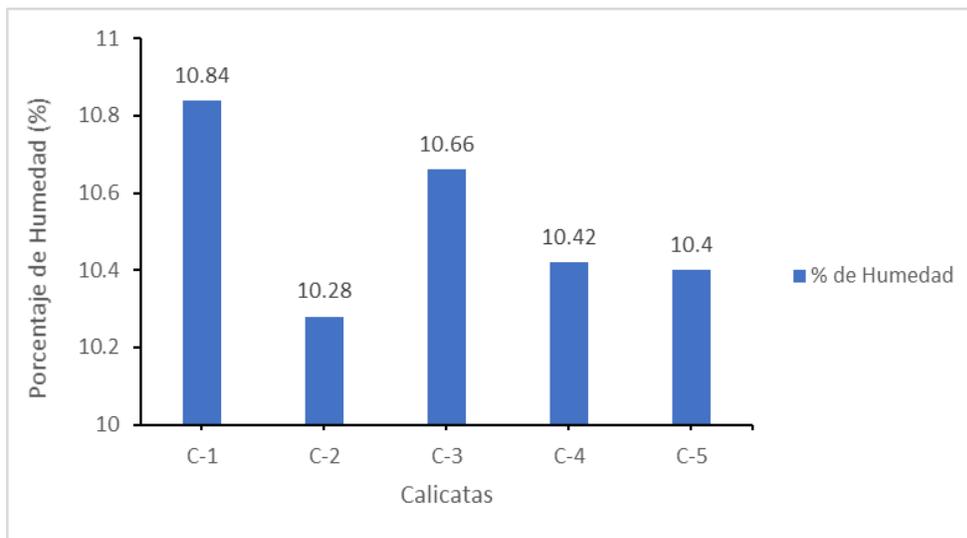


Fig. 34. Gráfico del resumen de humedad de las calicatas

Con respecto al porcentaje de humedad se hizo con la norma de ASTM D2216, donde los resultados fueron 10.84, 10.28, 10.66, 10.42 y 10.40, para las calicatas C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05.

Propiedades mecánicas del suelo

Ensayo de Resistencia no confinada de (UCS)

Para determinar la temperatura optima de la CCA se optó por realizar el ensayo de UCS, con el fin de analizar cuál es la mejor Temperatura en función de su resistencia no confinada de

la norma ASTM D2166, se evaluó 4 temperaturas (T=600°C,650°C,700°C y 750°C), con una dosificación de 10% CCA mezclándose con la muestra de la C-03.

Resistencia no confinada a Temperatura 600°C

Tabla XXXIV

Ensayo de resistencia no confinada T=600 °C

Identificación	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C-03	3.59	
C-03	3.32	3.39
C-03	3.28	

Nota. En la tabla se muestra el resultado del ensayo de UCS con la T=600°C.

Del ensayo de UCS a una temperatura de 600 °C con la adición de 10% de CCA se tuvo como resultado promedio 3.39(Kg/cm²)

Resistencia no confinada a Temperatura 650°C

Tabla XXXV

Ensayo de resistencia no confinada T=650 °C

Identificación	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C-03	5.47	
C-03	5.64	5.6
C-03	5.69	

Nota. En la tabla se muestra el resultado del ensayo de UCS con la T=650°C.

Del ensayo de UCS a una temperatura de 650 °C con la adición de 10% de CCA se tuvo como resultado promedio 5.6(Kg/cm²).

Resistencia no confinada a Temperatura 700°C

Tabla XXXVI

Ensayo de resistencia no confinada T=700 °C

Identificación	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C-03	4.02	
C-03	4.0	4.11
C-03	4.32	

Nota. En la tabla se muestra el resultado del ensayo de UCS con la T=700°C.

Del ensayo de UCS a una temperatura de 700 °C con la adición de 10% de CCA se tuvo como resultado promedio 4.11(Kg/cm²)

Resistencia no confinada a Temperatura 750°C

Tabla XXXVII

Ensayo de resistencia no confinada T=750 °C

Identificación	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C-03	2.20	
C-03	2.26	2.23
C-03	2.22	

Nota. En la tabla se muestra el resultado del ensayo de UCS con la T=750°C.

Del ensayo de UCS a una temperatura de 750 °C con la adición de 10% de CCA se tuvo como resultado promedio 2.23(Kg/cm²).

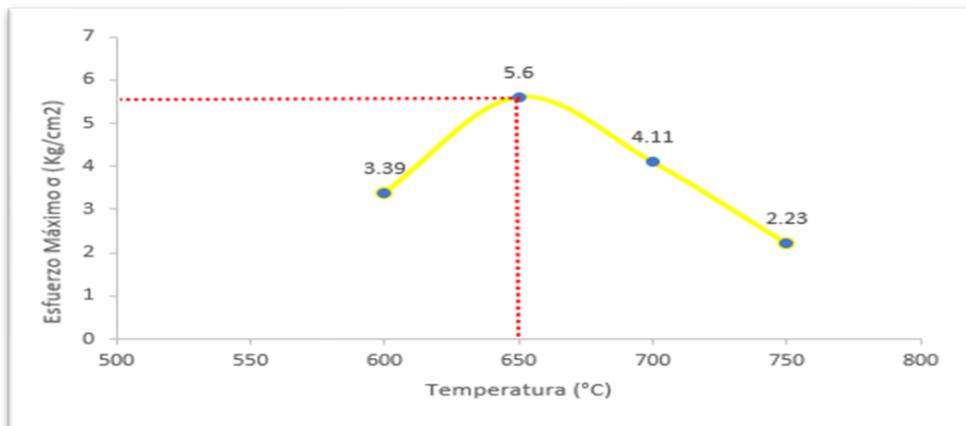


Fig. 35. Ensayo de Compresión no confinada (UCS)

Con respecto al ensayo de UCS se evaluó con 4 temperaturas y fueron 600°C, 650°C, 700°C y 750°C, donde se obtuvo como resultado 3.39, 5.6, 4.11 y 2.23 Kg/cm². Se determinó que la temperatura óptima fue la de 650°C dando un esfuerzo de 5.6 Kg/cm². Siendo esta Temperatura que se utilizó para el quemado de la CCA y proceder a la realización de los demás ensayos.

Calicata 1 (C-01)

A. Compactación del suelo

Tabla XXXVIII

Resultado Proctor C-01

Resultado de Proctor C-01		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.996
	O.C.H (%)	12.82

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-01

En la Tabla N°XXXVIII se muestran resultados del ensayo de Proctor de la C-01. Se obtuvo su M.D.S es 1.996 gr/ cm³ y O.C.H de 12.82%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis por medio del ensayo de CBR de la C-01.

Tabla XXXIX

Resultados de CBR C-01

Resultado de CBR C-01				
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)	
Penetración				
	0.1 pulg.	100%	1.996	14.5
		95%	1.899	12.7
0.2 pulg.	100%	1.771	17.7	
	95%	-	15.4	

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-01

El resultado de CBR de la C-01, se observan en la tabla N°XXXIX donde se consideró una penetración de 0.1” sus resultados fueron para su MDS al 100% el valor de CBR es 14.5% y para su MDS de 95% su valor de CBR es 12.7%. Con respecto a la penetración de 0.2” su resultado es MDS al 100% su valor de CBR es 17.7% y para la MDS al 95% su valor de CBR es 15.4%.

Calicata 2 (C-02)

A. Compactación del suelo

Tabla XL

Resultado Proctor C-02

Resultado de Proctor C-02		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.928
	O.C.H (%)	13.15

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-02.

En la Tabla N°XL se muestran resultados del ensayo de Proctor de la C-02. Se obtuvo su M.D.S es 1.928 gr/ cm³, y su O.C.H de 13.15%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-02.

Tabla XLI

Resultados de CBR C-02

Resultado de CBR C-02			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración	100%	1.928	14.1
	95%	1.839	12.4
0.1 pulg.	100%	1.721	17.3
	95%	-	15.1

El resultado de CBR de la C-02, se observan en la tabla N°XLI donde se consideró una penetración de 0.1” su M.D.S al 100% el valor de CBR es 14.1% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 12.4%. Con respecto a la penetración de 0.2” los resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 17.3% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 15.1%.

Calicata 3 (C-03)

A. Compactación del suelo

Tabla XLII

Resultado Proctor C-03

Resultado de Proctor C-03		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.982
	O.C.H (%)	12.93

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03.

En la Tabla N°XLII se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-03. Se obtuvo su M.D.S es 1.982 gr/ cm³ y su O.C.H de 12.93%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis por medio del ensayo de CBR de la C-03.

Tabla XLIII

Resultados de CBR C-03

Resultado de CBR C-03			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.982	13.7
	95%	1.891	11.7
0.2 pulg.	100%	1.770	16.7
	95%	-	14.3

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03

Los resultados de CBR de la C-03, se observan en la tabla N°XLIII donde se consideró una penetración de 0.1” y sus resultados fueron para su MDS al 100% el valor de CBR es 14.3% y para su MDS de 95% su valor de CBR es 12.2%. Con respecto a la penetración de 0.2” se obtuvo como resultados para su MDS al 100% su valor de CBR es 17.4% y para la MDS al 95% su valor de CBR es 14.9%.

Calicata 4 (C-04)

A. Compactación del suelo

Tabla XLIV

Resultado Proctor C-04

Resultado Proctor C-04		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.993
	O.C.H (%)	12.91

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-04.

En la Tabla N°XLIV se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-04. Se obtuvo su M.D.S es 1.993 gr/ cm³, y su O.C.H de 12.91%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis por medio el ensayo de CBR de la C-04.

Tabla XLV

Resultados de CBR C-04

Resultado de CBR C-04			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración	100%	1.993	14.5
	95%	1.892	12.7
0.1 pulg.	100%	1.768	17.6

95%	-	15.5
-----	---	------

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-04

El resultado de CBR de la C-04, se observan en la tabla N°XLV donde se consideró una penetración de 0.1" su M.D.S al 100% el valor de CBR es 14.5% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 12.7%. Con respecto a la penetración de 0.2" los resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 17.6% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 15.5%.

Calicata 5 (C-05)

A. Compactación del suelo

Tabla XLVI

Resultado Proctor C-05

Resultado Proctor C-05		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.996
	O.C.H (%)	12.82

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-05.

En la Tabla N°XLVI se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-05. Se obtuvo su M.D.S es 1.996 gr/ cm³, y su O.C.H de 12.82%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis por medio el ensayo de CBR de la C-05.

Tabla XLVII

Resultados de CBR C-01

Resultado de CBR C-05			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.996	14.5

	95%	1.904	12.4
0.2 pulg.	100%	1.788	17.7
	95%	-	15.2

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-05

El resultado de CBR de la C-05, se observan en la tabla N°XLVII donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 14.5% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 12.4%. Con respecto a la penetración de 0.2" los resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 17.7% y para la MDS al 95% su valor de CBR es 15.2%.

Tabla XLVIII

Resumen de los ensayos de P.M y CBR para las 05 calicatas

Calicata	M.D.S(gr/cm ³)	O.C.H(%)	CBR 0.1"		CBR 0.2"	
			95%	100%	95%	100%
C-01	1.996	12.82	12.7	14.5	15.4	17.7
C-02	1.928	13.15	12.4	14.1	15.1	17.3
C-03	1.982	12.93	11.7	13.7	14.3	16.7
C-04	1.993	12.91	12.7	14.5	15.5	17.6
C-05	1.996	12.82	12.4	14.5	15.2	17.7

Nota. En la tabla se muestra el resumen de los resultados de Proctor Modificado de las calicatas.

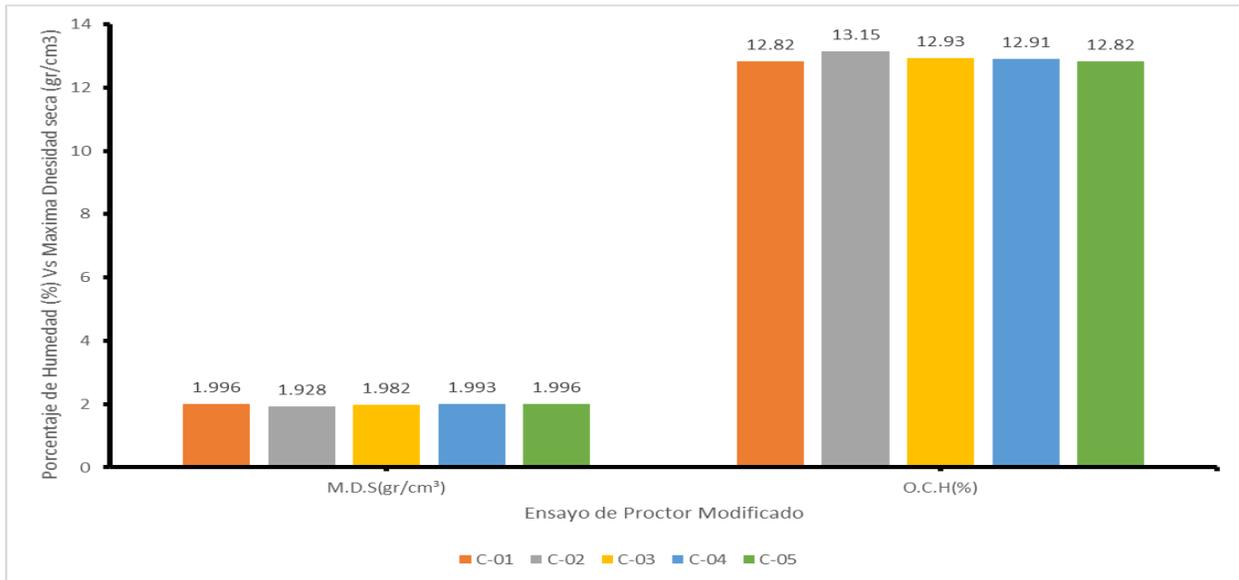


Fig. 36. Resumen de M.D.S y O.C.H de las 05 calicatas.

En la Figura 36 muestra los resultados con respecto al ensayo de Proctor modificado bajo la norma de ASTM D1557, su M.D.S: 1.996, 1.928, 1.982, 1.993, 1.996 gr/cm³ que corresponde a las siguientes calicatas C-01, C-02, C-03, C-04, C-05. Y con respecto al O.C.H se tuvo como resultado: 12.82%, 13.15%, 12.93%, 12.91%, 12.82%, correspondiente a las calicatas.

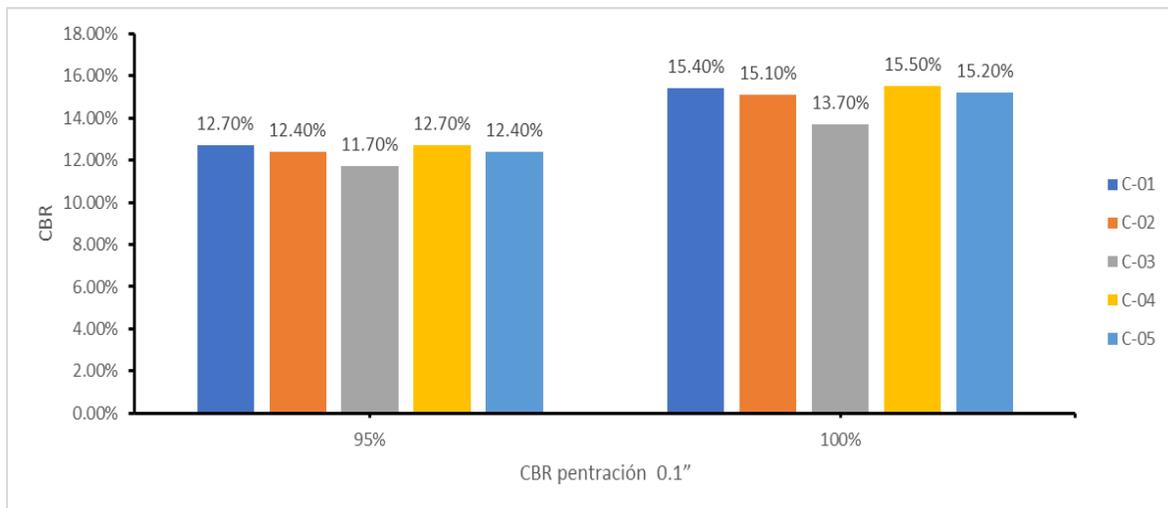


Fig. 37. Resultado del ensayo de CBR de las 05 calicatas.

En la Figura N°37, se observa el resumen de los resultados de las 05 calicatas, donde

se aprecia que los valores obtenidos cumplen con los parámetros de S3: Sub rasante buena y $CBR \geq 10\%$ y a $CBR < 20\%$ que son normados en la ASTM D1883. Entonces se optó por escoger la calicata con el valor de CBR más desfavorable y esta resulto la C-03 con un valor de CBR 11.70%.

En relación a los resultados obtenidos se procederá a realizar los ensayos correspondientes añadiendo las dos variables, siendo la primera de ellas el PET con dosificaciones de 2%,4%,6% y 8% y la segunda variable es la CCA con sus dosificaciones 6%,8%,10% y 12%, luego de ello, se realizarán las combinaciones de ambas variables.

Calicata 03 + 2%PET

A. Compactación del suelo

Tabla XLIX

Resultado Proctor C-03 con la adición del 2% de PET.

Resultado Proctor C-03 +2% PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.924
	O.C.H (%)	12.44

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:2%PET.

En la Tabla N°XLIX se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 2% de PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.924 gr/ cm³, y su O.C.H de 12.44%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 2% de PET.

Tabla L

Resultados de CBR C-03 con la adición de 2% de PET.

Resultado de CBR C-03 con la adición de 2% de PET		
%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)

Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.924	16.7
	95%	1.828	13.1
0.2 pulg.	100%	1.732	20.7
	95%	-	16.2

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:2%PET

Los resultados de CBR de la C-03 con la adición de 2% de PET, se observan en la tabla N° L donde se consideró una penetración de 0.1" su M.D.S al 100% el valor de CBR es 16.7% y su M.D.S de 95% su valor de CBR es 13.1%. Con respecto a la penetración de 0.2" los resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 20.7% y para la MDS al 95% su valor de CBR es 16.2%.

Calicata 03 +4%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LI

Resultado Proctor C-03 con la adición de 4% de PET

Resultado Proctor C-03+4%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.853
	O.C.H (%)	12.20

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:4%PET.

En la Tabla N°LI se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 4% de PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.853 gr/ cm³, y su O.C.H de 12.20%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 4% de PET.

Tabla LII

Resultados de CBR C-03 con la adición de 4% de PET

Resultado de CBR C-03 con la adición de 4% de PET			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.853	15.6
	95%	1.760	12.7
0.2 pulg.	100%	1.668	19.5
	95%	-	15.3

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:4%PET

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 4% de PET, se observan en la tabla N°LII donde se consideró una penetración de 0.1" su M.D.S al 100% el valor de CBR es 15.6% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 12.7%. Con respecto a la penetración de 0.2" su para su MDS al 100% su valor de CBR es 19.5% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 15.3%.

Calicata 03 +6%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LIII

Resultado Proctor con la adición de 6% de PET.

Resultado Proctor C-03+6%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.822
	O.C.H (%)	12.08

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:6%PET.

En la Tabla N°LIII se muestra los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 6% de PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.822 gr/ cm³, y su O.C.H de 12.08%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 6% de PET.

Tabla LIV

Resultados de CBR C-03 con la adición de 6% de PET.

Resultado de CBR C-03			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.822	15.2
	95%	1.731	12.5
0.2 pulg.	100%	1.640	18.1
	95%	-	14.8

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:6%PET

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 6% de PET, se observan en la tabla N°LIV donde se consideró una penetración de 0.1" su M.D.S al 100% el valor de CBR es 15.2% y su M.D.S de 95% su valor de CBR es 12.5%. Con respecto a la penetración de 0.2" los resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 18.1% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 14.8%.

Calicata 03 +8%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LV

Resultado Proctor C-03 con la adición de 8% de PET.

Resultado Proctor C-03+8%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.816
	O.C.H (%)	11.94

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:8%PET.

En la Tabla N°LV se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la

adición de 8% de PET. Con respecto a los resultados se tuvo que su M.D.S es 1.816 gr/ cm³, y también se obtuvo su O.C.H de 11.94%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 8% de PET.

Tabla LVI

Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de PET

Resultado de CBR C-03 con la adición de 8% de PET			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.816	14.9
	95%	1.725	12.1
0.2 pulg.	100%	1.634	17.8
	95%	-	14.3

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:8%PET

El resultado de CBR de la C-03, se observan en la tabla N°LVI donde se consideró una penetración de 0.1” y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 14.9% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 12.1%. Con respecto a la penetración de 0.2” se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 17.8% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 14.3%.

Tabla LVII

Resumen de la C-03 en combinación con 2%,4%,6%y 8% de PET

Calicata	M.D.S(gr/cm ³)	O.C.H(%)	CBR 0.1”		CBR 0.2”	
			95%	100%	95%	100%
C-03	1.982	12.93	11.7	13.7	14.3	16.7
C-03+2%PET	1.924	12.44	13.1	16.7	16.2	20.7
C-03+4%PET	1.853	12.20	12.7	15.6	15.3	19.5
C-03+6%PET	1.822	12.08	12.5	15.2	14.8	18.1
C-03+8%PET	1.816	11.94	12.1	14.9	14.3	17.8

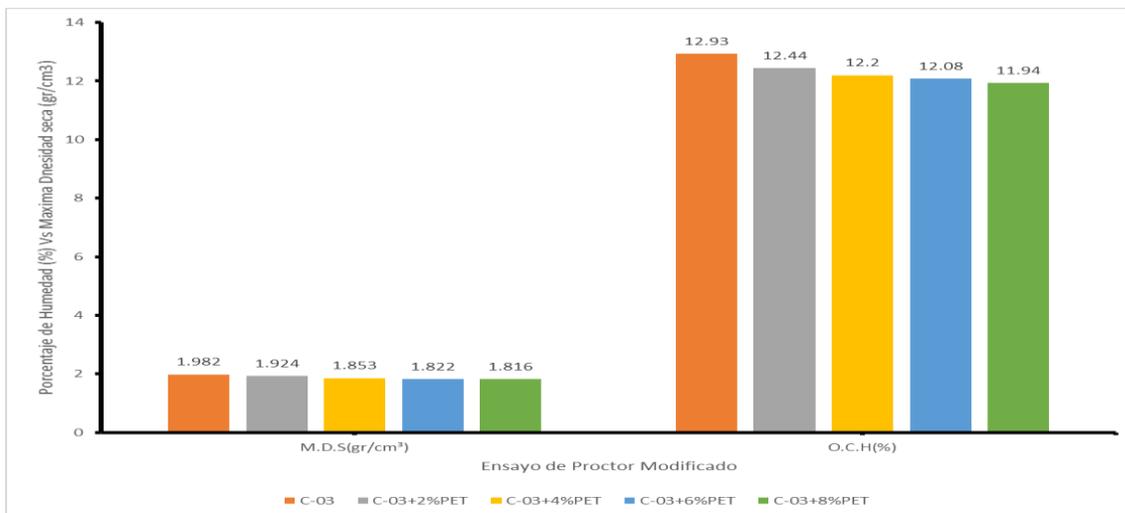


Fig. 38. Resultado del ensayo de Proctor Modificado con C-03:2%:4%:6%:8% de PET

En la Figura N°38 se observa el resumen de los resultados del ensayo de Proctor modificado de la C-03 adicionando:2%, 4%, 6% y 8% de PET se realizó este ensayo bajo la norma de ASTM D1557, donde se obtuvo los siguientes resultados para la M.D.S: 1.982, 1.924, 1.853, 1.822, 1.816 gr/cm³ Y con respecto al O.C.H se tuvo como resultado: 12.93%, 12.44%, 12.2%, 12.08%, 11.94%.

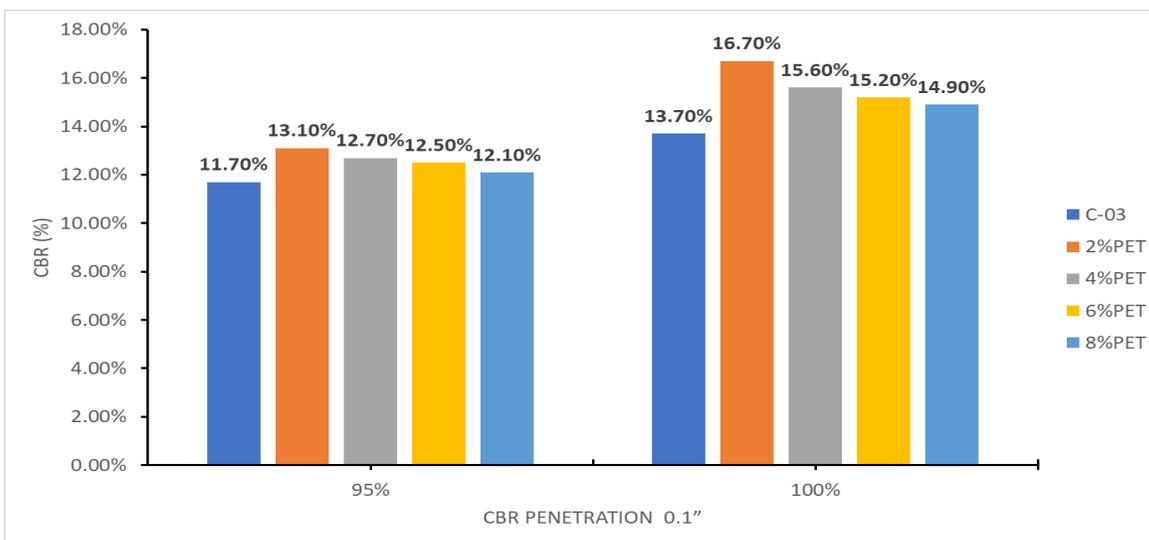


Fig. 39. Resultado de CBR de la C-03 en combinación de 2%, 4%, 6% Y 8% de PET.

En la Figura 39, se observa el resumen de los resultados de CBR de la muestra de C-03 añadiendo 2%, 4%, 6% Y 8% de PET, estos valores fueron 11.70%,13.10%,12.70%,12.50%

y 12.10%. al 95% de CBR, Con una penetración de 0.1”, donde se aprecia que los valores obtenidos cumplen con los parámetros de S3: Sub rasante buena y $CBR \geq 10\%$ y a $CBR < 20\%$ que son normados en la ASTM D1883. Se deduce que cuando se agrega el PET a la muestra de C03 su valor de CBR va descendiendo de manera progresiva, en otras palabras, a mayor PET menor será el valor de CBR, como se muestra en la gráfica, dando como resultado que la C-03 con la adición de 2%PET.al 95% de M.D.S y la penetración de 0.1” da un valor de CBR de 13.10%, siendo mayor este valor de CBR en comparación a adición de las demás dosificaciones.

Calicata 03 +6%CCA

A. Compactación del suelo

Tabla LVIII

Resultado Proctor de C-03 con la adición de 6% de CCA.

Resultado Proctor C-03+6%CCA		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.737
	O.C.H (%)	13.01

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:6%CCA.

En la Tabla N°LVIII se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 6% de CCA. Se obtuvo su M.D.S es 1.737 gr/ cm³, y su O.C.H de 13.01%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición del 6% de CCA.

Tabla LIX

Resultados de CBR de la C-03 con la adición de 6%CCA

Resultado de CBR C-03+6%CCA			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.737	21.2

	95%	1.650	15.3
0.2 pulg.	100%	1.563	25.0
	95%	-	18.0

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:6%CCA

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 6% de CCA, se observan en la tabla N°LIX donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 21.2% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 15.3%. Con respecto a la penetración de 0.2" los resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 25.0% y para la MDS al 95% su valor de CBR es 18.0%.

Calicata 03 +8%CCA

A. Compactación del suelo

Tabla LX

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 8% de CCA.

Resultado Proctor c-03+8%CCA		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.662
	O.C.H (%)	14.03

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:8%CCA.

En la Tabla N°LX se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 8% de CCA. Se obtuvo su M.D.S es 1.662 gr/ cm³, y su O.C.H de 14.03%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 6% de CCA.

Tabla LXI

Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA.

Resultado de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA.			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.662	24.9

	95%	1.573	17.2
0.2 pulg.	100%	1.499	29.2
	95%	-	20.3

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:8%CCA

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA., se observan en la tabla N°LXI donde se consideró una penetración de 0.1" su M.D.S al 100% el valor de CBR es 24.9% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 17.2%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 29.2% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 20.3%.

Calicata 03 +10%CCA

A. Compactación del suelo

Tabla LXII

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA.

Resultado Proctor C-03+10%CCA		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.642
	O.C.H (%)	15.41

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:10%CCA.

En la Tabla N°LXII se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA. Se obtuvo su M.D.S es 1.642 gr/ cm³, y su O.C.H de 15.41%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA.

Tabla LXIII

Resultados de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA.

Resultado de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA.		
%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)

Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.642	28.9
	95%	1.560	20.2
0.2 pulg.	100%	1.478	33.7
	95%	-	23.5

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:10%CCA

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA, se observan en la tabla N°LXIII donde se consideró una penetración de 0.1" M.D.S al 100% el valor de CBR es 28.9% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 20.2%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su MDS al 100% su valor de CBR es 33.7% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 23.5%.

Calicata 03 +12%CCA

A. Compactación del suelo

Tabla LXIV

Resultado Proctor de la C-3 con la adición de 12% de CCA.

Resultado Proctor C-03+12%CCA		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.587
	O.C.H (%)	14.91

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:12%CCA.

En la Tabla N°LXIV se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA. Se obtuvo que su M.D.S es 1.587 gr/ cm³, y su O.C.H de 14.91%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA.

Tabla LXV

Resultados de CBR C-03 con la adición de 12% de CCA.

Resultado de CBR C-03 con la adición de 12% de CCA.			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.587	25.4
	95%	1.495	18.5
	100%	1.428	29.9
0.2 pulg.	95%	-	21.8

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:12%CCA

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA, se observan en la tabla N°LXV donde se consideró una penetración de 0.1" M.D.S al 100% el valor de CBR es 25.4% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 18.5%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su MDS al 100% su valor de CBR es 29.9% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 21.8%.

Tabla LXVI

Resumen del Ensayo Proctor con la adición de 6%,8%,10% y 12% de CCA

Calicata	M.D.S(gr/cm ³)	O.C.H(%)	CBR 0.1"		CBR 0.2"	
C-03	1.982	12.93	95%	100%	95%	100%
C-03+6%CCA	1.737	13.01	11.70	13.7	14.3	16.7
C-03+8%CCA	1.662	14.03	15.3	21.2	18.0	25.0
C-03+10%CCA	1.642	15.41	17.2	24.9	20.3	29.2
C-03+12%CCA	1.587	14.91	20.2	28.9	33.7	23.5
			18.5	25.4	21.8	29.9

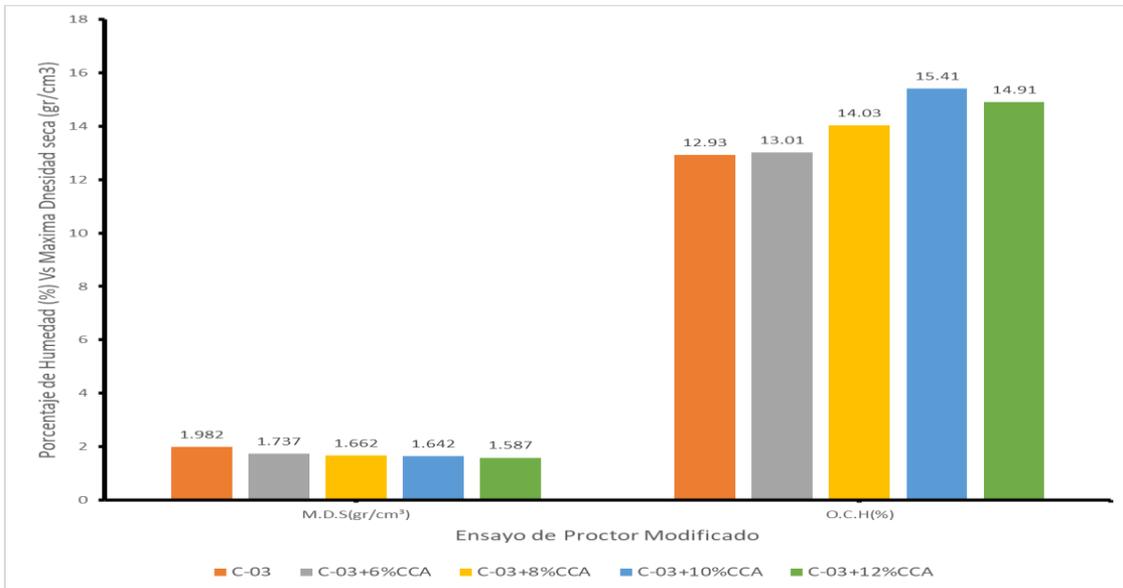


Fig. 40. Ensayo de Proctor modificado con la C-03 adicionando 6%:8%:10%:12% de CCA

En la Figura N°40 se observa el resultado del ensayo de Proctor modificado de la C-03 adicionando: 6%,8%,10% y 12% de CCA se realizó este ensayo bajo la norma de ASTM D1557, donde se obtuvo los siguientes resultados para la M.D.S: 1.982, 1.737, 1.662, 1.642, 1.587 gr/cm³ que correspondiente. Y con respecto al O.C.H se tuvo como resultado:12.93%, 13.01%, 14.03%, 15.41%, 14.91%, correspondientes.

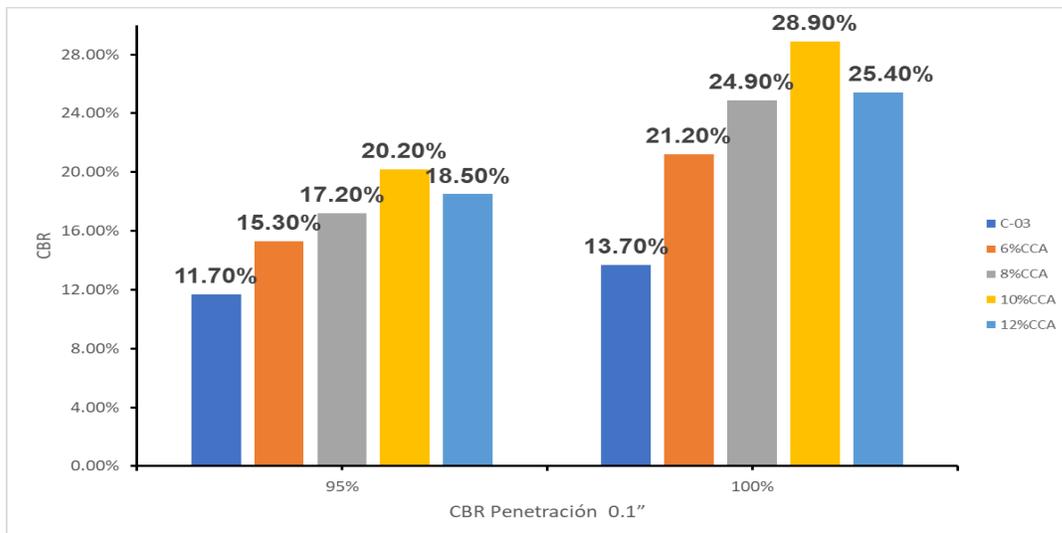


Fig. 41. Resultado de ensayo de CBR de C-03:6%,8%,10% y 12% de CCA

De la Figura 41, se observa el resultado de CBR de la muestra de C-03 añadiendo 6%, 8%, 10% Y 12% de CCA, estos valores fueron 11.70%, 15.30%, 17.20%, 20.20% y 18.50% al 95% de CBR, con una penetración de 0.1”, donde se aprecia que los valores obtenidos cumplen con los parámetros de S3: Sub rasante buena y $CBR \geq 10\%$ y a $CBR < 20\%$ que son normados en la ASTM D1883. Se deduce que cuando se agrega el CCA a la muestra de C03 su valor de CBR va ascendiendo de manera progresiva, pero llega a cierto punto de quiebre donde comienza descender, como se observa en la imagen dando como resultado que la C-03 con la adición de 10% CCA al 95% de M.D.S y la penetración de 0.1” da un valor de CBR de 28.90%, siendo mayor este valor de CBR en comparación a adición de las demás dosificaciones.

Calicata 03 +6%CCA+2%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LXVII

Resultado Proctor C-03 con la adición de 6% de CCA+ 2%PET.

Resultado Proctor C-03+6%CCA+2%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.726
	O.C.H (%)	12.78

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:6%CCA:2%PET.

En la Tabla N°LXVII se muestra los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 2%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.726 gr/ cm³, y su O.C.H de 12.78%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 2%PET.

Tabla LXVIII

Resultados de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 2%PET.

Resultado de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 2%PET			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración 0.1 pulg.	100%	1.726	23.8
	95%	1.638	16.4
	100%	1.555	28.1
0.2 pulg.	95%	-	19.3

El resultado CBR de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 2%PET, se observan en la tabla N°LXVIII donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 23.8% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 16.4%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su MDS al 100% su valor de CBR es 28.1% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 19.3%.

Calicata 03 +8%CCA+2%PET**A. Compactación del suelo****Tabla LXIX**

Resultado Proctor C-03 con la adición de 8% de CCA+ 2%PET

Resultado Proctor C-03+8%CCA+2%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.795
	O.C.H (%)	13.27

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:8%CCA:2%PET.

En la Tabla N°LXIX se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 2%PET. Se obtuvo la M.D.S es 1.795 gr/ cm³, y su O.C.H de 13.27%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 2%PET.

Tabla LXX

Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 2%PET

Resultado de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 2%PET			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.795	25.6
	95%	1.709	18.2
0.2 pulg.	100%	1.616	30.9
	95%	-	22.0

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:6%CCA:2%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 2%PET, se observan en la Tabla LXX donde se consideró una penetración de 0.1" y su MDS al 100% el valor de CBR es 25.6% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 18.2%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 30.9% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 22.0%.

Calicata 03 +10%CCA+2%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LXXI

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 2%PET.

Resultado Proctor C-03+10%CCA+2%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.774
	O.C.H (%)	14.02

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:10%CCA:2%PET.

En la Tabla N°LXXI se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la

adición de 10% de CCA+ 2%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.774 gr/cm³ y su O.C.H de 14.02%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA + 2%PET.

Tabla LXXII

Resultados de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA+ 2%PET.

Resultado de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 2%PET			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.774	27.8
	95%	1.683	21.7
0.2 pulg.	100%	1.596	33.4
	95%	-	26.1

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:10%CCA:2%PET

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 2%PET, se observan en la tabla N°LXXII donde se consideró una penetración de 0.1” y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 27.8% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 21.7%. Con respecto a la penetración de 0.2” se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 33.4% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 26.1%.

Calicata 03 +12%CCA+2%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LXXIII

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 2%PET.

Resultado Proctor C-03+12%CCA+2%PET		
Características del	Peso	6172
Molde	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.781
	O.C.H (%)	13.80

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:12%CCA:2%PET.

En la Tabla N°LXXIII se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 2%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.781 gr/ cm³, y su O.C.H de 13.80%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 2%PET.

Tabla LXXIV

Resultados de CBR C-03 con la adición de 12% de CCA+ 2%PET.

Resultado de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 2%PET.			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.781	26.0
	95%	1.692	19.3
0.2 pulg.	100%	1.595	31.2
	95%	-	23.1

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:12%CCA:2%PET

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 2%PET, se observan en la Tabla LXXIV donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 26.0% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 19.3%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 31.2% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 23.1%.

Tabla LXXV

Resumen de la combinación C1: C-03:2%PET (6%,8%,10% Y 12% de CCA.)

Calicata	M.D.S(gr/c m ³)	O.C.H(%)	CBR 0.1"		CBR 0.2"	
			95%	100%	95%	100%
C-03	1.982	12.93	11.7	13.7	14.3	16.7
C-03+6%CCA+2%PET	1.726	12.78	16.4	23.8	19.3	28.1
C-03+8%CCA+2%PET	1.795	13.27	18.2	25.6	22	30.9
C-03+10%CCA+2%PET	1.774	14.02	21.7	27.8	26.1	33.4
C-03+12%CCA+2%PET	1.781	13.80	19.3	26.0	23.1	31.2

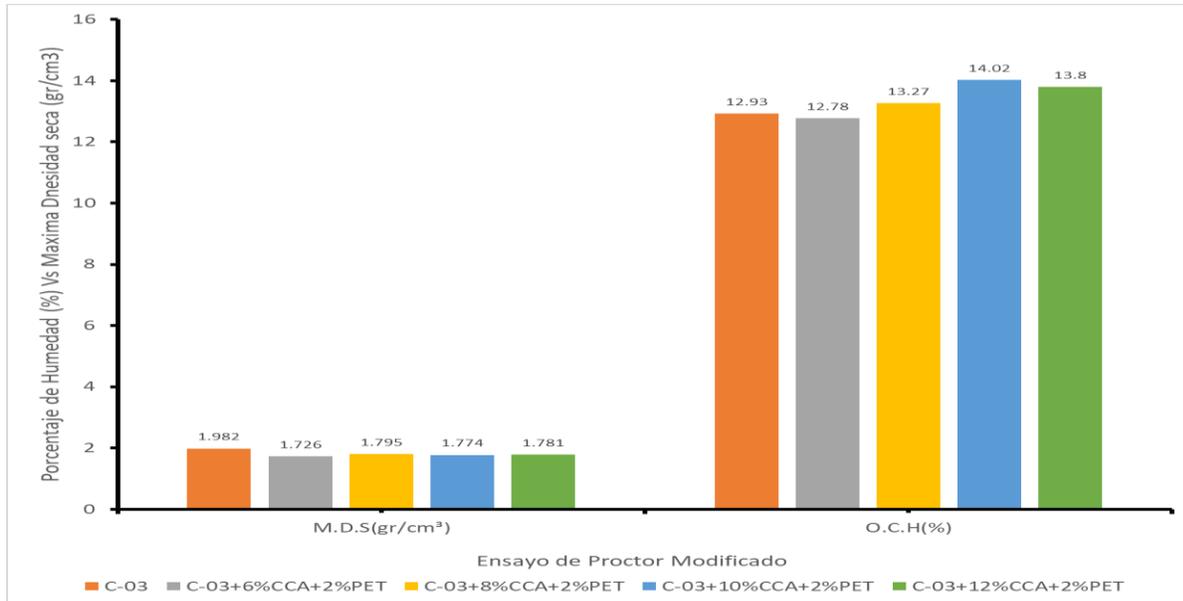


Fig. 42. Ensayo Proctor de la C-03:2%PET con la adición de 6%:8%:10%:12% de CCA

Con respecto al ensayo de Proctor modificado de la combinación de C-03 adicionando 2%PET con (6%,8%,10% y 12% de CCA), se realizó este ensayo bajo la norma de ASTM D1557, donde se obtuvo los siguientes resultados para la M.D.S:1.982, 1.726, 1.795, 1.774, 1.781 gr/cm³, correspondiente. Y con respecto al O.C.H se tuvo como resultado :12.93%, 12.78%, 13.27%, 14.02%, 13.08%, correspondiente.

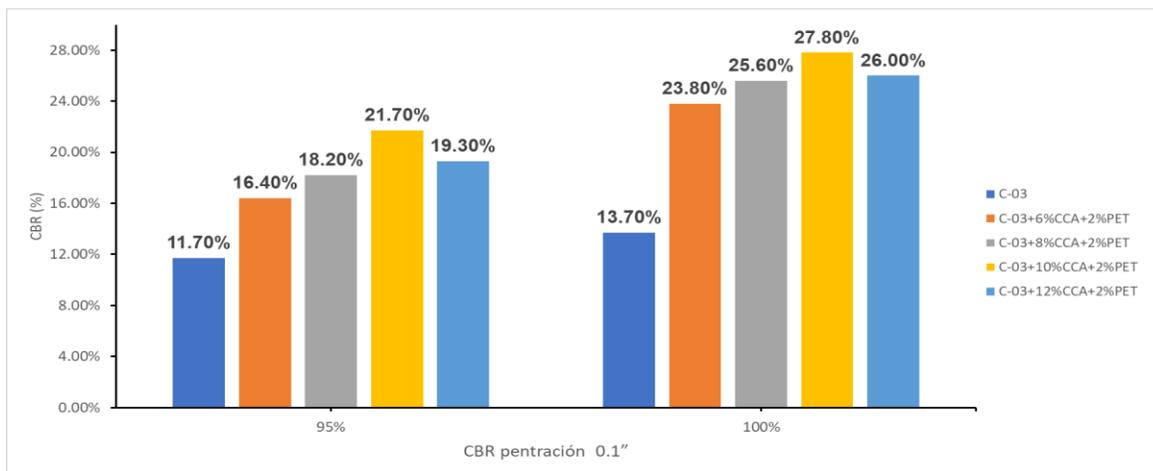


Fig. 43. Resultado de ensayo de CBR COMBINACION DE C-03+ 2% PET + (6%,8%,10% y 12% de CCA).

De la figura 43, se observa los resultados de CBR de la de la combinación de C-03

adicionando + 2% PET + (6%,8%,10% y 12% de CCA), estos valores fueron 11.70%,16.40%,18.20%,21.70% y 19.30% al 95% de CBR, Con una penetración de 0.1”, donde se aprecia que los valores obtenidos cumplen con los parámetros de S4: Sub rasante muy buena y $CBR \geq 20\%$ y a $CBR < 30\%$ que son normados en la ASTM D1883. Se deduce que cuando a la C-03 se adiciona el 2% PET + (6%,8%,10% y 12% de CCA), los valores comienzan ascender de manera progresiva, hasta que el punto óptimo que es 2%PET+10%CCA sus valores al 95% de M.D.S y penetración de 0.1” da un valor de CBR de 21.70%, siendo mayor este valor de CBR en comparación a la adición de las demás dosificaciones.

Calicata 03 +6%CCA+4%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LXXVI

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 4%PET.

Resultado Proctor C-03+6%CCA+4%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.714
	O.C.H (%)	12.51

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:6%CCA:4%PET.

En la Tabla N°LXXVI se muestran los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 4%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.714 gr/ cm³ y su O.C.H de 12.51%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 4%PET.

Tabla LXXVII

Resultados de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 4%PET.

Resultado de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 4%PET			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.714	22.1
	95%	1.640	16.0
0.2 pulg.	100%	1.536	25.7
	95%	-	18.7

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:6%CCA:4%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 4%PET, se observan en la tabla N°LXXVII donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 22.1% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 16.0%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su MDS al 100% su valor de CBR es 25.7% y para la MDS al 95% su valor de CBR es 18.7%.

Calicata 3 +8%CCA+4%PET**A. Compactación del suelo****Tabla LXXVIII**

Resultado Proctor C-03 con la adición de 8% de CCA+ 4%PET

Resultado Proctor C-03+8%CCA+4%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.748
	O.C.H (%)	13.12

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:8%CCA:4%PET.

En la Tabla N°LXXVIII se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 4%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.748 gr/ cm³, y su O.C.H de 13.12%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 4%PET.

Tabla LXXIX

Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 4%PET.

Resultado de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 4%PET			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.748	23.0
	95%	1.659	17.8
0.2 pulg.	100%	1.573	27.7
	95%	-	21.4

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:8%CCA:4%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 4%PET, se observan en la tabla N°LXXIX donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 23.0% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 17.8%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 27.7% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 21.4%.

Calicata 03 +10%CCA+4%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LXXX

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 4%PET.

Resultado Proctor C-03+10%CCA+4%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.741
	O.C.H (%)	13.87

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:10%CCA:4%PET.

En la Tabla N°LXXX se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03

con la adición de 10% de CCA+ 4%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.741 gr/cm³, y su O.C.H de 123.87%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 4%PET.

Tabla LXXXI

Resultados de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA+ 4%PET.

Resultado de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 4%PET				
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)	
Penetración				
	0.1 pulg.	100%	1.741	25.5
		95%	1.652	21.3
0.2 pulg.	100%	1.558	29.7	
	95%	-	24.9	

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:10%CCA:4%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 4%PET, se observan en la tabla N° LXXXI donde se consideró una penetración de 0.1” y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 25.5% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 21.3%. Con respecto a la penetración de 0.2” se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 29.7% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 24.9%.

Calicata 03 +12%CCA+4%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LXXXII

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 4%PET.

Resultado Proctor C-03+12%CCA+4%PET		
Características del Molde	Peso	6172

Volumen(cm ³)	2136
M.D.S (gr/ cm ³)	1.744
O.C.H (%)	13.62

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:12%CCA:4%PET.

En la Tabla N°LXXXII se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 4%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.744 gr/ cm³ y su O.C.H de 13.62%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 4%PET.

Tabla LXXXIII

Resultados de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 4%PET.

Resultado de la CBR C-03 con la adición de 12% de CCA+ 4%PET.			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.744	24.0
	95%	1.655	19.0
0.2 pulg.	100%	1.550	28.8
	95%	-	22.8

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:12%CCA:4%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 4%PET, se observan en la tabla N°LXXXIII donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 24.0% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 19.0%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 28.8% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 22.8%.

Tabla LXXXIV

Resumen de la combinación Muestra de C-03+4%PET (6%,8%,10% y 12% de CCA).

Calicata	M.D.S(gr/cm ³)	O.C.H(%)	CBR 0.1"		CBR 0.2"	
			95%	100%	95%	100%
C-03	1.982	12.93	11.7	13.7	14.3	16.7

C-03+6%CCA+4%PET	1.714	12.51	16.0	22.1	18.7	25.7
C-03+8%CCA+4%PET	1.748	13.12	17.8	23.0	21.4	27.7
C-03+10%CCA+4%PET	1.741	13.87	21.3	25.5	24.9	29.7
C-03+12%CCA+4%PET	1.744	13.62	19.0	24.0	22.8	28.8

Nota. En la tabla se muestra el resumen de los ensayos Proctor Modificado y CBR de la combinación C2:4%PET:6%:8%:10%:12%CCA.

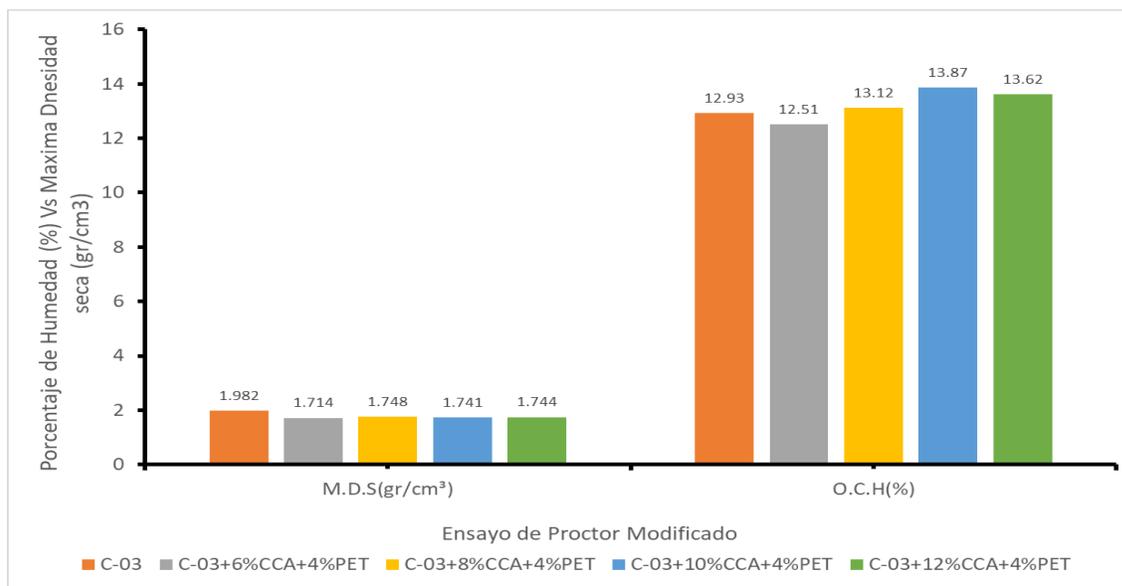


Fig. 44. Ensayo Proctor de C2: C-03:4%PET con la adición de 6%:8%:10%:12% de CCA

En la figura N°44 se observa el resultado del ensayo de Proctor modificado de la combinación de C-03 adicionando 4%PET y (6%,8%,10% y 12% de CCA), se realizó este ensayo bajo la norma de ASTM D1557, sus resultados para la M.D.S:1.982, 1.714, 1.748, 1.741, 1.744 gr/cm³ que corresponde a las siguientes dosificaciones 4%PET + (6%,8%,10% y 12% de CCA). Y con respecto al O.C.H se tuvo como resultado :12.93%, 12.51%, 13.12%,

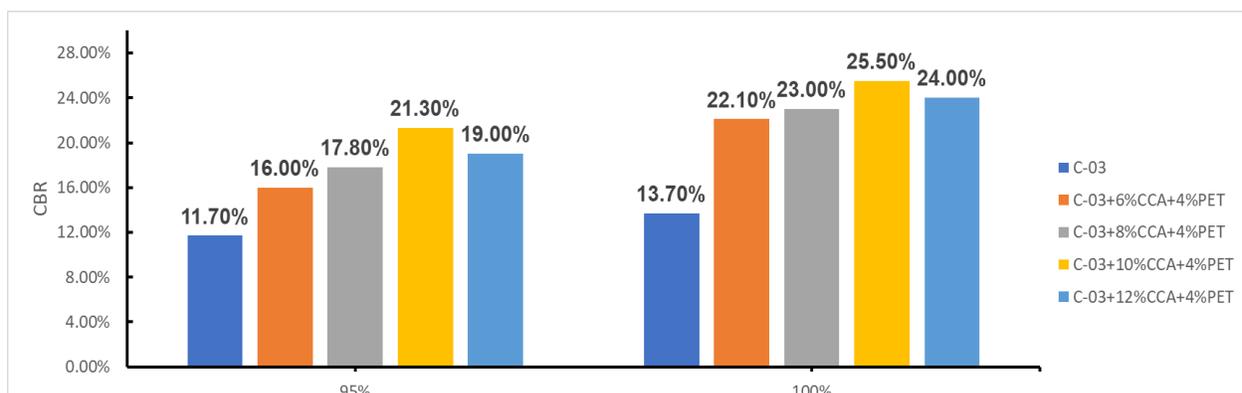


Fig. 45. Resultado de ensayo de CBR Combinación C2: 4%PET + (6%,8%,10% y 12% de CCA).

13.87%, 13.62%, correspondiente a las dosificaciones C-03 + 4%PET + (6%, 8%, 10% y 12% de CCA).

Del grafico anterior, se observa el resumen de los resultados de CBR de la de la combinación de C-03 adicionando 4%PET + (6%,8%,10% y 12% de CCA), estos valores fueron 11.70%,16.0%,17.80%,21.30% y 19.0% al 95% de CBR, Con una penetración de 0.1", donde se aprecia que los valores obtenidos cumplen con los parámetros de S3: Sub rasante buena y $CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$ que son normados en la ASTM D1883. Se deduce que cuando al 4%PET se adiciona (6%,8%,10% y 12% de CCA), los valores comienzan ascender de manera progresiva, el óptimo es la combinación de C-03+4% PET +10 CCA sus valores al 95% de M.D.S y penetración de 0.1" da un valor de CBR de 21.30%, siendo mayor este valor de CBR en comparación a la adición de las demás dosificaciones y clasificándose como S4: Sub rasante muy buena y $CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30\%$.

Calicata 03 +6%CCA+6%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LXXXV

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 6%PET.

Resultado Proctor con la adición de 6% de CCA+ 6%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.668
	O.C.H (%)	12.20

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:6%CCA:6%PET.

En la Tabla N°LXXXV se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 6%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.668 gr/ cm³ y su O.C.H de 12.20%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 6%PET.

Tabla LXXXVI

Resultados de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 6%PET.

Resultado de CBR de la C-03 + 6% de CCA+ 6%PET			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.668	20.0
	95%	1.588	15.7
0.2 pulg.	100%	1.502	23.2
	95%	-	18.3

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:6%CCA:6%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 6%PET, se observan en la Tabla LXXXVI donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 20.0% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 15.7%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 23.2% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 18.3%.

Calicata 03 +8%CCA+6%PET**A. Compactación del suelo****Tabla LXXXVII**

Resultado Proctor de C-03 con la adición de 8% de CCA+ 6%PET.

Resultado Proctor C-03+8%CCA+6%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.712
	O.C.H (%)	13.05

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:8%CCA:6%PET.

En la Tabla N°LXXXVII se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 6%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.712 gr/ cm³, y su O.C.H de 13.05%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 6%PET.

Tabla LXXXVIII

Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 6%PET.

Resultado de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 6%PET			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración 0.1 pulg.	100%	1.712	21.1
	95%	1.620	17.4
	100%	1.520	25.5
0.2 pulg.	95%	-	21.0

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:8%CCA:6%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 6%PET, se observan en la tabla N°LXXXVIII donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S. al 100% el valor de CBR es 21.1% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 17.4%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 25.5% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 21.0%.

Calicata 03 +10%CCA+6%PET

A. Compactación del suelo

Tabla LXXXIX

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 6%PET.

Resultado Proctor C-03+10%CCA+6%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.734
	O.C.H (%)	13.46

En la Tabla N°LXXXIX se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 6%PET. Con respecto a los resultados se tuvo que su M.D.S es 1734

gr/ cm³, y también se obtuvo su O.C.H de 13.46%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 6%PET.

Tabla XC

Resultados de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA+ 6%PET.

Resultado de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 6%PET.			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.734	23.6
	95%	1.652	20.2
0.2 pulg.	100%	1.520	28.3
	95%	-	24.3

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:10%CCA:6%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 6%PET, se observan en la tabla N°XC donde se consideró una penetración de 0.1” y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 23.6% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 20.2%. Con respecto a la penetración de 0.2” se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 28.3% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 24.3%.

Calicata 03 +12%CCA+6%PET

A. Compactación del suelo

Tabla XCI

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 6%PET.

Resultado Proctor C-03+12%CCA+6%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.731

O.C.H (%)	13.12
-----------	-------

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:12%CCA:6%PET.

En la Tabla N°XCI se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 6%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.731 gr/ cm³ y su O.C.H de 13.12%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 6%PET.

Tabla XCII

Resultados de CBR C-03 con la adición de 12% de CCA+ 6%PET

Resultado de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 6%PET.			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.732	22.0
	95%	1.649	18.6
0.2 pulg.	100%	1.535	26.4
	95%	-	22.3

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:10%CCA:6%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 6%PET, se observan en la tabla N°XCII donde se consideró una penetración de 0.1” y su M.D. S al 100% el valor de CBR es 22.0% y para su M.D. S de 95% su valor de CBR es 18.6%. Con respecto a la penetración de 0.2” se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 26.4% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 22.3%.

Tabla XCIII

Resumen de la combinación Muestra de C-03+6%PET (6%,8%,10%y 12% de CCA.)

Calicata	M.D.S(gr/cm ³)	O.C.H(%)	CBR 0.1"		CBR 0.2"	
C-03	1.982	12.93	95%	100%	95%	100%
C-03+6%CCA+6%PET	1.668	12.20	11.7	13.7	14.3	16.7
C-03+8%CCA+6%PET	1.712	13.05	15.7	20.0	18.3	23.2
C-03+10%CCA+6%PET	1.734	13.46	17.4	21.1	21.0	17.4
C-03+12%CCA+6%PET	1.731	13.12	20.2	23.6	24.3	28.3
C-03+12%CCA+6%PET	1.731	13.12	18.6	22.0	22.3	26.4

Nota. En la tabla se muestra el resumen de los ensayos Proctor Modificado y CBR de la combinación C3:8%PET:6%:8%:10%:12%CCA.

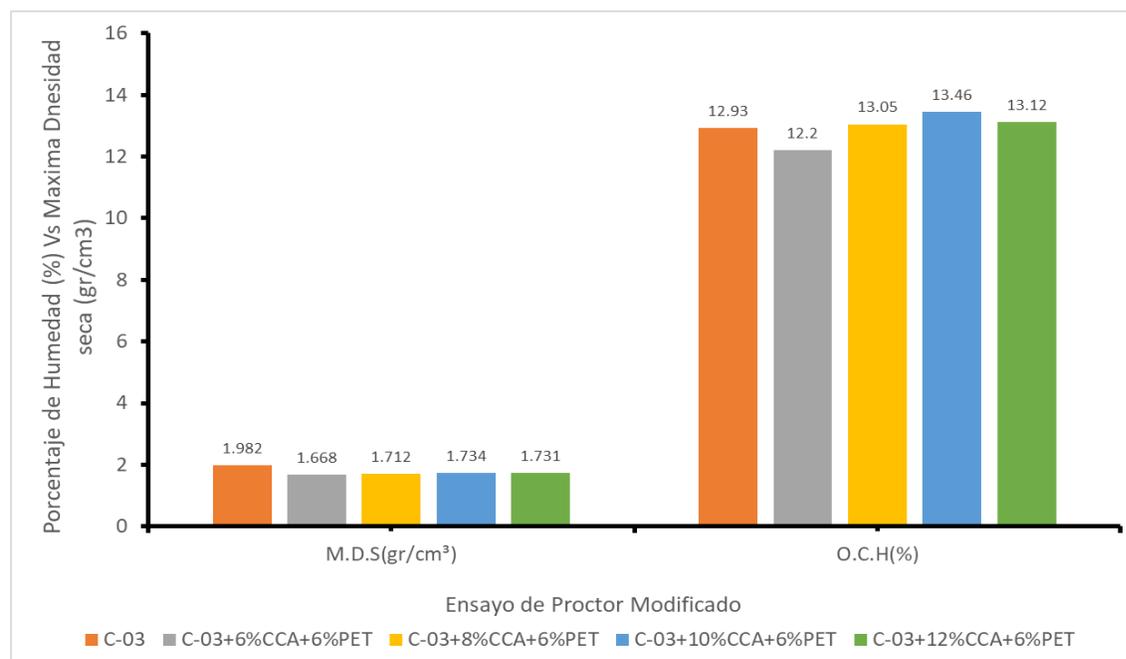


Fig. 46. Ensayo Proctor de C3: C-03:6%PET con la adición de 6%:8%:10%:12% de CCA.

En la figura N°46 se aprecia los resultados del ensayo de Proctor modificado de la combinación de C-03 adicionando 6%PET y (6%,8%,10% y 12%) de CCA, se realizó este ensayo bajo la norma de ASTM D1557, los resultados para la M.D.S:1.982, 1.668, 1.712, 1.734, 1.731 gr/cm³ que corresponde a las siguientes dosificaciones C-03+ 6% PET + (6%,8%,10% y 12%) de CCA. Y con respecto al O.C.H se tuvo como resultado :12.93%, 12.2%, 13.05%, 13.46% y 13.12%, correspondiente a las dosificaciones C-03 + 6%PET + (6%,8%,10%y12% de CCA).

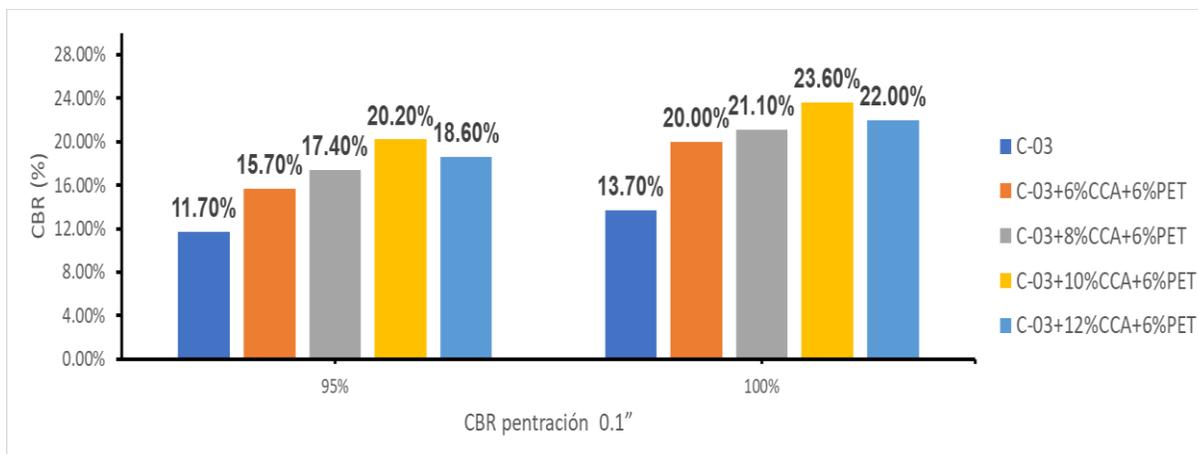


Fig. 47. Resultado del ensayo de CBR combinación C-03: 6%PET :6%, 8%, 10% y 12% de CCA.

Del grafico anterior, se observa los resultados de CBR de la de la combinación de C-03 adicionando 6% PET y (6%,8%,10% y 12%) de CCA, estos valores fueron 11.70%,15.70%,17.40%,20.20% y 18.60% al 95% de CBR, Con una penetración de 0.1", donde se aprecia que los valores obtenidos cumplen con los parámetros de S3: Sub rasante buena y $CBR \geq 10\%$ y a $CBR < 20\%$ que son normados en la ASTM D1883. Se deduce que cuando al 6%PET se le adiciona (6%,8%,10% y 12%) de CCA, los valores comienzan ascender de manera progresiva, el resultado optimo es la combinación de C-03+6% PET+10%CCA sus valores al 95% de M.D.S y penetración de 0.1" da un valor de CBR de 20.20%, siendo mayor este valor de CBR en comparación a la adición de las demás dosificaciones.

Calicata 03 +6%CCA+8%PET

A. Compactación del suelo

Tabla XCIV

Resultado Proctor C-03 con la adición de 6% de CCA+ 8%PET.

Resultado Proctor c-03+6%CCA+8%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.597
	O.C.H (%)	12.09

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:6%CCA: 8%PET.

En la Tabla N°XCIV se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 8%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.597 gr/ cm³, y su O.C.H de 12.09%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 8%PET.

Tabla XCV

Resultados de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 8%PET.

Resultado de CBR C-03 con la adición de 6% de CCA+ 8%PET			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.597	18.9
	95%	1.518	15.0
0.2 pulg.	100%	1.437	22.4
	95%	-	17.8

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:6%CCA:8%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 6% de CCA+ 8%PET, se observan en la tabla N°XCV donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 18.9% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 15.0%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 22.4% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 17.8%.

Calicata 03 +8%CCA+8%PET

A. Compactación del suelo

Tabla XCVI

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 8%PET.

Resultado Proctor C-03+8%CCA+8%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.663
	O.C.H (%)	12.43

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:8%CCA: 8%PET.

En la Tabla N°XCVI se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 8%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.663 gr/ cm³, y su O.C.H de 12.43%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 8%PET.

Tabla XCVII

Resultados de CBR C-03 con la adición de 8% de CCA+ 8%PET.

Resultado de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 8%PET.			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.663	19.6
	95%	1.579	16.8
0.2 pulg.	100%	1.433	23.9
	95%	-	20.5

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:8%CCA:8%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 8% de CCA+ 8%PET, se observan en la Tabla XCVII donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 19.6% y para su M.D.S de 95% su valor de CBR es 16.8%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 23.9% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 20.5%.

Calicata 03 +10%CCA+8%PET

A. Compactación del suelo

Tabla XCVIII

Resultado Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 8%PET.

Resultado Proctor C-03+10%CCA+8%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.706
	O.C.H (%)	12.82

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:10%CCA:8%PET.

En la Tabla N°XCVIII se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 8%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.706 gr/ cm³, y su O.C.H de 12.82%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 8%PET.

Tabla XCIX

Resultados de CBR C-03 con la adición de 10% de CCA+ 8%PET.

Resultado de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 8%PET.			
	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
	0.1 pulg.		
	100%	1.706	21.3
	95%	1.594	19.6
0.2 pulg.	100%	1.449	25.5
	95%	-	23.5

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:10%CCA:8%PET.

El resultado de CBR de la C-03 con la adición de 10% de CCA+ 8%PET., se observan en la tabla N°XCIX donde se consideró una penetración de 0.1" y su MDS al 100% el valor de CBR

es 21.3% y para su MDS de 95% su valor de CBR es 19.6%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su MDS al 100% su valor de CBR es 25.5% y para la MDS al 95% su valor de CBR es 23.5%.

Calicata 03 +12%CCA+8%PET

A. Compactación del suelo

Tabla C

Resultado Proctor c-03 con la adición de 12% de CCA+ 8%PET.

Resultado Proctor C-03+12%CCA+8%PET		
Características del Molde	Peso	6172
	Volumen(cm ³)	2136
	M.D.S (gr/ cm ³)	1.656
	O.C.H (%)	12.81

Nota. En la tabla se muestra el resultado de Proctor Modificado de la C-03:10%CCA: 8%PET.

En la Tabla N°C se observa los resultados del ensayo de Proctor de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 8%PET. Se obtuvo su M.D.S es 1.656 gr/ cm³, y también se obtuvo su O.C.H de 12.81%.

B. Comportamiento mecánico del suelo

Análisis mediante el ensayo de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 8%PET.

Tabla CI

Resultados de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 8%PET.

Resultado de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 8%PET.

	%	M.D.S (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
Penetración			
0.1 pulg.	100%	1.656	20.0
	95%	1.567	18.0
0.2 pulg.	100%	1.428	24.3
	95%	-	21.8

Nota. En la tabla se muestra el resultado de CBR de la C-03:12%CCA:8%PET.

Los resultados de CBR de la C-03 con la adición de 12% de CCA+ 8%PET, se observan en la tabla N°CI donde se consideró una penetración de 0.1" y su M.D.S al 100% el valor de CBR es 20.0% y para su MDS de 95% su valor de CBR es 18.0%. Con respecto a la penetración de 0.2" se obtuvo como resultados para su M.D.S al 100% su valor de CBR es 24.3% y para la M.D.S al 95% su valor de CBR es 21.8%.

Tabla CII

Resumen de la combinación Muestra de C-03+8%PET (6%,8%,10% Y 12% de CCA.)

Calicata	M.D.S(gr/cm ³)	O.C.H(%)	CBR 0.1"		CBR 0.2"	
			95%	100%	95%	100%
C-03	1.982	12.93	11.7	13.7	14.3	16.7
C-03+6%CCA+8%PET	1.597	12.09	15.0	18.9	17.8	22.4
C-03+8%CCA+8%PET	1.663	12.43	16.8	19.6	20.5	23.9
C-03+10%CCA+8%PET	1.706	12.82	19.6	21.3	23.5	25.5
C-03+12%CCA+8%PET	1.656	12.81	18.0	20.0	21.8	24.8

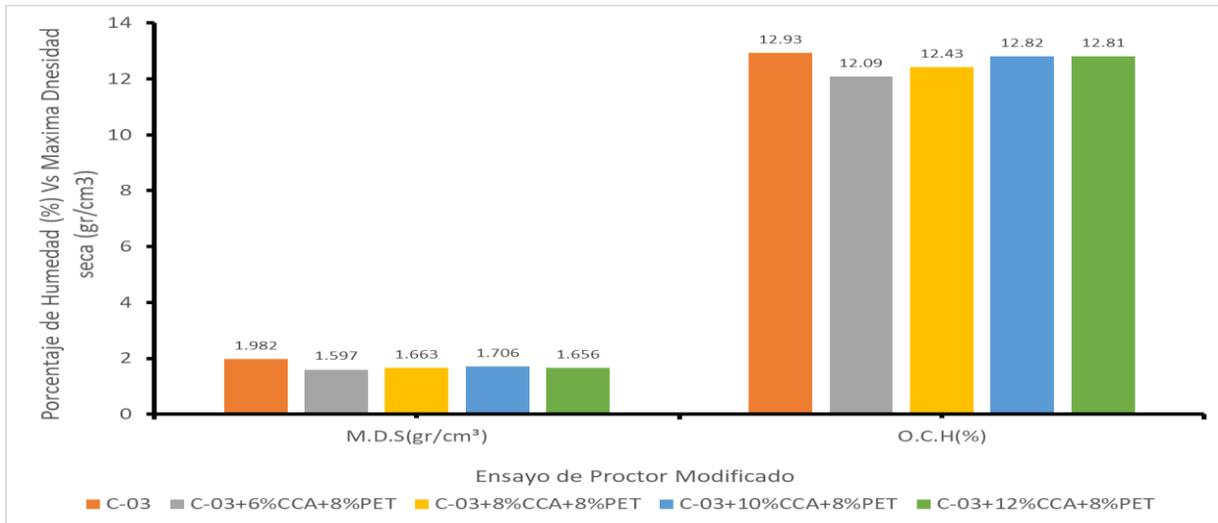


Fig. 48. Ensayo Proctor de C-03:8%PET con la adición de 6%:8%:10%:12% de CCA

En la figura N°48 se observa los resultados del ensayo de Proctor modificado de la combinación de C-03 adicionando 8%PET y (6%,8%,10% y 12%) de CCA se realizó este ensayo bajo la norma de ASTM D1557, los siguientes resultados para la M.D.S:1.982,1.597,1.663, 1.706,1.656gr/cm³ correspondiente. Y con respecto al O.C.H se tuvo como resultado: 12.93%, 12.09%, 12.43%, 12.82% y 12.81%, correspondiente.

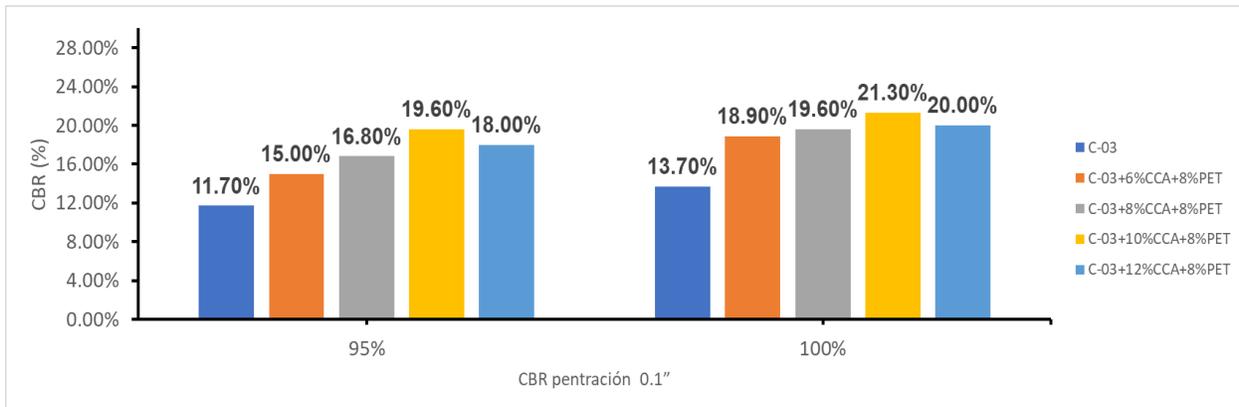


Fig. 49. Resultado de ensayo de CBR combinación de C-03 + 8%PET + (6%,8%,10% y 12%) de CCA.

De la Figura N°49, se observa los resultados de CBR de la de la combinación de C-03 adicionando 8% PET y (6%,8%,10% y 12%) de CCA, estos valores fueron

11.70%,15.0%,16.80%,19.60% y 18.0% al 95% de CBR, Con una penetración de 0.1”, donde se aprecia que los valores obtenidos cumplen con los parámetros de S3: Sub rasante buena y $CBR \geq 10\%$ y a $CBR < 20\%$ que son normados en la ASTM D1883. Se deduce que cuando al 8%PET se le adiciona (6%,8%,10% y 12%) de CCA, los valores comienzan ascender de manera progresiva, el resultado optimo es la combinación de C-03+8% PET +10% CCA sus valores al 95% de M.D.S y penetración de 0.1” da un valor de CBR de 19.60%, siendo mayor este valor de CBR en comparación a la adición de las demás dosificaciones.



En la figura N°50 se observa que la mejor combinación es 2%PET + 6%, 8%, 10%,12% de CCA, siendo la combinación optima 2% PET+10%CCA, esta combinación muestra mejor resistencia al suelo.

3.2. Discusión de resultados

Se ejecutaron 5 calicatas, con la profundidad de 1.20 m y el lugar de excavación fue en el sector Señor de los Milagros, anteriormente no se ha tenido información de la variedad o tipo de suelo del lugar, después del proceso de ensayos físicos-Mecánicos realizado en laboratorio de suelos se estableció el tipo de suelo en sus clasificaciones S.U.C.S: SC(Regular), Arena Arcillosa y en AASHTO A-2-6(1), su humedad 10.66%, índice de plasticidad 13.42%, CBR=11.70%.

El investigador Anjani et al., [36]. Corrobora que la CCA se incineró en un rango de 600 a 700 °C en un horno de fuego abierto. Y también realizó el ensayo de resistencia no confinada donde obtuvo como resultado 2.16 kg/cm², donde su óptimo porcentaje con mejores ventajas en sus propiedades mecánicas fue el 7.5% de RHA. Con respecto a las temperaturas de la presente investigación fueron 600,650,700 y 750 °C, siendo la óptima la de 650 °C, en el ensayo de resistencia no confinada (UCS) su resultado fue 5.6 kg/cm², trabajada con una dosificación de 10% y brindando mejores resultados a comparación de las otras temperaturas.

El Investigador Álvarez et al., [4]. En su investigación utilizó las siguientes dosificaciones de 0%,0.5%,1.0%,2.5 y 3.5% de PET para un tipo de suelo CH su resultado de Proctor su O.C.H se obtuvo 20.25%,21.70%,22.23%,26.0% y 26.75% y su M.D.S es 1.618,1.612,1.606,1.495,1.477 gr/cm³ respectivamente el porcentaje óptimo fue el 1% PET, también se realizó el ensayo de UCS donde su esfuerzo fue 1.0kg / cm², mejorando sus propiedades mecánicas. En esta investigación para el Pet no se realizó el ensayo de UCS, sino que en su lugar se realizó el Proctor Modificado y CBR para determinar si existe un mejoramiento en sus propiedades mecánicas los resultados obtenidos son porcentaje óptimo fue el 2% con su

M.D.S:1.924 gr/cm³, O.C.H:12.44% y su valor de CBR con la penetración de 1" al 95%:13.1%, clasificando a la subrasante como S3: Sub rasante buena y CBR≥10% y a CBR <20%.

El investigador Ormeño et al., [28]. En su investigación utilizó las siguientes dosificaciones de 0%,10%,15%,20 y 25% de RHA para un suelo arcilloso. Con respecto al resultado de Proctor su O.C.H se obtuvo 10.60%, 15.80%,17.50%,19.10% y 19.80% y su M.D.S es 1.694,1.671,1.608,1.550,1.508 gr/cm³ respectivamente y para su CBR al 0% se obtuvo un valor de CBR 4.30%, CBR 10% de 15.40% CBR 15% es 18.90%, CBR 20% es 20.70% y CBR de 25% es 23.70%, el porcentaje óptimo fue el 20%, porque en ese porcentaje ya se alcanza un buen valor de CBR que representa una buena subrasante.

En la presente investigación la dosificación optima fue el 10% de CCA, donde se obtuvo mejores resultados mejorando sus propiedades mecánicas del suelo SC, teniendo como resultado en Proctor su M.D.S 1.642 gr/cm³, O.C.H:15.41 y su valor de CBR con la penetración de 0.1" al 95% fue 20.2%, clasificando a la subrasante como S4: Sub rasante muy buena y CBR≥10% y a CBR <20%.

Con respecto al MTC [56], en la siguiente figura se muestra los parámetros para la clasificación de la subrasante.

CBR	CATEGORÍA DE SUBRASANTE
CBR <3%	Subrasante Inadecuada
3% ≤ CBR < 6%	Subrasante Pobre
6% ≤ CBR < 10%	Subrasante Regular
10% ≤ CBR < 20%	Subrasante Buena
20% ≤ CBR < 30%	Subrasante Muy Buena
30% ≤ CBR	Subrasante Muy Buena

Fuente: Categorías de la subrasante (MTC, 2013)

Fig. 51. Clasificación de la subrasante.

En la presente investigación las combinaciones de CCA y PET, si cumplieron con dichos parámetros. Para los ensayos se realizaron con el siguiente cuadro de dosificaciones.

Tabla CIII

Peso de las dosificaciones de PET y CCA

	Peso de Muestra	Peso de CCA		Peso de PET	
C-03	5500 gr	6%	330 gr	2%	110 gr
		8%	440 gr	4%	220 gr
		10%	550 gr	6%	330 gr
		12%	660 gr	8%	440 gr

Nota. En la tabla se muestra el peso de las dosificaciones del PET y CCA

Siendo la combinación óptima la de 2%PET con la adición de (6%,8%,10% y 12% CCA). Esta muestra una mejora en las propiedades mecánicas de un tipo de suelo SC, ya que con la adición de los estabilizantes reciclados se clasifica como subrasante categoría S4: Sub rasante muy buena y $CBR \geq 20\%$ y a $CBR < 30\%$. Así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla CIV

Combinación con los mejores resultados de CBR

Calicata	M.D.S(gr/cm ³)	O.C.H(%)	CBR 0.1"		CBR 0.2"	
C-03	1.982	12.93	95%	100%	95%	100%
C-03+6%CCA+2%PET	1.726	12.78	11.7	13.7	14.3	16.7
C-03+8%CCA+2%PET	1.795	13.27	16.4	23.8	19.3	28.1
C-03+10%CCA+2%PET	1.774	14.02	18.2	25.6	22	30.9
C-03+12%CCA+2%PET	1.781	13.80	21.7	27.8	26.1	33.4
C-03+12%CCA+2%PET	1.781	13.80	19.3	26.0	23.1	31.2

Nota. En la tabla se muestra la óptima combinación C1:2%PET:6%:8%:10%:12%CCA.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

La excavación de las 05 calicatas se realizó en la localidad Pueblo nuevo, distrito de Lambayeque, según los ensayos realizados para determinar sus propiedades físicas, se dedujo que las 05 calicatas presentan resultados similares así que se tomó la más desfavorable, y esta fue la C-03, dando resultado que su Contenido de humedad es 10.66%, con respecto a sus Límites de Atterberg: L.L. es 27.89%, L.P es 14.47 %y I.P es 13.42%, clasificación de suelos para S.U.C.S fue SC(Regular) y para el tipo AASHTO es A-2-6(1), para el Proctor modificado su resultado M.D.S. es 1.982 gr/cm³ y su O.C.H 12.93 %, CBR al 95% CBR con la penetración de 0.1” el valor obtenido fue 11.7 %. donde se aprecia que los valores que dieron como resultado cumplen con los parámetros de S3: Sub rasante buena y CBR \geq 10% y a CBR <20% que son normados en la ASTM D1883.

Para el ensayo de UCS se realizó en base a 4 temperaturas, estas fueron 600°C, 650°C, 700°C y 750°C el resultado de la resistencia no confinada fue 3.39, 5.6, 4.11 y 2.23 Kg/cm² respectivamente. Siendo la 650°C, la temperatura más óptima debido que contiene mayor cantidad de puzolanas en comparación a las otras temperaturas, tiene un mayor esfuerzo máximo de 5.6 Kg/cm². Así que esta temperatura se utilizó para los ensayos correspondientes.

La muestra de suelo de la C-03 con la adición de 2%,4%,8% y 10% de PET, dio como resultado en su M.D.S 1.924gr/cm³, 1.853 gr/cm³, 1.8222 gr/cm³ y 1.816 gr/cm³ con respecto a cada muestra estudiada. Por otro lado, para su valor de CBR, se obtuvo como resultado 13.1%,12.7%,12.5% y 12.1%, respectivamente. Se concluye el porcentaje óptimo fue el 2% de PET, siendo el mayor valor de CBR 13.1% en comparación de las otras dosificaciones

La muestra de suelo de la C-03 con la adición de 6%,8%,10% y 12% de CCA, dio como

resultado en su M.D.S 1.737 gr/cm³, 1.662 gr/cm³, 1.642 gr/cm³ y 1.587 gr/cm³ y su O.C.H aumenta 13.01%,14.03%,15.41% y 14.91% con respecto a cada muestra estudiada. Por otro lado, para su valor de CBR se obtuvo como resultado 15.3%, 17.2%, 20.2% y 18.5%, respectivamente. Se concluye el porcentaje optimo fue el 10%, obteniendo el mayor valor de CBR 20.2 % a comparación de las otras dosificaciones.

La C-03 con la combinación de (CCA + PET) en 6%+2%, 8%+2%, 10%+2% y 12%+2% de adición, se determinó sus propiedades mecánicas, donde su M.D.S es 1.726 gr/cm³,1795 gr/cm³,1.774 gr/cm³ y 1781 gr/cm³, respectivamente para cada muestra. Con respecto al resultado de CBR con penetración 0.1” al 95% fue 16.4%, 18.2%, 21.7% y 19.3% respectivamente. Se analizó que la combinación con el porcentaje más optimo fue C-03+2%PET+10%CCA ya que este valor obtuvo el mayor valor de CBR 21.7% a comparación de las otras dosificaciones, en conclusión, mejora las propiedades mecánicas del suelo.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda evaluar las propiedades mecánicas de diferentes tipos de suelos, con la finalidad de al incorporar la ceniza de cascarilla de arroz y polietileno de tereftalato evalúen si mejoran sus propiedades mecánicas del suelo.

Para futuras investigaciones recomendaría que el investigador innove con otros tipos de aditivos ya sea con productos industriales como la cascarilla de café, maní, estopa de coco, entre otros o también puedan ser productos de reciclaje como desechos de construcción, vidrio, etc., con el fin de que estos sean reutilizados como agentes estabilizadores del suelo.

Recomendaría realizar un ensayo químico a todo tipo de cenizas ya que estas en su proceso de calcinación alcanzan un alto contenido de sílice en comparación al cemento, incluso más económico y esto ayudaría mucho como estabilizador de suelos o remplazo del cemento en concreto.

Reutilizar los productos agroindustriales y de reciclaje en combinaciones para la estabilización del suelo con fines de pavimentación y también con fines de cimentación.

Utilizar otro tipo de ensayos como el ensayo de compresión no confinada para determinar el esfuerzo máximo del suelo natural y adicionando algún aditivo natural o de reciclaje en diferentes dosificaciones.

Recomendaría estandarizar el quemado de la ceniza de cascarilla de arroz de los molinos para que estos puedan ser utilizados en la estabilización del suelo, para que no se genere contaminación ambiental.

REFERENCIAS

- [1] K. Amit, S. Gaurav y T. Atul, «Comparative study of soil stabilization with glass dust, plastic and electronic waste: a review,» *Materials Today*, vol. 32, nº 4, pp. 771-776, 2020.
- [2] M. Monire, M. Reza y K. Afshin , «Stress-Strain Behavior of Loess Soil Stabilized with Cement, Zeolite, and Recycled Polyester Fiber,» *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 31, nº 12, p. 4019291, 2019.
- [3] M. Brajesh y G. Mohit, «Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement,» *Construction and Building Materials*, vol. 190, nº 2018, pp. 95-107, 2018.
- [4] A. Alvarez, J. Sosa y L. Pacheco, «Improved mechanical properties of a high plasticity clay soil by adding recycled PET,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 758, nº 2020, p. 12075, 2020.
- [5] H. Ramesh y B. Manjunatha, «Justification of strength properties of microstructural changes in the black cotton soil stabilized with rice husk ash and carbide lime in the presence of sodium salts,» *SN Applied Sciences A Springer Nature Journal*, vol. 2, nº 457, pp. 1-12, 2020.
- [6] S. Perera, A. Arul, W. Yat, H. Suksun y M. Farshid, «Utilizing recycled PET blends with demolition wastes as construction materials,» *Construction and Building Materials*, vol. 221, nº 2019, pp. 200-209, 2019.
- [7] Vizcarra, S.; Luján, Y.; Soto, M.; Duran, G., «Experimental analysis of the addition of rice husk ash to the clayey subgrade of a road stabilized with lime,» *Conference Proceedings*, vol. 758, nº 12090, pp. 1-6, 2020.
- [8] M. Ali y M. Saberian, «Soil stabilization with non-conventional eco-friendly agricultural waste materials: An experimental study,» *Transportation Geotechnics*, vol. 14, nº 2018, pp. 52-60, 2018.

- [9] J. Abbas, T. Al y A. Anwar, «Utilization of Depolymerized Recycled Polyethylene Terephthalate in Improving Poorly Graded Soil,» *Transportation Infrastructure Geotechnology*, vol. 7, n° 2020, pp. 206-223, 2020.
- [10] N. Malidarreh, I. Shooshpasha, S. Mirhosseini y M. Dehestani, «Effects of recycled polyethylene terephthalate fibers on strength behavior of cemented Babolsar sand,» *Scientia Iranica*, vol. 27, n° 3A, pp. 1130-1143, 2020.
- [11] V. Jittin, A. Bahurudeen y S. Ajinkya, «Utilisation of rice husk ash for cleaner production of different construction products,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 223, n° 2020, p. 121578, 2020.
- [12] I. Bozyigit, F. Bulbul, C. Alp y S. Altun, «Effect of randomly distributed pet bottle strips on mechanical properties of cement stabilized kaolin clay,» *Engineering Science and Technology, an International Journal*, vol. 5, n° 2019, pp. 1090-1101, 2021.
- [13] S. Peddaiah, A. Burman y S. Sreedeeep, «Experimental Study on Effect of Waste Plastic Bottle Strips in Soil Improvement,» *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 36, n° 2018, pp. 2907-2920, 2018.
- [14] Y. Liu, Y. Su, A. Namdar, G. Zhou, Y. She y Q. Yang, «"Utilization of Cementitious Material from Residual Rice Husk Ash and Lime in Stabilization of Expansive Soil,» *Advances in Civil Engineering* , vol. 2019, n° ID 5205276, p. 17, 2019.
- [15] T. Kumar, D. Kamrul y M. Rokonuzzaman, «Impact of rice husk ash (RHA) and nylon fiber on the bearing capacity of organic soil,» *SN Applied Sciences a Springer Nature Journal*, vol. 1, n° 273, pp. 1-13, 2019.
- [16] A. Roesyanto, R. Iskandar, I. Hastuty y W. Dianty, «Clay stabilization by using gypsum and paddy husk ash with reference to UCT and CBR value,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 309, n° 12026, pp. 1-18, 2018.
- [17] E. Moreno y S. Rodriguez, Artists, "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA ATENUAR EFECTOS DE PLASTICIDAD DEL MATERIAL DE SUB RASANTE DE LA CARRETERA CÁCERES DEL PERÚ – TARA DISTRITO DE CÁCERES DEL PERÚ – SANTA – ÁNCASH – 2017". [Art]. Universidad Nacional del Santa, 2019.

- [18] . G. Esquivel y M. Gamez, Artists, *“CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZAR LA SUPERFICIE DE RODADURA EN LA VIA SANTA CLEMENCIA CHACHAPOYAS”*. [Art]. Universidad Nacional del Santa, 2019.
- [19] D. Barzola y A. Curo, Artists, *Mejoramiento de la Resistencia de la Capa Asfáltica Incorporando Ceniza de Cáscara de Arroz en la Carretera Santa Rosa – Puente Piedra – (12 km)*, 2019. [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- [20] R. Maldonado y D. Sarrin, Artists, *Estabilización del suelo con fines de pavimentación del valle san Rafael con ceniza de Cáscara de arroz añadiendo 5%, 10% y 15%,Casma – Ancash - 2018..* [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- [21] G. Maguina, Artist, *“Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante en el suelo limo arcilloso incorporando ceniza de cascarilla de arroz en la Av.Aija, Huarmey,Ancash - 2018”*. [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- [22] C. Alvarado y A. Guerra, Artists, *“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ ACTIVADA ALCALINAMENTE SOBRE LA ESTABILIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA MEZCLA SUELO - SEDIMENTO EN LA PROVINCIA DE VIRÚ”*. [Art]. Universidad Nacional de Trujillo, 2018.
- [23] D. Cuellar y G. Vega, Artists, *“ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE SUELOS INADECUADOS CON GEOSINTÉTICO PRODUCIDO DE BOTELLAS PLÁSTICAS RECICLADAS”*. [Art]. Universidad Nacional de Jaén, 2020.
- [24] X. García, Artist, *Mejoramiento de un suelo arcilloso de la localidad de Pacaisapa – Ayacucho utilizando residuos industriales para evaluarlo en muro hipotético de tierra estabilizado mecánicamente (MSEW)*. [Art]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.
- [25] S. Zenteno, Artist, *EFEECTO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS FINOS CON TEREFTALATO DE POLIETILENO COMO MATERIAL DE REFUERZO EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DEL DISTRITO DE PUNO..* [Art]. Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
- [26] P. Flores, Artist, *EVALUACIÓN DE LA ADICIÓN DE FIBRAS PET PROVENIENTE DEL RECICLAJE DE BOTELLAS A LA SUBRASANTE DEL SUELO, EN EL ÁREA DE*

ESTACIONAMIENTO DE LA CLÍNICA USAT, 2018-2019. [Art]. Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, 2019.

- [27] M. Dayarti y M. Ramadhan, «Improvement of Expansive Soils Stabilized with Rice Husk,» *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1625, nº 1, p. 8, 2020.
- [28] E. Ormeño, N. Rivas, G. Duran y M. Soto, «Stabilization of a Subgrade Composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 758, nº 12058, p. 8, 2020.
- [29] M. Ann, C. Aquino, J. De la Cruz, E. Patrick y D. Urieta, «Investigating the effectiveness of rice husk ash as stabilizing agent of expansive soil,» *International Journal of GEOMATE*, vol. 16, nº 58, pp. 33-40, 2019.
- [30] E. Adeyanju, O. Chukwueloka, I. Akinwumi y A. Busari, «Subgrade Stabilization using Rice Husk Ash-based Geopolymer (GRHA) and Cement Kiln Dust (CKD),» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 13, nº 2020, p. e00388, 2020.
- [31] A. Jain, A. Kumar y J. Jhan, «Influence of Rice Husk Ash on the Swelling and Strength Characteristics of Expansive Soil,» *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 38, nº 2020, p. 2293–2302, 2020.
- [32] D. Kusumastuti y Y. Sepriyanna, «Soft Soil Stabilization With Rice Husk Ash and Glass Powder Based on Physical Characteristics,» *Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 650, nº 219, p. 12025, 2019.
- [33] E. Opeyemi y O. Oluwapelumi, «Environmental Performance of Lime–Rice Husk Ash Stabilized Lateritic Soil Contaminated with Lead or Naphthalene,» *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 35, nº 6, pp. 2947-2964., 2019.
- [34] I. Attah, R. Etim y I. Usanga, «Potentials of Cement Kiln Dust and Rice Husk Ash Blend on Strength of Tropical Soil for Sustainable Road Construction Material,» *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, vol. 1036, nº 1, pp. 1-12, 2021.
- [35] J. Ma, Y. Su, Y. Liu y X. Tao, «Strength and Microfabric of Expansive Soil Improved with Rice Husk Ash and Lime,» *Advances in Civil Engineering*, vol. 2020, nº 1, p. 8, 2020.

- [36] Y. Anjani, G. Kumar, K. Roop y S. SK, «Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads,» *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 10, nº 3, pp. 254-261, 2019.
- [37] A. Otieno, N. Nahar, Z. Hossain y N. Tamaki, «Effects of basalt fibres on strength and permeability of rice husk ash-treated expansive soils,» *Journal of Agricultural Engineering*, vol. 53, nº 1315, pp. 1-8, 2022.
- [38] D. Bustamante y L. Merma, «Stabilization of Clay Soils applying PET at 2%, 4% and 6% on Unpaved Roads,» *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, vol. 1, nº 1, pp. 1-8, 2022.
- [39] J. Arpit, K. Choudhary y J. Jha, «Influence of Rice Husk Ash on the Swelling and Strength Characteristics of Expansive Soil,» *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 38, nº 2020, p. 2293–2302, 2020.
- [40] R. Saravanan, P. Murthi, K. Poongodi y A. Raju, «A study on the effect of waste plastic strips in the stabilization of clay soil,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, nº 32062, pp. 1-9, 2020.
- [41] M. Mohammed, M. Alhassan y T. Waheed , «Microstructural investigation and strength properties of clay stabilized with cement, rice husk ash and promoter,» *Jurnal Teknologi*, vol. 82, nº 5, pp. 11-22, 2020.
- [42] F. Hidalgo, J. Saavedra, C. Fernandez y G. Duran, «Stabilization of clayey soil for subgrade using rice husk ash (RHA) and sugarcane bagasse ash (SCBA),» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 758, nº 2020, p. 12041, 2020.
- [43] O. Cajaleon, «Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018,» pp. 1-125, 2018.
- [44] F. Díaz, Artist, *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martin – Lonya Grande, Amazonas 2018*. [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2018.

- [45] P. Galvez y J. Santoyo, Artists, “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, CARRETERA YANUYACU BAJO – SEÑOR CAUTIVO”. [Art]. Universidad Nacional de Jaén, 2019.
- [46] A. Honores, Artist, “Comparación de la ceniza de cascarilla de arroz frente al óxido de calcio como estabilizante químico para mejorar La Sub-Rasante En La Av. Gustavo Mohme [Progresiva Km 0+654.19 –Km 1+654.19] Distrito Veintiséis de Octubre-Piura-Piura, 2018”. [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- [47] W. Mory, Artist, *Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas*. [Art]. Universidad de Piura, 2020.
- [48] C. Capia, Artist, *Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca –Caminaca, 2019*. [Art]. Universidad Peruna Unión, 2020.
- [49] B. Cuipal, Artist, “Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018”.. [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- [50] M. Sañac y E. Quispe, Artists, *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*. [Art]. Universidad Tecnológica de los Andes, 2019.
- [51] R. Requejo, Artist, *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS UTILIZANDO Oryza sativa (arroz), PUEBLO JOVEN LAS DUNAS – LAMBAYEQUE- PERÚ 2019*. [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2020.
- [52] L. Bañon y J. Beviá, *Manuel de Carreteras*, vol. 2, RUA. Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante, 2012, pp. 1-328.
- [53] E. Juarez y A. Rico, *Mecánica de Suelos*, 2 ed., vol. 2, Mexico: LIMUSA, 2018, pp. 1-522.
- [54] D. Braja, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*, 4 ed., vol. 4, Mexico: Cengage Learning , 2018.

- [55] S. Minaya y A. Ordoñez, *Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos*, vol. 2, Lima: ICG, 2006.
- [56] A. Prada y C. Cortes, «Thermal decomposition of rice husk: an alternative integral use.,» *Orinoquia*, vol. 1, nº 2, 2010.
- [57] P. Matthey, R. Robayo, J. Díaz, S. Delvasto y J. Monzó, «APLICACIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ OBTENIDA DE UN PROCESO AGRO-INDUSTRIAL PARA LA FABRICACION DE BLOQUES EN CONCRETO NO ESTRUCTURALES,» *Latinoamericana de Metalurgia y Materiales.*, vol. 35, nº 2, pp. 1-10, 2015.
- [58] L. Llamoga, Artist, *EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS ARCILLOSOS USADOS EN SUBRASANTES AL ADICIONAR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ, CAJAMARCA 2016.* [Art]. Universidad Privada del Norte, 2018.
- [59] L. Mansilla y M. Ruiz, «Reciclaje de botellas de Pet para obtener fibra de poliéster,» *Plastivida* , nº 27, pp. 123-137, 2009.
- [60] G. Sherwell, Artist, *Estudio del uso de polietileno Tereftalato como material de refuerzo de estructuras térreas conformadas por suelo fino.* [Art]. Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.
- [61] Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, *Manual de Carreteras (Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos)*, Lima, 2014, pp. 1-305.
- [62] Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, *Manual de Ensayos de Materiales*, vol. 2, Lima, 2017, pp. 1-1273.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Tabla CV
Matriz de consistencia

Problema	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS Y VARIABLES	METODOLOGIA
¿Cómo influye la alteración de los diferentes porcentajes de ceniza de la cascarilla de arroz y el Polietileno (PET) en la estabilización de suelos?	Objetivo General	ANTECEDENTES	Hipótesis General	Método de Investigación
	Evaluar la incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz y el et en la estabilización del suelo para pavimento.	[27] [28]	La Incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz y el PET, hará que aumente su capacidad de resistencia del suelo y disminuir su índice plasticidad brindando un mejoramiento en sus propiedades mecánicas del suelo.	La investigación es de tipo Experimental.
	Objetivos Específicos	TEORIAS RELACIONADAS	Variable Dependiente	Diseño de Investigación
	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las propiedades físico-mecánica del suelo. • Realizar los ensayos mecánicos correspondientes al suelo incorporando 	Estabilización de suelos. Ensayos Fisico-mecánicos del suelo Aditivo PET. Aditivo CCA.	Estabilización del suelo. Variable Independiente Aditivo PET Aditivo CCA	El diseño de esta investigación es de tipo experimental, donde tiene 02 variables independiente Pet y CCA (V.I), ambas serán utilizadas como estabilizadores de suelos para poder determinar si hay una mejora en sus

	<p>los porcentajes de 6%,8%,10%y 12% de la ceniza de cascarilla de arroz.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Realizar los ensayos mecánicos correspondientes al suelo incorporando los porcentajes 2%,4%,6%y 8% respectivos de PET. ● Realizar los ensayos mecánicos al suelo con la combinación de los porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz y PET. <ul style="list-style-type: none"> ● Determinar la temperatura óptima de la ceniza de cascarilla. 			<p>propiedades mecánicas. (V.D).</p> <p>Población: Sector Señor de los Milagros, Distrito: Pueblo Nuevo, Provincia de Ferreñafe, Dpto. Lambayeque.</p> <p>Muestra: Se realizaron 05 calicatas.</p>
--	---	--	--	--

Nota. La tabla muestra la matriz de consistencia.

- Instrumentos de recolección de datos.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyc.com

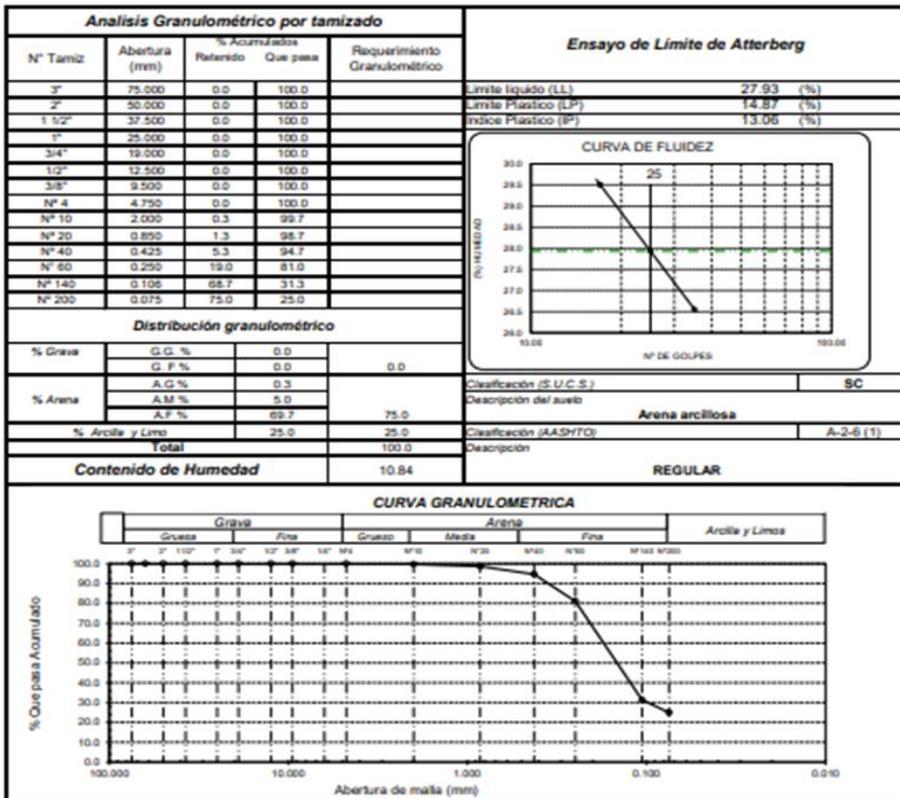
Solicitud de Ensayo : 033-214LEMS W&C
Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 5 de Mayo 2021

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.55- 1.20m



Observaciones:
- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



Anexo: Análisis de granulometría de la C-01

Solicitud de Ensayo : 033-21/LEMS W&C
 Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO
 Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 5 de Mayo 2021

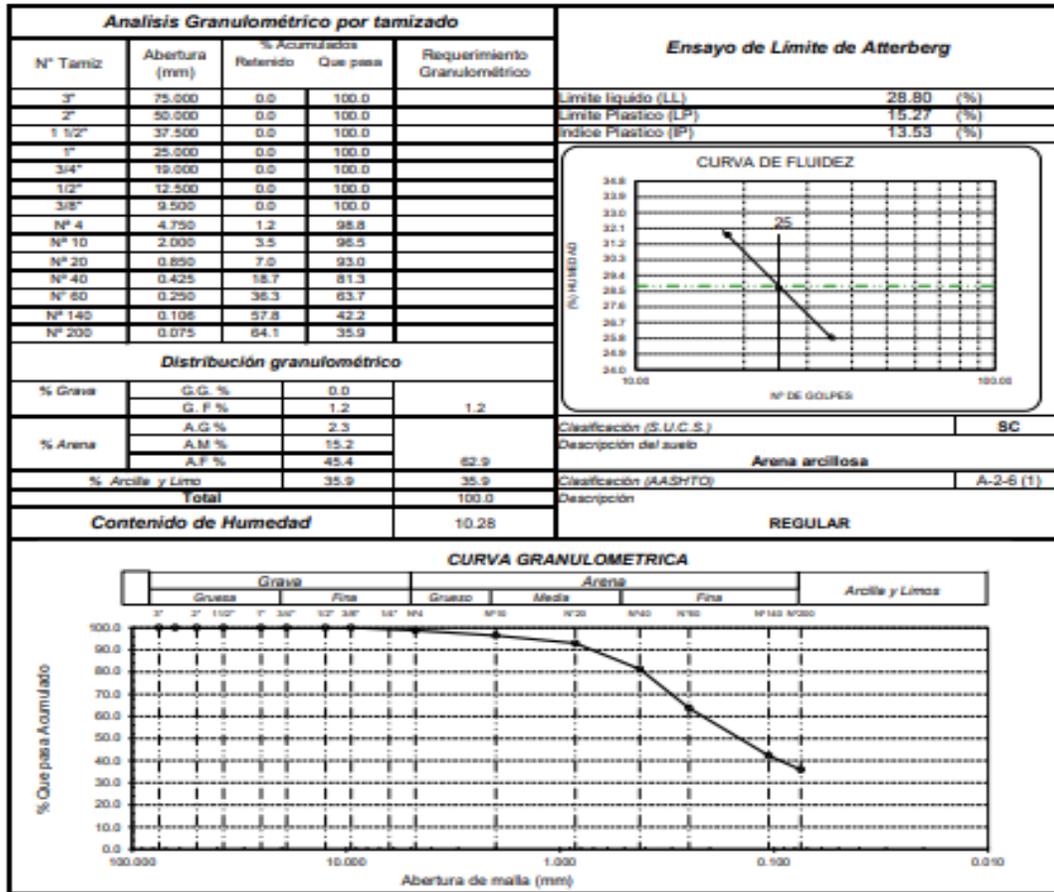
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M-1

Profundidad: 0.55m - 1.20m



Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : 033-21/LEMS W&C
 Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
 Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferrelafé, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 5 de Mayo 2021

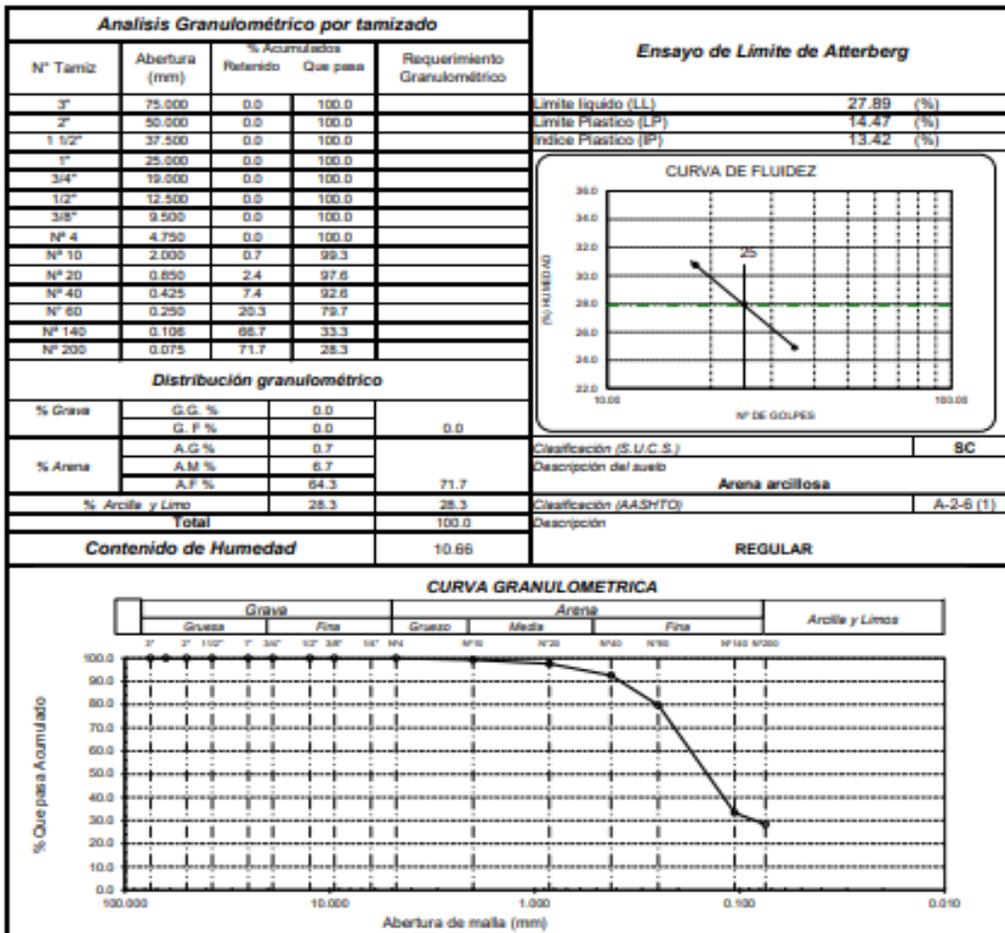
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 3

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.55- 1.20m



Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

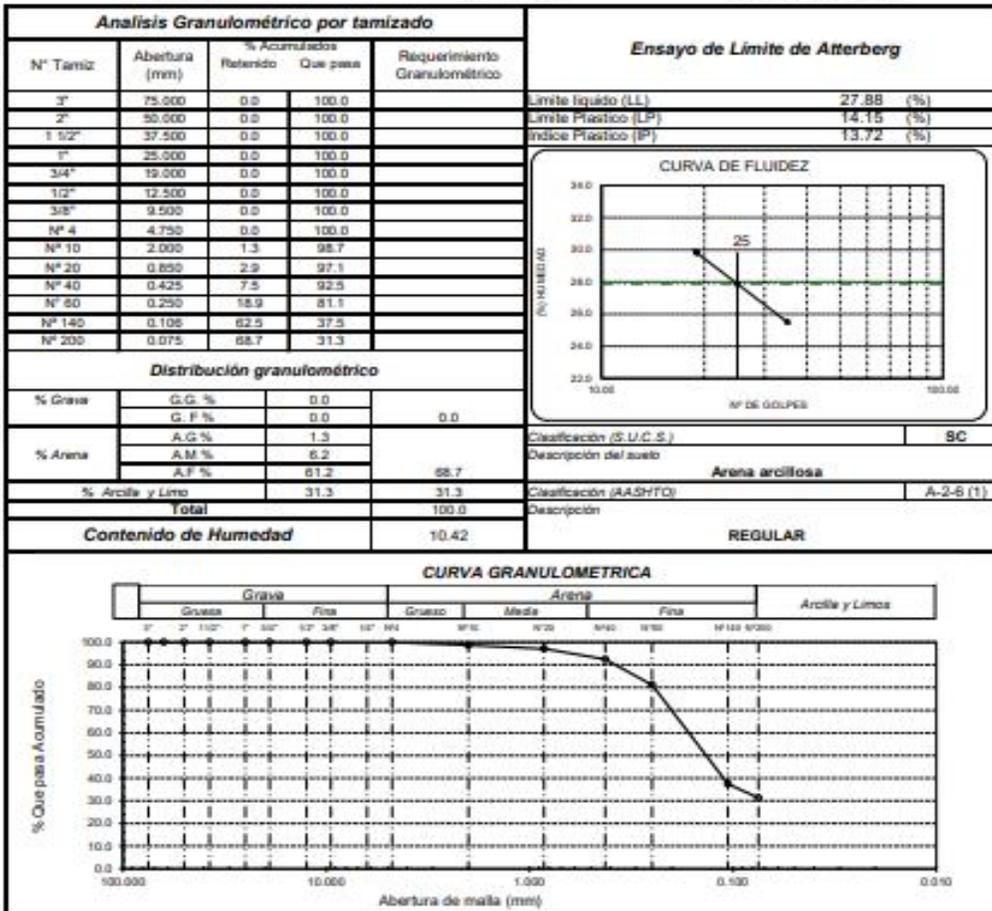
Solicitud de Ensayo : 033-21/LEMS W&C
 Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
 Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 5 de Mayo 2021

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

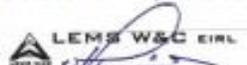
Calicata: C - 4

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.55- 1.20m



Observaciones:
 - Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



WILSON CLAYA AGUILAR
 T.E.C. ESPECIALISTA DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Análisis de granulometría de la C-04

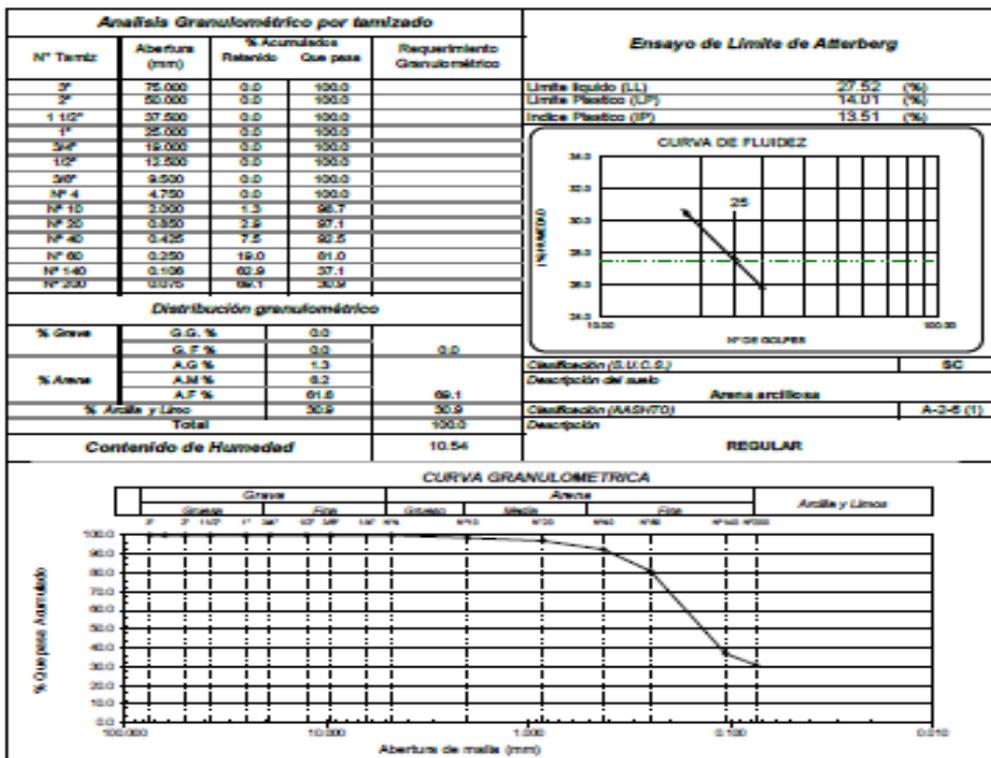
Solicitud de Ensayo : 035-214LEMS W&C
 Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO
 Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferrelfele, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 5 de Mayo 2021

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calibre: C - 5

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.55-1.20m



Observaciones:
 - Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferrelafé, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 4 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C3	1.2 m	600°C	10% Cascara de arroz

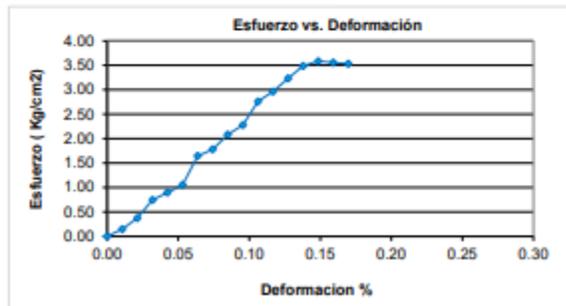
Detos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.50 cm	9.43 cm	Remoldeada	204.60 g	0.914 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
23.76 cm ²	223.97 cm ³	10.87%	184.54 g	1.719 g/cm ³

Detos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.71	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / Área corregida

Dia Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	23.758	0.000	0.00
0.100	3.50	0.0001	0.9999	23.761	0.147	0.01
0.200	8.89	0.0002	0.9998	23.763	0.374	0.02
0.300	17.70	0.0003	0.9997	23.766	0.745	0.03
0.400	21.30	0.0004	0.9996	23.768	0.896	0.04
0.500	25.10	0.0005	0.9995	23.771	1.056	0.05
0.600	30.15	0.0006	0.9994	23.773	1.647	0.06
0.700	42.35	0.0007	0.9993	23.776	1.781	0.07
0.800	49.60	0.0008	0.9992	23.778	2.086	0.08
0.900	54.15	0.0010	0.9990	23.781	2.277	0.10
1.000	65.65	0.0011	0.9989	23.784	2.760	0.11
1.100	70.55	0.0012	0.9988	23.786	2.966	0.12
1.200	76.95	0.0013	0.9987	23.789	3.235	0.13
1.300	83.00	0.0014	0.9986	23.791	3.489	0.14
1.400	85.35	0.0015	0.9985	23.794	3.567	0.15
1.500	84.60	0.0016	0.9984	23.796	3.555	0.16
1.600	84.15	0.0017	0.9983	23.799	3.536	0.17



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 4 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C1	1.2 m	600 °C	10% Cascara de arroz

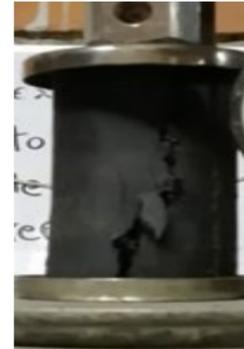
Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.78 cm	9.53 cm	Remoldeada	209.60 g	0.838 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
26.24 cm ²	249.98 cm ³	10.87%	189.05 g	1.719 g/cm ³

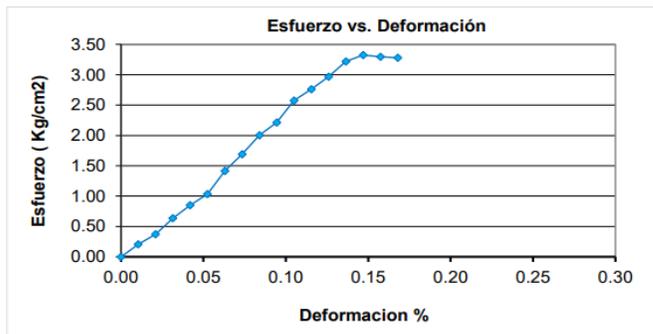
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.65	ΔL/L _o	Kgf	A _c / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	26.239	0.000	0.00
0.100	5.40	0.0001	0.9999	26.242	0.206	0.01
0.200	9.75	0.0002	0.9998	26.244	0.372	0.02
0.300	16.70	0.0003	0.9997	26.247	0.636	0.03
0.400	22.30	0.0004	0.9996	26.250	0.850	0.04
0.500	27.10	0.0005	0.9995	26.253	1.032	0.05
0.600	37.15	0.0006	0.9994	26.255	1.415	0.06
0.700	44.35	0.0007	0.9993	26.258	1.689	0.07
0.800	52.60	0.0008	0.9992	26.261	2.003	0.08
0.900	58.15	0.0009	0.9991	26.264	2.214	0.09
1.000	67.65	0.0010	0.9990	26.266	2.576	0.10
1.100	72.55	0.0012	0.9988	26.269	2.762	0.12
1.200	77.95	0.0013	0.9987	26.272	2.967	0.13
1.300	84.60	0.0014	0.9986	26.275	3.220	0.14
1.400	87.35	0.0015	0.9985	26.278	3.324	0.15
1.500	86.60	0.0016	0.9984	26.280	3.295	0.16
1.600	86.15	0.0017	0.9983	26.283	3.278	0.17



$$\sigma_{max} = 3.32 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 4 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C1	1.2 m	600°C	10% Cascara de arroz

Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.72 cm	9.52 cm	Remoldeada	205.80 g	0.841 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
25.70 cm ²	244.64 cm ³	10.87%	185.62 g	1.719 g/cm ³

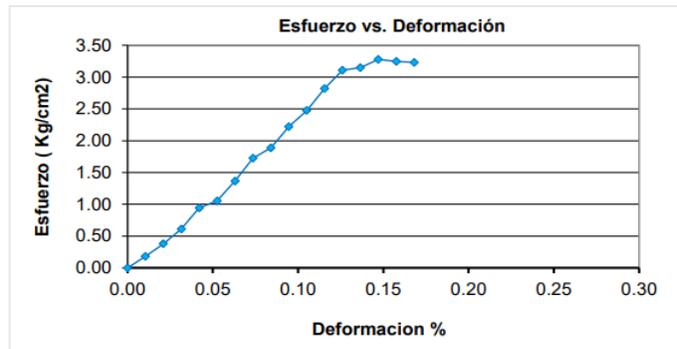
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.66	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	25.697	0.000	0.00
0.100	4.70	0.0001	0.9999	25.700	0.183	0.01
0.200	9.75	0.0002	0.9998	25.702	0.379	0.02
0.300	15.70	0.0003	0.9997	25.705	0.611	0.03
0.400	24.30	0.0004	0.9996	25.708	0.945	0.04
0.500	27.10	0.0005	0.9995	25.710	1.054	0.05
0.600	35.15	0.0006	0.9994	25.713	1.367	0.06
0.700	44.35	0.0007	0.9993	25.716	1.725	0.07
0.800	48.60	0.0008	0.9992	25.719	1.890	0.08
0.900	57.15	0.0009	0.9991	25.721	2.222	0.09
1.000	63.65	0.0011	0.9989	25.724	2.474	0.11
1.100	72.55	0.0012	0.9988	25.727	2.820	0.12
1.200	79.95	0.0013	0.9987	25.729	3.107	0.13
1.300	81.00	0.0014	0.9986	25.732	3.148	0.14
1.400	84.35	0.0015	0.9985	25.735	3.278	0.15
1.500	83.60	0.0016	0.9984	25.738	3.248	0.16
1.600	83.15	0.0017	0.9983	25.740	3.230	0.17

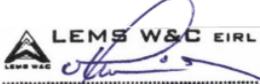


$\sigma_{max} = 3.28 \text{ Kg/cm}^2$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Compresión No confina (UCS) T=600°C

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 12 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C3	1.20 m	650 °C	10% cascara de arroz

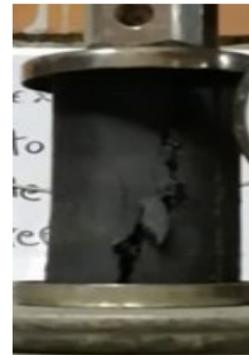
Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.65 cm	9.27 cm	Remoldeada	200.40 g	1.273 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
16.98 cm ²	157.48 cm ³	10.66%	181.10 g	1.744 g/cm ³

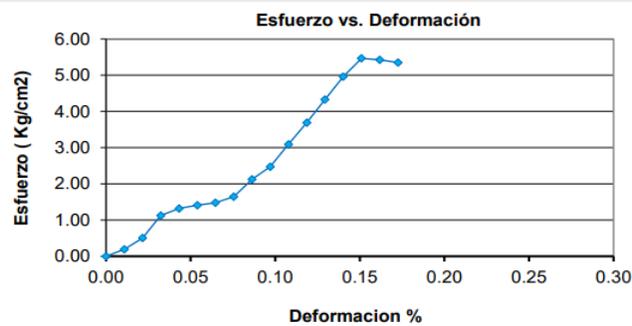
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.99	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	16.982	0.000	0.00
0.100	3.35	0.0001	0.9999	16.984	0.197	0.01
0.200	8.55	0.0002	0.9998	16.986	0.503	0.02
0.300	19.10	0.0003	0.9997	16.988	1.124	0.03
0.400	22.45	0.0004	0.9996	16.990	1.321	0.04
0.500	23.95	0.0005	0.9995	16.991	1.410	0.05
0.600	25.10	0.0006	0.9994	16.993	1.477	0.06
0.700	27.95	0.0008	0.9992	16.995	1.645	0.08
0.800	36.10	0.0009	0.9991	16.997	2.124	0.09
0.900	42.05	0.0010	0.9990	16.999	2.474	0.10
1.000	52.60	0.0011	0.9989	17.001	3.094	0.11
1.100	62.75	0.0012	0.9988	17.002	3.691	0.12
1.200	73.60	0.0013	0.9987	17.004	4.328	0.13
1.300	84.35	0.0014	0.9986	17.006	4.960	0.14
1.400	92.95	0.0015	0.9985	17.008	5.465	0.15
1.500	92.30	0.0016	0.9984	17.010	5.426	0.16
1.600	91.03	0.0017	0.9983	17.012	5.351	0.17



$$\sigma_{max} = 5.47 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Compresión No confina (UCS) T=650°C

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 12 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C3	1.20 m	650 °C	10% Cascara de arroz

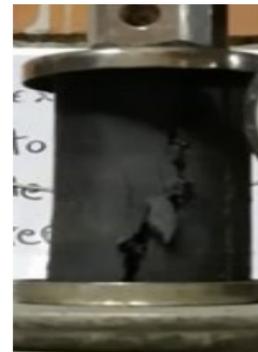
Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.65 cm	8.07 cm	Remoldeada	207.60 g	1.514 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
16.98 cm ²	137.10 cm ³	10.66%	187.60 g	1.744 g/cm ³

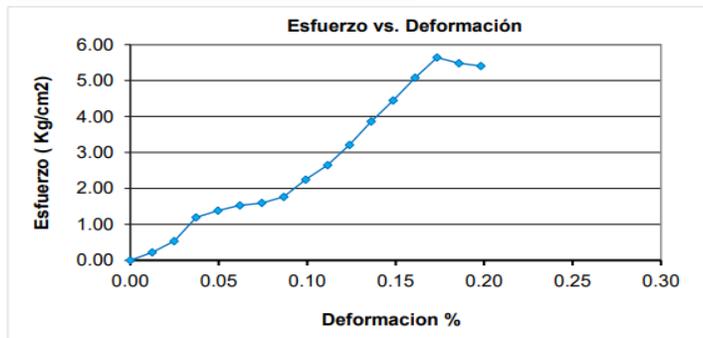
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.74	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	16.982	0.000	0.00
0.100	3.75	0.0001	0.9999	16.984	0.221	0.01
0.200	9.10	0.0002	0.9998	16.986	0.536	0.02
0.300	20.30	0.0004	0.9996	16.989	1.195	0.04
0.400	23.45	0.0005	0.9995	16.991	1.380	0.05
0.500	25.95	0.0006	0.9994	16.993	1.527	0.06
0.600	27.10	0.0007	0.9993	16.995	1.595	0.07
0.700	29.95	0.0009	0.9991	16.997	1.762	0.09
0.800	38.10	0.0010	0.9990	16.999	2.241	0.10
0.900	45.05	0.0011	0.9989	17.001	2.650	0.11
1.000	54.60	0.0012	0.9988	17.003	3.211	0.12
1.100	65.75	0.0014	0.9986	17.005	3.866	0.14
1.200	75.60	0.0015	0.9985	17.008	4.445	0.15
1.300	86.35	0.0016	0.9984	17.010	5.077	0.16
1.400	95.95	0.0017	0.9983	17.012	5.640	0.17
1.500	93.30	0.0019	0.9981	17.014	5.484	0.19
1.600	92.03	0.0020	0.9980	17.016	5.408	0.20



$$\sigma_{max} = 5.64 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Compresión No confina (UCS) T=650°C

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 12 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C3	1.20 m	650°C	10%

Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.55 cm	9.41 cm	Remoldeada	209.40 g	1.369 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
16.26 cm ²	153.00 cm ³	10.66%	189.23 g	1.744 g/cm ³

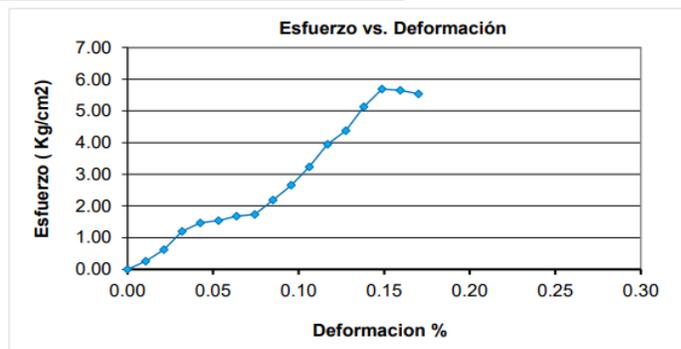
Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.07	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	16.260	0.000	0.00
0.100	4.20	0.0001	0.9999	16.261	0.258	0.01
0.200	10.20	0.0002	0.9998	16.263	0.627	0.02
0.300	19.50	0.0003	0.9997	16.265	1.199	0.03
0.400	23.85	0.0004	0.9996	16.267	1.466	0.04
0.500	25.10	0.0005	0.9995	16.268	1.543	0.05
0.600	27.30	0.0006	0.9994	16.270	1.678	0.06
0.700	28.20	0.0007	0.9993	16.272	1.733	0.07
0.800	35.60	0.0009	0.9991	16.274	2.188	0.09
0.900	43.20	0.0010	0.9990	16.275	2.654	0.10
1.000	52.70	0.0011	0.9989	16.277	3.238	0.11
1.100	64.30	0.0012	0.9988	16.279	3.950	0.12
1.200	71.20	0.0013	0.9987	16.280	4.373	0.13
1.300	83.50	0.0014	0.9986	16.282	5.128	0.14
1.400	92.65	0.0015	0.9985	16.284	5.690	0.15
1.500	91.98	0.0016	0.9984	16.286	5.648	0.16
1.600	90.20	0.0017	0.9983	16.287	5.538	0.17



$$\sigma_{max} = 5.69 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 4 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C3	1.2	700°C	10% de cascara de arroz

Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.24 cm	9.00 cm	Remoldeada	204.50 g	1.609 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
14.12 cm ²	127.09 cm ³	10.92%	184.37 g	1.683 g/cm ³

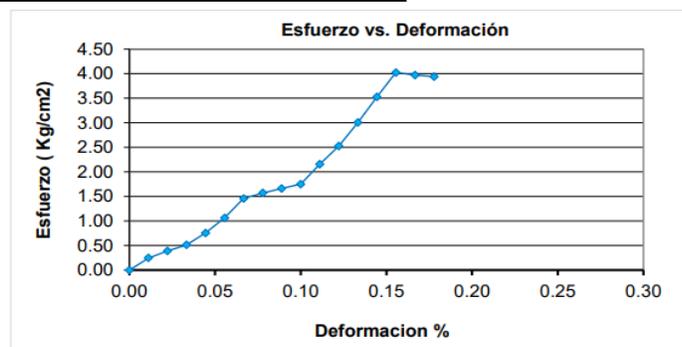
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.12	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	14.120	0.000	0.00
0.100	3.50	0.0001	0.9999	14.121	0.248	0.01
0.200	5.55	0.0002	0.9998	14.123	0.393	0.02
0.300	7.25	0.0003	0.9997	14.124	0.513	0.03
0.400	10.65	0.0004	0.9996	14.126	0.754	0.04
0.500	15.00	0.0006	0.9994	14.127	1.062	0.06
0.600	20.60	0.0007	0.9993	14.129	1.458	0.07
0.700	22.20	0.0008	0.9992	14.131	1.571	0.08
0.800	23.50	0.0009	0.9991	14.132	1.663	0.09
0.900	24.75	0.0010	0.9990	14.134	1.751	0.10
1.000	30.50	0.0011	0.9989	14.135	2.158	0.11
1.100	35.75	0.0012	0.9988	14.137	2.529	0.12
1.200	42.50	0.0013	0.9987	14.138	3.006	0.13
1.300	49.85	0.0014	0.9986	14.140	3.525	0.14
1.400	56.90	0.0016	0.9984	14.142	4.024	0.16
1.500	56.15	0.0017	0.9983	14.143	3.970	0.17
1.600	55.70	0.0018	0.9982	14.145	3.938	0.18



$$\sigma_{max} = 4.02 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Compresión No confina (UCS) T=700°C

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 4 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C3	1.20 m	700°C	10% Cascara de arroz

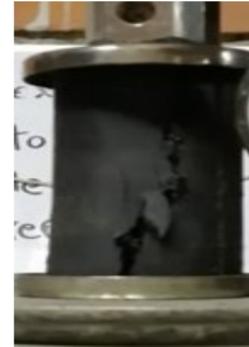
Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.35 cm	8.50 cm	Remoldeada	204.40 g	1.618 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
14.86 cm ²	126.32 cm ³	10.92%	184.28 g	1.683 g/cm ³

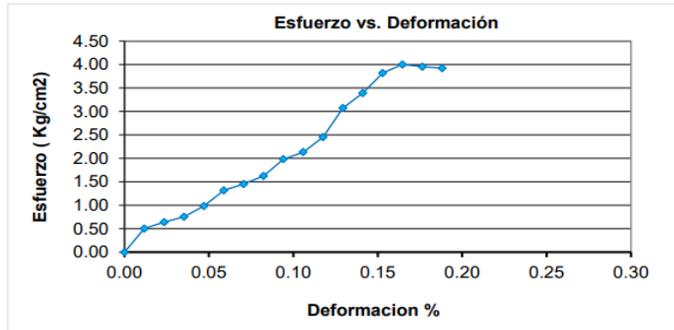
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.95	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	14.862	0.000	0.00
0.100	7.50	0.0001	0.9999	14.863	0.505	0.01
0.200	9.55	0.0002	0.9998	14.865	0.642	0.02
0.300	11.25	0.0004	0.9996	14.867	0.757	0.04
0.400	14.65	0.0005	0.9995	14.869	0.985	0.05
0.500	19.60	0.0006	0.9994	14.870	1.318	0.06
0.600	21.60	0.0007	0.9993	14.872	1.452	0.07
0.700	24.20	0.0008	0.9992	14.874	1.627	0.08
0.800	29.50	0.0009	0.9991	14.876	1.983	0.09
0.900	31.75	0.0011	0.9989	14.877	2.134	0.11
1.000	36.50	0.0012	0.9988	14.879	2.453	0.12
1.100	45.75	0.0013	0.9987	14.881	3.074	0.13
1.200	50.50	0.0014	0.9986	14.883	3.393	0.14
1.300	56.85	0.0015	0.9985	14.884	3.819	0.15
1.400	59.60	0.0016	0.9984	14.886	4.004	0.16
1.500	58.85	0.0018	0.9982	14.888	3.953	0.18
1.600	58.40	0.0019	0.9981	14.890	3.922	0.19



$\sigma_{max} = 4.00 \text{ Kg/cm}^2$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Anexo: Ensayo de Compresión No confina (UCS) T=700°C

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 4 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C3	1.20 m	700°C	10% Cascara de arroz

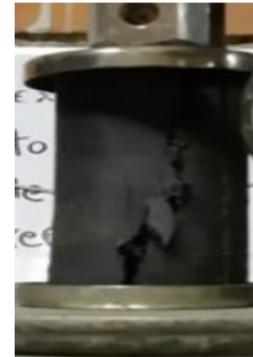
Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.38 cm	9.53 cm	Remoldeada	205.20 g	1.429 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
15.07 cm ²	143.59 cm ³	10.92%	185.00 g	1.683 g/cm ³

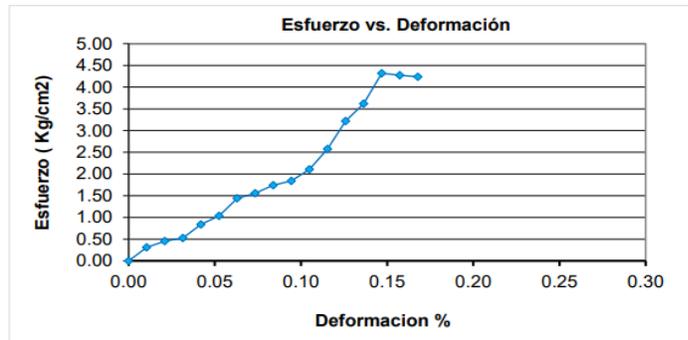
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.18	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	15.067	0.000	0.00
0.100	4.70	0.0001	0.9999	15.069	0.312	0.01
0.200	6.85	0.0002	0.9998	15.071	0.455	0.02
0.300	7.95	0.0003	0.9997	15.072	0.527	0.03
0.400	12.63	0.0004	0.9996	15.074	0.838	0.04
0.500	15.60	0.0005	0.9995	15.075	1.035	0.05
0.600	21.70	0.0006	0.9994	15.077	1.439	0.06
0.700	23.50	0.0007	0.9993	15.078	1.559	0.07
0.800	26.30	0.0008	0.9992	15.080	1.744	0.08
0.900	27.80	0.0009	0.9991	15.082	1.843	0.09
1.000	31.80	0.0010	0.9990	15.083	2.108	0.10
1.100	38.90	0.0012	0.9988	15.085	2.579	0.12
1.200	48.60	0.0013	0.9987	15.086	3.221	0.13
1.300	54.60	0.0014	0.9986	15.088	3.619	0.14
1.400	65.20	0.0015	0.9985	15.090	4.321	0.15
1.500	64.45	0.0016	0.9984	15.091	4.271	0.16
1.600	64.00	0.0017	0.9983	15.093	4.240	0.17



$\sigma_{max} = 4.32 \text{ Kg/cm}^2$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Compresión No confina (UCS) T=700°C

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 4 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C3	1.20 m	750°C	10% Cascara de arroz

Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.42 cm	9.32 cm	Remoldeada	203.20 g	0.945 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
23.07 cm ²	215.03 cm ³	10.96%	183.13 g	1.634 g/cm ³

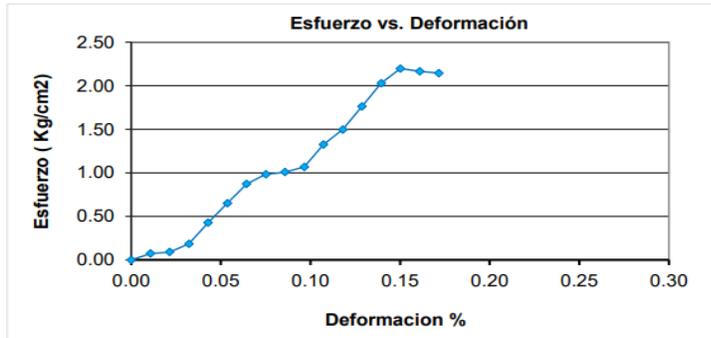
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.72	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	23.072	0.000	0.00
0.100	1.70	0.0001	0.9999	23.075	0.074	0.01
0.200	2.10	0.0002	0.9998	23.077	0.091	0.02
0.300	4.25	0.0003	0.9997	23.080	0.184	0.03
0.400	9.90	0.0004	0.9996	23.082	0.429	0.04
0.500	15.05	0.0005	0.9995	23.085	0.652	0.05
0.600	20.15	0.0006	0.9994	23.087	0.873	0.06
0.700	22.70	0.0008	0.9992	23.090	0.983	0.08
0.800	23.30	0.0009	0.9991	23.092	1.009	0.09
0.900	24.70	0.0010	0.9990	23.094	1.070	0.10
1.000	30.60	0.0011	0.9989	23.097	1.325	0.11
1.100	34.55	0.0012	0.9988	23.099	1.496	0.12
1.200	40.70	0.0013	0.9987	23.102	1.762	0.13
1.300	46.90	0.0014	0.9986	23.104	2.030	0.14
1.400	50.80	0.0015	0.9985	23.107	2.198	0.15
1.500	50.05	0.0016	0.9984	23.109	2.166	0.16
1.600	49.60	0.0017	0.9983	23.112	2.146	0.17



$$\sigma_{max} = 2.20 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Compresión No confina (UCS) T=750°C



Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE

Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.

Fecha de ensayo : 4 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C2	1.20 m	750°C	10% Cascara de arroz

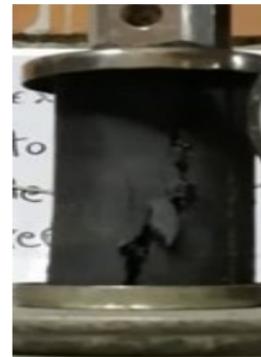
Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.23 cm	9.42 cm	Remoldeada	204.20 g	1.009 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
21.48 cm ²	202.37 cm ³	10.96%	184.03 g	1.634 g/cm ³

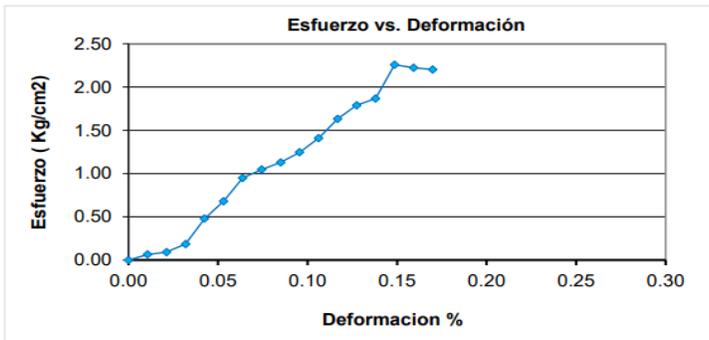
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.80	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.00	0.00	0.0000	1.0000	21.483	0.000	0.00
0.100	1.40	0.0001	0.9999	21.485	0.065	0.01
0.200	2.00	0.0002	0.9998	21.487	0.093	0.02
0.300	3.98	0.0003	0.9997	21.490	0.185	0.03
0.400	10.30	0.0004	0.9996	21.492	0.479	0.04
0.500	14.60	0.0005	0.9995	21.494	0.679	0.05
0.600	20.40	0.0006	0.9994	21.497	0.949	0.06
0.700	22.50	0.0007	0.9993	21.499	1.047	0.07
0.800	24.30	0.0008	0.9992	21.501	1.130	0.08
0.900	26.80	0.0010	0.9990	21.503	1.246	0.10
1.000	30.30	0.0011	0.9989	21.506	1.409	0.11
1.100	35.10	0.0012	0.9988	21.508	1.632	0.12
1.200	38.50	0.0013	0.9987	21.510	1.790	0.13
1.300	40.20	0.0014	0.9986	21.513	1.869	0.14
1.400	48.60	0.0015	0.9985	21.515	2.259	0.15
1.500	47.85	0.0016	0.9984	21.517	2.224	0.16
1.600	47.40	0.0017	0.9983	21.519	2.203	0.17



$\sigma_{max} = 2.26 \text{ Kg/cm}^2$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo: Ensayo de Compresión No confina (UCS) T=750°C

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto / Obra : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 4 de Abril del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Profundidad	Temperatura	Adición
C3	1.50 m	750°C	10% Cascara de arroz

Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.34 cm	9.41 cm	Remoldeada	204.20 g	0.969 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
22.40 cm ²	210.75 cm ³	10.96%	184.03 g	1.634 g/cm ³

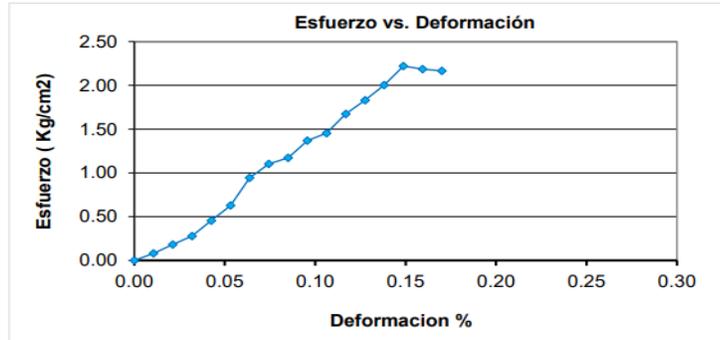
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.76	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	22.396	0.000	0.00
0.100	1.80	0.0001	0.9999	22.398	0.080	0.01
0.200	4.10	0.0002	0.9998	22.401	0.183	0.02
0.300	6.25	0.0003	0.9997	22.403	0.279	0.03
0.400	10.20	0.0004	0.9996	22.406	0.455	0.04
0.500	14.05	0.0005	0.9995	22.408	0.627	0.05
0.600	21.15	0.0006	0.9994	22.410	0.944	0.06
0.700	24.70	0.0007	0.9993	22.413	1.102	0.07
0.800	26.30	0.0009	0.9991	22.415	1.173	0.09
0.900	30.70	0.0010	0.9990	22.418	1.369	0.10
1.000	32.60	0.0011	0.9989	22.420	1.454	0.11
1.100	37.55	0.0012	0.9988	22.422	1.675	0.12
1.200	41.00	0.0013	0.9987	22.425	1.828	0.13
1.300	44.90	0.0014	0.9986	22.427	2.002	0.14
1.400	49.80	0.0015	0.9985	22.429	2.220	0.15
1.500	49.05	0.0016	0.9984	22.432	2.187	0.16
1.600	48.60	0.0017	0.9983	22.434	2.166	0.17



$\sigma_{max} = 2.22 \text{ Kg/cm}^2$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Compresión No confina (UCS) T=750°C

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

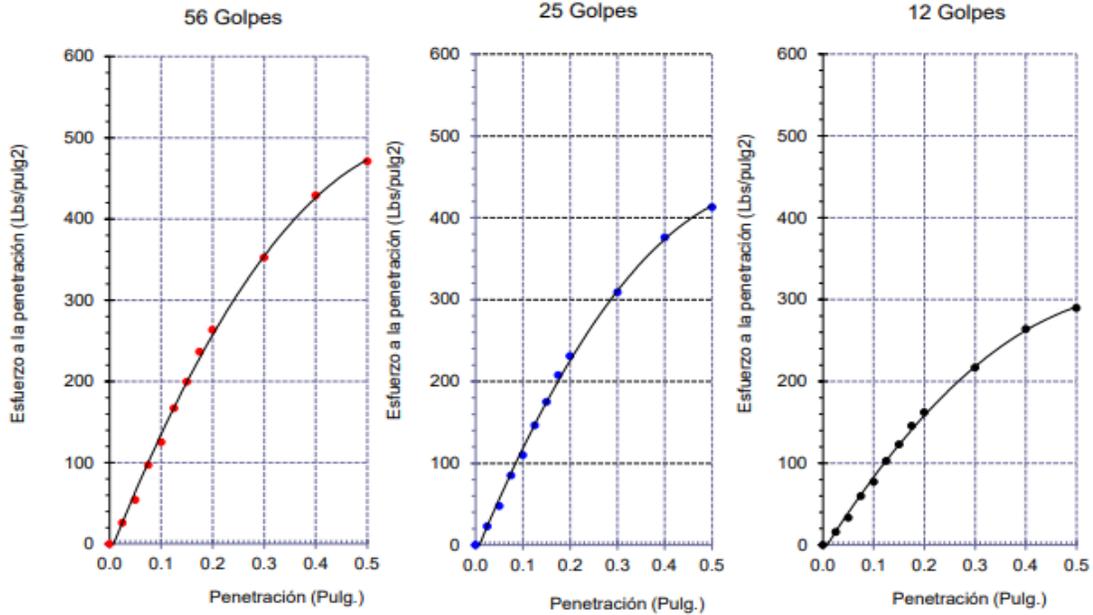
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 1

Muestra: M-1

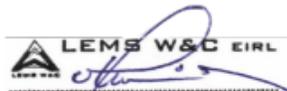
Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-01

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
 Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 1

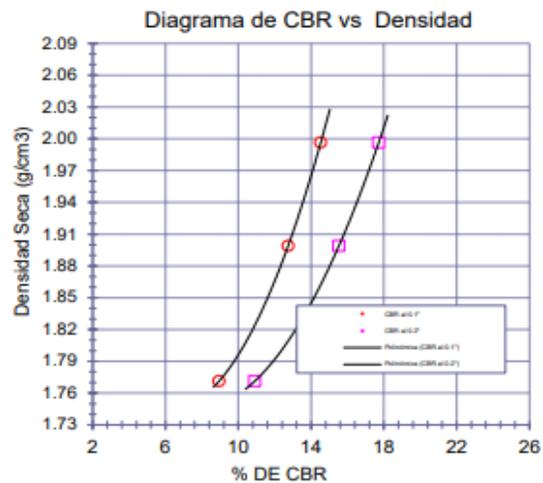
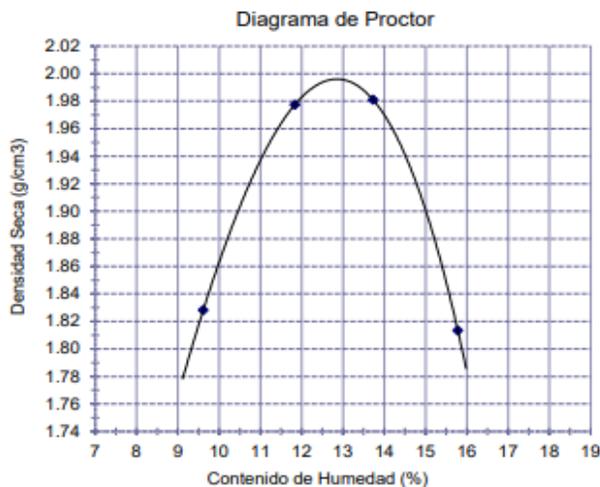
Muestra: M-1

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

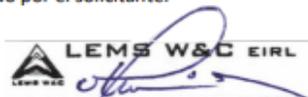
Máxima densidad seca	1.996 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.82 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	14.5	0.05	1.996	0.1"	100	14.5
02	25	12.7	0.06	1.899	0.1"	95	12.7
03	12	8.9	0.07	1.771	0.2"	100	17.7
					0.2"	95	15.4



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-01

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

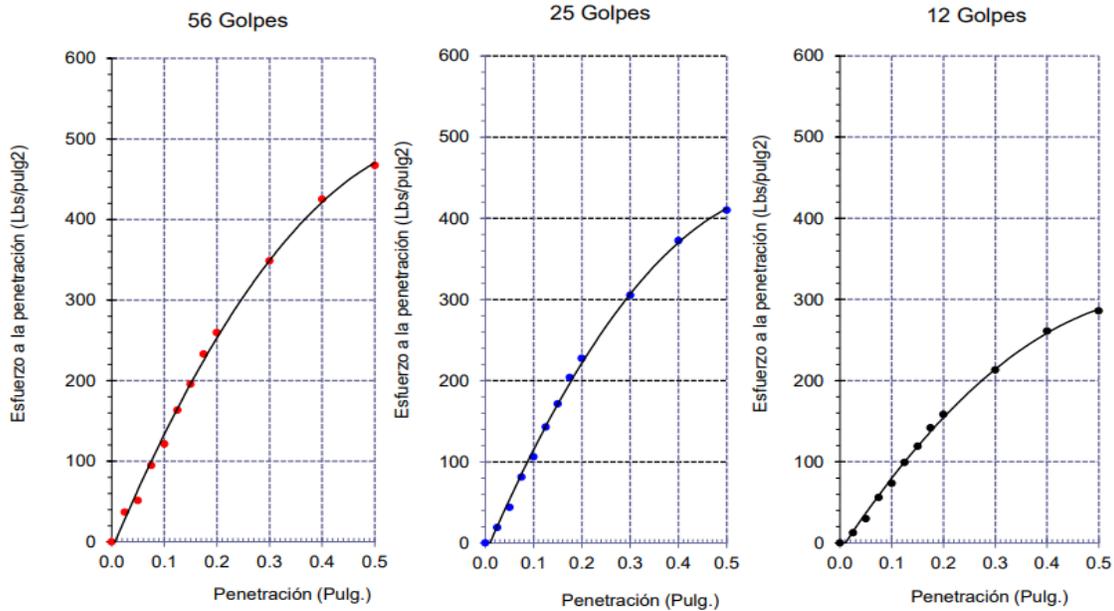
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

Muestra: M-1

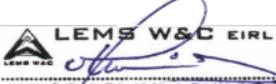
Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-02

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
 Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

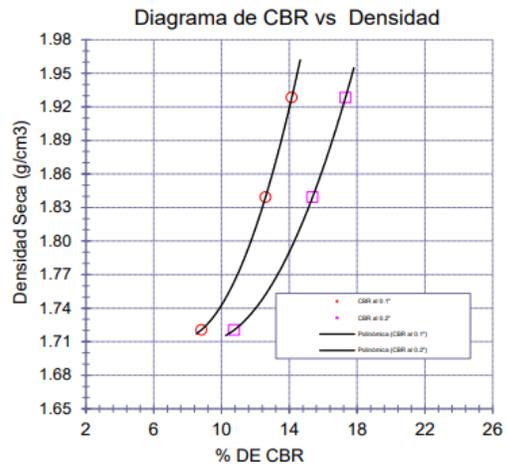
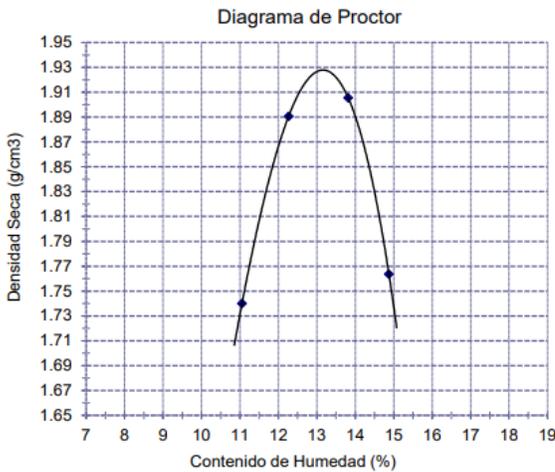
Muestra: M-1

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.928 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.15 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	14.1	0.05	1.928	0.1"	100	14.1
02	25	12.6	0.06	1.839	0.1"	95	12.4
03	12	8.8	0.07	1.721	0.2"	100	17.3
					0.2"	95	15.1



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-02

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

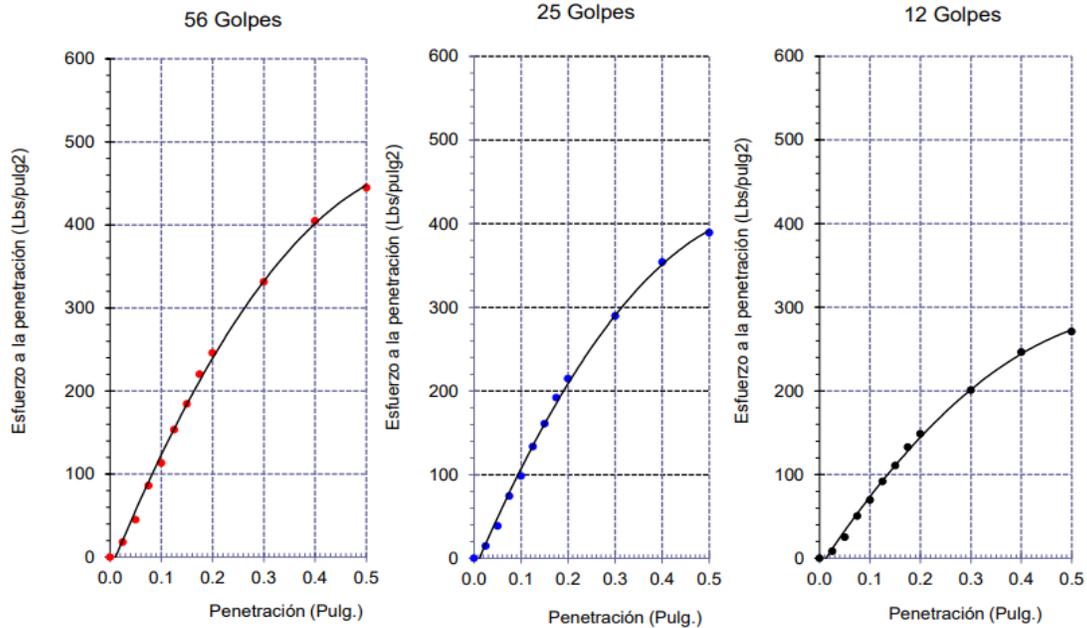
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

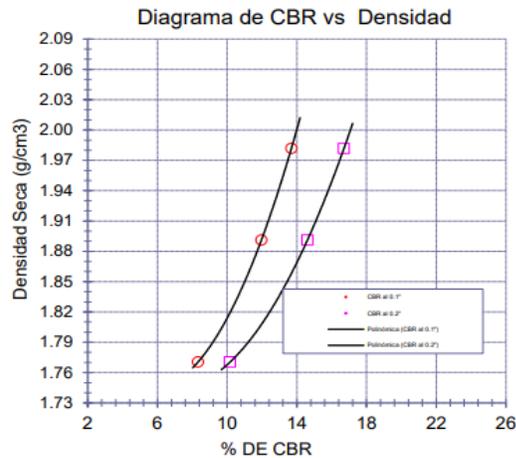
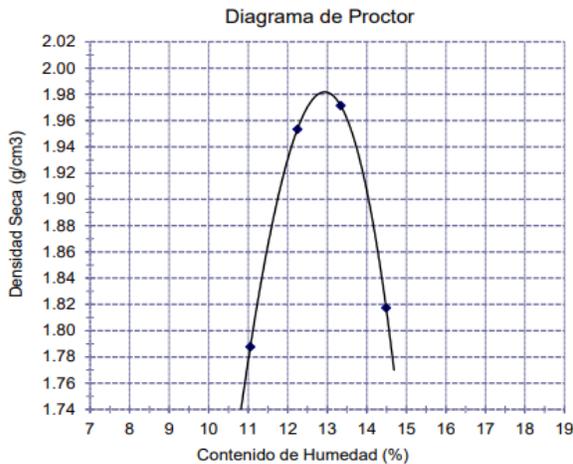
Muestra: M-1

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.982 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.93 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	13.7	0.05	1.982	0.1"	100	13.7
02	25	12.0	0.06	1.891	0.1"	95	11.7
03	12	8.3	0.07	1.770	0.2"	100	16.7
					0.2"	95	14.3



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

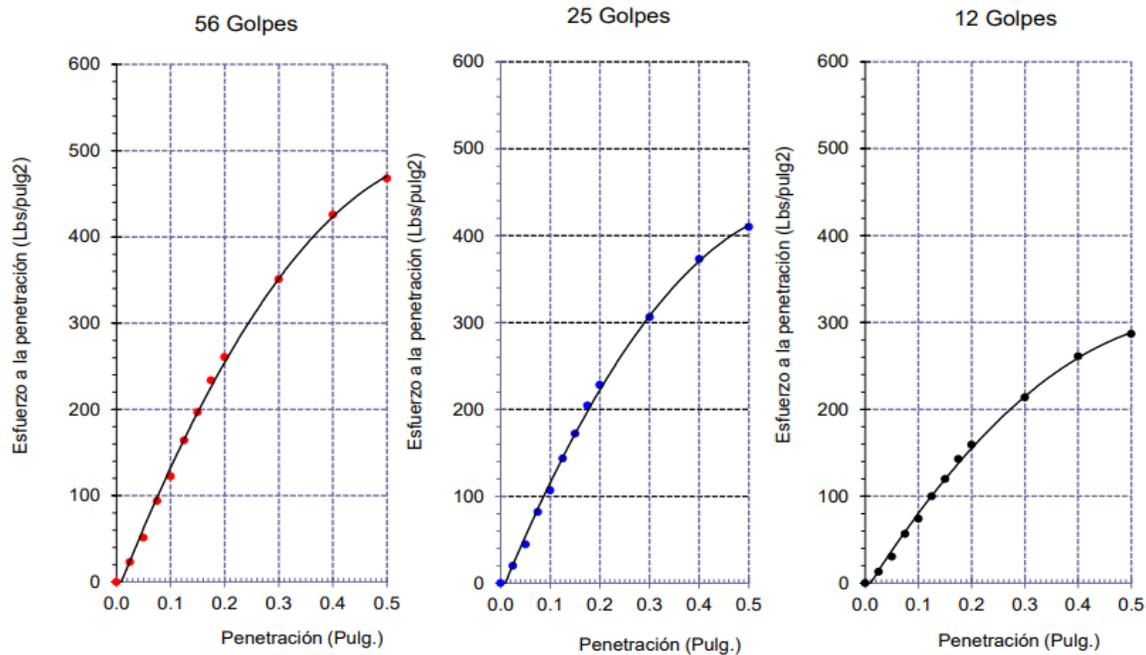
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :
 - Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-04

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

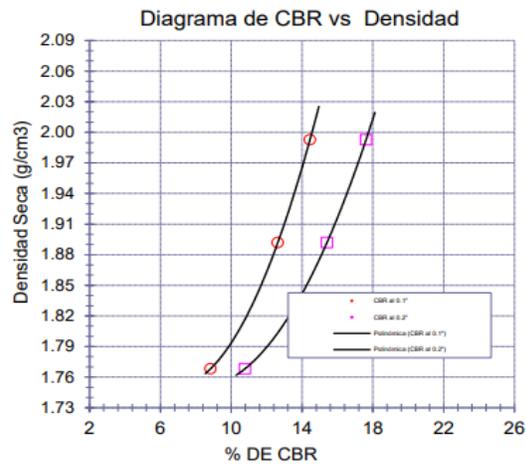
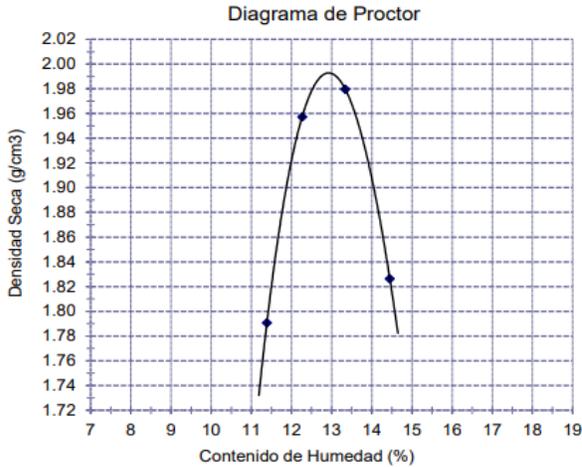
Muestra: M-1

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.993 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.91 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	14.4	0.05	1.993	0.1"	100	14.5
02	25	12.6	0.06	1.892	0.1"	95	12.7
03	12	8.8	0.07	1.768	0.2"	100	17.6
					0.2"	95	15.5



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-04

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes **RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE**
 Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

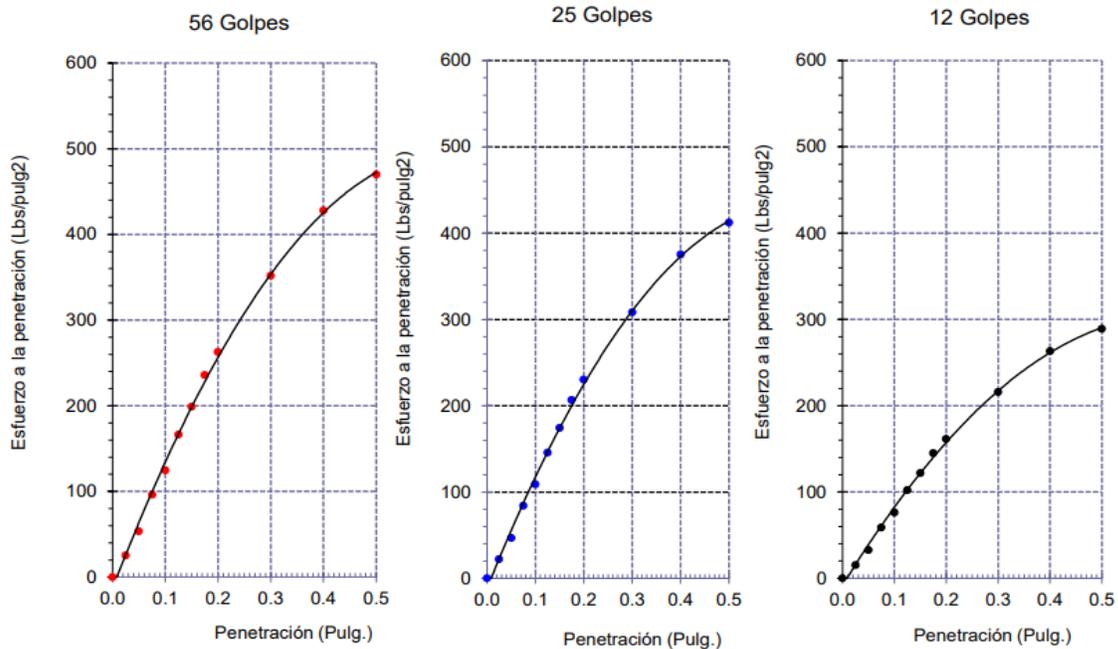
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1

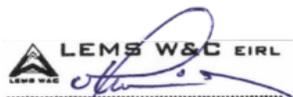
Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.

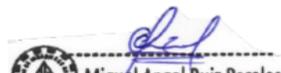


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-05

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.996 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.82 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	14.5	0.05	1.996	0.1"	100	14.5
02	25	12.7	0.06	1.904	0.1"	95	12.4
03	12	8.9	0.07	1.788	0.2"	100	17.7
					0.2"	95	15.2

Diagrama de Proctor

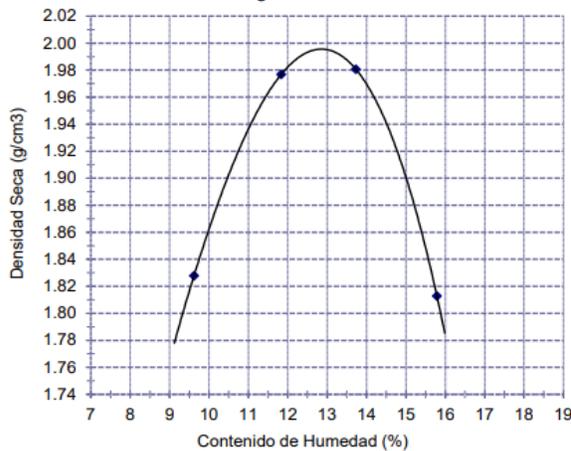
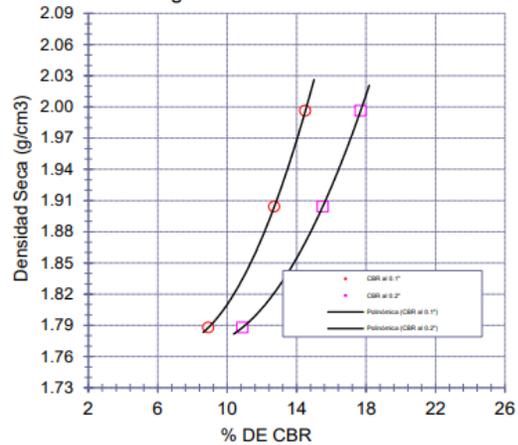


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-05

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : Ramirez Silva Diana Mareline
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 18 de mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

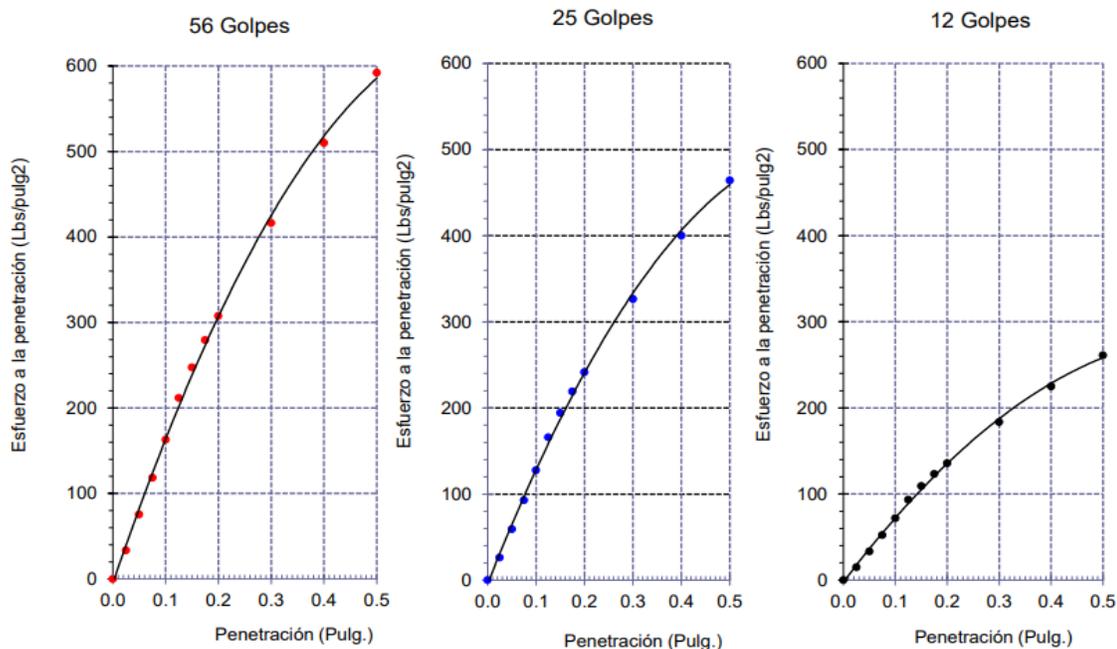
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 +2% PET

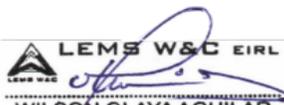
Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.

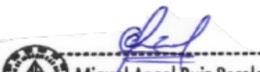


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:2%PET



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : Ramirez Silva Diana Mareline
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.

Fecha de recepción : 18 de mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

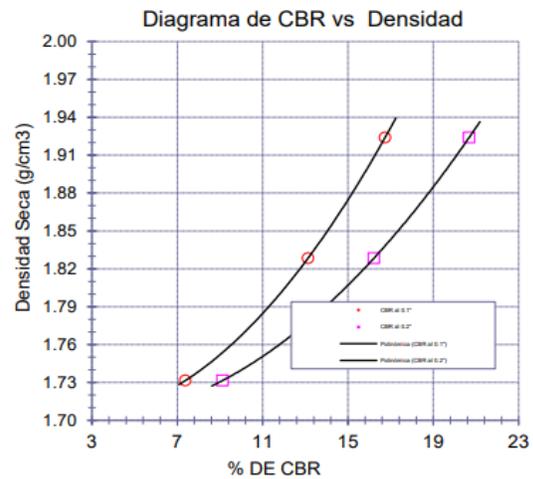
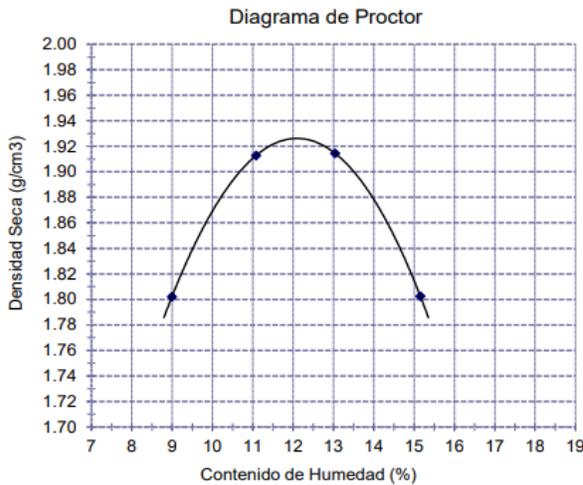
Muestra: M-1 +2% PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.924 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.44 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	16.7	0.05	1.924	0.1"	100	16.7
02	25	13.1	0.06	1.828	0.1"	95	13.1
03	12	7.4	0.07	1.732	0.2"	100	20.7
					0.2"	95	16.2



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:2%PET



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 20 de mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

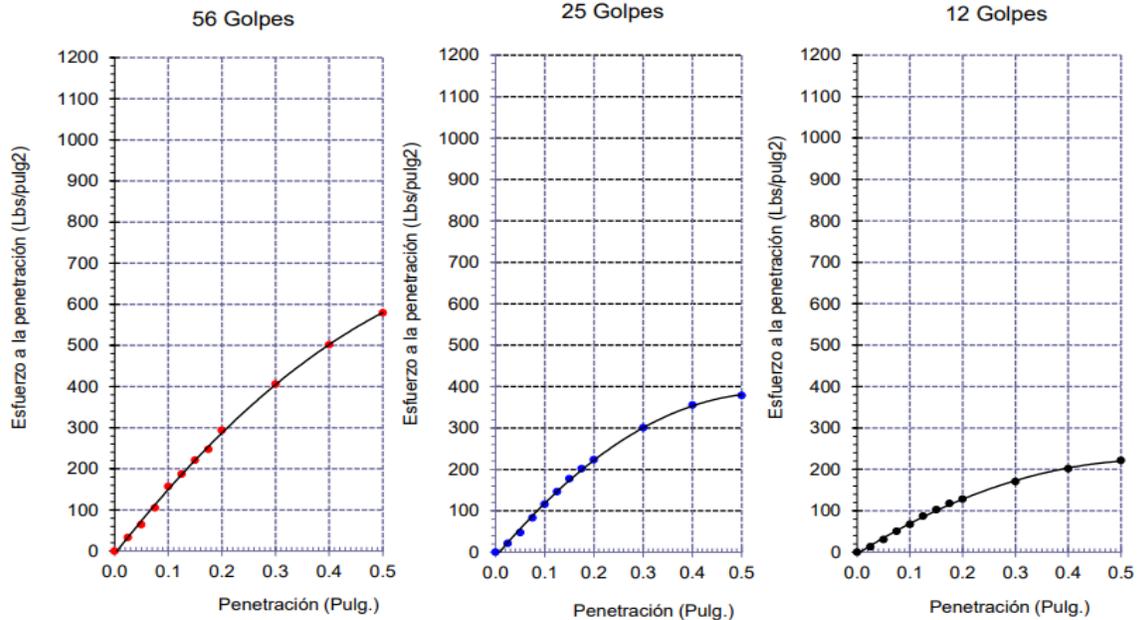
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 4%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:4%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 20 de mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 4%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.853 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.20 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	15.6	0.04	1.853	0.1"	100	15.6
02	25	12.7	0.06	1.760	0.1"	95	12.7
03	12	7.2	0.07	1.668	0.2"	100	19.5
					0.2"	95	15.3

Diagrama de Proctor

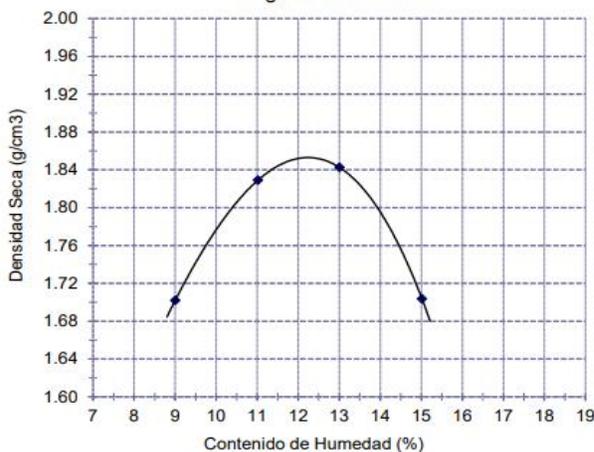
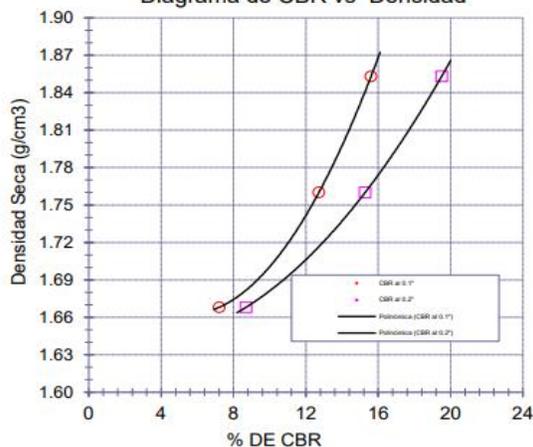


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:4%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 28 de mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

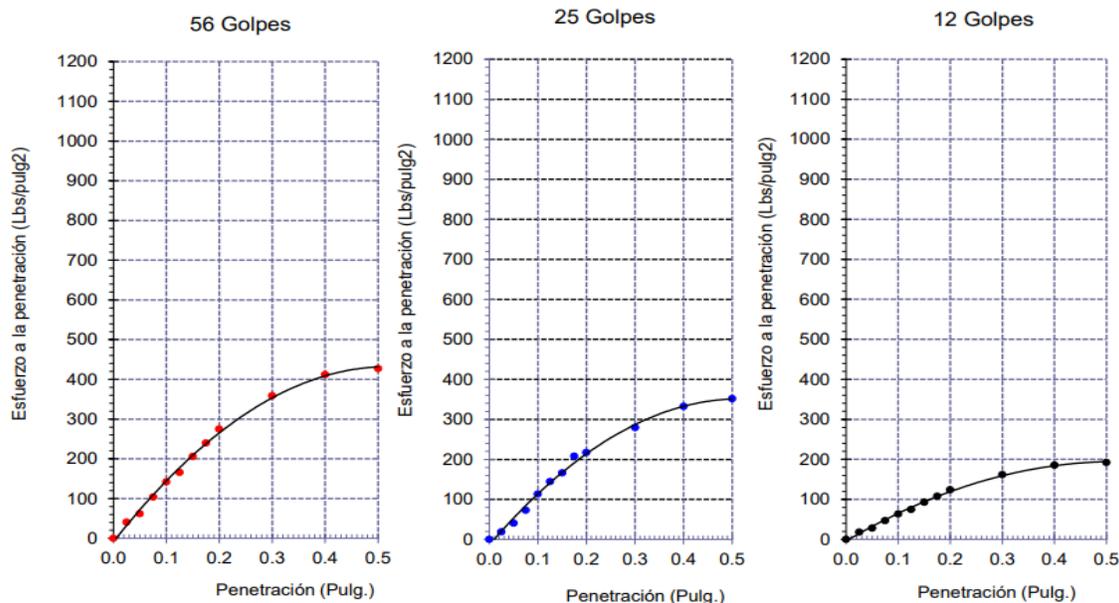
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 6%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:6%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 28 de mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

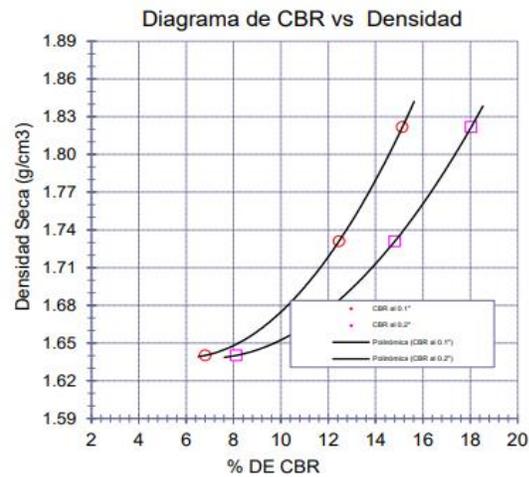
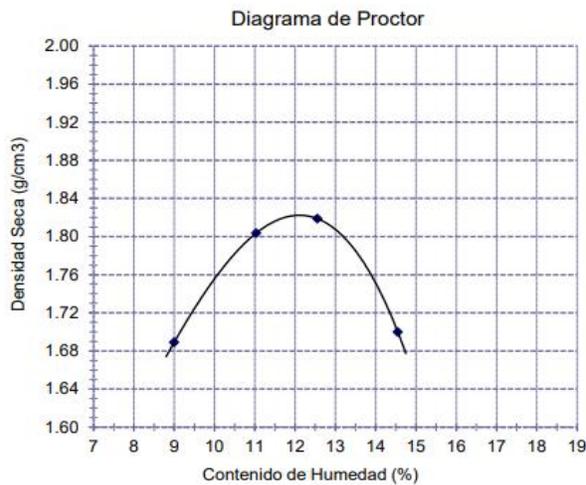
Muestra: M-1 + 6%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.822 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.08 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	15.1	0.06	1.822	0.1"	100	15.2
02	25	12.5	0.07	1.731	0.1"	95	12.5
03	12	6.8	0.08	1.640	0.2"	100	18.1
					0.2"	95	14.8



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:6%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : Ramirez Silva Diana Mareline
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 02 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

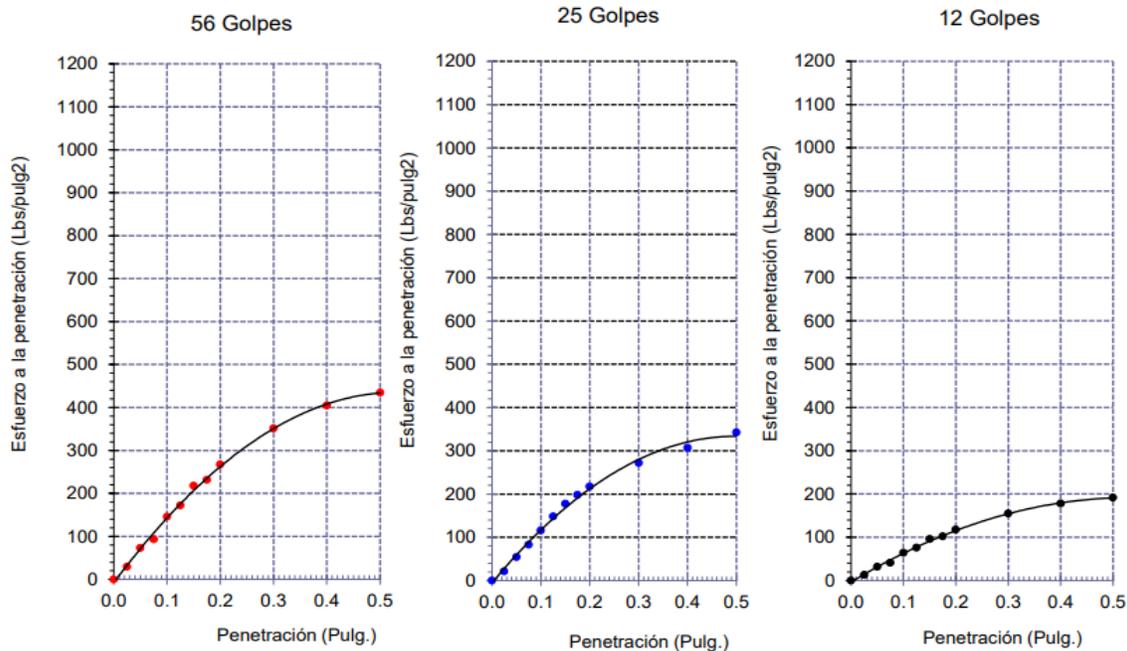
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 8% PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03: 8%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : Ramirez Silva Diana Mareline
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 02 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 8% PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.816 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.94 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	14.9	0.05	1.816	0.1"	100	14.9
02	25	12.1	0.06	1.725	0.1"	95	12.1
03	12	6.5	0.07	1.634	0.2"	100	17.8
					0.2"	95	14.3

Diagrama de Proctor

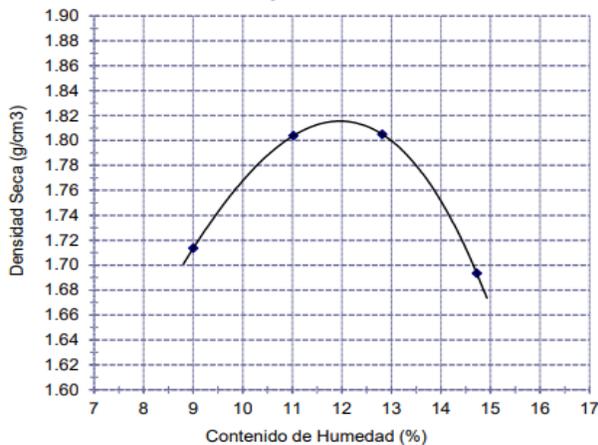
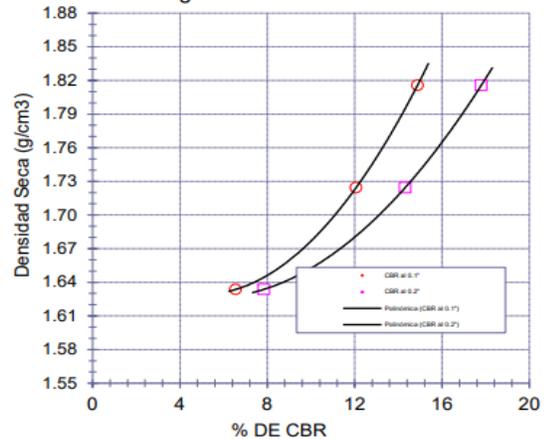


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03: 8%PET



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes Proyecto : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 20 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

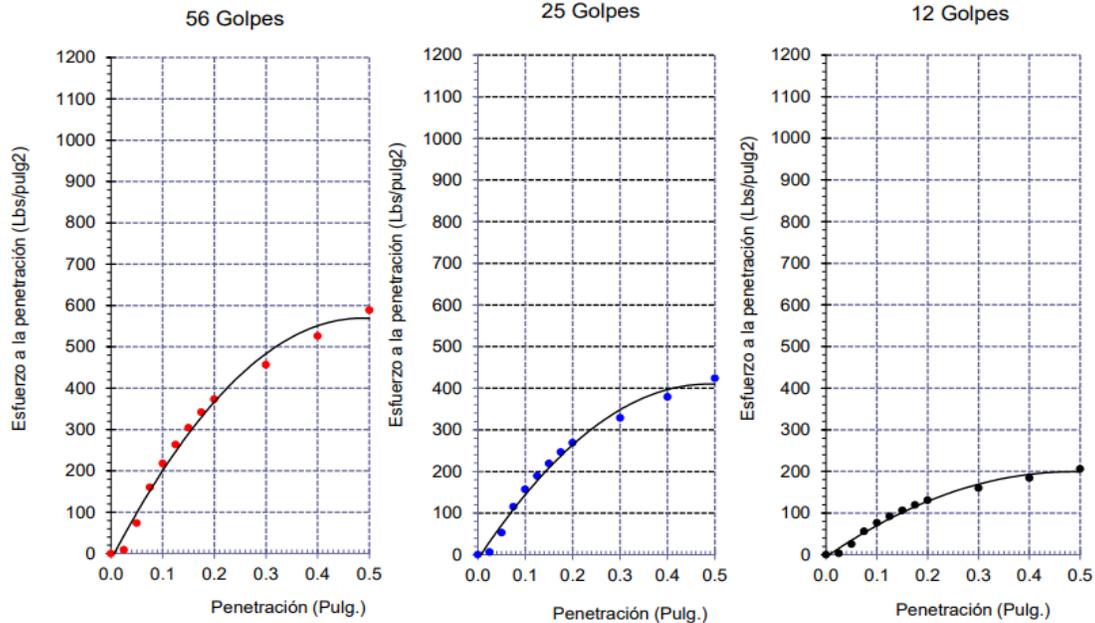
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 6% CCA

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:6%CCA

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 20 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

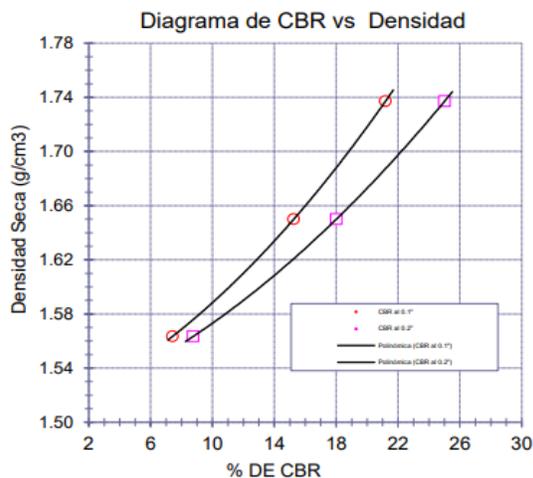
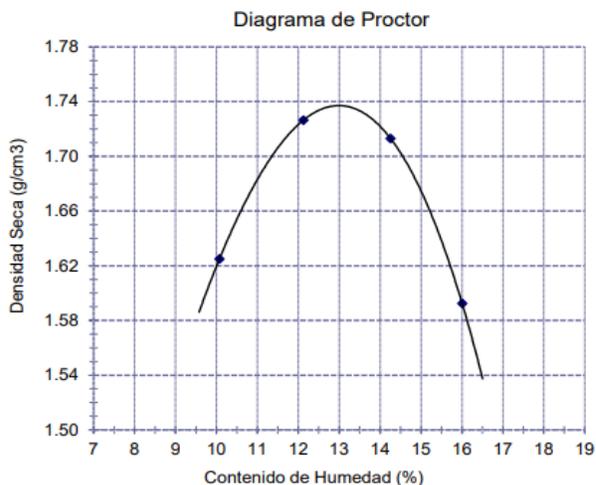
Muestra: M-1 + 6% CCA

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.737 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.01 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.2	0.04	1.737	0.1"	100	21.2
02	25	15.3	0.05	1.650	0.1"	95	15.3
03	12	7.4	0.06	1.563	0.2"	100	25.0
					0.2"	95	18.0



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:6%CCA

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 28 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

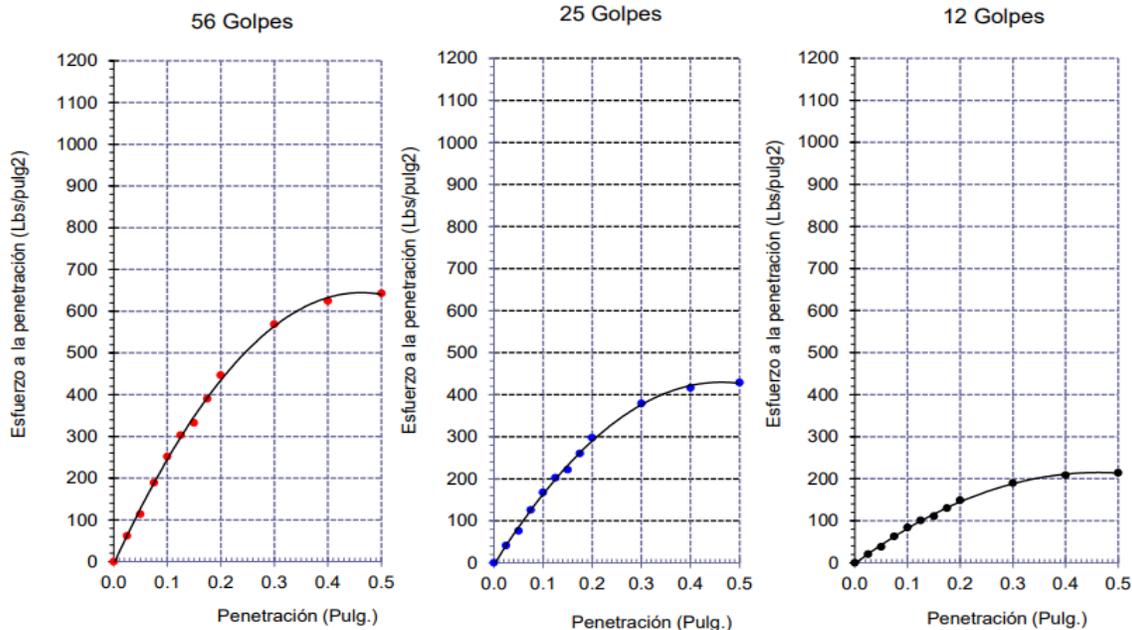
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+8%CCA

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:8%CCA

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 28 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

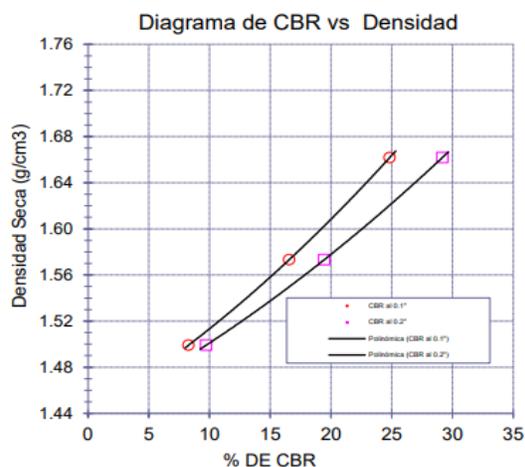
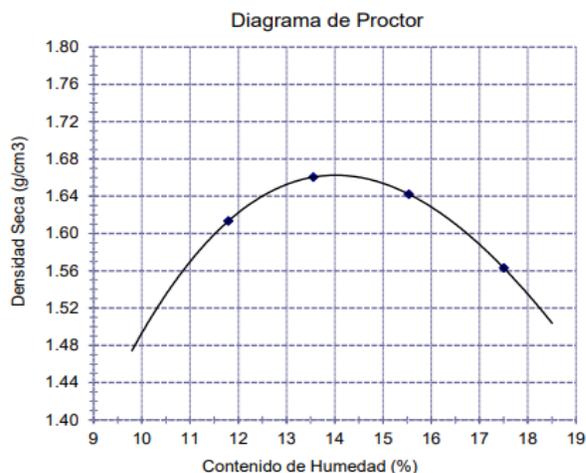
Muestra: M-1+8%CCA

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

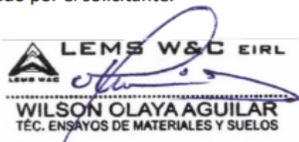
Máxima densidad seca	1.662 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	14.03 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	24.8	0.02	1.662	0.1"	100	24.9
02	25	16.5	0.03	1.573	0.1"	95	17.2
03	12	8.3	0.04	1.499	0.2"	100	29.2
					0.2"	95	20.3



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:8%CCA

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 28 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

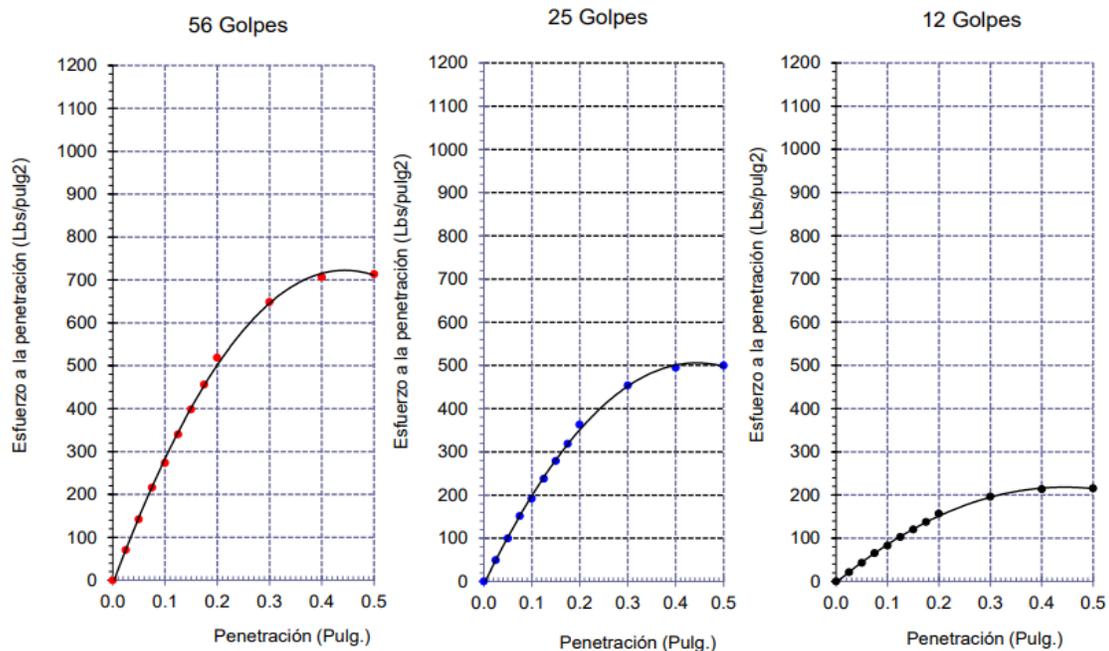
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 10% CCA

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:10%CCA

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 28 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

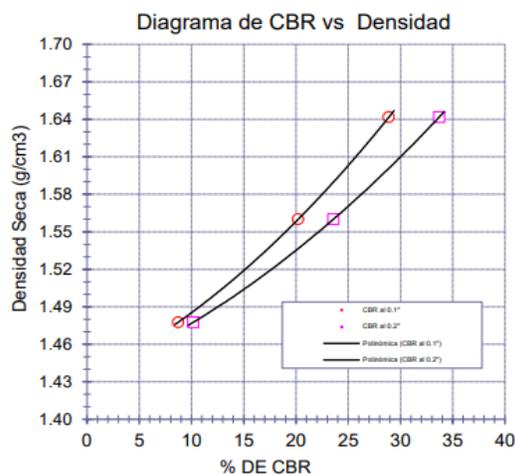
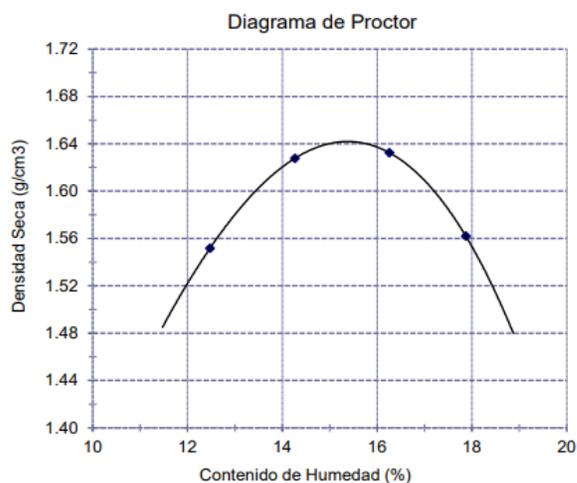
Muestra: M-1 + 10% CCA

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.642 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	15.41 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	28.9	0.03	1.642	0.1"	100	28.9
02	25	20.2	0.04	1.560	0.1"	95	20.2
03	12	8.7	0.05	1.478	0.2"	100	33.7
					0.2"	95	23.5



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:10%CCA



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 28 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

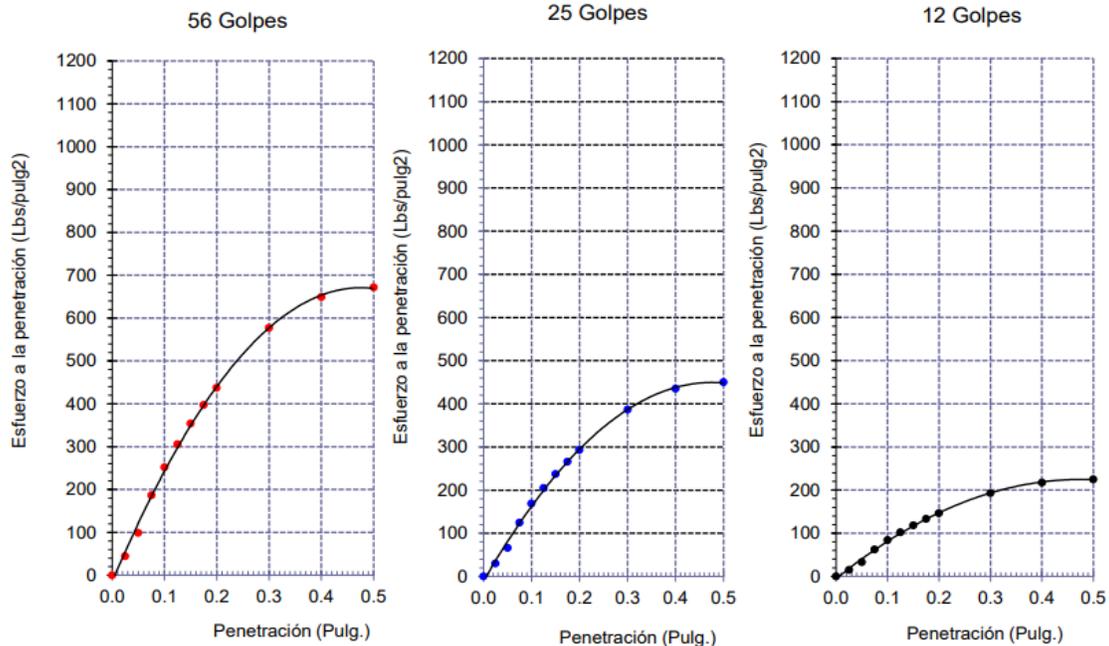
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+12%CCA

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03: 12%CCA

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 28 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

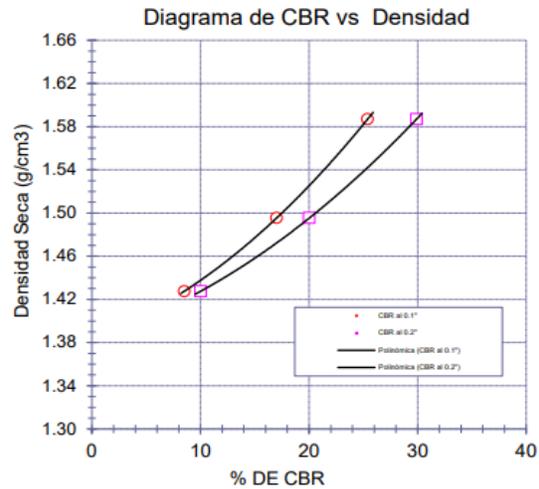
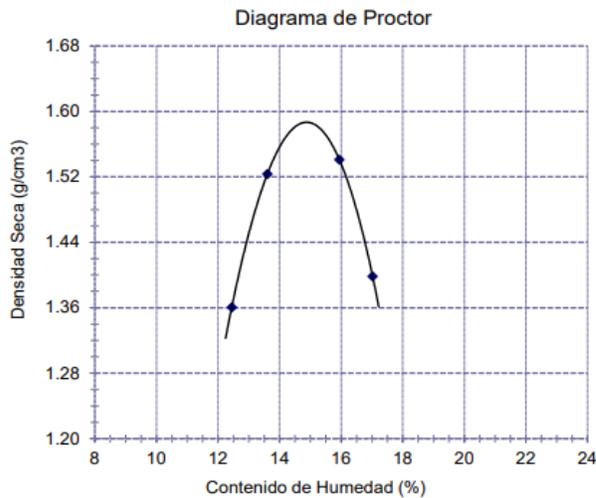
Muestra: M-1+12%CCA

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.587 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	14.91 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	25.4	0.03	1.587	0.1"	100	25.4
02	25	17.0	0.05	1.495	0.1"	95	18.5
03	12	8.5	0.05	1.428	0.2"	100	29.9
					0.2"	95	21.8



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03: 12%CCA

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 29 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

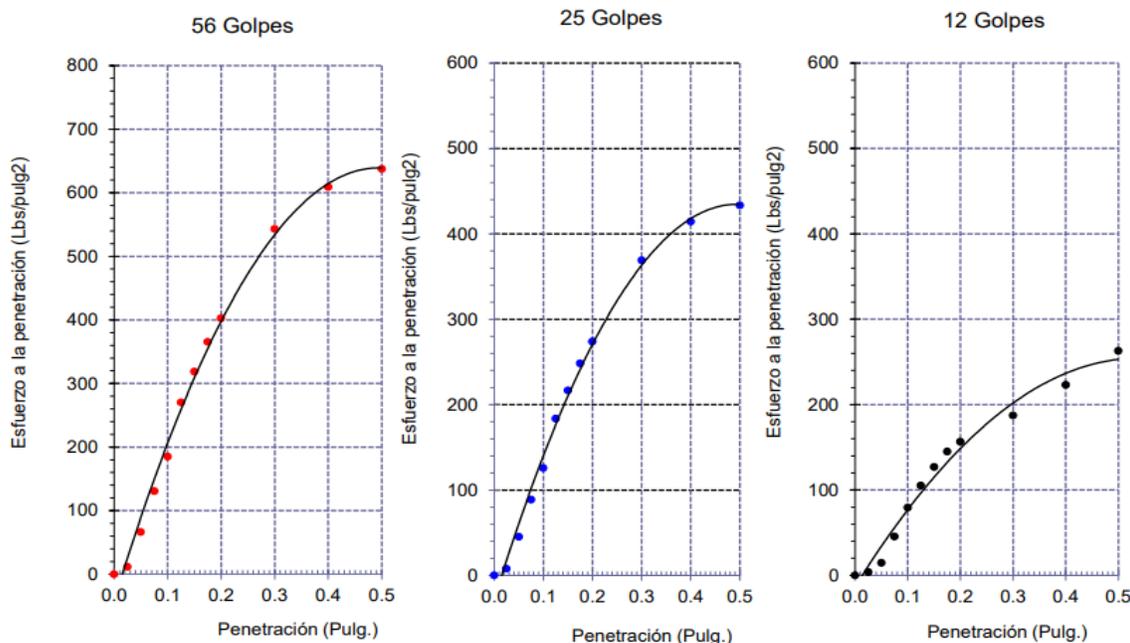
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+6%CCA+2%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:6%CCA:2%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 29 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

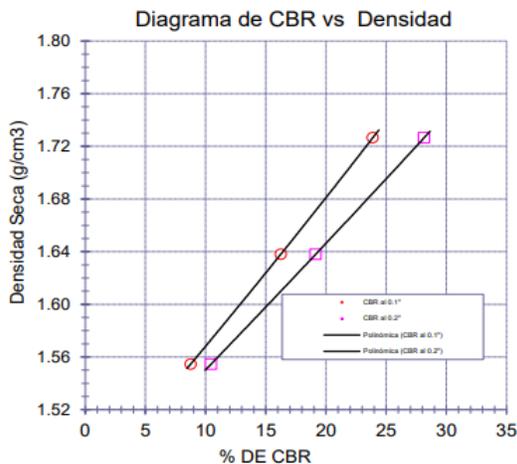
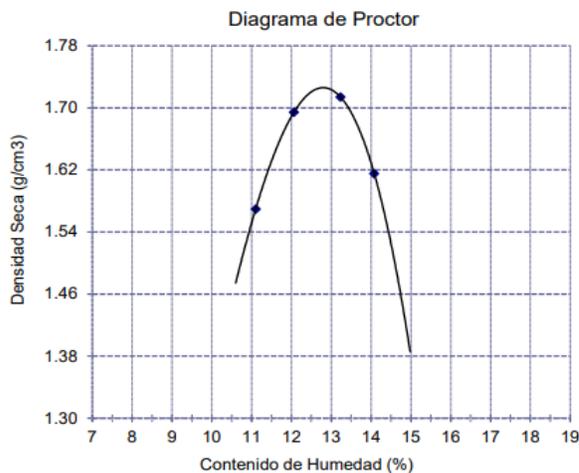
Muestra: M-1+6%CCA+2%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.726 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.78 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	23.9	0.07	1.726	0.1"	100	23.8
02	25	16.2	0.10	1.638	0.1"	95	16.4
03	12	8.8	0.14	1.555	0.2"	100	28.1
					0.2"	95	19.3



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:6%CCA:2%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.

Fecha de recepción : 01 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145

Norma : compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

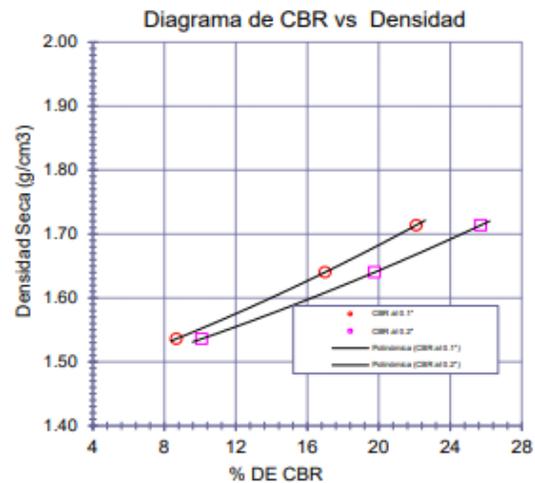
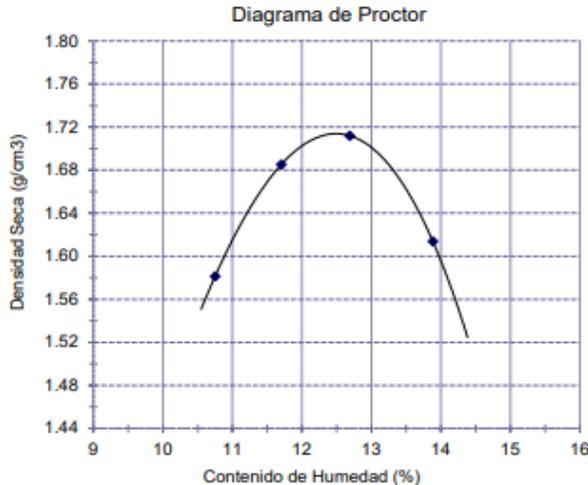
Muestra: M-1+6%CCA + 4%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.714 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.51 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	22.1	0.09	1.714	0.1"	100	22.1
02	25	17.0	0.12	1.640	0.1"	95	16.0
03	12	8.7	0.13	1.536	0.2"	100	25.7
					0.2"	95	18.7



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:6%CCA:4%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 01 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

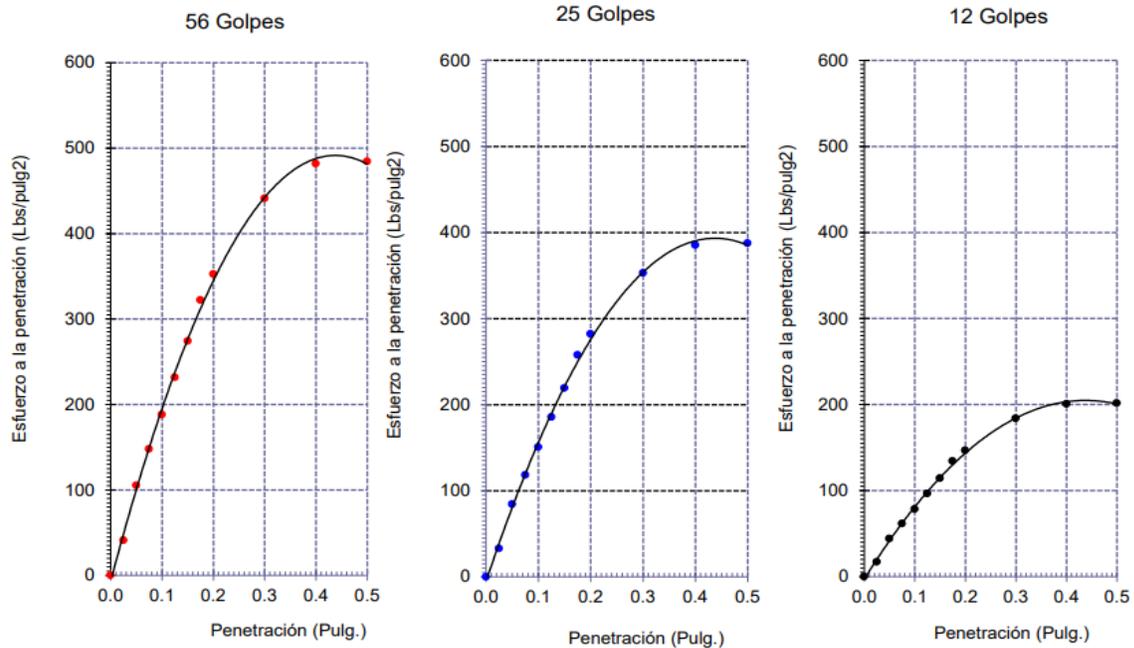
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+6%CCA+6%PET

Profundidad: 0.20m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:6%CCA:6%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 01 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

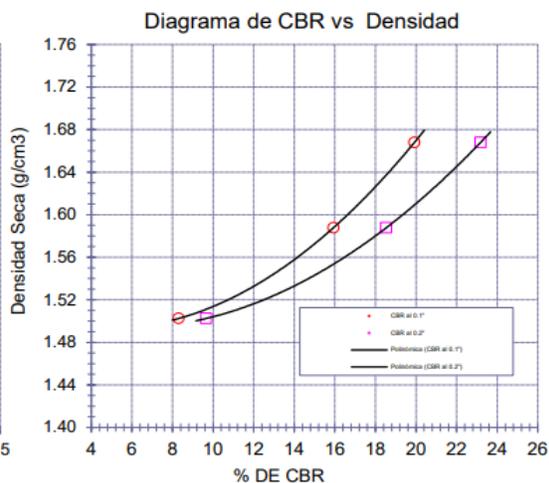
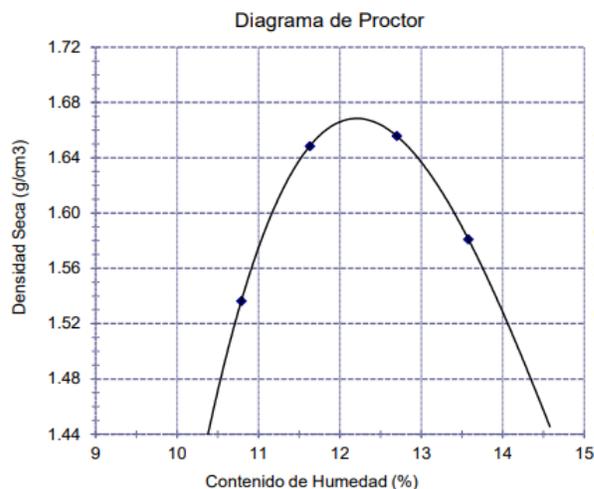
Muestra: M-1+6%CCA+6%PET

Profundidad: 0.20m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.668 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.20 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	19.9	0.111	1.668	0.1"	100	20.0
02	25	15.9	0.133	1.588	0.1"	95	15.7
03	12	8.3	0.149	1.502	0.2"	100	23.2
					0.2"	95	18.3



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
Wilson Claya Aguilar
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:6%CCA:6%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 01 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

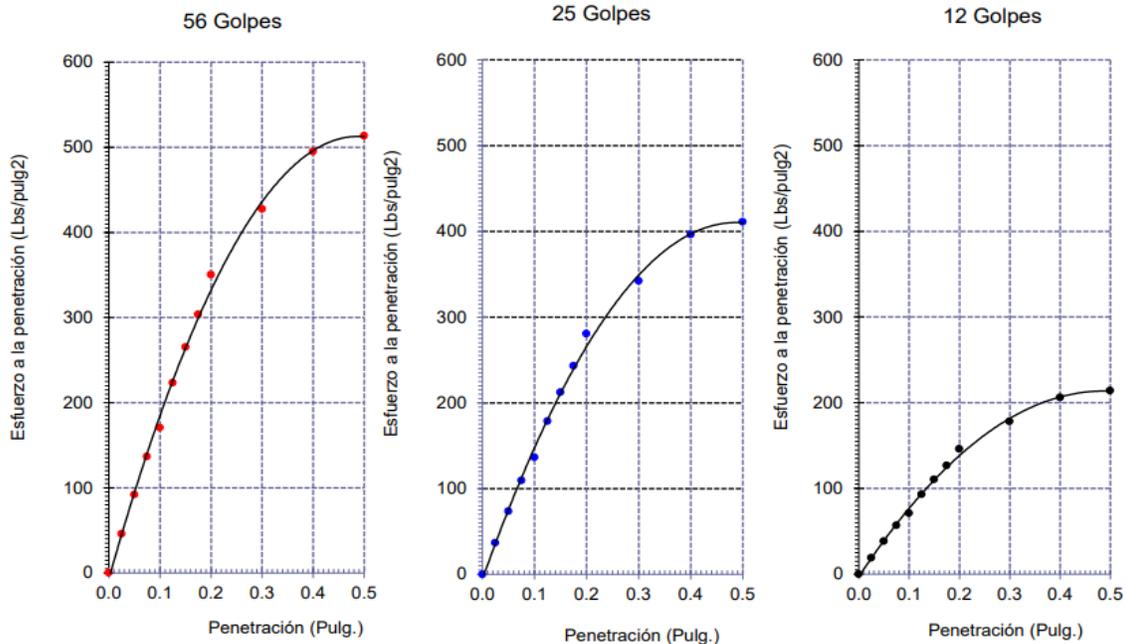
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+6%CCA+8%PET

Profundidad: 0.20m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:6%CCA:8%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 01 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

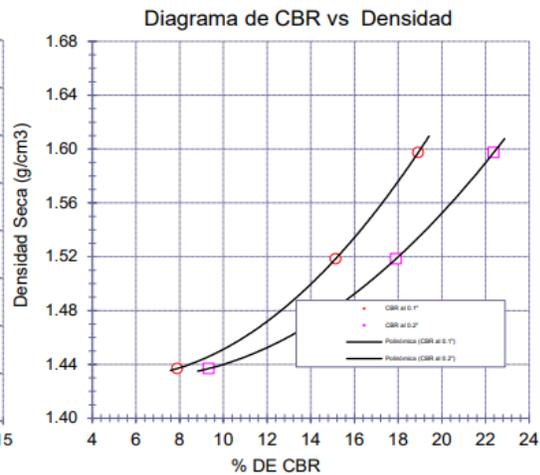
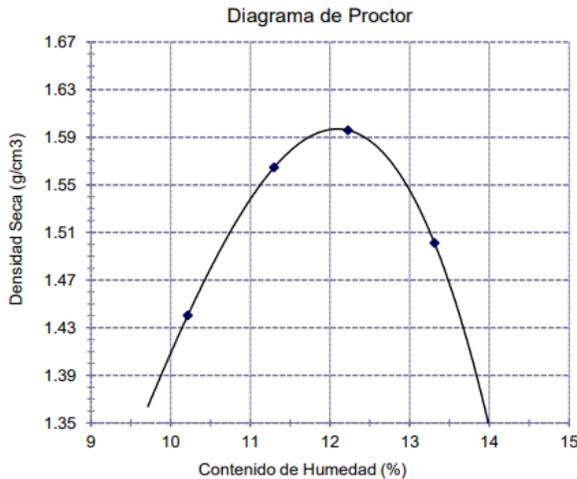
Muestra: M-1+6%CCA+8%PET

Profundidad: 0.20m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

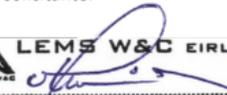
Máxima densidad seca	1.597 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.09 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	18.9	0.075	1.597	0.1"	100	18.9
02	25	15.1	0.098	1.518	0.1"	95	15.0
03	12	7.9	0.115	1.437	0.2"	100	22.4
					0.2"	95	17.8



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:6%CCA:8%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes: RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación: Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura: 02 de Julio del 2021

Código: N.T.P. 339.145
Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

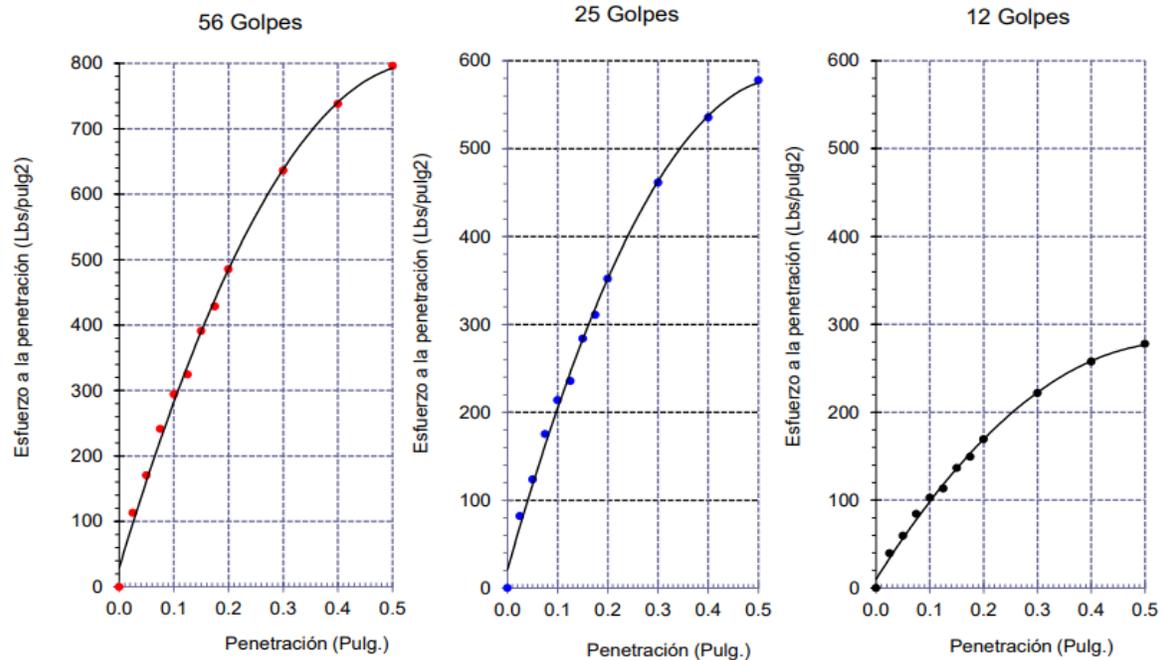
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 8%CCA + 2%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:8%CCA:2%PET



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.

Fecha de recepción : 02 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

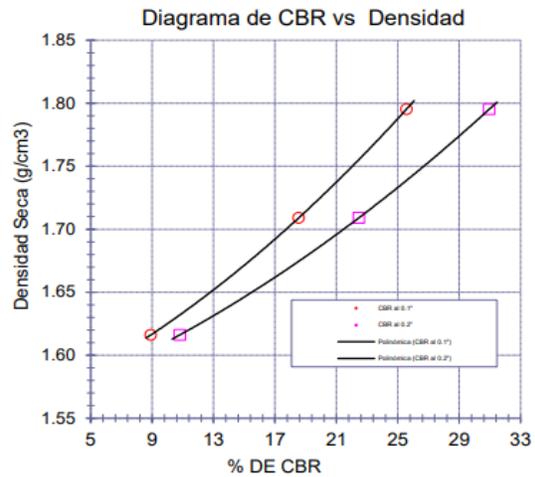
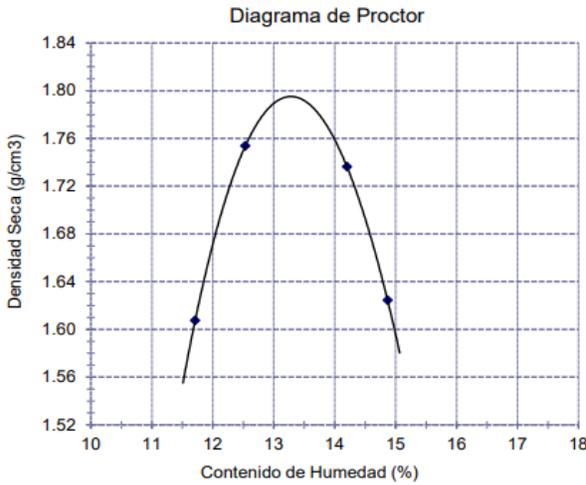
Muestra: M-1 + 8%CCA + 2%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Table with 2 columns: Property (Máxima densidad seca, Óptimo contenido de humedad) and Value (1.795 g/cm³, 13.27 %)

Table with 8 columns: Especimen, Número de golpes por capa, CBR (%), Expansión (%), Densidad seca (g/cm3), CBR a la penetración (Pulg), % de MDS, CBR (%). Contains 4 rows of data.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

Signature and stamp of Wilson Olaya Aguilar, Técnico de Ensayos de Materiales y Suelos.

Signature and stamp of Miguel Angel Ruiz Perales, Ingeniero Civil.

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:8%CCA:2%PET



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 02 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

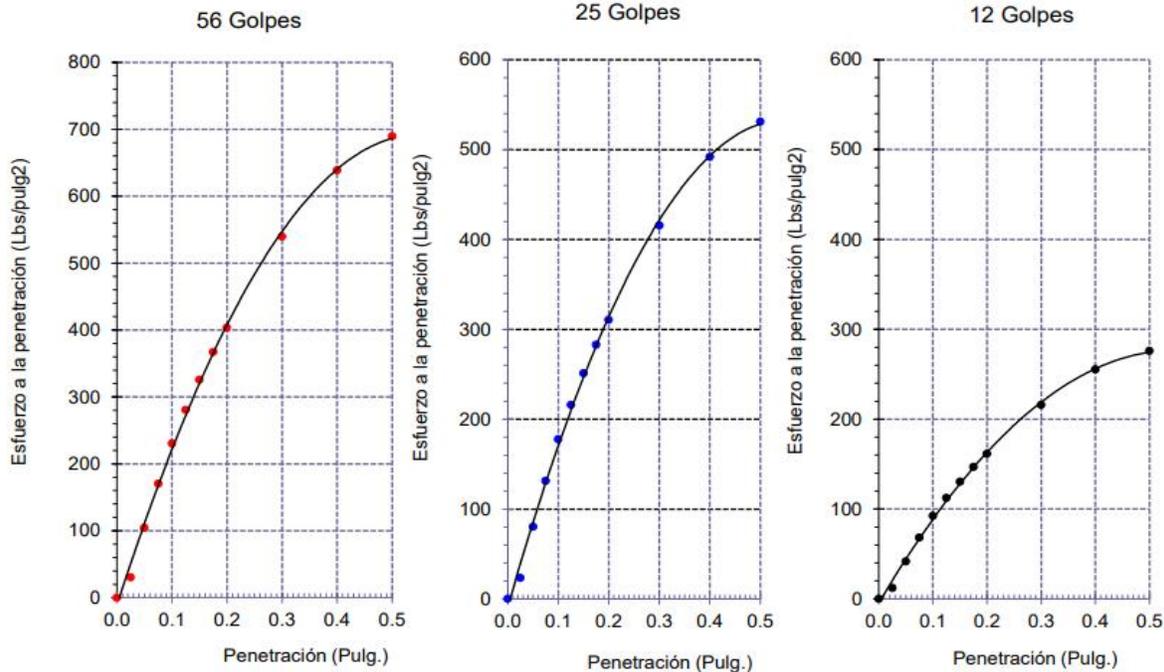
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 8%CCA + 4%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:8%CCA:4%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 02 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

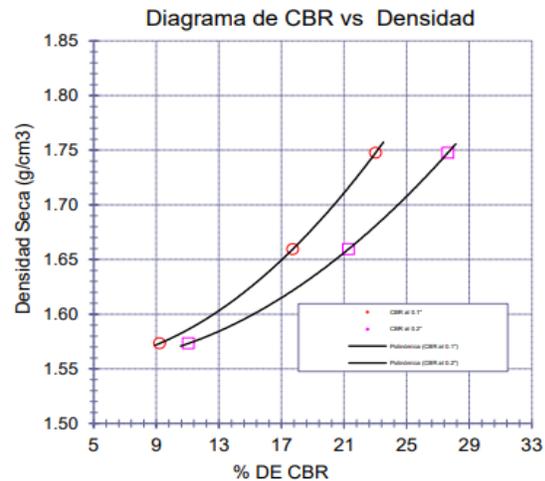
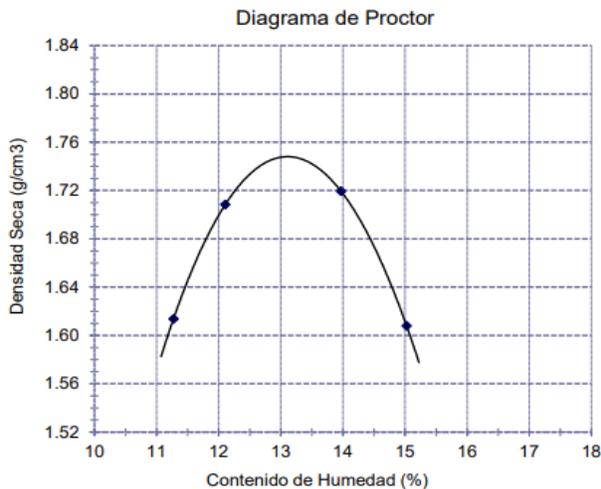
Muestra: M-1 + 8%CCA + 4%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.748 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.12 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	23.0	0.09	1.748	0.1"	100	23.0
02	25	17.7	0.13	1.659	0.1"	95	17.8
03	12	9.2	0.16	1.573	0.2"	100	27.7
					0.2"	95	21.4



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:8%CCA:4%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

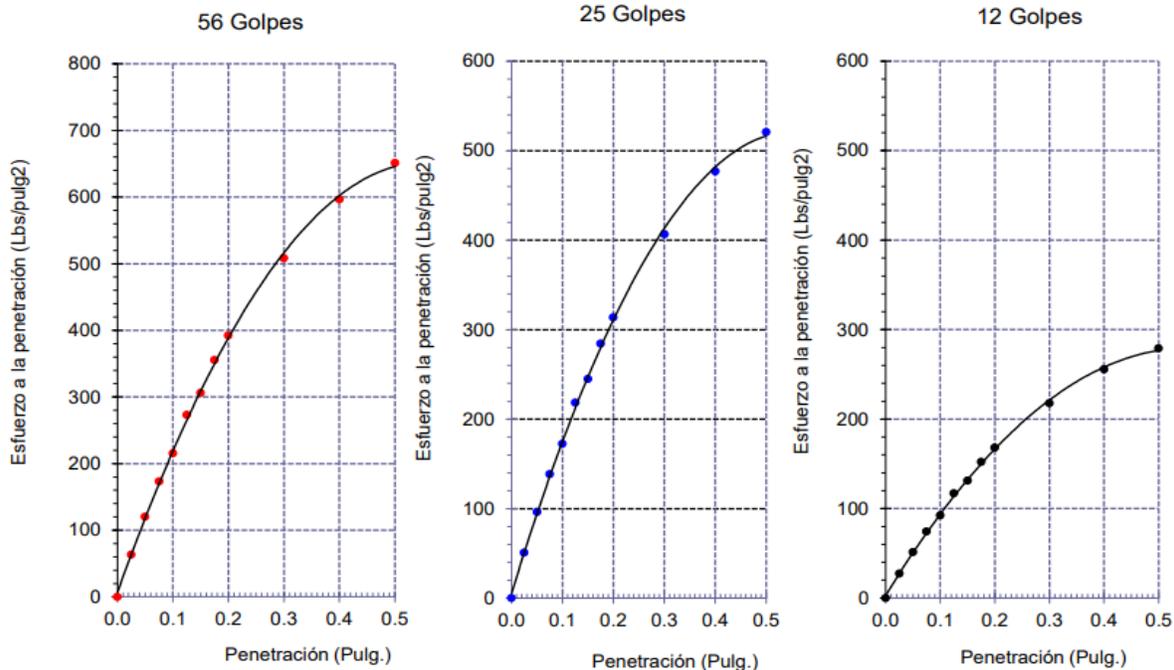
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 02 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1 + 8%CCA + 6%PET Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:8%CCA:6%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 02 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

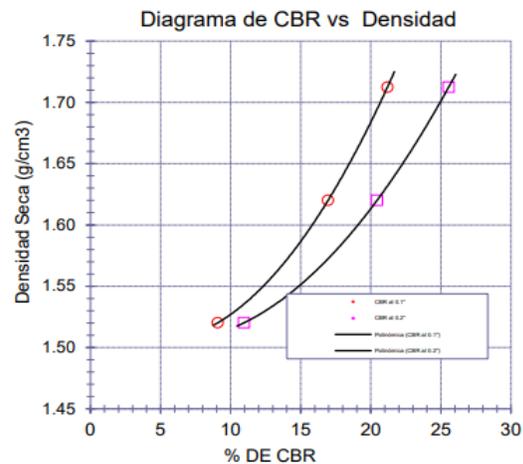
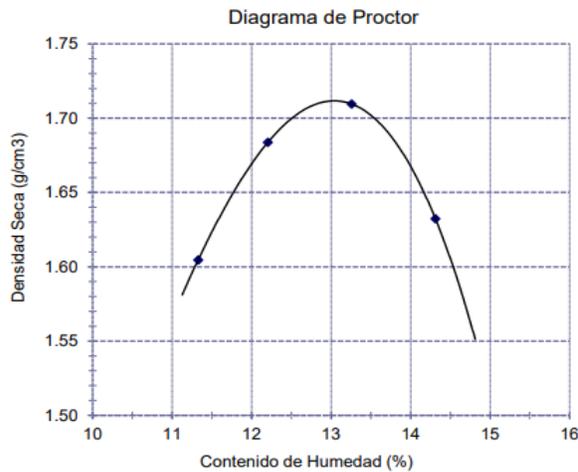
Muestra: M-1 + 8%CCA + 6%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.712 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.05 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.2	0.12	1.712	0.1"	100	21.1
02	25	16.9	0.13	1.620	0.1"	95	17.4
03	12	9.1	0.16	1.520	0.2"	100	25.5
					0.2"	95	21.0



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:8%CCA:6%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 03 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

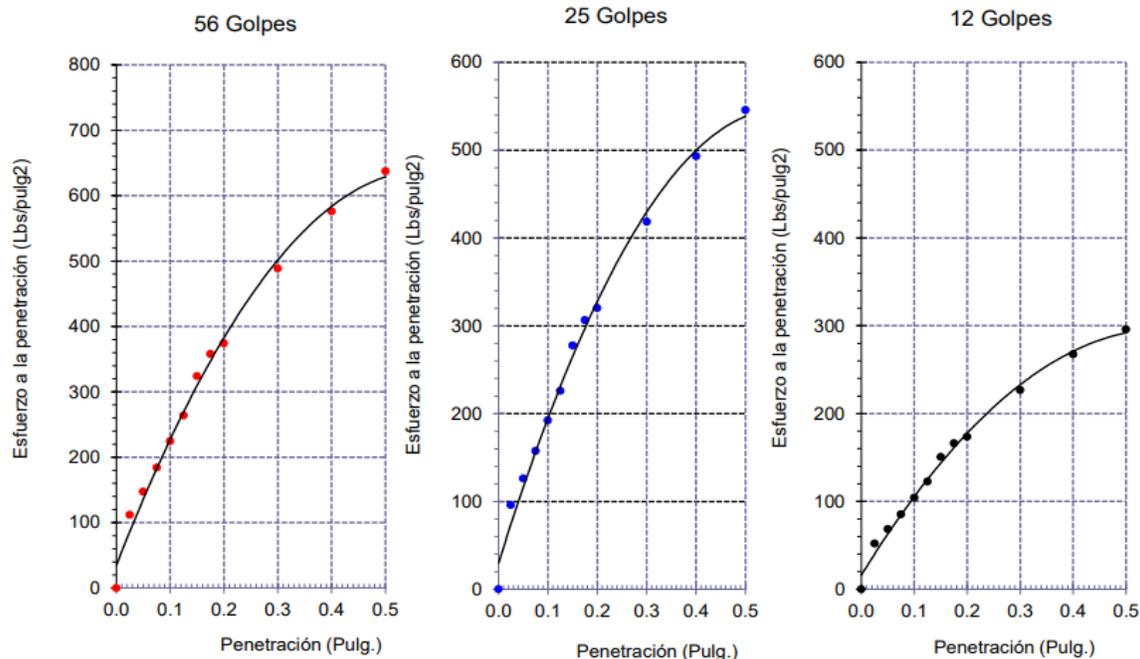
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+8%CCA+8%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:8%CCA:8%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 03 de Julio del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

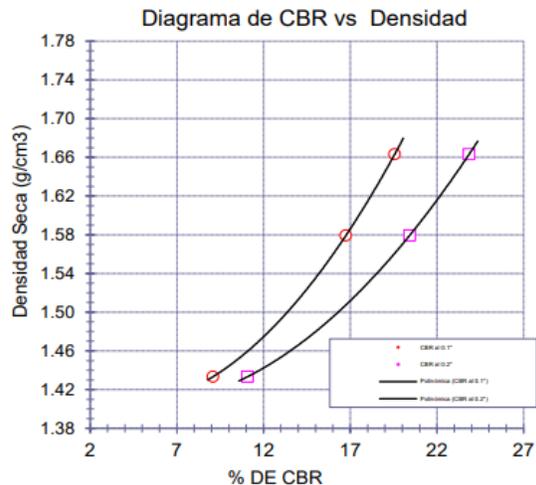
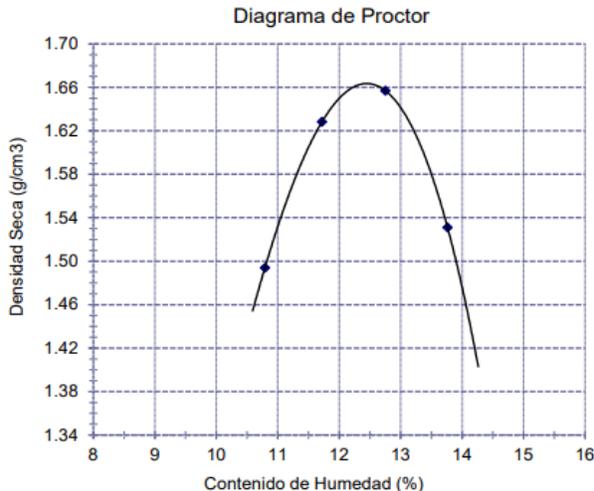
Muestra: M-1+8%CCA+8%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.663 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.43 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	19.6	0.10	1.663	0.1"	100	19.6
02	25	16.8	0.11	1.579	0.1"	95	16.8
03	12	9.1	0.12	1.433	0.2"	100	23.9
					0.2"	95	20.5



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:8%CCA:8%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

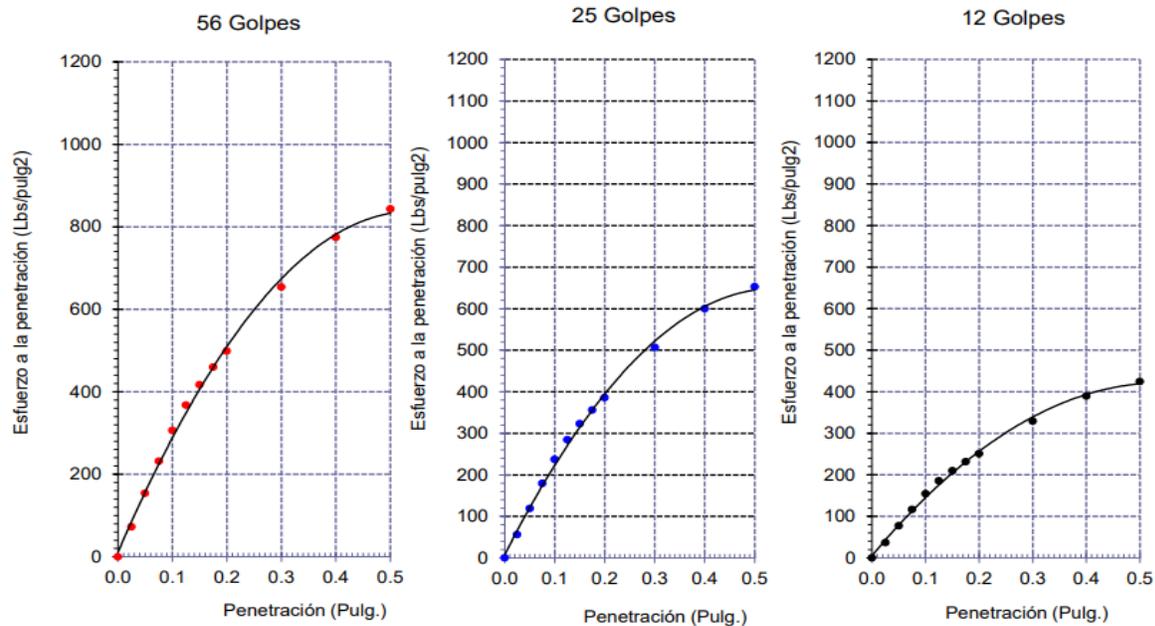
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+10%CCA+2%PET

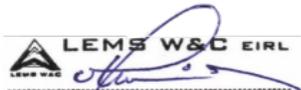
Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:10%CCA:2%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

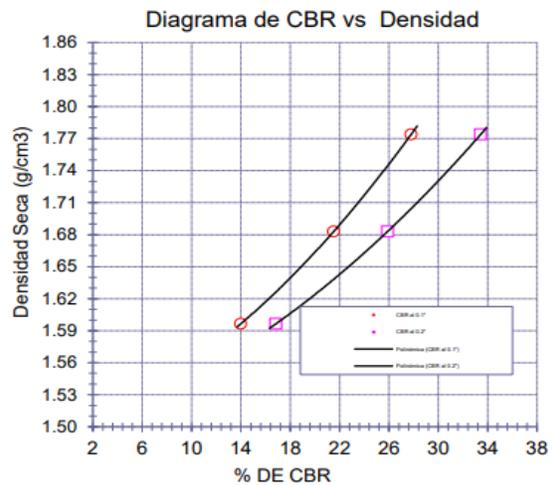
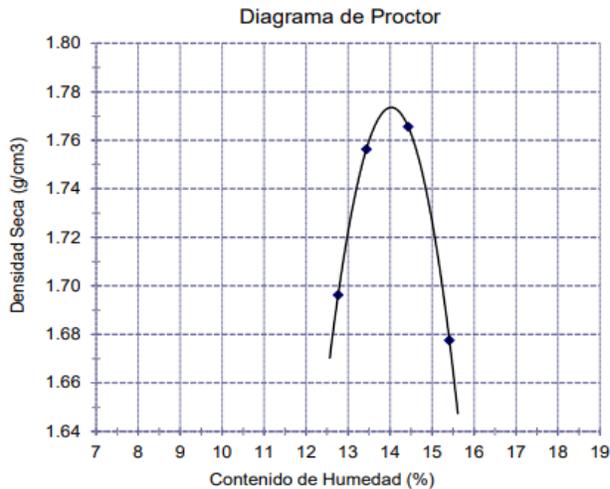
Muestra: M-1+10%CCA+2%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

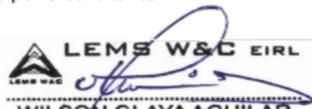
Máxima densidad seca	1.774 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	14.02 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	27.8	0.09	1.774	0.1"	100	27.8
02	25	21.5	0.12	1.683	0.1"	95	21.7
03	12	14.0	0.14	1.596	0.2"	100	33.4
					0.2"	95	26.1



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:10%CCA:2%PET



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

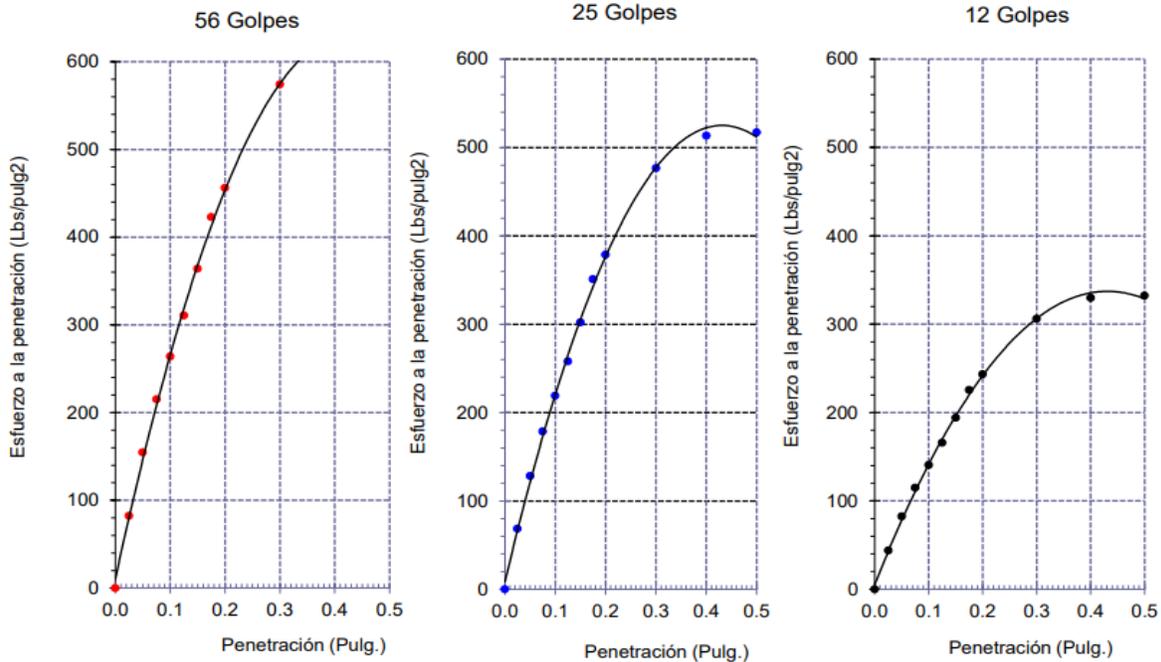
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+10%CCA+4%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :
- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:10%CCA:4%PET



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

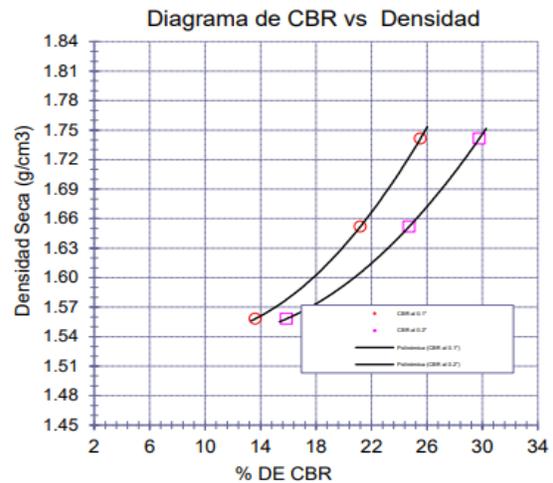
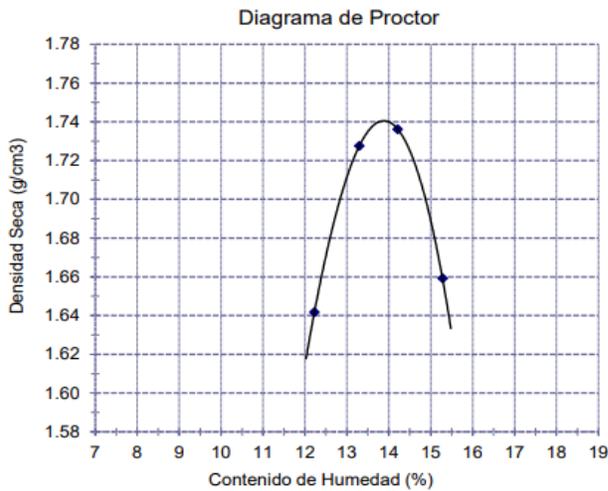
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1+10%CCA+4%PET Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.741 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.87 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	25.5	0.07	1.741	0.1"	100	25.5
02	25	21.2	0.10	1.652	0.1"	95	21.3
03	12	13.6	0.12	1.558	0.2"	100	29.7
					0.2"	95	24.9



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:10%CCA:4%PET



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.

Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

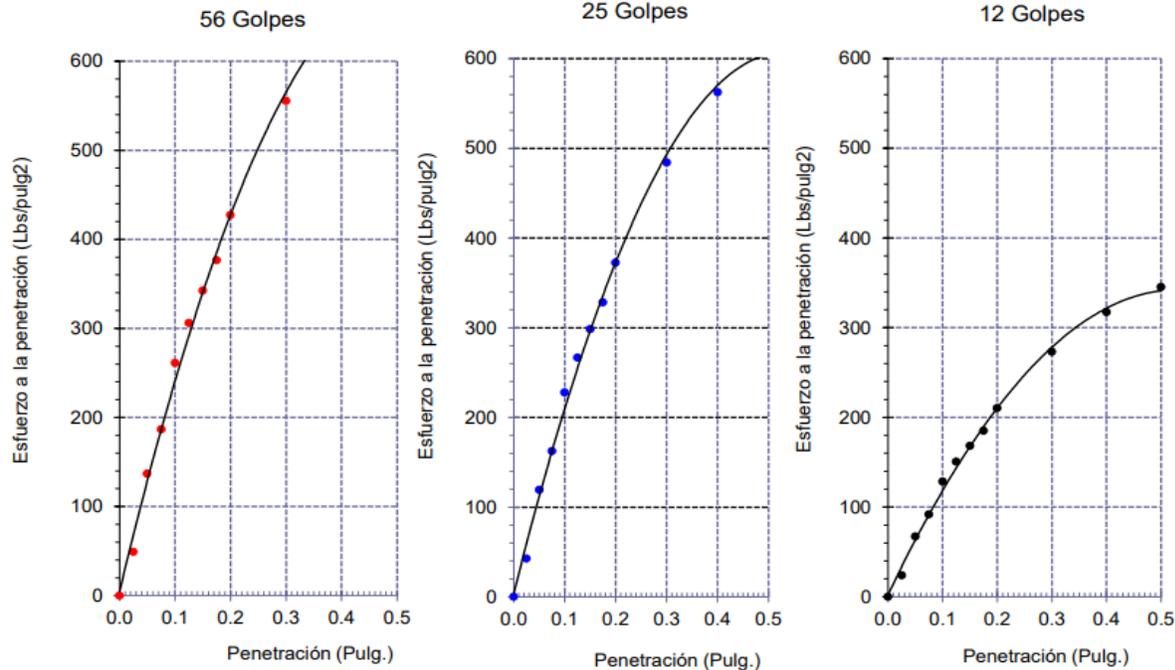
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+10%CCA+6%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

Signature and stamp of Wilson Olaya Aguilar, Técnico de Ensayos de Materiales y Suelos.

Signature and stamp of Miguel Angel Ruiz Perales, Ingeniero Civil CIP. 246904.

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:10%CCA:6%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

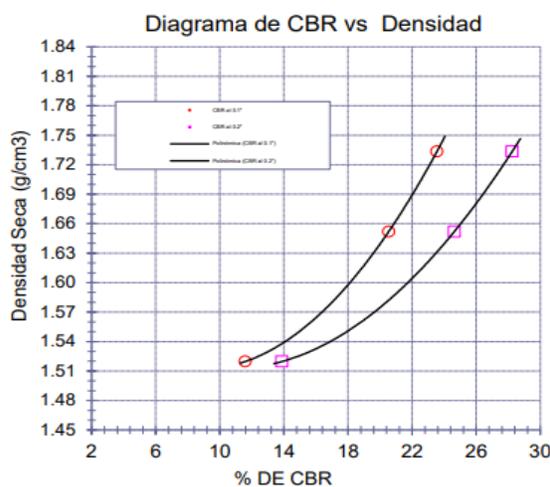
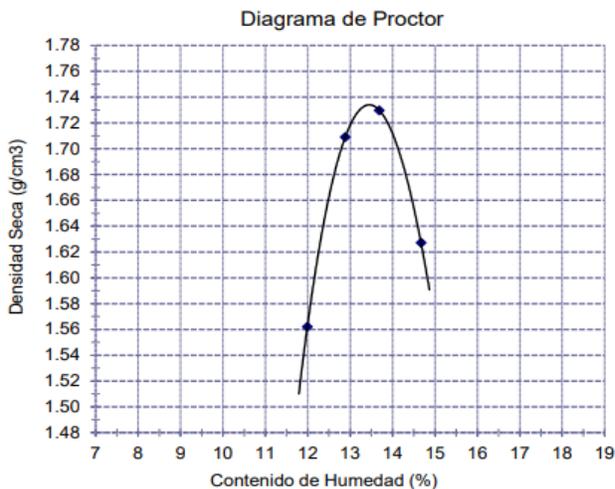
Muestra: M-1+10%CCA+6%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.734 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.46 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	23.6	0.09	1.734	0.1"	100	23.6
02	25	20.5	0.12	1.652	0.1"	95	20.2
03	12	11.6	0.13	1.520	0.2"	100	28.3
					0.2"	95	24.3



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:10%CCA:6%PET



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON GENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

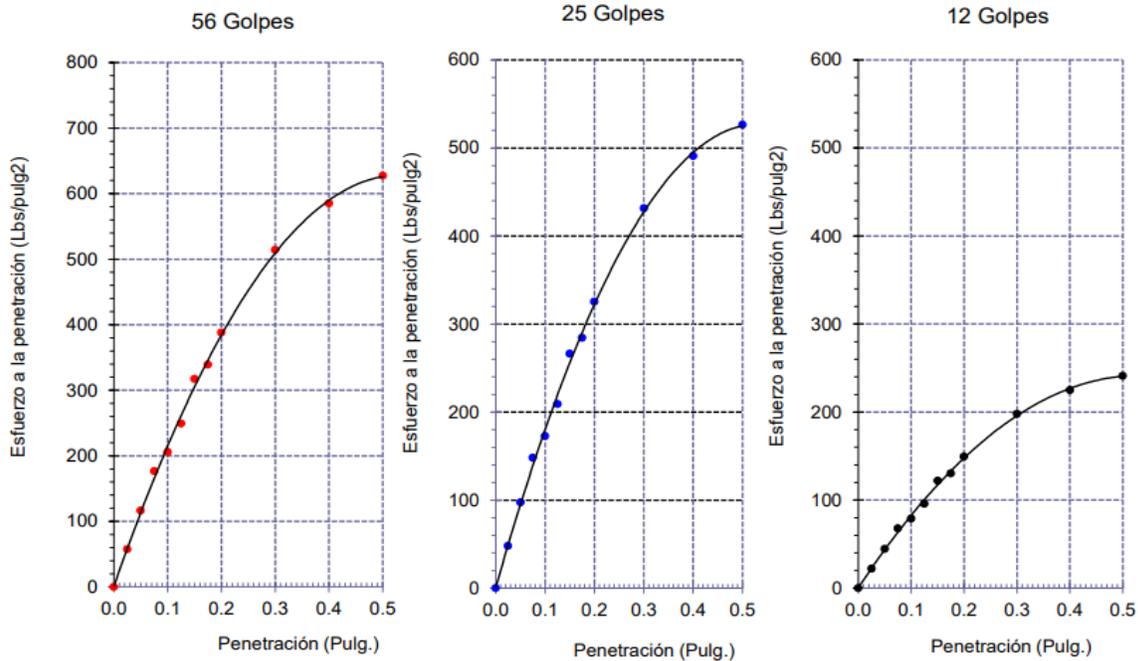
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1+10%CCA+8%PET Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :
- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:10%CCA:8%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+10%CCA+8%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.706 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.82 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.3	0.12	1.706	0.1"	100	21.3
02	25	17.9	0.15	1.594	0.1"	95	19.6
03	12	8.2	0.16	1.449	0.2"	100	25.5
					0.2"	95	23.5

Diagrama de Proctor

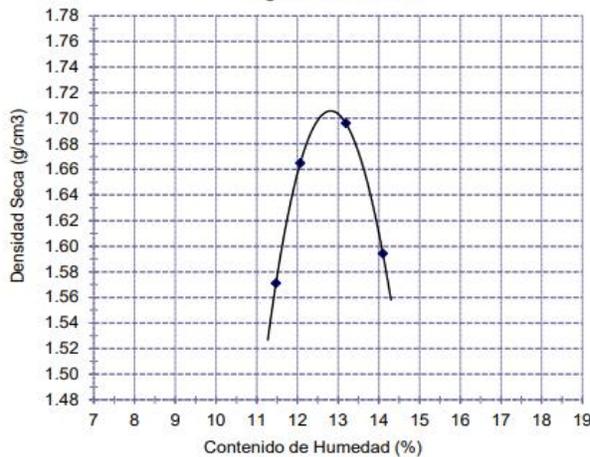
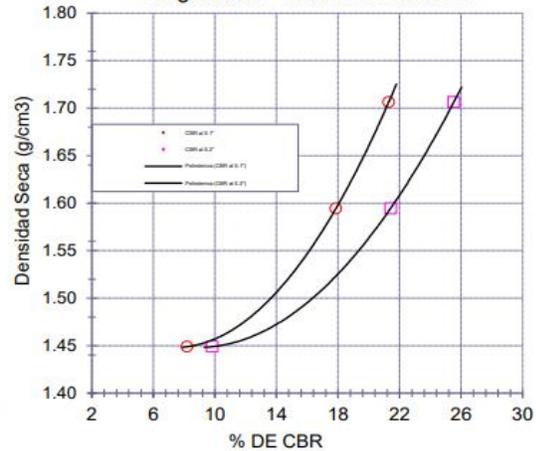


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:10%CCA:8%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes: RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
 Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Lugar: Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura: 10 de Mayo del 2021

Código: N.T.P. 339.145
 Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

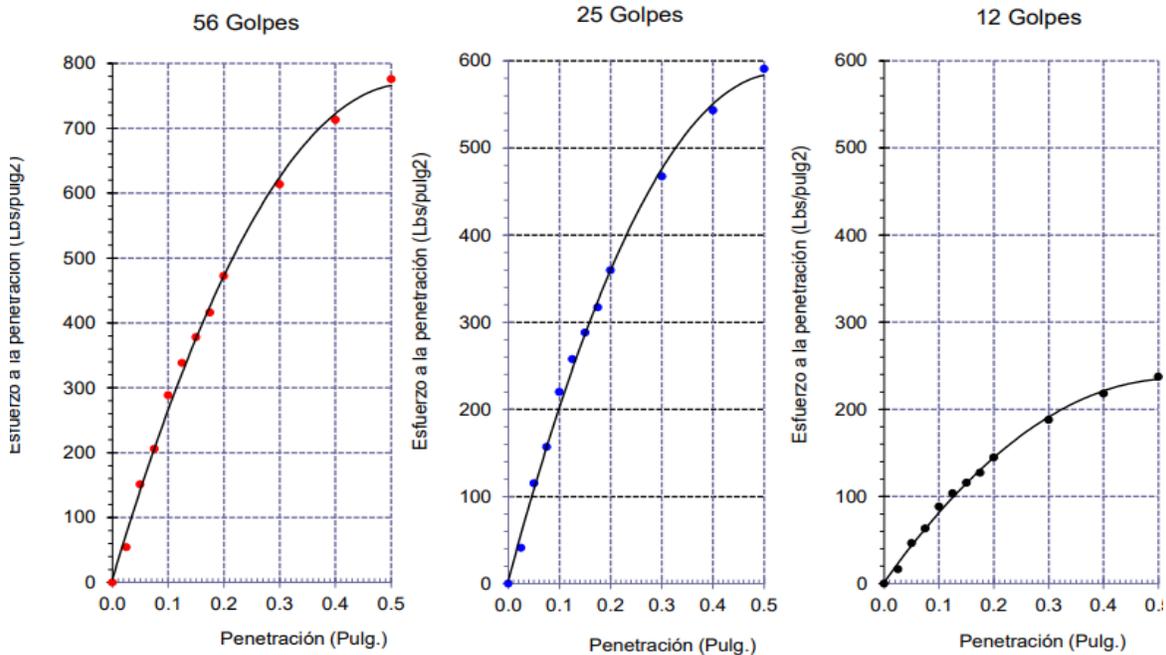
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+12%CCA+2%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:12%CCA:2%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

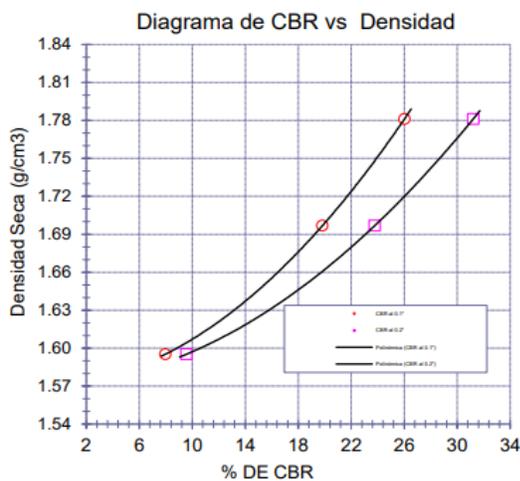
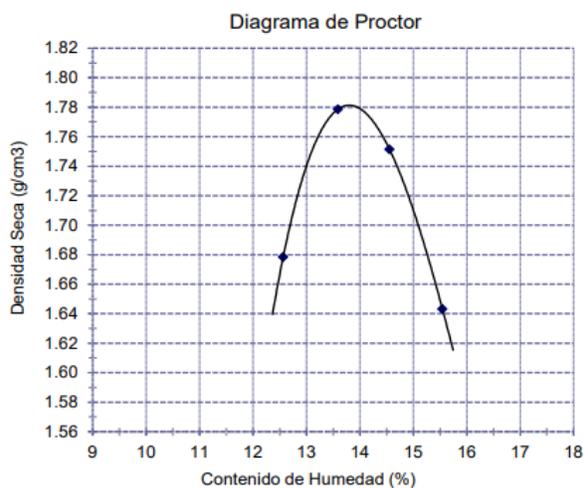
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1+12%CCA+2%PET Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.781 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.80 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.0	0.09	1.781	0.1"	100	26.0
02	25	19.8	0.12	1.697	0.1"	95	19.3
03	12	8.0	0.13	1.595	0.2"	100	31.2
					0.2"	95	23.1



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:12%CCA:2%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes **RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE**
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

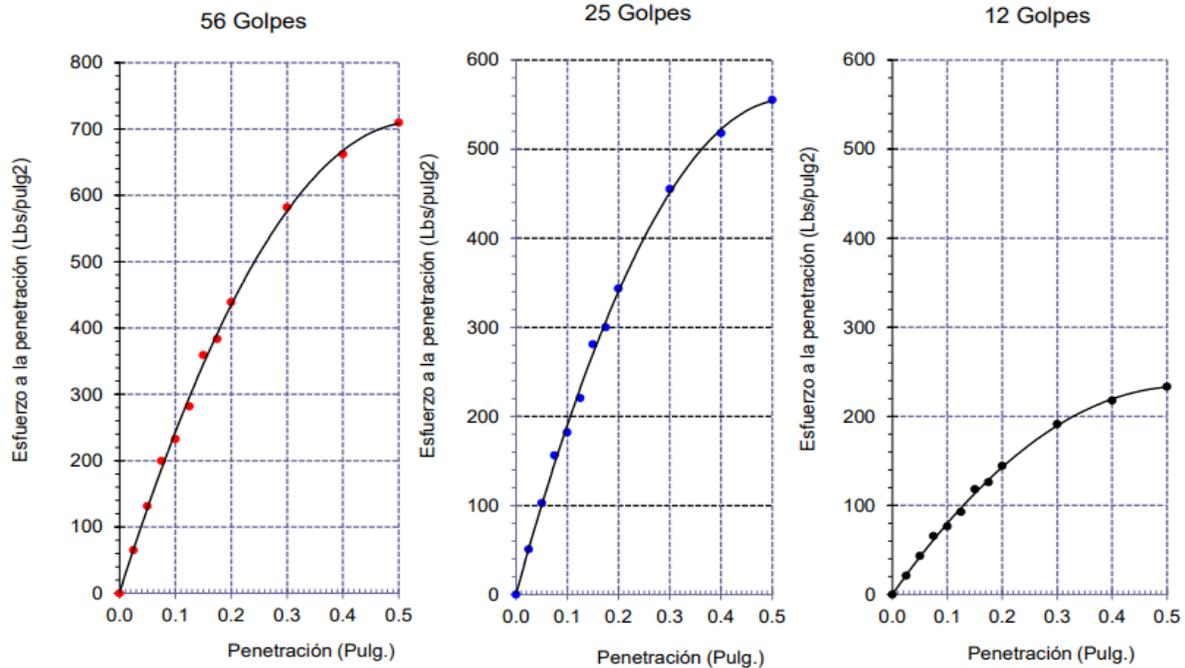
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1+12%CC+4%CCA Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:12%CCA:4%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

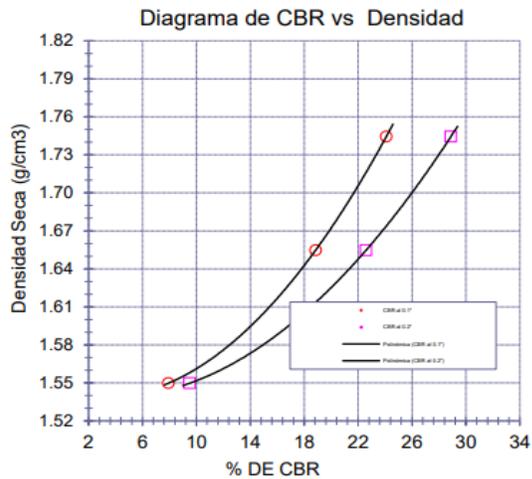
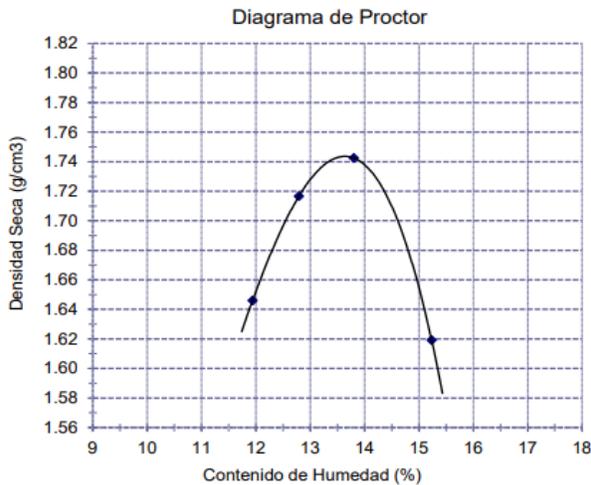
Muestra: M-1+12%CC+4%CCA

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.744 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.62 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	24.1	0.10	1.744	0.1"	100	24.0
02	25	18.8	0.11	1.655	0.1"	95	19.0
03	12	7.9	0.16	1.550	0.2"	100	28.8
					0.2"	95	22.8



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:12%CCA:4%PET



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

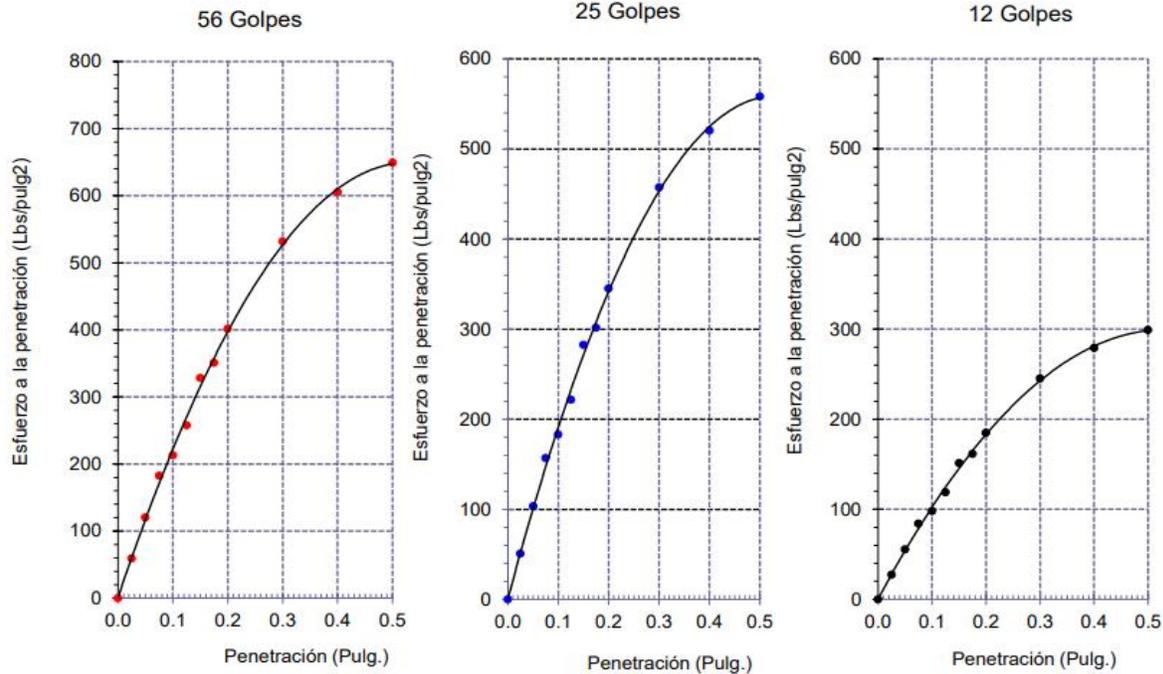
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1+12%CCA+6%PET Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:12%CCA:6%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma : compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

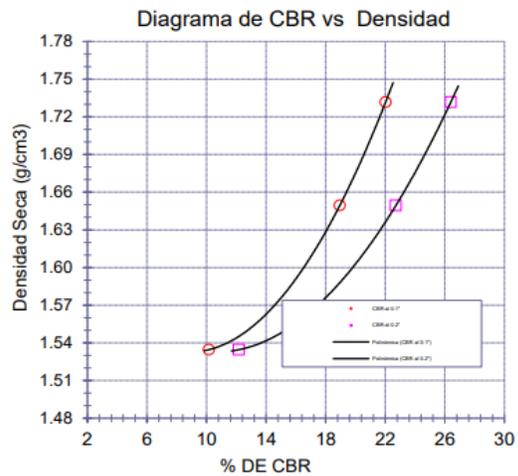
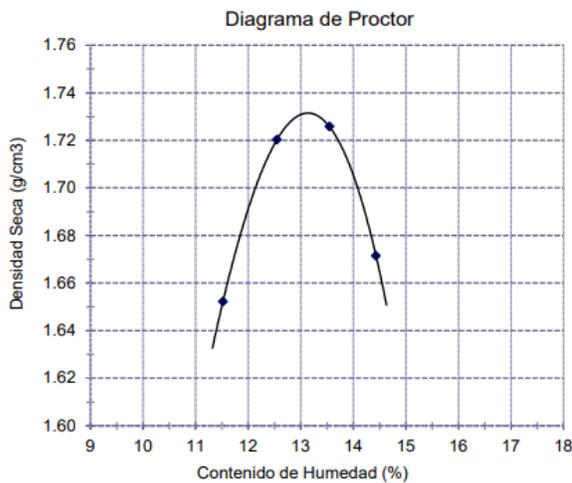
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1+12%CCA+6%PET Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.731 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.12 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	22.0	0.10	1.732	0.1"	100	22.0
02	25	18.9	0.11	1.649	0.1"	95	18.6
03	12	10.1	0.16	1.535	0.2"	100	26.4
					0.2"	95	22.3



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:12%CCA:6%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes: RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación: Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de apertura: 10 de Mayo del 2021

Código: N.T.P. 339.145
Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

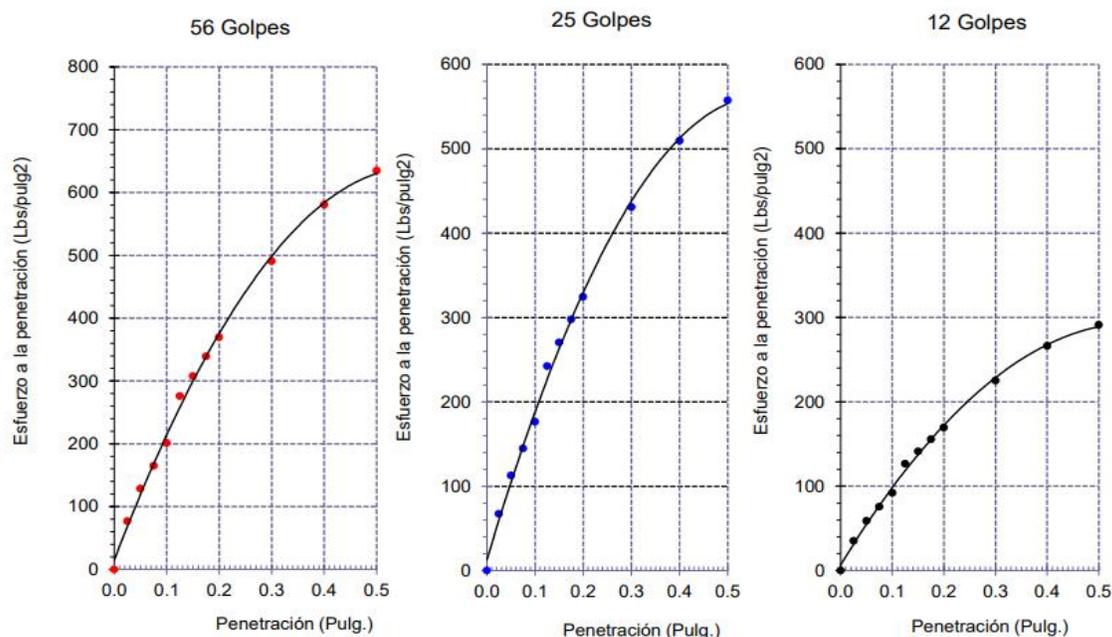
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+12%CCA+8%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Diagramas de Penetración de CBR de C-03:12%CCA:8%PET

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : RAMIREZ SILVA DIANA MARELINE
Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO"

Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de recepción : 10 de Mayo del 2021

Código : N.T.P. 339.145
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1+12%CCA+8%PET

Profundidad: 0.55m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.656 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.81 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	20.0	0.10	1.656	0.1"	100	20.0
02	25	17.6	0.11	1.567	0.1"	95	18.0
03	12	9.2	0.16	1.428	0.2"	100	24.3
					0.2"	95	21.8

Diagrama de Proctor

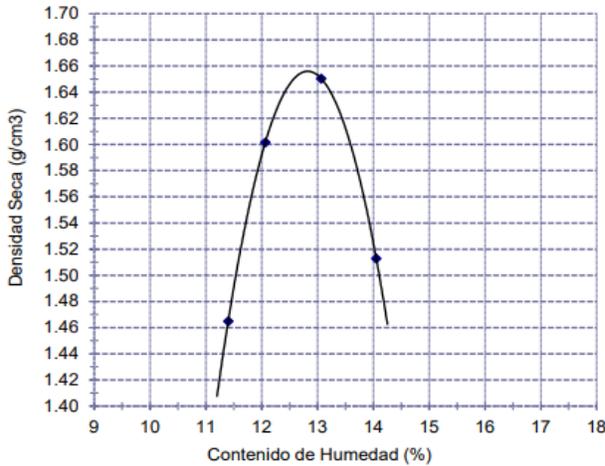
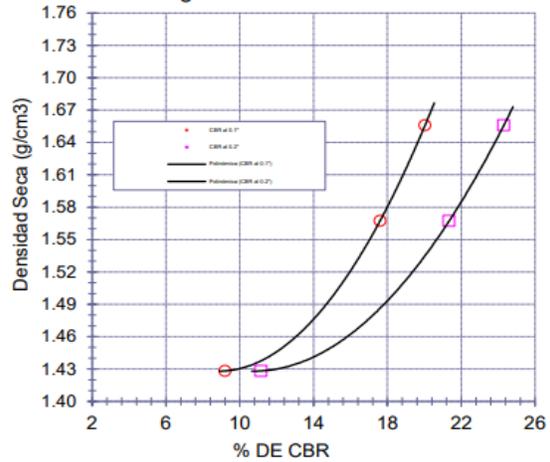


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo: Ensayo de Proctor Modificado-CBR de C-03:12%CCA:8%PET

MODELO DE CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Ciudad, 27 de ABRIL de 2023

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

Representante Legal – Empresa– 20480781334 - LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO.

Por el presente, el que suscribe, **Wilson Arturo Olaya Aguilar** representante legal de la empresa **20480781334 - LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.** AUTORIZO al estudiante(s) **Diana Mareline Ramirez Silva**, identificado con DNI N°**74084894**., estudiante del Programa de Estudios de **la Escuela de Ingeniería Civil-Universidad Señor de Sipán**. Y autor del trabajo de investigación denominado **ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y POLIETILENO(PET) PARA PAVIMENTO**. al uso de dicha información que conforma el expediente técnico, así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.



Nombre y Apellidos: **Wilson Arturo Olaya Aguilar**

DNI N°: 41447114

Cargo de la empresa: LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

- Evidencias de ejecución.



Anexo: Excavación de Calicata 02



Anexo: Excavación de calicata 03



Anexo: *Material extraído de las calicatas*



Anexo: *Cascarilla de arroz*



Anexo: Quemado de CCA



Anexo: Peso de la CCA calcinada a $T=750^{\circ}\text{C}$



Anexo: Peso del PET



Anexo: Trituración de la muestra para la granulometría



Anexo: Cuarteo para la granulometría por tamizado



Anexo: Lavado de la muestra por la malla N°200



Anexo: Granulometría por tamizado de las muestras



Anexo: Bastoncillos para el límite plástico.



Anexo: *Enrrazamiento de la casa grande para el límite liquido*



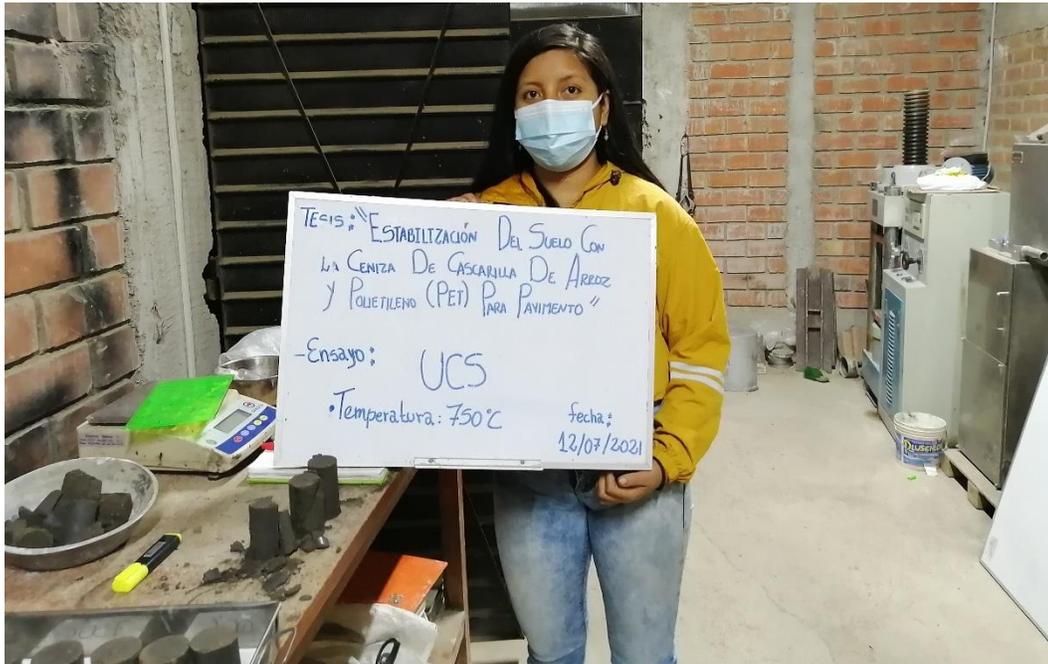
Anexo: *Secado de muestras de suelo*



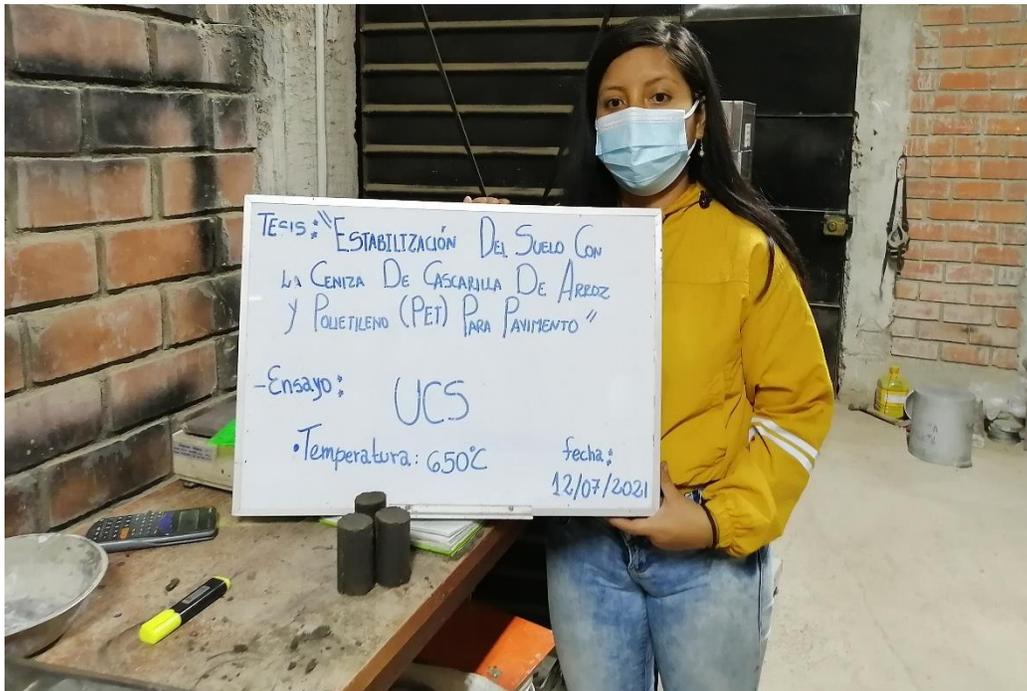
Anexo: Muestra para contenido de humedad



Anexo: Ensayo de UCS para diferentes temperaturas de CCA



Anexo: Rompimiento de probetas de UCS a $T=750^{\circ}\text{C}$



Anexo: Probetas de $T=650^{\circ}\text{C}$ antes de ser ensayadas por la máquina de compresión



Anexo: Mezcla de los materiales para el ensayo de CBR



Anexo: Compactación para el ensayo de Proctor Modificado.



Anexo: *Extracción de la muestra de Proctor Modificado*



Anexo: *Peso de las muestras de CBR para su contenido de humedad*



Anexo: Ensayo de CBR con la combinación de C-03:10%CCA:2%PET



Anexo: Ensayo de CBR de las muestras.



Anexo: *Mezcla de Suelo+%Pet+%CCA*