



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso  
incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle  
Mardini, Puerto Maldonado - 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Civil

**AUTORES:**

Peña Nuñez, Melody Aduj ([orcid.org/0000-0002-7631-3009](https://orcid.org/0000-0002-7631-3009))  
Quispe Choque, Thalia Kelly ([orcid.org/0000-0003-2773-8366](https://orcid.org/0000-0003-2773-8366))

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana Luis Alberto ([orcid.org/0000-0002-4136-7189](https://orcid.org/0000-0002-4136-7189))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograr.

Bachiller: Quispe Choque Thalia

Quiero dedicarlo a Dios que nos ilumina y nos guía en cada proceso de esta tesis, a mis padres que con mucho amor siempre estuvieron apoyándome, en especial a mi asesor que siempre se dio el tiempo de enseñarnos y escucharnos.

Bachiller: Peña Nuñez Melody Aduj

## **Agradecimiento**

A Dios porque ha estado con nosotros en cada paso que damos, cuidándonos y dándonos fortaleza para continuar; a nuestros padres, quienes a lo largo de nuestra vida han velado por nuestro bienestar y educación siendo nuestro apoyo incondicional en todo momento. A nuestro asesor de tesis Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana quien fue nuestro principal guía en este largo camino apoyándonos y brindándonos recomendaciones así pudimos lograr una de las metas más anheladas nuestras vidas como es el bachiller como ingeniero civil.

Bachiller: Quispe Choque Thalia

En primer lugar, a Dios, quien nos brinda sabiduría para poder resolver cada problema, a mi primo Jorge que partió de este mundo, pero sé que desde el cielo sigue observándome orgulloso de cada uno de mis logros, el cual viene siendo titularme como Ingeniera Civil.

Bachiller: Peña Nuñez Melody Aduj

## Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	x
Resumen.....	xx
Abstract.....	xxi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	32
3.2 Variables y operacionalización.....	32
3.3. Población, muestra y muestreo.....	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.5. Procedimientos.....	36
3.6. Método de análisis de datos.....	50
3.7. Aspectos éticos.....	50
IV. RESULTADOS.....	51
V. DISUSIÓN.....	247
VI.CONCLUSIÓN.....	265
VII.RECOMENDACIONES.....	265
REFERENCIAS.....	267
ANEXOS.....	273

## Índice de tablas

Tabla 1. Composición. química. de la ceniza de cascara de castaña.....	14
Tabla 2. Composición química de la ceniza de cascara de cacao.....	16
Tabla 3. Abertura de tamices. ....	21
Tabla 4. Clasificación método SUCS. ....	25
Tabla 5. Clasificación AASHTO. ....	26
Tabla 6. Ensayo de Proctor modificado y estándar.....	29
Tabla 7. sistema de clasificación de CBR. ....	31
Tabla 8. Coordenadas de las calicatas. ....	35
Tabla 9. Aberturas de tamices para la Granulometría para suelos finos.....	44
Tabla 10. Volumen de tráfico del primer día. ....	56
Tabla 11. Volumen de tráfico del segundo día.....	57
Tabla 12. Volumen de tráfico del tercer día. ....	58
Tabla 13. Volumen de tráfico del cuarto día.....	59
Tabla 14. Volumen de tráfico del quinto día.....	60
Tabla 15. Volumen de tráfico del sexto día. ....	61
Tabla 16. Volumen de tráfico del séptimo día. ....	62
Tabla 17. Resumen del volumen tráfico.....	63
Tabla 18. Índice medio diario del flujo vehicular. ....	64
Tabla 19. índice medio diario semanal e índice medio diario anual (IMDA).....	65
Tabla 20. Información técnica y Ubicación de las Calicatas. ....	68
Tabla 21. Resultados del ensayo C.H.....	69
Tabla 22. Resultado del ensayo Granulométrico de las C-01, C-02 y C-03.....	71
Tabla 23. Contenido de arena- fino en las C- 01, C- 02 y C- 03. ....	73
Tabla 24. Resumen de Granulometría C-01 adicionando Ceniza de Cascara de Castaña.....	74
Tabla 25. Contenido de Grava – Arena y Fino en la C-01 Adicionando ceniza de cascara de castaña. ....	77
Tabla 26. Resumen de Granulometría C-01 adicionando Ceniza de Cascara de Cacao.....	78

Tabla 27. Contenido de Grava – Arena y Fino en la C-01 Adicionando ceniza de cascara de castaña. ....	80
Tabla 28. Resumen de Granulometría C-02 adicionando Ceniza de Cascara de Castaña.....	82
Tabla 29. Contenido de Arena - Fino en la C-02 Adicionando ceniza de cascara de castaña. ....	84
Tabla 30. Resumen de Granulometría C-02 adicionando Ceniza de Cascara de Cacao.....	85
Tabla 31. Contenido de Grava – Arena y Fino en la C-02 Adicionando ceniza de cascara de cacao.....	88
Tabla 32. Resumen de Granulometría C-03 adicionando Ceniza de Cascara de Castaña.....	89
Tabla 33. Contenido de Arena - Fino en la C-03 Adicionando ceniza de cascara de castaña. ....	91
Tabla 34. Resumen de Granulometría C-03 adicionando Ceniza de Cascara de Cacao.....	92
Tabla 35. Contenido de Arena y Fino en la C-03 Adicionando ceniza de cascara de cacao. ....	95
Tabla 36. Clasificación según SUCS – AASHTO.....	96
Tabla 37. Clasificación SUCS – AASHTO para suelo con Ceniza de cascara de castaña. ....	97
Tabla 38. Clasificación SUCS – AASHTO para suelo con Ceniza de cascara de cacao. ....	98
Tabla 39. Resultado del Límite de Atterberg C-01, C-02 y C-03.....	100
Tabla 40. Resultado del Límite de Atterberg C-01 con Ceniza de cascara de castaña. ....	103
Tabla 41. Resultado del Límite de Atterberg C-01 con Ceniza de cascara de cacao. ....	105
Tabla 42. Resultado del Límite de Atterberg C-02 con Ceniza de cascara de castaña. ....	107

Tabla 43. Resultado del Límite de Atterberg C-01 con Ceniza de cascara de cacao. .....	109
Tabla 44. Resultado del Límite de Atterberg C-03 con Ceniza de cascara de castaña. .....	111
Tabla 45. Resultado del Límite de Atterberg C-03 con Ceniza de cascara de cacao. .....	113
Tabla 46. Límites Atterberg de C-01, C-02 y c-03 de suelo natural adicionando CC Castaña al 2%, 4% y 6%.....	115
Tabla 47. Límites Atterberg de C-01, C-02 y c-03 de suelo natural adicionando Cenizas de cascara de cacao al 2%, 4% y 6%. ....	116
Tabla 48. Resultados del O.C.H. y M.D.S. de la muestra natural .....	118
Tabla 49. O.C.H. y M.D.S en la C-01 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña. ....	121
Tabla 50. O.C.H. y M.D.S en la C-01 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao. ....	124
Tabla 51. O.C.H. y M.D.S en la C-02 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña. ....	127
Tabla 52. O.C.H. y M.D.S en la C-02 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao. ....	129
Tabla 53. O.C.H. y M.D.S en la C-03 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña. ....	132
Tabla 54. O.C.H. y M.D.S en la C-03 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao. ....	134
Tabla 55. O.C.H. y M.D.S en la C-03 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural. ....	136
Tabla 56. O.C.H. y M.D.S adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural. ....	139
Tabla 57. Resultados del CBR para suelo natural C1, C2 y C3. ....	141
Tabla 58. Resultados del CBR de C-01 adicionando con Ceniza de Cascara de Castaña.....	143

Tabla 59. Resultados del CBR de C-01 adicionando con Ceniza de Cascara de Cacao.....	146
Tabla 60. Resultados del CBR de C-02 adicionando con Ceniza de Cascara de Castaña.....	148
Tabla 61. Resultados del CBR de C-02 adicionando con Ceniza de Cascara de Cacao.....	150
Tabla 62. Resultados del CBR de C-03 adicionando con Ceniza de Cascara de Castaña.....	151
Tabla 63. Resultados del CBR de C-03 adicionando con Ceniza de Cascara de Cacao.....	154
Tabla 64. Resumen de los resultados en la dosificación en las propiedades físico mecánicas del suelo natural adicionando cenizas de cascara de castaña en dosificaciones de 2%, 4% y 6%. .....	157
Tabla 65. Resumen de los resultados en la dosificación en las propiedades físico mecánicas del suelo natural adicionando cenizas de cascara de cacao en dosificaciones de 2%, 4% y 6%. .....	163
Tabla 66. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg-Cenizas de cascara de castaña. ....	169
Tabla 67. Resultado LL-Cenizas de cascara de castaña.....	170
Tabla 68. Resultado LP-Cenizas de cascara de castaña.....	170
Tabla 69. Resultado IP-Cenizas de cascara de castaña.....	170
Tabla 70. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg-Cenizas de cascara de cacao. ....	170
Tabla 71. Resultado LL-Cenizas de cascara de cacao. ....	171
Tabla 72. Resultado LP-Cenizas de cascara de castaña.....	171
Tabla 73. Resultado IP-Cenizas de cascara de cacao.....	171
Tabla 74. Resultados. del ensayo. de Proctor. Modificado. adicionado. al suelo natural cenizas de cascara. de castaña. ....	172
Tabla 75. Resultado estadístico del ensayo Optimo. Contenido. de humedad. adicionando cenizas de cascara de castaña.....	173

Tabla 76. Resultado estadístico del ensayo Máxima densidad seca adicionando cenizas de cascara de castaña. ....	173
Tabla 77. Resultado estadístico del ensayo CBR adicionando cenizas de cascara de castaña. ....	174
Tabla 78. Resultados del ensayo de Proctor modificado adicionado al suelo natural cenizas de cascara de cacao. ....	174
Tabla 79. Resultado estadístico del ensayo Optimo contenido de humedad adicionando cenizas de cascara de cacao. ....	174
Tabla 80. Resultado estadístico del ensayo Máxima densidad seca adicionando cenizas de cascara de cacao. ....	175
Tabla 81. Resultado estadístico del ensayo CBR adicionando cenizas de cascara de cacao. ....	175
Tabla 82. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg-Cenizas de cascara de castaña. ....	176
Tabla 83. Resultado IP-Cenizas de cascara de castaña. ....	177
Tabla 84. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg-Cenizas de cascara de cacao. ....	177
Tabla 85. Resultado IP-Cenizas de cascara de cacao. ....	178
Tabla 86. Resultados. del ensayo. de Proctor. Modificado. adicionado. al suelo natural cenizas de cascara. de castaña. ....	178
Tabla 87. Resultado estadístico del ensayo CBR adicionando cenizas de cascara de castaña. ....	178
Tabla 88. Resultados del ensayo de Proctor modificado adicionado al suelo natural cenizas de cascara de cacao. ....	179
Tabla 89. Resultado estadístico del ensayo CBR adicionando cenizas de cascara de cacao. ....	179

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Volumen Exportado de castaña – Perú .....	12
Figura 2. Mapa de concesión castañera de RN TAMB y PNBS.....	13
Figura 3. Estructura de la castaña .....	15
Figura 4. Mapa de producción del cacao. ....	15
Figura 5. Cascarilla de cacao.....	16
Figura 6. Composición del suelo y las tres. fases para distinguirlos. ....	17
Figura 7. Repartición de cargas. ....	18
Figura 8. Curva granulométrica.....	20
Figura 9. Tamices según la norma ASTM D422. ....	21
Figura 10. Límites de Atterberg.....	22
Figura 11. Se muestra el equipo para la ejecución de este ensayo.....	23
Figura 12. Clasificación de suelos por el método SUCS.....	25
Figura 13. Sección de moldes para Proctor. ....	28
Figura 14. Curva de compactación .....	29
Figura 15. Pistón de penetración .....	30
Figura 16. calle Abraham Mardini. ....	36
Figura 17. Puntos de extracción de muestras de la Calle Abraham Mardini.....	37
Figura 18. Ubicación y excavado de las Calicatas. ....	38
Figura 19. Recojo de las cascaras de castana y cacao de la Empresa I.E.R.L ASCAR.....	38
Figura 20. Eliminación impurezas extendiéndolo en un yute de 3 metros para una mejor selección de muestras de cascara de castaña y cascara de cacao.....	39
Figura 21. eliminación impurezas con agua con lejía y cepillos para la mejor selección de muestras de cascara de castaña y cacao extendiéndolo en un yute de 3 metros. ....	39
Figura 22. Secado de las muestras de cascara de castaña y cacao extendiéndolo en un yute de 3 metros bajo techo por 3 días. ....	39
Figura 23. Horno de la Empresa I.E.R.L ASCART.....	40

Figura 24. Cascaras de Castaña y Cacao para ser incineradas en el horno de la Empresa I.E.R.L ASCART. ....	41
Figura 25. Calzineracion de las cascaras de cacao. ....	41
Figura 26. Calzineracion de las cascaras de castaña. ....	42
Figura 27. Muestras de las 3 calicatas extraidas. ....	43
Figura 28. procedimiento del ensayo de limite liquido (Casagrande). ....	45
Figura 29. procedimiento del ensayo de limite plástico. ....	46
Figura 30. Compactación y pesado del ensayo de Proctor Modificado. ....	47
Figura 31. Organizador de procedimientos. ....	49
Figura 32. Organizador de procedimientos. ....	50
Figura 33. Ubicación del distrito de Tambopata. ....	52
Figura 34. Ubicación del distrito de la Ciudad de Puerto Maldonado. ....	54
Figura 35. Plano de Ubicación y Localización. ....	54
Figura 36. Conteo de flujo vehicular de día. ....	66
Figura 37. Conteo de flujo vehicular de medio día. ....	66
Figura 38. Conteo de flujo vehicular de tarde. ....	67
Figura 39. Conteo de flujo vehicular de noche. ....	67
Figura 40. Porcentajes de C.H. de las C-01, C-02-C-03. ....	70
Figura 41. Cuarteo de las muestras extraídas de las calicatas para realizar el ensayo de granulometría ....	71
Figura 42. Curva granulométrica en C-01. ....	72
Figura 43. Curva granulométrica en C-02. ....	72
Figura 44. Curva granulométrica en C-03. ....	73
Figura 45. Gráfico estadístico de arena-finos en las C- 01, C- 02 y C- 03. ....	74
Figura 46. Curva granulométrica C-01 en 2% de ceniza de cascara de castaña. .	75
Figura 47. Curva granulométrica C-01 en 4% de ceniza de cascara de castaña. .	76
Figura 48. Curva granulométrica C-01 en 6% de ceniza de cascara de castaña. .	76
Figura 49. Gráfico estadístico de grava, arena-finos C-01 adicionado cenizas de cascara de castaña. ....	77
Figura 50. Curva granulométrica C-01 en 2% de ceniza de cascara de cacao. ....	79
Figura 51. Curva granulométrica C-01 en 4% de ceniza de cascara de cacao. ....	79

Figura 52. Curva granulométrica C-01 en 6% de ceniza de cascara de cacao.....	80
Figura 53. Gráfico estadístico de grava, arena-finos C-01 adicionado cenizas de cascara de cacao.....	81
Figura 54. Curva granulométrica C-02 en 2% de ceniza de cascara castaña.....	83
Figura 55. Curva granulométrica C-02 en 4% de ceniza de cascara castaña.....	83
Figura 56. Curva granulométrica C-02 en 6% de ceniza de cascara de castaña..	84
Figura 57. Gráfico estadístico de arena y finos C-02 adicionado cenizas de cascara de castaña. ....	85
Figura 58. Curva granulométrica C-02 en 2% de ceniza de cascara de cacao.....	86
Figura 59. Curva granulométrica C-02 en 4% de ceniza de cascara de cacao.....	87
Figura 60. Curva granulométrica C-02 en 6% de ceniza de cascara de cacao.....	87
Figura 61. Gráfico estadístico de grava, arena-finos C-02 adicionado cenizas de cascara de cacao.....	88
Figura 62. Curva granulométrica C-03 en 2% de ceniza de cascara castaña.....	89
Figura 63. Curva granulométrica C-03 en 4% de ceniza de cascara castaña.....	90
Figura 64. Curva granulométrica C-03 en 6% de ceniza de cascara castaña.....	91
Figura 65. Gráfico estadístico de arena y finos C-03 adicionado cenizas de cascara de castaña. ....	92
Figura 66. Curva granulométrica C-03 en 2% de ceniza de cascara cacao.....	93
Figura 67. Curva granulométrica C-03 en 4% de ceniza de cascara cacao.....	94
Figura 68. Curva granulométrica C-03 en 6% de ceniza de cascara cacao.....	94
Figura 69. Gráfico estadístico de grava, arena-finos C-03 adicionado cenizas de cascara de cacao.....	95
Figura 70. Clasificación por el método SUCS.....	96
Figura 71. Clasificación AASHTO. ....	97
Figura 72. procedimiento del ensayo de limite liquido (Casagrande).....	99
Figura 73. procedimiento del ensayo de limite plástico.....	100
Figura 74. Limite Líquido C-01.....	101
Figura 75. Limite Líquido C-02.....	101
Figura 76. Limite Líquido C-03.....	101

Figura 77. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg de la calicata C-01, C-02 y C-03.....	102
Figura 78. Gráfico de la Carta de Plasticidad.....	102
Figura 79. LL de la C-01 adicionando 2% de Ceniza de cascara de castaña. ....	103
Figura 80. LL de la C-01 adicionando 4% de Ceniza de cascara de castaña. ....	103
Figura 81. LL de la C-01 adicionando 6% de Ceniza de cascara de castaña. ....	104
Figura 82. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-01 Ceniza de cascara de castaña. ....	104
Figura 83. LL de la C-01 adicionando 2% de Ceniza de cascara de cacao. ....	105
Figura 84. LL de la C-01 adicionando 4% de Ceniza de cascara de cacao. ....	105
Figura 85. LL de la C-01 adicionando 6% de Ceniza de cascara de cacao. ....	106
Figura 86. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-01 Ceniza de cascara de cacao. ....	106
Figura 87. LL de la C-02 adicionando 2% de Ceniza de cascara de castaña. ....	107
Figura 88. LL de la C-02 adicionando 4% de Ceniza de cascara de castaña. ....	107
Figura 89. LL de la C-02 adicionando 6% de Ceniza de cascara de castaña. ....	108
Figura 90. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-02 Ceniza de cascara de castaña. ....	108
Figura 91. LL de la C-02 adicionando 2% de Ceniza de cascara de cacao. ....	109
Figura 92. LL de la C-02 adicionando 4% de Ceniza de cascara de cacao. ....	109
Figura 93. LL de la C-02 adicionando 6% de Ceniza de cascara de cacao. ....	110
Figura 94. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-02 Ceniza de cascara de cacao. ....	110
Figura 95. LL de la C-03 adicionando 2% de Ceniza de cascara de castaña. ....	111
Figura 96. LL de la C-03 adicionando 4% de Ceniza de cascara de castaña. ....	111
Figura 97. LL de la C-03 adicionando 6% de Ceniza de cascara de castaña. ....	112
Figura 98. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-03 Ceniza de cascara de castaña. ....	112
Figura 99. LL de la C-03 adicionando 2% de Ceniza de cascara de cacao. ....	113
Figura 100. LL de la C-03 adicionando 4% de Ceniza de cascara de cacao. ....	113
Figura 101. LL de la C-03 adicionando 6% de Ceniza de cascara de cacao. ....	114

Figura 102. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-03 Ceniza de cascara de cacao. ....	114
Figura 103. LL, LP e IP de C-01 con adición de cenizas de cascara de castaña al 2%, 4% y 6%.....	115
Figura 104. LL, LP e IP de C-01 con adición de cenizas de cascara de cacao al 2%, 4% y 6%.....	116
Figura 105. Adición de CC. Castaña en el suelo natural.....	118
Figura 106. Relación de Humedad – Densidad para en la C-01 .....	119
Figura 107. Relación de Humedad – Densidad seca en la C-02. ....	119
Figura 108. Relación de Humedad – Densidad seca en la C-03. ....	120
Figura 109. O.C.H. y M.D.S. de la muestra natural.....	120
Figura 110. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-01. ....	121
Figura 111. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-01.....	122
Figura 112. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-01.....	122
Figura 113. Figura gráfica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de castaña de C-01. ....	123
Figura 114. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-01.....	124
Figura 115. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-01.....	124
Figura 116. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-01.....	125
Figura 117. figura grafica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de cacao al 2%,4% y 6% en la Calicata 1. ....	126
Figura 118. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-02.....	127
Figura 119. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-02.....	127

Figura 120. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-02. ....	128
Figura 121. figura grafica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de castaña al 2%,4% y 6% en la Calicata 2 .....	128
Figura 122. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-02. ....	129
Figura 123. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-02. ....	130
Figura 124. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-02. ....	130
Figura 125. figura grafica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de cacao al 2%,4% y 6% en la Calicata 2 .....	131
Figura 126. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-03. ....	132
Figura 127. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-03. ....	132
Figura 128. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-03. ....	133
Figura 129. figura grafica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de castaña al 2%,4% y 6% en la Calicata 3. ....	133
Figura 130. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-03. ....	134
Figura 131. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-03. ....	135
Figura 132. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-03. ....	135
Figura 133. figura grafica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de cacao al 2%,4% y 6% en la Calicata 3. ....	136
Figura 134. figura grafica O.C.H. adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural. ....	137

Figura 135. figura grafica D.M.S. adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural. ....	138
Figura 136. figura grafica O.C.H. adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural. ....	139
Figura 137. figura grafica D.M.S. adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural. ....	140
Figura 138. Gráfico para el CBR al 95% y 100% de MDS del suelo Natural de las C-01, C-02 y C-03.....	141
Figura 139. Relación de CBR y DMS en la C-01 adicionando cenizas de cascara de castaña. ....	142
Figura 140. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-01 adicionando ceniza de cascara de castaña. ....	143
Figura 141. Relación de CBR y DMS en la C-01 adicionando cenizas de cascara de castaña. ....	144
Figura 142. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-01 adicionando ceniza de cascara de cacao. ....	146
Figura 143. Relación de CBR y DMS en la C-01 adicionando cenizas de cascara de cacao. ....	147
Figura 144. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-02 adicionando ceniza de cascara de castaña. ....	148
Figura 145. Relación de CBR y DMS en la C-02 adicionando cenizas de cascara de castaña ....	149
Figura 146. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-02 adicionando ceniza de cascara de cacao. ....	150
Figura 147. Relación de CBR y DMS en la C-02 adicionando cenizas de cascara de cacao. ....	151
Figura 148. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-03 adicionando ceniza de cascara de castaña. ....	152
Figura 149. Relación de CBR y DMS en la C-03 adicionando cenizas de cascara de castaña ....	153

Figura 150. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-03 adicionando ceniza de cascara de cacao. ....	154
Figura 151. Relación de CBR y DMS en la C-03 adicionando cenizas de cascara de cacao. ....	155
Figura 152. Mezcla del suelo natural con las adiciones de cenizas de cascara de castaña. ....	156
Figura 153. Mescla del suelo natural con las adiciones de cenizas de cascara de cacao. ....	156
Figura 154. Compactación del suelo natural con las adiciones de cenizas de cascara de cacao - castaña.....	156
Figura 155. IP de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC. ....	158
Figura 156. O.C.H. de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC. ....	159
Figura 157. M.D.S. de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC. ....	160
Figura 158. C.B.R de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC. ....	161
Figura 159. IP de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC. ....	163
Figura 160. O.C.H. de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC. ....	165
Figura 161. M.D.S. de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC. ....	166
Figura 162. C.B.R de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC. ....	167
Figura 163. Índice de plasticidad de Espinoza & Velásquez.....	180
Figura 164. Índice de plasticidad con adición de cenizas de cascara de castaña	181
Figura 165. Índice de plasticidad con adición de cenizas de cascara de cacao .	182
Figura 166. Óptimo contenido de humedad del antecedente de Espinoza & Velásquez .....	183

Figura 167. Máxima densidad seca del antecedente de Espinoza & Velásquez .	184
Figura 168. CBR del antecedente de Espinoza & Velásquez .....	184
Figura 169. Óptimo contenido de humedad con adición de cenizas de cascara de castaña. ....	185
Figura 170. Óptimo contenido de humedad con adición de cenizas de cascara de cacao. ....	186
Figura 171. Máxima densidad seca con adición de cenizas de cascara de castaña. ....	186
Figura 172. Máxima densidad seca con adición de cenizas de cascara de cacao.	187
Figura 173. CBR al 95% con adición de cenizas de cascara de castaña. ....	187
Figura 174. CBR al 95% con adición de cenizas de cascara de cacao. ....	188
Figura 175. Propiedades físicas de antecedente de Espinoza & Velasquez .....	189
Figura 176. Propiedades mecánicas (OCH) del antecedente de Espinoza & Velásquez .....	190
Figura 177. Propiedades mecánicas (MDS) del antecedente de Espinoza & Velásquez .....	190
Figura 178. Propiedades mecánicas (CBR) del antecedente de Espinoza & Velásquez .....	191
Figura 179. Propiedades físicas (IP) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de castaña. ....	192
Figura 180. Propiedades físicas (IP) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de cacao. ....	193
Figura 181. Propiedades mecánicas (OCH) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de castaña. ....	193
Figura 182. Propiedades mecánicas (OCH) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de cacao. ....	194
Figura 183. Propiedades mecánicas (MDS) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de castaña. ....	194
Figura 184. Propiedades mecánicas (MDS) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de cacao. ....	195

Figura 185. Propiedades mecánicas (CBR al 95% de MDS) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de castaña..... 195

Figura 186. Propiedades mecánicas (CBR al 95% de MDS) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de cacao..... 196

## Resumen

La presente tesis, tiene como principal objetivo general tiene: Evaluar de qué manera influye la incorporación de cenizas de cascara de castaña y cacao en la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado- 2022.”, adicionando las dosificaciones de 2%, 4% y 6% en la C-1, C-2 y C-3 como un método de mejora de las propiedades de un suelo arcilloso de modo, que puedan mejorar sus características para ser usado como subrasante. La metodología empleada es de estudio experimental cuasiexperimental, de tipo aplicado, el nivel de la investigación es explicativo con un enfoque cuantitativo. La población de estudio estuvo constituida por el tramo 0+010 la cual está ubicada la C-1, 0+350 la C-2 y 0+700 la C-3 en la calle Mardini, el tipo de muestreo fue el no probabilístico. Para los ensayos realizados en la presente investigación las muestras de suelo se obtuvieron de la calicata C-1, C-2 y C-3 y fueron sometidas a los ensayos correspondientes para proceder adicionar las cenizas de cascara de castaña-cacao como aditivo estabilizante. Con respecto a los instrumentos que utilizamos según las normas fue NTP, SUSCS, ASHTTO y ASTM, de manera que los resultados sean confiables.

Los resultados obtenidos para la C- 01, C- 02 Y C- 03 presenta un IP 13.34%, 13.66% y 15.25 adicionando las cenizas de cascara de castaña su IP: 9.15%, 9.52% y 8.16%; para la adición de cenizas de cascara de cacao su IP: 9.23%, 8.51% y 7.64. El OCH del suelo natural 10.08%,9.83% y 9.43% adicionando CC castaña es 10.11%, 10.21% y 10.22%. Para el ensayo CBR al 95% de la muestra patrón son 6.03%,5.89% y 6.67% adicionando las cenizas de cascara de cacao incremento a 8.42%, 9.12% y 9.96% y adicionado cenizas de cascara de castaña incremento a un 8.7%, 8.98% y 9.19% respectivamente, en los parámetros de la compactación se obtuvo el incremento de valores de la máxima densidad seca de las muestras, para el (IP) según los valores obtenidos se mantiene una plasticidad media de un suelo arcilloso para todas las dosificaciones. En conclusión, al adicionar el 6 % ceniza de cascara de castaña y ceniza de cascara de cacao en la presente investigación mejora las propiedades de la subrasante de la calle Abraham Mardini.

**PALABRAS CLAVES:** plasticidad, compactación, subrasante, dosificación.

## Abstract

The main general objective of this thesis is to: Evaluate how the incorporation of chestnut and cocoa shell ashes influences the subgrade in Calle Mardini, Puerto Maldonado- 2022.", adding the dosages of 2%, 4% and 6% in C-1, C-2 and C-3 as a method of improving the properties of a clayey soil so that they can improve its characteristics to be used as a subgrade. The methodology used is a quasi-experimental experimental study, of an applied type, the level of the investigation is explanatory with a quantitative approach. The study population consisted of the section 0+010 which is located on C-1, 0+350 on C-2 and 0+700 on C-3 on Mardini street, the type of sampling was non-probabilistic. For the tests carried out in the present investigation, the soil samples were obtained from pits C-1, C-2 and C-3 and were subjected to the corresponding tests to proceed with the addition of chestnut-cocoa shell ashes as a stabilizing additive. Regarding the instruments that we used according to the standards, it was NTP, SUSCS, ASHTTO and ASTM, so that the results are reliable.

The results obtained for C-01, C-02 and C-03 present an IP of 13.34%, 13.66% and 15.25, adding chestnut shell ashes to their IP: 9.15%, 9.52% and 8.16%; for the addition of cocoa shell ashes its IP: 9.23%, 8.51% and 7.64. The OCH of the natural soil 10.08%, 9.83% and 9.43% adding chestnut CC is 10.11%, 10.21% and 10.22%. For the CBR test, 95% of the standard sample is 6.03%, 5.89% and 6.67%, adding cocoa shell ashes to 8.42%, 9.12% and 9.96% and adding chestnut shell ashes to 8.7%. 8.98% and 9.19% respectively, in the compaction parameters the increase in values of the maximum dry density of the samples was obtained, for the (IP) according to the values obtained, an average plasticity of a clayey soil is maintained for all dosages. . In conclusion, adding 6% chestnut shell ash and cocoa shell ash in the present investigation improves the properties of the subgrade of Abraham Mardini street.

**KEY WORDS:** plasticity, compaction, subgrade, dosage.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, los suelos son muy importantes para realizar muchas obras, ya que se ejecutan grandiosas obras de Ingeniería sobre los suelos. En Colombia, se realizó distintos estudios en suelos arcillosos, incorporando productos que reaccionan puzolánica mente con el suelo, y así mejorar de esta manera sus propiedades físicas. Ante ello, varios países de América están innovando con propuestas para modificar y solucionar este inconveniente utilizando artículos sanos y económicamente sencillo de adquirir, y que brinden mejoramiento al suelo. Según Alarcón, Jiménez y Benítez (2020) sostienen que “El uso del estabilizante de suelos surge como opción en la construcción de carreteras como sustituto de los materiales tradicionalmente usados en la superficie [...], promoviendo así la definición de los instrumentos idóneos en la estabilización del suelo”. (p. 78).

Es por ello que se encuentra dentro del mejoramiento de la subrasante la incorporación de aditivos naturales provenientes del reciclaje entre ellos cenizas de vegetales, cenizas de carbón, entre otros, los que presentan propiedades capaces de incrementar la resistencia del suelo y además mejorar sus características físicas o mecánicas.

A nivel nacional, en muchas regiones y provincias se ha podido observar dificultades en las vías, calles, entre otros, ocasionado por ser la única vía de transporte para todo (transporte de pasajeros, carga, entre otros). “Se encuentran zonas que no están pavimentadas, como trochas carrozables, carreteras que además no cuentan con propiedades geométricas estandarizadas según la normativa vigente” (Tupia, 2021, p. 1).

A nivel regional, dentro del total de zonas críticas con necesidad de mejoramiento en sus vías se encuentra el distrito de Tambopata, que presentan varias fallas, deterioros, hundimientos e inundaciones de agua por lo que es casi imposible transitar sobre éstas. Es así como se encuentra la Calle Mardini, en

dicho distrito, una calle que no escapa de la realidad, no tiene unas buenas condiciones por ello es que hay varias quejas por parte de los transeúntes. Por lo que nace la necesidad de mejorar la subrasante del suelo arcilloso de la Calle Mardini para beneficio de los pobladores.

Por lo expuesto, se plantea el problema general: ¿Cómo influye la incorporación de cenizas de cascara de castaña - cacao de la subrasante del suelo arcilloso en calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022? De la misma manera se formulan los problemas específicos: ¿Cómo influye la adición de cenizas de cascara de castaña - cacao en las propiedades físicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022? ¿De qué manera influye la adición de cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022?, ¿En qué medida influye las dosificaciones en las cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022?

Se presentan diferentes justificaciones, iniciamos por la justificación metodológica, la fijación del uso de procesos metodológicos adaptados al experimento de la incorporación de ceniza de cascara de castaña – cacao, teniendo dentro de los ensayos y pruebas de laboratorio en mecánica de suelos un referente para otras investigaciones; la justificación técnica responde la forma que afecta la ceniza de cascara de castaña – cacao en la mejora del suelo arcilloso, al determinar los ensayos dados hallamos lo correspondientes recibiendo valores donde se especifica si llega al CBR óptimo empleando aditivos para alcanzar las propiedades mecánicas del suelo; la justificación social, ya que al proponer una mejoramiento de la subrasante de la Calle Mardini en el distrito de Tambopata se podrá beneficiar la población que hacen uso de esta calle tanto para el transporte público, particular o de carga; justificación ambiental inicia en que al hacer uso de cenizas de cascara de castaña – cacao, constantemente desechados, se concientizará a la población en el

aprovechamiento de todos los recursos con los que se dispone y además disminuimos la contaminación ambiental del suelo al arrojar estos desechos sin ningún reaprovechamiento.; y finalmente la justificación económica ocupa en la disminución de costos que se podrá obtener al hacer uso de materiales y productos completamente orgánicos e inclusive comúnmente desechados.

Tenemos como objetivo general: Evaluar de qué manera influye la incorporando cenizas de cascara de castaña y cacao en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022. Siendo los objetivos específicos: Determinar cómo influye la adición de cenizas cascara de castaña -cacao en las propiedades físicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022, Determinar cómo influye la adición de cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022, Analizar cómo influye las dosificaciones en las cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades física mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

La hipótesis general: La adición de cenizas de cascara de castaña y cacao mejorara de manera significativa las propiedades físico mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022. Las hipótesis específicas serán: La adición de cenizas de cascara de castaña - cacao influye positivamente en las propiedades físicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022. La adición de cenizas de la cascara de castaña-cacao influye positivamente en las propiedades mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022. La incorporación de cenizas de castaña y cacao influye positivamente en las propiedades física mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Para este proyecto de investigación se realizó estudios, que se hicieron años anteriores del presente donde se han indagado distintos productos

A fin de desarrollar el proyecto de investigación se indagó por diversos estudios, que se llevaron a cabo años antes del presente donde se han investigado en diferentes productos que ayudan al mejoramiento de la subrasante de los suelos arcillosos.

En Colombia. Claveria & Triana & Varón (2018), en su investigación tiene como objetivo el comportamiento de suelos volcánicos estabilizando con las cenizas de cascarillas de arroz y bagazo en las propiedades del suelo volcánico para estabilizar estos tipos de suelos, en diferentes porcentajes según normas y técnicas vigentes (INVIAS)., la metodología es cuantitativo de diseño experimental, de tipo aplicada para el análisis que se utilizará será de tipo experimental. Como resultados se dieron que en la granulometría para las muestras 3,4 y 5 fueron con una dosificación de, 5% 10% y 15 % resultando óptimo para la estabilización de suelo arcilloso incorporando el 5% 10% y 15 % resulta óptimo teniendo como resultado un CBR de 23.25%,28% y 24.75% y al adicionar la ceniza de cascarillas de arroz y bagazo al 5% 10% y 15 % resulta óptimo obteniendo un CBR elevado de 38.81%, 40.47% y 30.07% % de las 3 muestras. Siendo un buen estabilizador para suelos y expansibilidad, para la compactación de los suelos. El autor llega a la conclusión que el comportamiento del suelo generando un manifiesto de 15% es óptimo de puzolana que permite optimizar y mejorando la subrasante adicionando cenizas cascarillas de arroz y bagazo.

En Colombia Bonilla & Jiménez Y Paramo, (2019) su investigación menciona como objetivo Analizar los factores físico-mecánicos que están incluidos a su resistencia del suelo arcilloso al incorporarse ceniza de cenizas de caña de bagazo (p,11). la metodología que se aplica es cuantitativa de nivel aplicado-

experimental considerando las normas INVIAS se determinara cómo influye en la investigación experimental de un suelo arcilloso al adicionarse 1% de ceniza de cascarilla de arroz para la estabilización para dar solución a las bajas resistencias que presentan en los suelos blandos y se emplearan como soporte de la estructura en el pavimento. Antes se tomó en consideración que la cascarilla de arroz ya que es un desecho agroindustrial de gran teniendo un bajo costo y poder aprovechar la reutilización del cascarillas de arroz contribuyendo así a mitigar los problemas generados por este por cambio climático como resultado Se obtuvo de los ensayos de granulometría del suelo extraído por medio del tamizad, límites líquido del suelo del 40.05% incorporando el 1% de CCA directamente al suelo natural logrando disminuir así a 18.56% y el IP del suelo natural es de 24% incorporando el 1% de CCA llegando a disminuir a 8.04% y ensayos de compactación modificado teniendo como capacidad de soporte del CBR un efecto positivo para la resistencia del suelo arcilloso incorporando una dosificación de CCA del 1% esta aumenta su CBR de 1.6 (en estado natural) a 1.9 mejorando su capacidad de un soporte de 19% a diferencia de la condición inicial. El autor llega a la conclusión que se obtuvo que, al agregarle CCA a la muestra de suelo areno arcilloso, esta presenta resultados positivos en la resistencia.

En Colombia Hernández & Paramo (2019) en su investigación tiene como objetivo la Estabilización de Suelo analizando la resistencia a la compresión del suelo arcillo-limoso estabilizado con ceniza de cascarilla de café (CCC) correspondiente a la vereda de Liberia, en Cundinamarca. (p,16). La metodología que se aplica es cuantitativa de nivel aplicado- experimental y la población es el tramo Liberia con Las Brisas, de muestra de 3 calicatas se determinara como aditivo para la mejorara las propiedades del suelo, con porcentajes de dosificación desde 4%, 5% hasta el 8% de CCC para la muestra patrón su LL es 32% con LP de 22%, y IP 11% con un óptimo contenido de humedad de 18.40% para la muestra 4% su LL es 31% con LP de 24%, y IP 7%, para la muestra 8% su LL es 30% con LP de 28%, y IP 6% con la finalidad

de dejarlo en circunstancias óptimas de estabilización del suelo, ante ello se realizaron los ensayos para así verificar si evidentemente cumplen con las propiedades físicas-mecánicas, de acuerdo a la incorporación que se realizaron. Teniendo como resultados que se realizaron obtuvo que la muestra que contenía el 8%, ya que el contenido de humedad óptimo se incrementó de 16.6% al 22.9%, y posteriormente disminuyó su índice de plasticidad del 11% al 6%, obteniendo un límite líquido disminuido en 2%, el límite plástico aumento en 6% y en pocas palabras el CBR, con una dosificación de 8% de ceniza, aumento de 1.6% a 7.30% como resultados que la compresión las cenizas actúa mejor en bajas concentraciones. Los autores llegan a la conclusión que se obtuvo un valor apropiado confirmando que la incorporación de la ceniza es un buen estabilizador en la subrasante que permite optimizar las propiedades Mecánicas- físicas con adición de las cenizas de cascarillas de café cumplen con estabilizar el suelo arcilloso.

Como antecedentes nacionales tenemos a Hoyle & Rodríguez (2019), en La investigación que realizaron los autores tienen como objetivo estabilizar el suelo de trocha carrozables con cenizas fibras de raquis de musa y cenizas de hojas de eucaliptus en el centro poblado de Trocha en el tramo de canchas y Colcap para optimizar las cualidades propias del suelo a lo largo del tramo. (p,18), su metodología de la investigación es cuantitativa, teniendo un enfoque de nivel de investigación explicativa y nivel experimental – cuasiexperimental y de tipo aplicada- transversal la población considerada fueron los suelos de Troncha carrozable entre en tramo de Canchas y Colcap que posean baja capacidad portante y la muestra fueron las 2 calicatas a lo largo del tramo con una muestra patrón de 0% y 5% de CTM. Los autores llegan al resultado que para mejorar la subrasante de suelos arcilloso se Aplicaron diferente porcentajes de Cenizas fibras de raquis de musa y cenizas de hojas de eucaliptus 0 %, 5% ,10 % 15 % se obtiene para muestra que contenía el 15% ya que el contenido óptimo de humedad aumentó a 8.8, 9.4 10.9 y 8.9%, la densidad seca decreció de 1.930 (gr/cm<sup>3</sup>) a 1.970 (gr/cm<sup>3</sup>), el índice de plasticidad se redujo de 9.80% a 5.50% y

finalmente el CBR, con una adición de 15% de ceniza, se incrementó de 6.76% a 11.24%; con la dosificación de 0%, 5%, 10% y 15% de CCM el resultado para la muestra que contenía el 9% ya que el contenido óptimo de humedad incremento de 8.8% al 9.15%, la densidad seca decreció de 1.877 (gr/cm<sup>3</sup>) a 1.868 (gr/cm<sup>3</sup>), el índice de plasticidad se redujo de 9.90% a 7.6% y finalmente el CBR, con una adición de 9% de ceniza, se incrementó de 6.30% a 7.70%;. Los autores llegan a la conclusión así que, el empleo de ceniza de cenizas fibras de raquis de musa y cenizas de hojas de eucaliptus para la estabilización de subrasante permite optimizar las propiedades mecánicas y físicas del mismo cumplen con estabilizador del suelo.

En Perú, López (2021) en la investigación que realizaron los autores tienen como objetivo la estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de Pinar, Marian-Independencia, 2018. (p,13). Aplicando es su adición en suelos arcillosos lo que puede generar soluciones para la estabilización, teniendo en cuenta el incremento así su capacidad de soporte del suelo. La metodología es cuantitativa, teniendo un enfoque de nivel de investigación explicativa, nivel experimental de tipo aplicada- transversal y la muestra fue una calicata de 1.50 metros de excavación en el tramo Pinar - Marian, con una dosificación de 5% 10% y 15 % de CCC Los autores llegan a los resultados aplicando CCC orgánico para el mejoramiento de la subrasante en un suelo arcilloso para la estabilización del suelo teniendo que su LL es 51% ,52% y 53.59 %, LP LL es 23.15% , 26.45% y 26.71 y su contenido de humedad optima 21.76% y 27.50% y su CBR fue de 5.43% 10.2% 12.3% de la muestra adicionando el 5% de CCC es óptimo debido al incremento del CBR al 95% de 16.10 % resultando que al adicionarse el 10% el CBR fue de 95% de 11.65% y adicionando el 15% su CBR 95% de 10.54 Los autores concluyen que los resultados obteniendo como de la investigación que el uso de ceniza de caña de azúcar como material estabilizante para suelos arcillosos que brindan excelentes resultados mejorando así la subrasante del suelo.

En El Perú Espinoza & Velásquez (2018), en la investigación que realizaron los autores tienen como objetivo determinar la estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de azúcar en el tramo Pinar – Marian, distrito de independencia, su metodología de la investigación es cualitativa, teniendo un enfoque de nivel de investigación explicativa y nivel experimental – cuasiexperimental y de tipo aplicada- transversal. Los autores llegan a la conclusión que para mejorar la subrasante de suelos arcilloso se Aplicaron diferentes porcentajes de Cenizas de caña de azúcar (10%, 20% y 30%), para la muestra se ejecutaron 3 calicatas y fueron llevadas a ensayos de laboratorio para así poder añadir los materiales estabilizantes y el muestreo es no probabilístico. Los resultados los autores concluyen de laboratorio de las 3 calicatas tienen un índice de plasticidad de 17.04% para la C-1, 16.69% para la C-2 y por último 16.22% para la C-3 respectivamente se añadieron las CCC como estabilizantes disminuyendo un máximo de índice de plasticidad de 11.59%,9.73% y 12.14%. El CBR para los suelos naturales es 8.70%, 9.56% y 8.32%, añadiendo los materiales estabilizantes a un 95% se incrementó a un límite de 11.56%, 15.18% y 10.42%. y para el 100% adicionando incremento 12.93% 16.97% y 11.49%. siendo incrementando al 20% para determinar y mejorar las propiedades físicas y químicas.

Para proceder a analizar se tomará en cuenta los artículos de investigación siguientes; En Brasil, Moncaleano (2021), a pesquisa do autor tem como objetivo determinar que nossa sociedade é a mais afetada, estando imersa em diferentes tipos de poluição que afetam o solo, a água e o ar(p,17), são poucos os estudos que são realizados para reaproveitar e reciclar os resíduos sólidos e efluentes que são lançados em no solo e nos rios, neste trabalho foi feita a mistura de casca com cal tradicional, com a finalidade de utilizá-la nos processos construtivos, com esta contribuição o impacto ambiental será mitigado, os resíduos de ovos serão reciclados usando como cal , e o outro evitará o consumo de cal, a extração deste material causa sérios danos ambientais, para o qual a investigação é considerada bem sucedida, também foi realizada a combinação

de vidro fosco e casca de ovo, como alternativa ao uso de cimento alcalino com hidróxido de sódio e silicato de sódio para obter uma boa resistência à compressão, a metodologia é quantitativa de desenho experimental e exploratório. Como resultado aumentou 50% de suas partículas passam pela peneira nº 200. A cinza da casca do ovo avaliada não possui plasticidade, possui gravidade específica de 2,95, quanto a sua granulometria foi identificado que possui em sua maioria partículas grossas pois mais de 50% de suas partículas têm diâmetro maior que 0,075mm, sendo em sua maioria resíduos do processo de secagem do café. Devido a isso, optou-se por levar para esta análise as cinzas que passam na peneira nº 100, visto que esses resíduos não foram identificados visualmente, a composição química das cinzas mostrou que o óxido de cálcio é o composto com maior concentração concluindo que a casca de ovo calcinado cumpre a função de aditivo para a estabilização do solo ou terreno, este resíduo provou ser muito eficaz e tem múltiplas utilizações, cumprindo assim a densidade, resistência e rigidez do solo de acordo com os testes realizados.

Olano & Marín & Benites (2019), en su artículo científico tiene como objetivo el Estudio del efecto de adición de ceniza de cascarillas de café proveniente de Arábica para la estabilización de suelos arcillosos. Estimando el efecto producido por la incorporación de cenizas de cascarillas de café en el comportamiento de mecánica de un suelo arcilloso (p,15). La metodología es cuantitativa, tipo descriptiva e experimental, las muestras de los suelos fueron extraído de una profundidad de 2 metros; los instrumentos que se emplearon en el laboratorio, los porcentajes que se utilizados de 10%, 15%, 20% y 25% determinando el CBR, como resultado se obtuvo que el incrementó a una mayor densidad seca es óptimo para el contenido de humedad al incorporar el 20% de CCC que tiende a incrementar y con respecto al CBR se incrementó debido a la mezcla del 15% de CCC de 2.2% al 9.5% de capacidad de soporte, pero con 20% se reduce y con 30% su comportamiento retorna a mejorar pero la expansión del material se reduce a un 4.6% al 0.76% con incorporación de 25%,

ya que su incremento será en 1.1% pertenece al CBR máximo obtenido y no tiende a proceder al comportamiento del suelo, llegando así el autor a la conclusión que es factible la implementación de ceniza proveniente de ladrillera como estabilizante para suelos arcillosos en el mejoramiento de subrasante ya que incrementa su CBR en la mezcla del 20% ceniza y llega a una capacidad de soporte desde 2.2% al 9.5%.

Segun, Adriani & Yuliet & Permana (2021) in their article, set as an objective, analyze the effect of adding coconut shell ash to the CBR value and the filling index for clay soil. In this study, the coconut shell carbon used was %, 8%, 12% and 16% of the dry weight of the soil. The methodology used was applied type, explanatory level and experimental design; Likewise, its population was the soils of Limau Mani in Padang and its instruments were the technical files. As a result, the incorporation of coconut shell ash by 4% increased the bearing capacity and reduced the swelling index. The CBR had an optimal increase of 14.69% for the addition of coconut shell ash at 4% incorporation for the addition procedure with the no-soak condition with a curing period of one week. In the soaked soil condition, an optimal CBR of 8.54% and a swelling value of 0.25% were obtained. Increasing the CBR and decreasing the expansion value will make the road construction layer more stable. when it comes to carrying the load. Therefore, the authors conclude, the addition of 4% coconut shell carbon can cause the CBR to increase to 14.69% and the soaked CBR to 8.53%, and reduce the value of swelling of the clay soil by 53.8% compared to the original floor. Based on this value, the content Optimum use of coconut as aggregate material is 4% of the dry weight of the soil.

Wang & Kumar & Lynam (2021) in the investigation of their article, that they had with the objective of investigating the physical, mechanical and microstructural properties of expansive Moreland clay stabilized with lignin. They used a method applied type, explanatory level and experimental design; so too your population was the Moreland clay of the state of Louisiana and its instruments of data collection technical sheets; obtaining the following results: soil under analysis and

that was classified as fatty clay in its natural state presented an LL of 68% and a LP of 22%. In the case of the sample with an addition of lignin of 5% had a LL of 67% and a LP of 23%, while for the sample with 10% lignin a LL of 64% and a LP of 25% and for the sample with 20% lignin an LL of 57% and a LP of 22%. This concludes that the LP values were maintained and LL values had a slight decrease thanks to the addition of lignin in the soil, so the behavior of IP values of the soils with lignin was very similar to that of the LL.

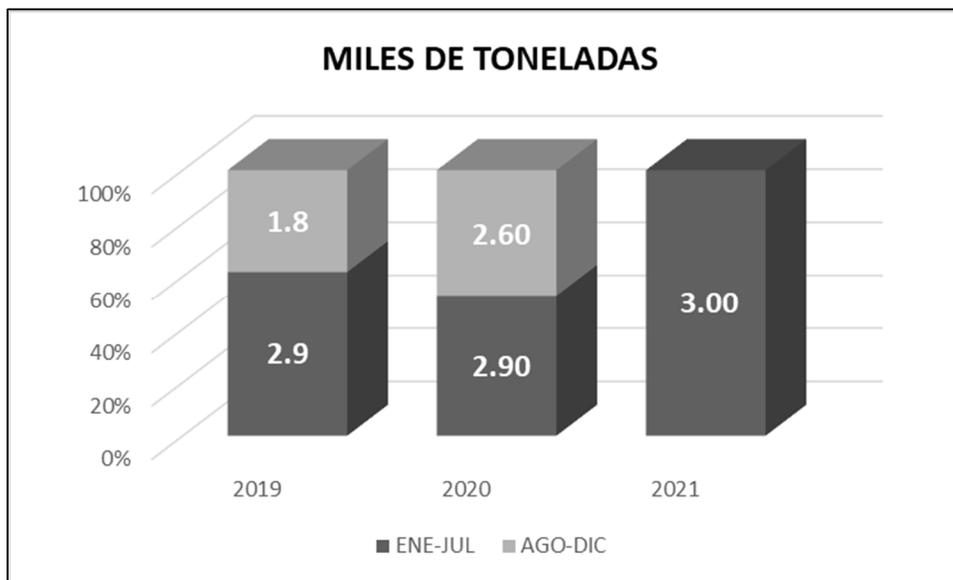
Soni & Varsheney (2021) in their article, in their article, to improve CBR of sandy soil type, which is mainly found in the vicinity of Mathura district. The CBR of the clayey sand type soil for its improvement will use materials such as ash, coconut shell as a soil stabilizer, following an experimental research methodology, where samples of lateritic soil, chemical compounds, etc. were taken. experimental design, applied type; therefore, its population the sandy clay soils of Mathura and took the data sheets as a data collection instrument. The results of the dosage of CCC at 4%, 8% and 12% obtained were: the soil without stabilizer obtained a CBR of 5.83%, the soil +4% CCC obtained a CBR of 8.02% and the soil +8% CCC its CBR was 8.27%, the flat soil sample that was collected had a low CBR value (5.83%). After adding the CCCs, it is observed that the increase in CBR has improved and reaches a value of at least 10%, ccc is added at 12%, the dry density sample is reduced to 1.85. g/cm<sup>3</sup> in their standard sample was 1.90 g/cm<sup>3</sup> Therefore, the authors conclude, the results the CBR value of the soil can be improved by using sustainable materials and that these are readily available. Due to the results of this, they could be used by road engineers in places with similar characteristics of the same type of soil study to economically improve the increase in CBR using coconut shell ash at an optimal dosage of 12% CCC is a good stabilizer for clay soils.

Como bases teóricas tenemos las variables, dependientes: **ceniza de cascara de cacao y cenizas procesadas con castaña.**

Para Rockwell (2015) “la castaña es un fruto que se encuentra en bosques altos debido al crecimiento de la planta de castaña en zonas de crecidas por las intensas lluvias de la amazonia del Perú, Guyana, Bolivia y Brasil”. (p.12).

Flores y Morales nos menciona la exportación y producción en el siguiente concepto:

Existen muchos países que se dedican a la exportación y en especial en el Perú siendo uno de los productores de castaña y exportadores más importantes, de acuerdo a ello ha aumentado la exportación y producción de la castaña sin cascara, a más de 18 países. a industrias alimenticias, pero también en menor cantidad, se exporta el fruto de la castaña con cáscara. (2018, p.6).



*Figura 1. Volumen Exportado de castaña – Perú*

En el 2019, 2020, 2021, Perú ha estado exportando buena cantidad (Ver figura 2).

“Corea, Estados Unidos y Rusia son los países más frecuentes a las cuales se hace la exportación. Incrementándose la exportación a diferentes países bajos en los últimos años debido a la buena producción.” (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

Linares, Huamán y Villafuerte (2020) sostienen que “la producción de castaña de Madre de Dios es uno del departamento con más producción y exportación

[...], teniendo en cuenta que el 30% de la superficie de la región de Madre de Dios es concesionaria castañera” (pg. 140).

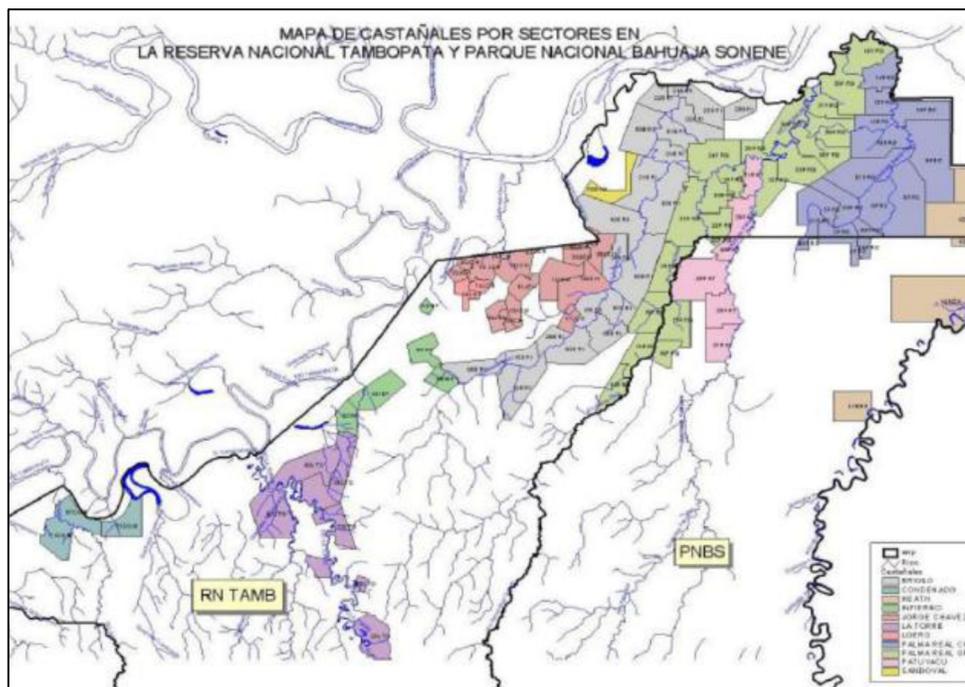


Figura 2. Mapa de concesión castañera de RN TAMB y PNBS.

SENASA menciona que en Madre de Dios que hay mayor producción de castaña, de acuerdo al siguiente concepto:

Se llegó a 633 toneladas de producción de castaña, donde dijo se refirió al departamento de Madre de Dios. es uno de los productores y exportadores en el país más importantes en el año 2020, logrado responder 31 solicitudes para la exportación de la castaña durante el estado de emergencia por el covid-19. (2020, p.11).

“En la región de Madre de Dios se encuentran dos concesiones castañeras más importantes y grandes del país, la Reserva Nacional de Tambopata y el Parque Nacional de Bahuja Sonene Madre de Dios.” (SENASA, 2020, p,10).

Según Quispe y Yucra (2021) “la mejor forma de reciclar la cascara de la castaña es la incineración controlada, de ahí produce la ceniza de cascara de castaña (CCC)” (p.15).

Para definir la sílice y el aluminio, se tiene a Quispe y Yucra, el cual sostienen al respecto que:

La sílice y el aluminio son componentes fundamentales de los materiales puzolánicos, tienen propiedades adhesivas al material con la presencia de agua. Tiene alto contenido de sílice (SiO<sub>2</sub>) la ceniza de cascara de castaña, que corresponde al 38.51%, por ello es un material óptimo para la aplicación en la construcción. (2021, p.23).

Cascara de castaña para la calcinación de desechos agrícolas es conveniente realizarlo en un horno a una temperatura de 600°C con un tiempo de 5 horas aproximado, a diferencia de la calcinación a un ambiente libre ya que disminuye en sus propiedades tanto físicas como mecánicas presentando un color cristalino.

**Tabla 1.** Composición química de la ceniza de cascara de castaña.

COMPOSICION QUIMICA	%
Aluminio	24.77
calcio	5.85
magnesio	7.44
silicio	44.12
hierro	3.22
potasio	15.66

Fuente: Elaboración propia, 2022.

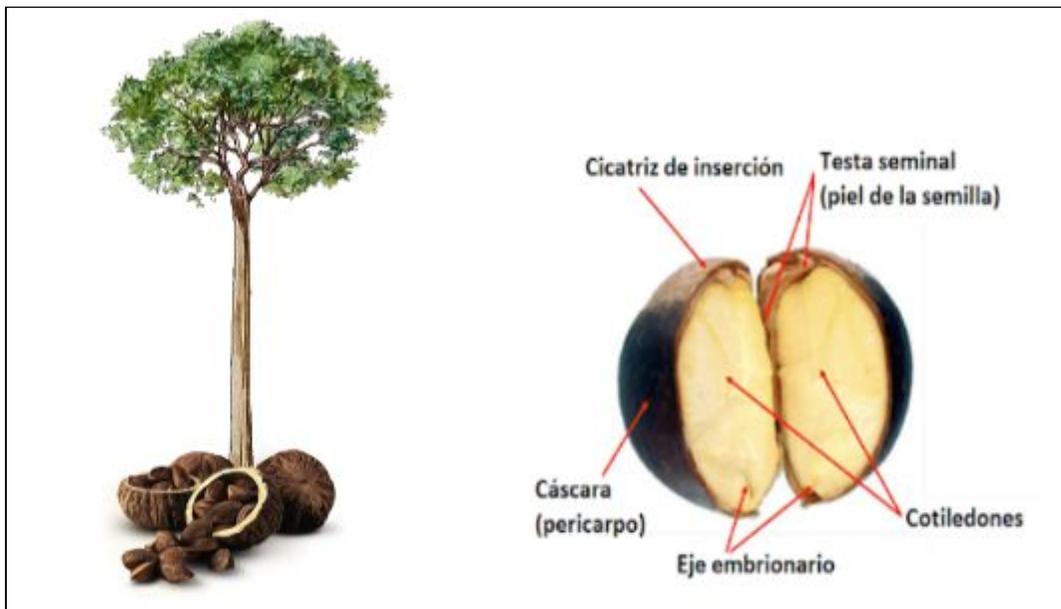


Figura 3. Estructura de la castaña

“El cacao es un árbol que produce un fruto del mismo nombre y se utiliza como ingrediente para alimentos y entre ellos resalta el chocolate. Varios estudios demostraron que el cacao tiene distintas propiedades saludables.” (*Theobroma cacao L.*, keke,2022).

Para definir el cacao en el Perú, se tiene al Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, el cual sostiene al respecto que:

El cacao en el Perú. es cultivado principalmente es en la selva peruana, en el Perú hay 144,232 hectáreas de cacao y eso equivale al 3.5% de la superficie agrícola del Perú debido a la producción y exportación de cacao fino a países como Alemania y Francia. (2016).

Según López (2020), “la producción de cacao fue de 136.7 mil toneladas con una cosecha de 129.3 hectáreas”. (p.3)

En la investigación se necesitará la ceniza obtenida de la cáscara de cacao. Si bien se sabe que el producto tiene orígenes amazónicos.

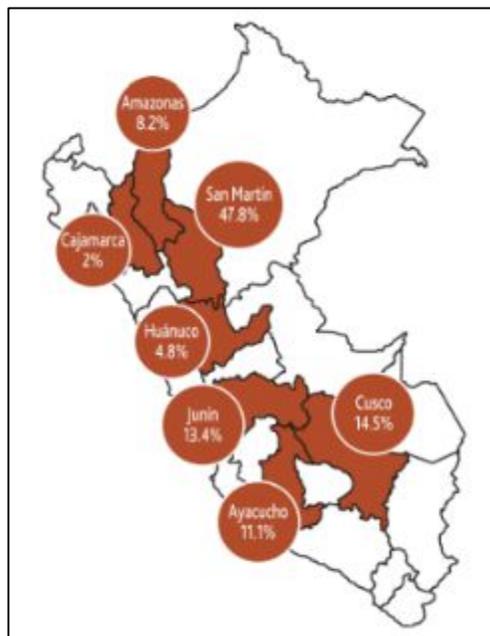


Figura 4. Mapa de producción del cacao.

El contenido de ceniza del cacao puede proporcionar datos valiosos acerca de la región en que se ha cultivado el cacao, de su calidad, del nivel de adulteración y de la cantidad de minerales presentes.

“El contenido de ceniza de ello tiene valores típicos entre 4 y 14%, mientras que los productos de alta calidad se encuentran en valores menores al 8%.” (Industria Alimenticia,2019)

Para determinar el contenido de cenizas, el cacao se pesa y se le incinera para eliminar toda materia orgánica. La ceniza resultante es pesada nuevamente y se le expresa en por ciento peso.



*Figura 5. Cascarilla de cacao*

**Tabla 2.** *Composición química de la ceniza de cascara de cacao.*

COMPOSICION QUIMICA	%
Aluminio	7.44
calcio	1.72
magnesio	10.60
silicio	48.90
hierro	5.52
potasio	12.80

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Para Marco (2018), “la estabilización de suelos, nos da a entender de su importancia en la construcción y en la ingeniería civil porque es el soporte principal y base de la estructura de una edificación.” (p. 06).

Según Yucra (2021) “La estabilización se realiza de manera física a través de la combinación de suelos de manera mecánica, estabilización que es por compactación del suelo prácticamente formando un conjunto de partículas no consolidadas, distinguiéndolo en 03 fases.” (p.18).

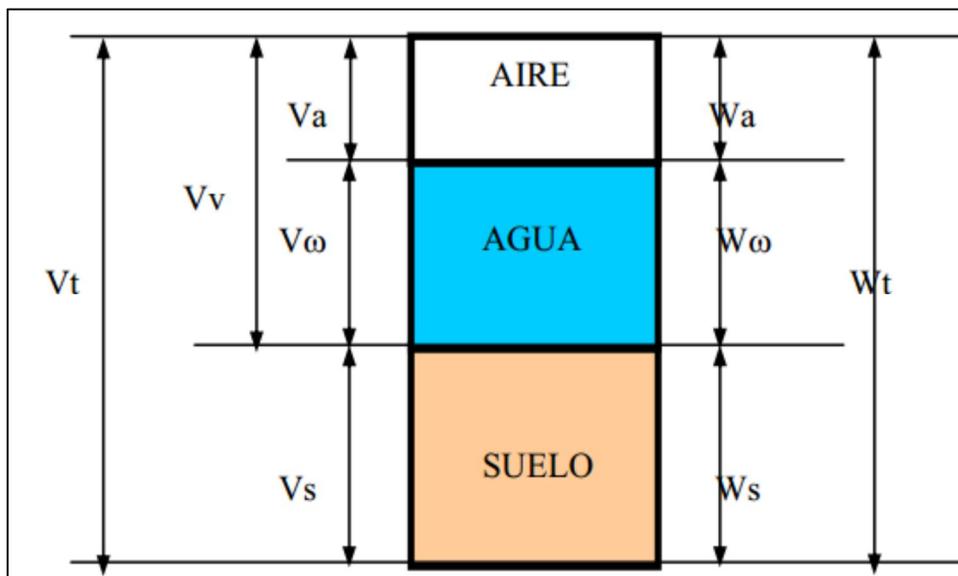


Figura 6. Composición del suelo y las tres fases para distinguirlos.

Según Akbar (2016), “los suelos arcillosos o suelos expansivos están conformado por partículas que son microcristalinos del grupo de minerales. Está compuesto por una textura fina y su plasticidad es adecuado cuando se mezcla con la humedad correcta volviendo así a endurecer” (p.12).

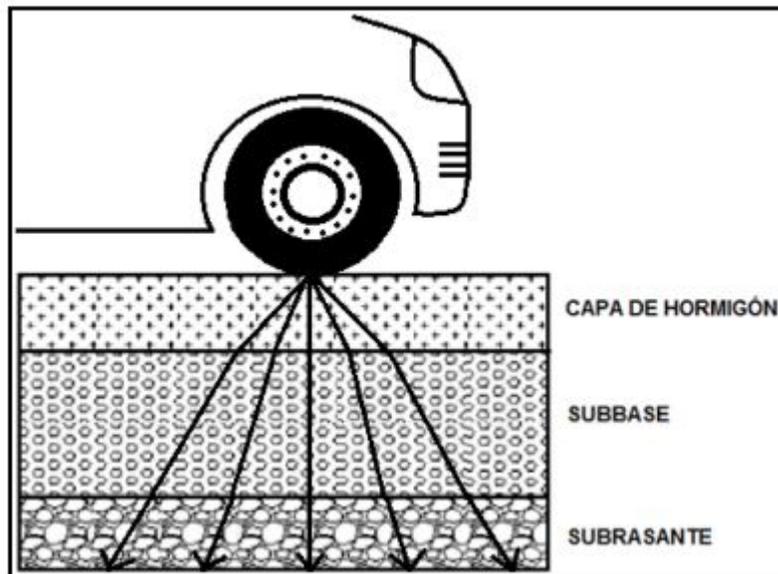
Para definir los suelos arcillosos, se tiene a Galleguillos, el cual enfatiza al respecto que:

Los suelos arcillosos son más fáciles de manejar cuando estén húmedos, al secarse tienen una gran consistencia, y también poseen un mal drenaje, ese es el motivo por el cual se

acumula agua. Por otro lado, su factor más fundamental es la carga la cual está sujeta al tipo de suelo establecido, refiriéndose si la carga es mayor, su expansión del suelo arcilloso también tiende a ser mayor. (2003, p.5).

Según Bonilla sostiene que la subrasante es el suelo que es soporte de las capas del pavimento, de acuerdo con el siguiente concepto:

Subrasante se refiere al suelo que sirve como soporte de las capas del pavimento, ante ello se encuentra a arriesgarse a diferentes energías generadas de cargas del tránsito de ciudad. Para así poder conocer las características extraídas como muestras a través de la extracción de las calicatas, de la muestra la cual se procederá a ser transportada al laboratorio para así determinar sus propiedades tanto físicas y mecánicas a través de los ensayos en laboratorio (2019, p.12).



*Figura 7. Repartición de cargas.*

Según Canto (2019), “las propiedades del suelo arcilloso son más relevantes ya que presentan gran superficie activa y la capacidad de intercambio de las arcillas. Estas propiedades son dadas por su tamaño pequeño, su conductividad eléctrica y por su carga eléctrica negativa.” (p,15)

Según Menéndez nos indica como dependen las propiedades del suelo:

Las propiedades del suelo arcilloso dependen de la composición mineralógica del mismo, básicamente del tipo de arcilla, por ejemplo, la porosidad, la estructura, la alófana y la

retención de humedad. Su textura es la clave para ver si un suelo es arcilloso o no. (2013, p. 22)

Para Guía (2020) “Se trata de la proporción de limo, arcilla y arena en el suelo y cada uno son del tamaño de partículas. El contenido de arcilla establece la textura y la estructura del suelo, influye en su porosidad.” (p,13)

Para definir el contenido de humedad, se tiene al Ministerio de Transporte y Comunicaciones, el cual enfatiza al respecto que:

El contenido de humedad permitirá un contraste humedecimiento óptimo logrado en las pruebas de Proctor para adquirir el CBR del terreno, refiriéndose al peso del agua donde el suelo conserva su periodo líquido, plástico, semisólido y sólido para así poder clasificarlos. (2013).

Para la extracción de las calicatas en el estado natural del suelo se procederá al secado en el horno a temperatura de 100 y 110C°.

Según Manabi sostiene que la resistencia y el comportamiento del suelo depende del porcentaje del agua, de acuerdo con el siguiente concepto:

Para determinar la resistencia y el comportamiento del suelo la cual va a depender únicamente del porcentaje del agua que se encuentra en su interior de la muestra, sabiendo que contenido de humedad es muy bajo el suelo se vuelve quebradizo, con el contenido de humedad muy alto este adquiere fluidez, lo cual no es beneficioso para la subrasante afectando la resistencia mecánica y los cambios de volumen, por lo tanto, el contenido de humedad se determina a partir del porcentaje de 0% cuando la muestra del suelo seco contenga un valor establecido al 100%. (2017, p. 36).

Afrin sostiene que el CH el CH son empleadas en los laboratorios:

[...] para analizar cualitativamente las propiedades mecánicas y obtener los datos de diferentes pruebas de suelo. Para análisis del suelo en su estado actual se quiere la relación del peso del agua en la muestra entre su peso seco para proceder a la hidratación continua y determinar el contenido de humedad. (2017, p. 22).

Para definir el análisis granulométrico, se tiene a Según Martínez, el cual sostiene al respecto que:

El análisis granulométrico por tamizado en la separación de las partículas en diferentes tamaños y la clasificación del suelo con la ayuda de las mallas según la abertura que se utiliza saber del porcentaje retenido del suelo que se asienta las ranuras de 125 mm al 0.75 mm que se puede apreciar en la Tabla 2. (2020, p. 19)

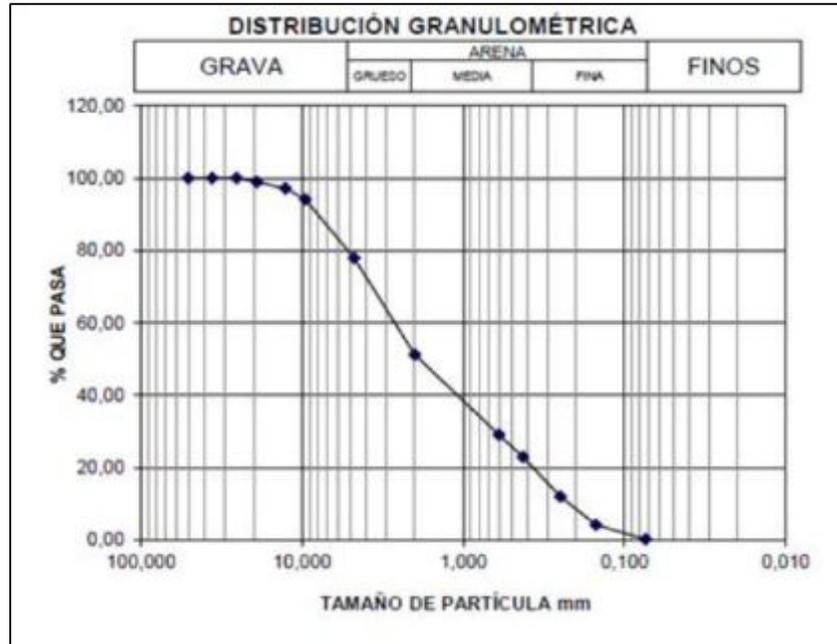


Figura 8. Curva granulométrica.

Para nuestra investigación utilizaremos el tamiz de 4 hasta el tamiz 200 se desarrollará utilizando la norma internacional y nacional ASTM D422. La cual procederemos a seleccionar las mejores nuestras seguidamente se verterá las muestras secas en el tamizado mayor, para posteriormente se verificadas la cantidad de retención de cada uno de los tamices la cual se procederá a cuantificar en los porcentajes para seguidamente ser graficada en la tabla de la curva granulométrica.

Para la granulometría se realizará de la Norma internacional y nacional como es la norma ASTM D422 y la Norma Técnica del Perú NTP 339.128:1998.



*Figura 9. Tamices según la norma ASTM D422.*

Según Hoyle y Rodríguez (2019), “para el análisis granulométrico es la distribución de los tamaños de partículas los cuales están separados por los tamices. Para conseguirlo se utilizarán una serie de pantallas de diversos diámetros, que se montan sobre postes”. (p,25)

Se someterá a una fuerte vibración y rotación, después de unos minutos se sacan y se retiran del tamiz la cual se va a encontrar separado la masa del material que queda en cada tamiz cuya suma debe corresponder al peso total del material colocado en la columna de tamices.

**Tabla 3. Abertura de tamices.**

<b>TAMIZ</b>	<b>ABERTURA</b>
3/8"	9.5
4	4.76
8	2.36
16	1.1
30	0.59
50	0.297
100	0.149

200	0.075
-----	-------

Fuente. MTC ,2016 Manual de suelos y pavimentos

Según Graux (1975), “para los límites de consistencia, límite de Atterberg es sensibilidad del suelo con relación al contenido de humedad, obteniendo así los límites correspondientes de las pruebas realizadas en laboratorio de límite de contracción”. (p.54)

Deben de hacerse los correspondientes ensayos sobre el suelo que pasa el tamiz # 40, a continuación, se muestra la figura 10, donde se aprecia los límites y por ende su relación del estado de consistencia con el objetivo de medir las condiciones del agua, de tal forma que la capacidad de carga y compactación sea eficiente en el suelo.



*Figura 10. Límites de Atterberg*

Fuente: Fundamentos de Ingeniería de cimentación.

“El límite líquido hace referencia al máximo contenido de humedad que puede obtener el límite líquido de humedad variada en porcentaje, para determinar el cambio del suelo del estado líquido, teniendo una baja resistencia al corte”. (Guerra, 2020 p.23).

El ensayo que se realizara en el laboratorio para el límite de líquido se realizara mediante los equipos a utilizar principalmente la cuchara de Casagrande, trasladando una porción de pasta de la muestra que pasa el tamizado n°40 hasta la copa de bronce del suelo sin excederse del estado plástico al estado líquido. Seguidamente se verificará el contenido de humedad del suelo lo cual debe estando por debajo para que el suelo proceda a comportarse como plástico. Según Paramo y Jiménez (2020), “el estado líquido se complementa con la posición que la obstrucción al corte del suelo es tan mínima que debido a un inestable esfuerzo puede hacerlo fluid”.

Tarifa y Quispe menciona como funciona el límite líquido, de acuerdo al siguiente concepto:

Para el límite líquido se dividirá por la mitad con ayuda de una herramienta para ranurado y se procede a realizar los golpes y se dejara caer 25 veces la el instrumento de cuchara de Casagrande de una altura de 1cm a un ritmo de 2 caídas por cada segundo con ayuda del dispositivo mecánico para finalmente tomar una muestra de la zona este ensayo se realizará conforme a la norma MTC E 110 del manual de ensayo de materiales del MTC, donde se designará que el contenido de humedad con el cual se va a trabajar. (2021, p.32).



*Figura 11.* Se muestra el equipo para la ejecución de este ensayo.

Fuente: Estudios Geotécnicos-copa Casagrande, 2015

Para definir el límite plástico, se tiene a Guía, el cual sostiene al respecto:

El límite plástico determinada en porcentajes de tal manera que se defina como límite entre los estados de consistencia plástico-semisólido teniendo como resultado del límite líquido (LL), determinado como límite entre los estados plástico y semilíquido; sustraído por el efecto del límite plástico (LP), (2021, p.35).

Según Leoni (2020), “el límite se realiza en un laboratorio de suelos utilizando muestras de suelo alteradas o inalteradas según la norma (MTC E 111)”. (p. 38). Para determinar su humedad se procederá a amasar formando barras de 3.2 mm de diámetros para posteriormente hacer rodar encima de material liso. “El límite plástico determinará la consistencia del suelo ya sea plástica a una semisólida.” (Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p. 72).

“Se determina índice de plasticidad a las propiedades del suelo a la deformación que presenta rápidamente sin la necesidad de modificar el volumen”. (Tingle et al, 2020, p. 57). “Teniendo en cuenta que LP debe ser mayor o igual que el LL, en ocasiones no se puede determinar el LL o LP esto se debe que el índice de plasticidad es un no plástico.” (MEM. 2016, p.73)

Según Campos y Guardia (2005), “la clasificación de los suelos nos entrega la información apropiada y exclusiva, de tal forma que podamos obtener el tipo de material o suelo se trata, y así obtener las características, propiedades, y el uso que se pueda dar”. (p.56). Los métodos para la clasificación de suelos son el AASHTO para conocer la calidad del suelo y el grado de beneficio por el uso de un material en las carreteras y SUCS método.

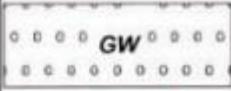
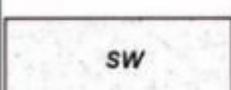
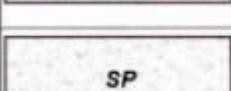
	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micáceo o diatomáceo, limo aléctico

Figura 12. Clasificación de suelos por el método SUCS.

Tabla 4. Clasificación método SUCS.

<b>CLASIFICACIÓN SUCS ASTM –D-2487</b>
<b>GW, GP, GM, SW, SP, SM</b>
<b>GM, GP, SM, SP</b>
<b>GM, GC, SM, SC</b>
<b>SP</b>
<b>CL, ML</b>
<b>ML, MH, CH</b>

<b>CL, CH</b>
<b>OH, MH, CH</b>

Para la estructura que describe los suelos en dos categorías, que están vinculadas con los ensayos granulométricos y ensayos de plasticidad para sus resultados.

Según Jasmine y Banu, sostiene la importancia de la clasificación AASHTO, de acuerdo al siguiente concepto:

El sistema de clasificación AASHTO es uno de los más utilizados para la clasificación de suelos, el cual se desarrolló por Terzaghi con el fin de ser implementada para la ingeniería que se dedica al campo de la construcción como subbase y subrasante. También determina el espesor de la capa que conforma el pavimento las cuales pueden ser la capa base o capa asfáltica. (2019, p.25).

“Se emplea con fines de ingeniería, que abarca en el campo de la construcción tales como carreteras, subrasante, sub base, terraplenes y bases de la estructura vial.” (SALINAS, 2018, p. 39).

Para la clasificación con el método AASHTO se requieren de algunos requisitos previos tales como son: límite líquido, análisis mecánico y el índice de plasticidad.

Tabla 5. Clasificación AASHTO.

Clasificación General	Materiales Granulares (menos del 35 % pasa por el tamiz n°200)						
Grupo	A-1		A-3	A-2			
Subgrupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis granulométrico. Porcentaje que pasa por el tamiz:							

<b>N° 10</b> <b>N° 40</b> <b>N° 200</b>	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 máx. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	36 máx.	36 min.
<b>Características de la fracción que pasa por el tamiz N°40</b>							
<b>Límite líquido</b> <b>Índice de Plasticidad</b>	6 máx.		N. P	40 máx. 10 máx.	41 min. 10 máx.	40 máx. 11 min.	41 min. 11 min.
<b>Tipos de los materiales preponderantes</b>	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
<b>Valor general como explanada</b>	<b>Bueno a Excelente</b>						
<b>Clasificación General</b>	<b>Material Limo. – arcillosos</b> <b>(más del 35% pasa por el tamiz N° 200)</b>						
<b>Grupo</b>	<b>A-4</b>		<b>A-5</b>	<b>A-6</b>		<b>A-7</b>	
<b>Subgrupo</b>							
<b>Análisis granulométrico. Porcentaje que pasa por el tamiz:</b>							
<b>N° 10 (2,0 mm)</b> <b>N° 40 (0,426 mm)</b> <b>N° 200 (0,075 mm)</b>	36 min.		36 min.	36 min.		36 min.	
<b>Características de la fracción que pasa por el tamiz n°40</b>	40 máx. 10 máx.		41 máx. 10 máx.	40 máx. 11 min.		41 min. 11 min. (1)	
<b>Límite líquido</b> <b>Índice de Plasticidad</b>							
<b>Tipos de los materiales preponderantes</b>	<b>Suelos Limosos</b>			<b>Suelos Arcillosos</b>			

Fuente. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica

Para una compactación es primordial obtener partículas de diferentes formas y tamaños, refiriéndose a granos pequeños y grandes que ayudaran a mejorar la densidad, también es importante la humedad con la que se va a compactar en ese mismo instante. “Este nuevo método modificado tiene la densidad más alta el cual tiene una gran diferencia con la densidad del Proctor tradicional.” (Lvovska, Lytvynenko y Kariuk, 2018).

López, nos indica como actúa el ensayo Proctor normal y Proctor modificado:

[...] Ambos actúan igual con la disimilitud que el Proctor modificado posee un grado superior de tal manera que resulta verídico de esta manera reforma los parámetros principales esto no acredita que el ensayo normal no sea favorable, teniendo en cuenta que pueden ser utilizados en suelos expansivos. (2020, p.5).

Para el proceso se realizará diferentes ensayos cada uno con una densidad distinta y humedad diferente con el propósito de poder plasmar los resultados a un gráfico para proceder a obtener la curva de compactación donde se visualizará densidad máxima de la muestra y el óptimo contenido humedad. Este ensayo está regido por la norma (Proctor modificado - ASTM D-1557.)

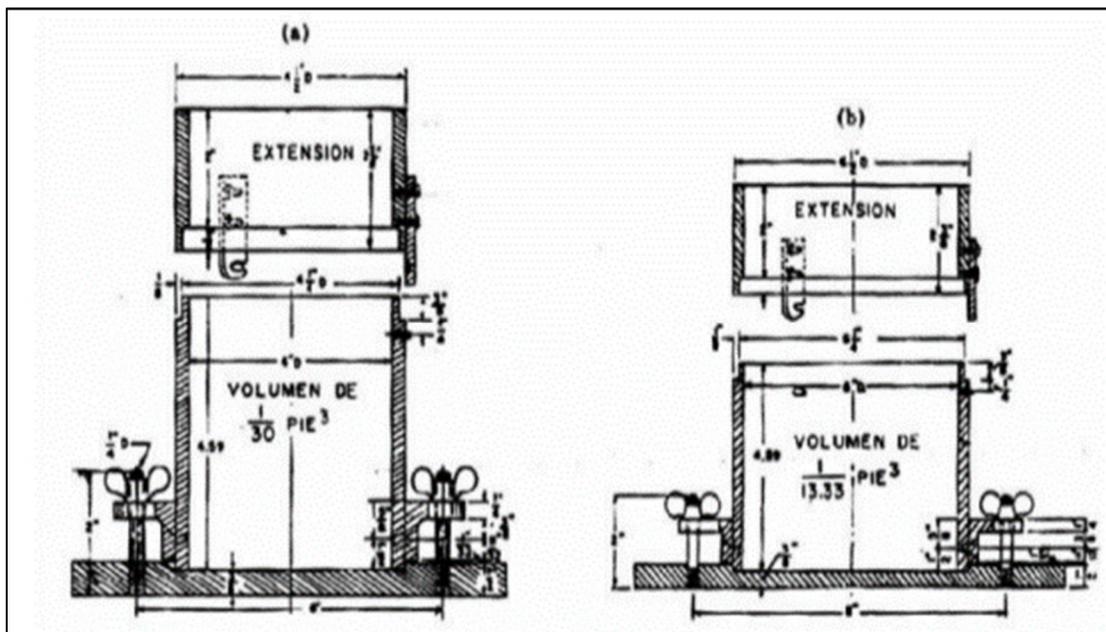


Figura 13. Seccion de moldes para Proctor.

Tabla 6. Ensayo de Proctor modificado y estándar.

PRUEBAS	PROCTOR MODIFICADO		PROCTOR ESTÁNDAR
PESO DEL MARTILLO	4.54 kg		2.49 kg
LA ALTURA DE CAÍDA	18 pg		12 pg
CAPAS	5 capas		3 capas
MÉTODO DE PRUEBA	Met-C	Met-B	Met-A
DIAMETRO DE MOLDE	6 pg	<3/8	4 pg
MATERIAL EMPLEADO	< 3/4	4 pg	<#4
CANTIDAD. DE GOLPES	56 golpes	25 golpes	25 golpes

Fuente: MTC, manual de ensayos de mecánica de suelos.

Para ensayos se proporcionar la humedad óptima y también la densidad mayor densidad seca teniendo en cuenta la considerable curva humedad – densidad seca con todos los datos incorporados en los distintos ensayos.

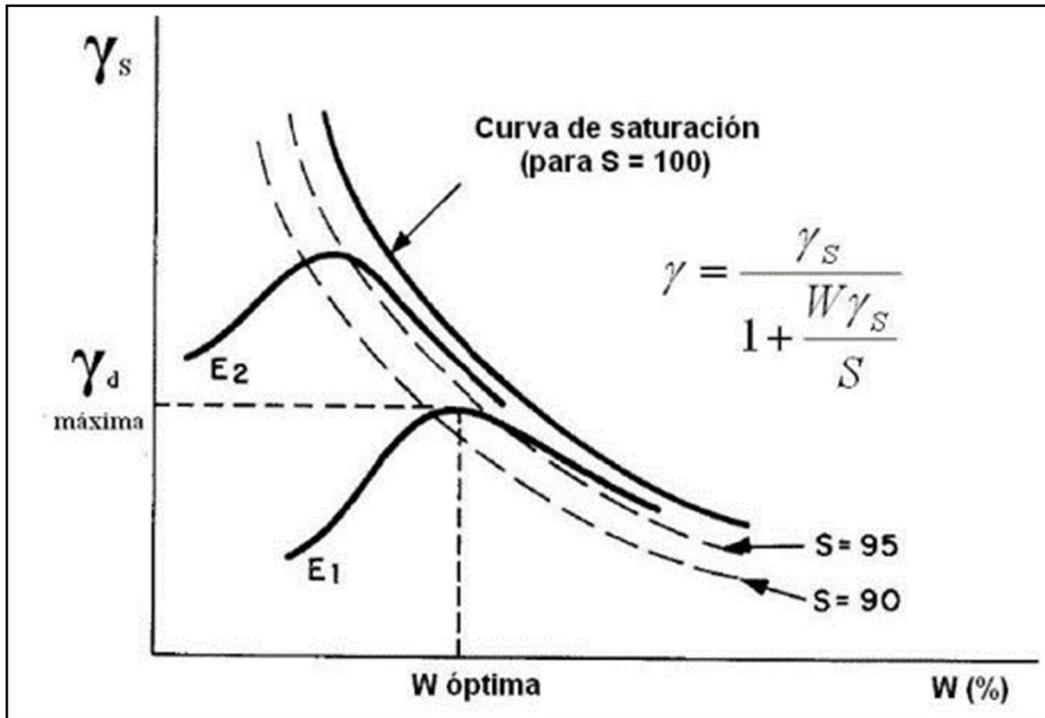


Figura 14. Curva de compactación

El ensayo del CBR (California Bearing Ratio) que en español significa relación de soporte de California, la calidad del suelo se suele evaluar como una resistencia, que se evaluará mediante la medición de la placa.

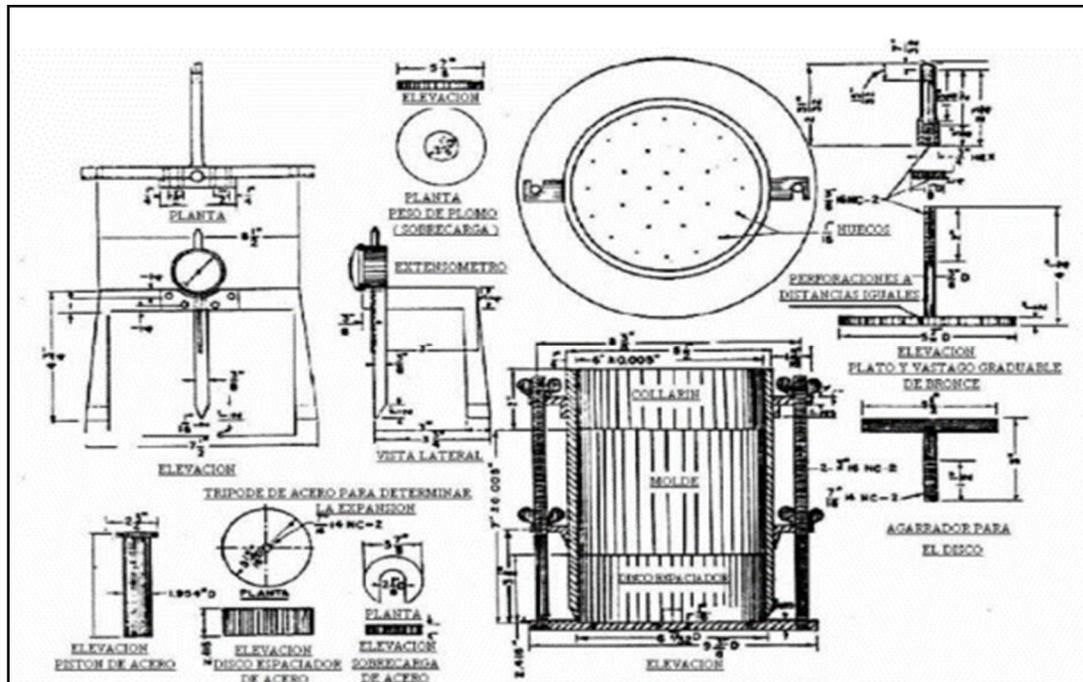


Figura 15. Pistón de penetración

Según Rojas (2017), “el ensayo del CBR es la capacidad portante del suelo en estudio, por lo que busca conocer y cuantificar la calidad de un determinado suelo en sus diversas capas.” (p.22). El ensayo de CBR determinara la máxima densidad seca a través de diferentes proporciones de humedad obteniendo finalmente el resultado con la estimación más elevada. Según ASTM también determina densidad del tipo suelo en las condiciones antes mencionadas lo que permite extraer un determinado número de relación de soporte. “El CBR también se realiza en el suelo compactado lo cual va a generar una coherencia con el

comportamiento del suelo en la subrasante del pavimento.” (Joseph E. Bowles, 1981, p. 191).

**Tabla 7.** sistema de clasificación de CBR.

<b>CATEGORÍA DE SUBRASANTE</b>	<b>CBR%</b>
<b>Inadecuada</b>	3%
<b>Insuficiente</b>	Mayor al 3%
<b>Regular</b>	Mayor 6%
<b>Buena</b>	Mayor al 10%
<b>Muy Buena</b>	Mayor al 20%
<b>Excelente</b>	Mayor al 30%

Fuente. MTC: Manual de carreteras, suelos, geología y pavimentos

Según Rojas sostiene que la máxima densidad seca esta juntamente con el contenido óptimo de humedad, de acuerdo al siguiente concepto:

El CBR por otro lado, la máxima densidad seca de una muestra tiene un contenido óptimo de humedad, que van en razón inversa a partir de cierto rango dado como se evidencia en la siguiente imagen, es necesario lograr una profundidad de penetración constante”. (2017, p.23)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Tipo de investigación: Aplicada, “consiste en trabajar con los resultados de una investigación pura, a fin de adquirirlos en beneficios de la sociedad”. (López, 2002, p.22). La investigación que estamos haciendo es de tipo aplicada donde se podrá generar nuevos conocimientos partiendo de lo antes investigado.

Diseño de investigación: Experimental, “corresponde a los estudios de la variable independiente donde se manipula para analizar los efectos sobre una o más la variable dependiente”. (Orozco, 2017, p. 17). Por ende, “el diseño cuasiexperimental es poner a prueba una hipótesis casual manipulado de la variable independiente”. (Fernández, 2014, p.756). El diseño que se aplicó a la investigación es experimental ya que la variable dependiente estará sometida a distintos cambios.

Nivel de investigación: “El nivel es explicativo corresponde en cómo se comporta la variable que va hacer investigada debido a la acción de la otra variable, mostrando un análisis de causa y efecto que esta direccionado por el indagador”. (Supa, 2014, p.2). Para la investigación se usó este tipo de nivel porque se estudia a las variables donde la ceniza de cascara de castaña – cacao en la subrasante por la cual se obtendrá nuevos resultados.

Enfoque de investigación: Es cuantitativo ya que se utilizó un enfoque cuantitativo, debido a que se utilizará los ensayos que indica la norma, para estabilizar el suelo donde nos dará como resultado valores numéricos.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

**Variable de estudio:**

**Variable Independiente:** Cenizas de cascara de castaña y cacao

**Definición conceptual:** Herrera menciona que:

“La cáscara de cacao es un material difícil de degradación debido a su alto contenido de lignina y celulosa, presenta materiales lignocelulósicos donde se puede aplicar en procesos industriales; esta cáscara generalmente es desechada y genera problemáticas como la proliferación de microorganismos patógenos. Presenta una sustancia granulada la cual se caracterizó teniendo en cuenta parámetros como pH, porcentaje de humedad, grasa y fibra, entre otros”. (2020).

**Definición operacional: Valero enfatiza que:**

“Este material orgánico se evalúa en base a tenacidad, ductilidad, y la dosificación que se le dará sobre el concreto. Características de las cenizas de cascara de castaña; los factores que influyen en las características de las fibras son:  $l_f$  = Longitud de la fibra (mm),  $d$  = Diámetro equivalente de la fibra (mm),  $\lambda$  = Esbeltez o relación de aspecto de la fibra ( $l_f/d$ ),  $A_f$  = Área de la sección transversal de la fibra ( $mm^2$ ),  $\sigma_f$  = Resistencia a la tracción de la fibra ( $N/mm^2$ )”. (2014).

**Dimensión: Dosificación**

**Indicadores:** 5%, 7,5%, 10%, de cenizas de cascara de cacao y 5%, 7,5%, 10% de cenizas de cascara de castaña.

**Escala de medición: Razón**

**Variable Dependiente: Suelos arcillosos**

**Definición conceptual:** “Los suelos arcillosos o suelos expansivos están conformado por partículas que son microcristalinas que pertenecen a un conjunto de mena. Su composición de este modelo de suelos es por granos finos”. (Akbar ,2016).

**Definición operacional:** “La clasificación de este se someterá de distintas causas que serán: la flexibilidad, peso unitario, contenido de aire, resistencia a los esfuerzos como compresión, tracción y flexión; que establecerán las propiedades físico mecánicas”. (TORIBIO & UGAZ, 2021).

**Dimensión: Propiedades físicas y propiedades mecánicas.**

**Indicadores:** Análisis granulométrico (%), contenido de humedad (%), clasificación de suelos SUCS, AASHTO, límite líquido (%), límite plástico (%), índice de plasticidad (IP) (%), densidad máxima seca ( $T_n/m^3$ ), óptimo contenido de humedad (%) y ensayo de CBR (%)

**Escala de medición:** Razón

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Se considera 750m de la subrasante de la calle Abraham Mardini. La población de esta investigación está constituida por todos los suelos arcillosos que se tiene a nivel de la subrasante, lo cual se encuentran ubicados en el departamento de madre de dios provincia de Tambopata de la ciudad de Puerto Maldonado.

#### **Criterios de inclusión**

Para el estudio de investigación se ocupará los agregados con los que se encuentren en las cercanías de la ciudad de Tambopata – Puerto Maldonado.

#### **Muestra**

La muestra considerada será las 03 calicatas, desde la progresiva km 00+000 hasta km 00+750 de la vía Mardini – Puerto Maldonado.

Siguiendo con lo estipulado en la norma CE-010 Pavimentos Urbanos se realizará 1 calicata cada 1800 m<sup>2</sup>, debido a que la zona de estudio es una zona local. Para esto se seleccionaron los 3 puntos más críticos de la vía, con el objetivo de obtener el tipo de suelo que cumpla con las características en sus propiedades físicas idóneas para llevar a cabo una buena investigación.

**Tabla 8.** *Coordenadas de las calicatas.*

		COORDENADAS UTM	
NUMERO CALICATAS	DE	ESTE	NORTE
	C-01	478634.8267	8606727.2896
	C-02	478428.7928	8606626.3862
	C-03	478192.8237	8606513.8688

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### **Muestreo**

En este estudio se optó por el muestro no probabilístico ya que la muestra será seleccionada por el indagador. Se selecciono los tramos afectados para el recojo de muestra para el estudio correspondiente.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica de investigación**

Para esta investigación se empleará la observación directa para una correcta obtención de datos. En la cual se procederá mediante el recorrido de la calle escogida que se encuentra afectada para la obtención de información de lo cual me permitirá tener un mayor panorama para la investigación.

#### **Instrumentos para recolección de datos**

“Son recursos que se utiliza para obtener información ya sea en un dispositivo o formatos, además nos permite medir el comportamiento o atributo de la variable” (Godinez, 2013, p. 4). Para el estudio se realizarán ensayos de laboratorio para obtener resultado confiable.

## Validez

Los instrumentos a utilizar serán designados a especialista o expertos para la validación que se encargará de revisar y aprobar los instrumentos a utilizar.

## Confiabilidad

En el proyecto de investigación busca la confiabilidad por medio de fichas o formatos para escribir los datos y ensayos que son garantía de ser más exacto para la obtención de resultado de laboratorio que genere el nivel de confianza.

### 3.5. Procedimiento

La Calle Abraham Mardini bajo volumen de tránsito según el clasificador de rutas, por lo tanto, corresponde realizar una calicata por cada tramo de estudio, esto respaldado Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, en el cuadro 4.1. A partir de la definición de la vía local, se hará una descripción de cada procedimiento a seguir.



Figura 16. calle Abraham Mardini.



*Figura 17.* Puntos de extracción de muestras de la Calle Abraham Mardini.

En primera instancia, se ubica el tramo en la cual vamos a realizar las calicatas en la calle que intercepta con el pasaje 10 de julio y Prolongación Circunvalación. Acto seguido, se localizan los 3 puntos de extracción de la muestra que estarán 1800 de la calle en Abraham Mardini. Definido los puntos, se entregará a mesa de partes de la Municipalidad Provincial de Tambopata un oficio la cual vamos a solicitar autorización para hacer la debida la excavación en la progresiva 0+010 a 0+350 hasta 0+700, con la autorización firmada de la municipalidad se realizar la extracción las calicatas, teniendo una profundidad de 1.5m, de donde se tomará las muestras para proceder llevado al donde se realizarán los diferentes ensayos respectivos.



*Figura 18.* Ubicación y excavado de las Calicatas.

La cáscara de cacao y castaña se obtuvo de la planta procesadora de la empresa I.E.R.L ASCAR que se ubica en la Av. Sinchi Roca, el producto fue trasladado al establecimiento donde se realizaron la selección de las muestras para ello se hizo el debido procedimiento de eliminación de impurezas extendiéndolo en yute de 3 metros para ambas muestras.



*Figura 19.* Recojo de las cascaras de castana y cacao de la Empresa I.E.R.L ASCAR



Figura 20. Eliminación impurezas extendiéndolo en un yute de 3 metros para una mejor selección de muestras de cascara de castaña y cascara de cacao.



Figura 21. eliminación impurezas con agua con lejía y cepillos para la mejor selección de muestras de cascara de castaña y cacao extendiéndolo en un yute de 3 metros.



Figura 22. Secado de las muestras de cascara de castaña y cacao extendiéndolo en un yute de 3 metros bajo techo por 3 días.

Para la certificación de las cenizas de cascara de cacao y castaña se envió al laboratorio HRUIZ-GEOPAV un porcentaje de las dos cascara en una cantidad de 200 gr. de cada muestra teniendo como resultado que la calcinación en su totalidad de la muestra 1 de cascara de castaña fue a 6 horas a temperatura de 600°C y para la muestra 2 de cascara de cacao fue a 5:30 horas a temperatura de 450°C tal como se puede apreciar en los anexos.

Para las propiedades físicas y químicas de las dos muestras se envió al laboratorio en cusco de una cantidad de 200 gr. realizándose ensayos para obtener su análisis fisicoquímico.

Al certificar las dos muestras de cascara de castaña y cacao se realizó el procedimiento de calcinación en el horno de la empresa el Bosque Procesadora de castaña y cacao a una temperatura de 600°C y 450°C.



*Figura 23.* Horno de la Empresa I.E.R.L ASCART.



*Figura 24. Cascaras de Castaña y Cacao para ser incineradas en el horno de la Empresa I.E.R.L ASCART.*



*Figura 25. Calzineracion de las cascaras de cacao.*



*Figura 26.* Calzineracion de las cascara de castaña.

Para realizar y obtener antecedentes con respecto a la influencia que cambia las propiedades física y mecánica de suelo con material de cenizas de cascara de castaña y ceniza de cascara de cacao al suelo arcilloso, se ha obtenido con el apoyo de hojas de cálculo lo cual nos sirvió como herramienta office: Microsoft Excel, los formatos nos da la facilidad de informarnos datos obtenidos mediante los ensayos concretados de la investigación.

Los resultados obtenidos en el laboratorio se analizarán y se presentará en los gráficos de barras o histogramas, los gráficos dispersión y líneas también se

aprovechará la ayuda de office que puede facilitar de obtención de los indicadores de la presente investigación.

### **Contenido de Humedad del Suelo**

Para determinar la línea de base del suelo se realizaron a las calicatas C-01, C-02 y C-03 los ensayos ensayo de Contenido de Humedad del Suelo según la normativa NTP 339.127 - ASTM D2216-19, determinando una línea base del suelo, ante ello se utilizaron lo siguiente.

### **Equipos y Materiales**

Se utilizo una Balanza de 0.1gr.de sensibilidad calibrada, Horno a temperatura constante de 100-110°C, espátula, Guantes gruesos, Brocha, Taras y Recipiente.

### **Muestra**

Las muestras extraídas de la calle Mardini se procedió a ser protegidas y movilizadas según a las normas, la muestra se colocará en un material en este caso un recipiente no corrosivo con la finalidad de mantener la humedad natural de las muestras. Para determinar el contenido humedad lo más antes posible de las muestras.



*Figura 27. Muestras de las 3 calicatas extraídas.*

### 3.5.1. Análisis Granulométrico

**Tabla 9.** *Aberturas de tamices para la Granulometría para suelos finos.*

<b>TAMICES</b>	<b>ABERTURA EN MILÍMETROS</b>
<b>3/8"</b>	9.5
<b>#4</b>	4.76
<b>#8</b>	2.36
<b>#16</b>	1.1
<b>#30</b>	0.59
<b>#50</b>	0.297
<b>#100</b>	0.149
<b>#200</b>	0.075

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se proceder a hacer la tapa de Fondo, la Balanza de 0.1gr.de sensibilidad, el Horno con temperatura 100-110°C, la Tarar y el Cuarteador.

#### Límite Atterberg

Se realizo los ensayos en la calicata C-01, C-02 Y C-03 de Límites de Atterberg para obtener los resultados según la norma (**ASTM D 4318, NTP 339.129**). Para las calicatas C-01, C-02 y C-03 se realizaron los ensayos Límites Líquidos, Límites Plásticos e Índice de Plasticidad. Para determinar los resultados se realizó de la siguiente manera utilizando:

#### Límite Líquido (LL)

##### Equipo y materiales

Se utilizo una Balanza de 0.1gr.de sensibilidad calibrada, Horno a temperatura constante de 100-110°C y el equipo Casagrande se trabajó de la siguiente manera utilizando un recipiente para realizar la mezcla, taras para colocar las muestras, Acanalador y espátula.

## Muestra

Se procede a tamizar las muestras pasantes por en la malla (N° 40) y se utilizara unos aproximadamente 120 gr. a 360 gr. Continuando con la combinación de agua para proceder a amasar hasta que llegue a un punto homogéneo.

## Procedimiento

Se realiza la preparación del material agregando la cantidad de agua exacta dejándolo humedecido para proceder a hacer la mezcla con la ayuda de la espátula obteniendo una pasta homogénea, seguidamente se colocará la pasta del suelo en la cuchara Casagrande perfilándolo cuidadosamente hasta que esté bien nivelado. Posteriormente se realiza a hacer la ranura en el centro dividiéndolo en partes iguales para proceder a registrar los números de golpe desde 25-35 hasta que llegue a cerrar de 20-25 golpes y de 15-25 golpes para este proceso de debe tener en cuenta que las franjas se deslicen uniformemente sin presencia de burbujas.



*Figura 28.* procedimiento del ensayo de limite liquido (Casagrande).

## Límite plástico (LP)

## Equipos y materiales

Se utilizó una Balanza de 0.1gr.de sensibilidad debidamente calibrada, Horno a temperatura constante de 100-110°C y materiales a utilizar Tamiz (N° 40), hoja flexible, espátula, recipientes metálicos, taras circulares para las muestras, Hoja de vidrio.

### **Muestra**

Se procede a tamizar las muestras pasantes por la malla (N° 40) para después tomar la muestra pasante. Se realizará la preparación de la muestra de unos 20 a 30 gr. aproximadamente.

Seguidamente se agregará agua una cantidad aprox. para que se humedezca y luego se realizará la mezcla hasta que esté debidamente homogénea.

### **Procedimiento**

Se procederá a amasar la muestra en una superficie lisa y conveniente con la ayuda de los dedos de la mano se hará una ligera presión continua hasta obtener una forma cilíndrica de un diámetro de 3.2mm aproximado lo cual no fue demostrado, se realizará las veces que se crea necesario hasta que llegue a desmoronarse según la normativa MTC E 108. Después se procederá a repetir los pasos anteriores con la pasta sobrante.



*Figura 29. procedimiento del ensayo de límite plástico.*

## Índice de Plasticidad

### Equipos-Método Mecánico

Espátula y hoja flexible, Recipiente para almacenar, Balanza de sensibilidad de 0.1gr., horno a temperatura de 100-110°C, Tamiz N° 40, agua destilada, Superficie de rodadura y Vidrio de reloj.

Ensayo de Proctor Modificado- Materiales

### Ensayo de Proctor Modificado

A las calicatas C-01, C-02 y C-03 se les ha realizado el ensayo de Proctor Modificado según lo indica la normativa (ASTM D1557-12, NTP 339.142) para determinar la relación del contenido de agua y su peso unitario de los suelos secos, así para apreciar la curva de compactación.

### Materiales

Necesitaremos una muestra de suelo seco al aire libre con una cantidad de promedio de 3 a 5 kg, pasante el tamiz  $\frac{3}{4}$ ", unos papeles para el fondo del molde y finalmente agua.



Figura 30. Compactación y pesado del ensayo de Proctor Modificado.

## **Ensayo de CBR**

Para el ensayo de C.B.R. se usa para forzar la penetración de un pistón en el espécimen también se requiere de molde metálico de forma cilíndrica, de 6 - 7 de diámetros y una altura para la base perforada de (3/8"). Seguidamente se utiliza un disco de metal de forma circular 15-16 de diámetro exterior con espesor 2.416 +- 0.005") para utilizarlo como falso fondo en molde para la compactación, una estufa, Tamices N° 4 y 3/4" y Balanza de 30 gr. de sensibilidad.

## **Procedimiento**

Luego de determinar la H.O. y la M.D.S del ensayo de Proctor Modificado, se procederá a agregar agua a la muestra del suelo natural para alcanzar la humedad óptima, seguidamente se realizará se procederá a compactar la muestra ya preparada, se procede el armado de molde de CBR, se colocará un disco en la planta del molde con un papel para evitar que no se pegue la muestra con la planta de disco.

Se realizo el CBR para cada una de las calicatas la primera de 5 capas con 12 capas, la segunda de 5 capas con 25 capas y la tercera de 5 capas con 56 capas. Siguiendo con los ensayos se procedió con el enrasado a nivel de molde retirando el collarín para luego ser pesados y sumergidos en un recipiente con agua. Se coloca el trípode a la medida del molde para que puedan coincidir el vástago del micro Comparador y finalmente someterlo a una carga mediante el pistón de penetración con el apoyo de prensa C.B.R. las curvas de penetración para luego proceder a tomar lectura de los datos.

## PROCESO DE APLICACIÓN DE SUBRASATE

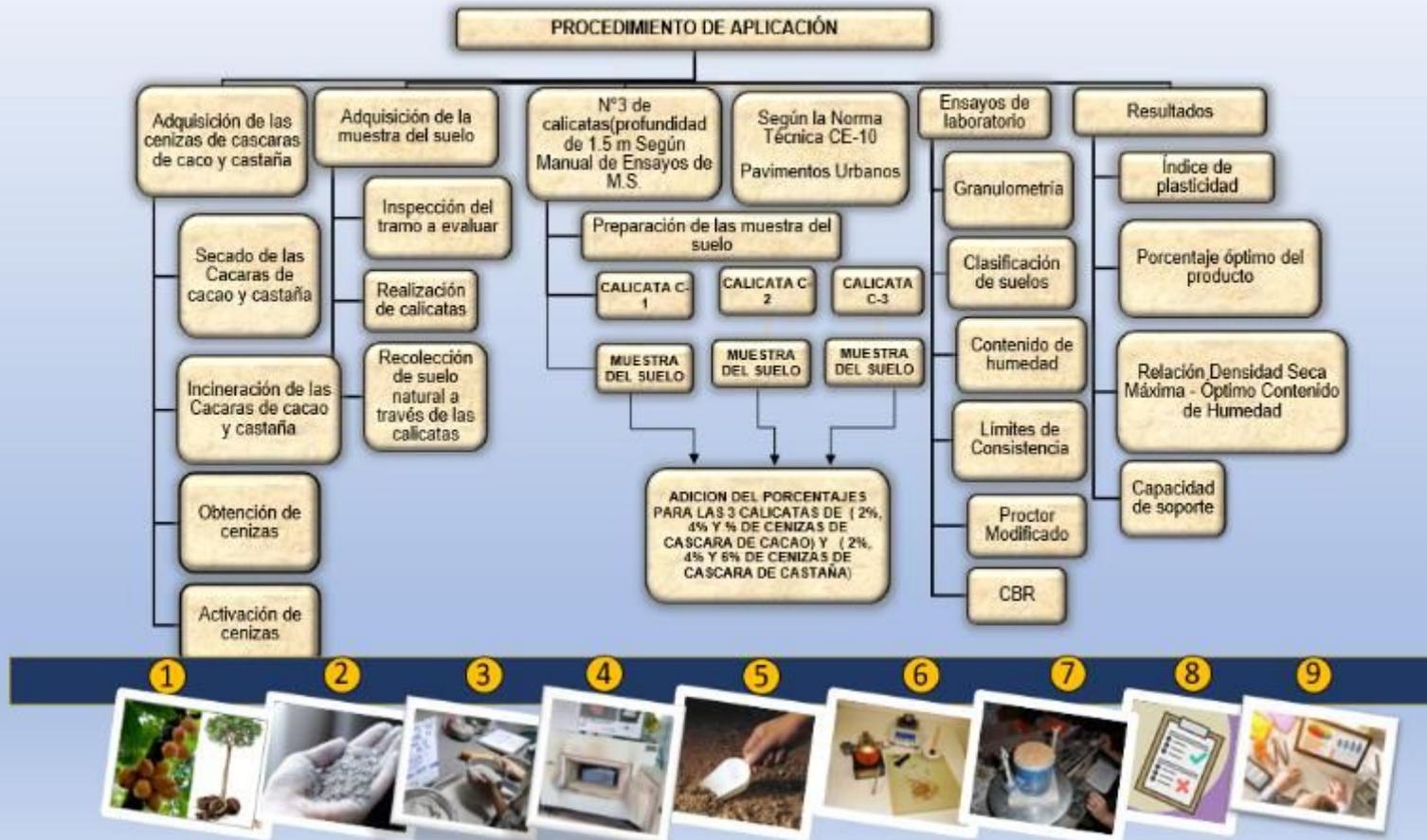


Figura 31. Organizador de procedimientos.

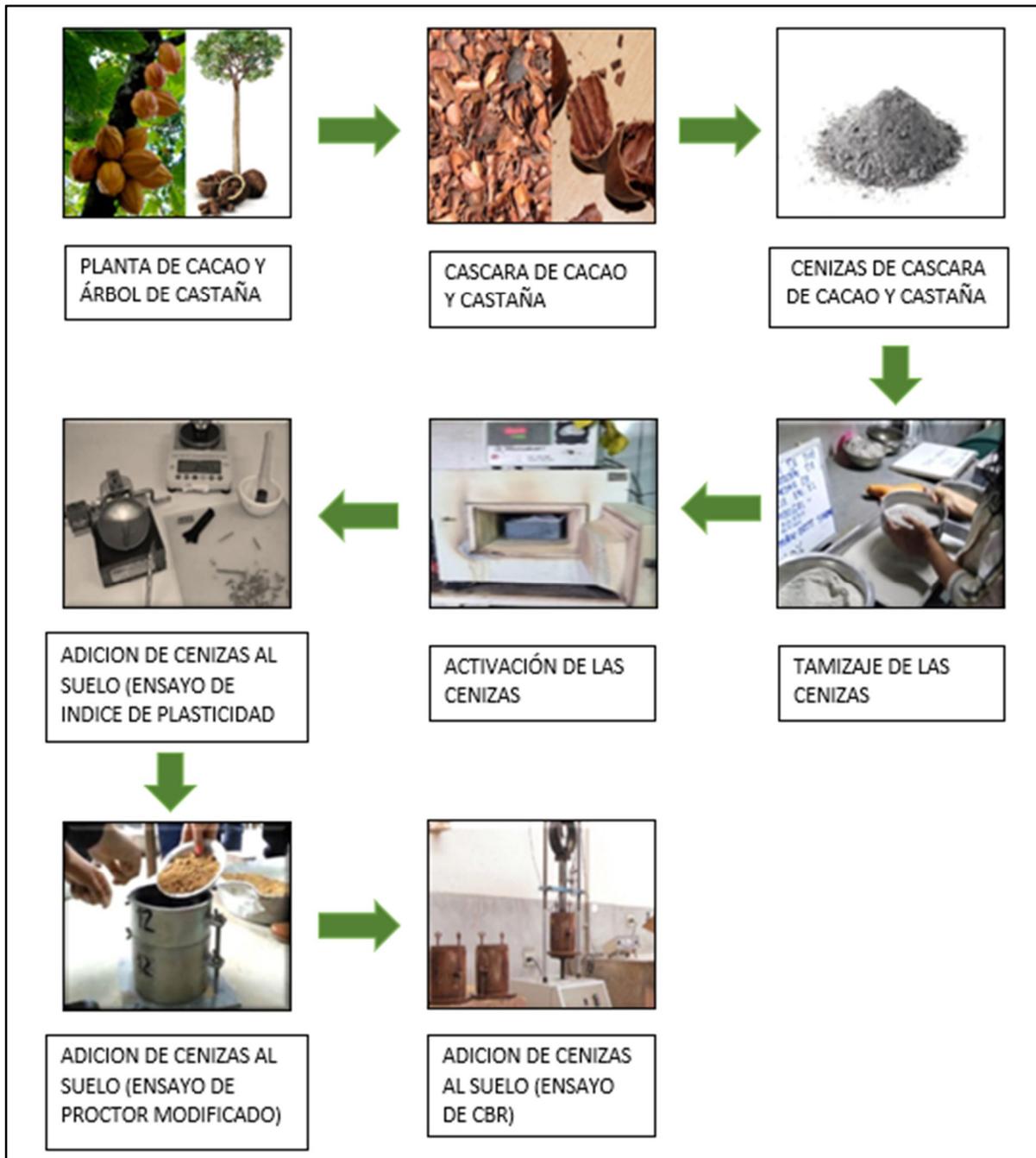


Figura 32. Organizador de procedimientos.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para el estudio se realizó un procedimiento donde se manipula a la variable independiente que actuara sobre la variable dependiente.

Aplicando los ensayos respectivos para cada etapa como son el análisis granulométrico, límites de Atterberg, clasificación de suelos, Proctor modificado, CBR y la dosificación de estos ensayos ya mencionados nos darán resultados para tener tablas y gráficos que representen los resultados.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente investigación cumple con los estándares de originalidad y de autenticidad cumpliendo con ISO-690 citando la información extraída de los diferentes autores y detallando las referencias bibliográficas además este informe quedará como antecedentes para futuras investigaciones relacionado a este tema.

## IV RESULTADOS

### 4.1. Aspectos generales del proyecto

#### Ubicación de la zona de estudio

##### Nombre del Tesis:

“Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022”

##### Ubicación de política:

La tesis se ha realizado en el distrito de Tambopata, Ubicado exactamente en la Av. Circunvalación, sus coordenadas geográficas: inicio (478634.8267: 8606727.2896), fin (478192.8237: 8606513.8688) con una altura promedio 191.00 msnm ubicada entre las progresivas 0+010 hasta la progresiva 0+700. Está ubicado específicamente entre las calles de la Av. Tambopata hasta la Av. Circunvalación.

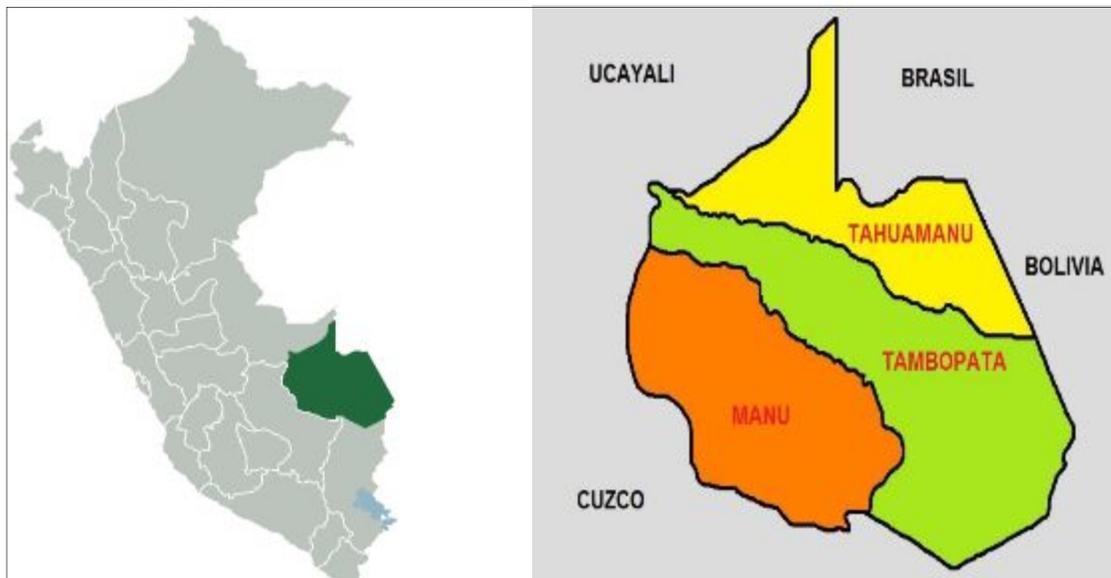


Figura 33. Ubicación del distrito de Tambopata.

El distrito de Tambopata del departamento de madre de dios posee una extensión superficial de 22,220 km<sup>2</sup> teniendo una densidad de población 0.85 hab. /km<sup>2</sup>, con respecto a los datos de años anteriores. El clima de la zona que presenta el distrito de Tambopata es de tipo cálido con precipitaciones pluviales entre 150mm a 155mm de promedio anual, su temperatura media es 29°C, el invierno esta entre 15°C a 18°C y en el verano entre 29°C a 45°C.

El distrito de Tambopata se limita con: en el Norte se limita con el distrito Tahuamanu y con el departamento San Martín, en el Sur se limita con el distrito Inambari y con el departamento Puno, en el Este se limita con el distrito Tahuamanu y con Brasil y el Oeste se limita con la provincia Manu del departamento de Madre de Dios.

#### **4.2. Descripción del proyecto**

La siguiente investigación tiene como objetivo evaluar de qué manera influye la incorporación de cenizas de cascara de castaña y cacao en la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado-2022. Ambos productos las cuales fueron mencionadas para este proyecto, fueron seleccionados debido a que nuestros antecedentes trabajaron con un material semejante óptima o no. Los siguientes porcentajes de ceniza de cacao y castaña serán en 2%, 4% 6% para buscar alterar de manera positiva impactando en sus propiedades físicas, químicas. El ensayo para este proyecto será mediante el Método Marshall siguiendo la norma de la MTC E504, Norma CE 0.10 Pavimentos Urbanos, buscando certificar un buen procedimiento y desarrollo de nuestra muestra patrón, sobre todo de nuestra tesis.

#### **Ubicación geográfica**

Departamento. : Madre de Dios  
Provincia. : Tambopata  
Distrito. : Tambopata  
Región geográfica. : Suroriente  
Localidad. : Puerto Maldonado  
Sector. : Augusto Salazar con Javier Heraud



Figura 34. Ubicación del distrito de la Ciudad de Puerto Maldonado.

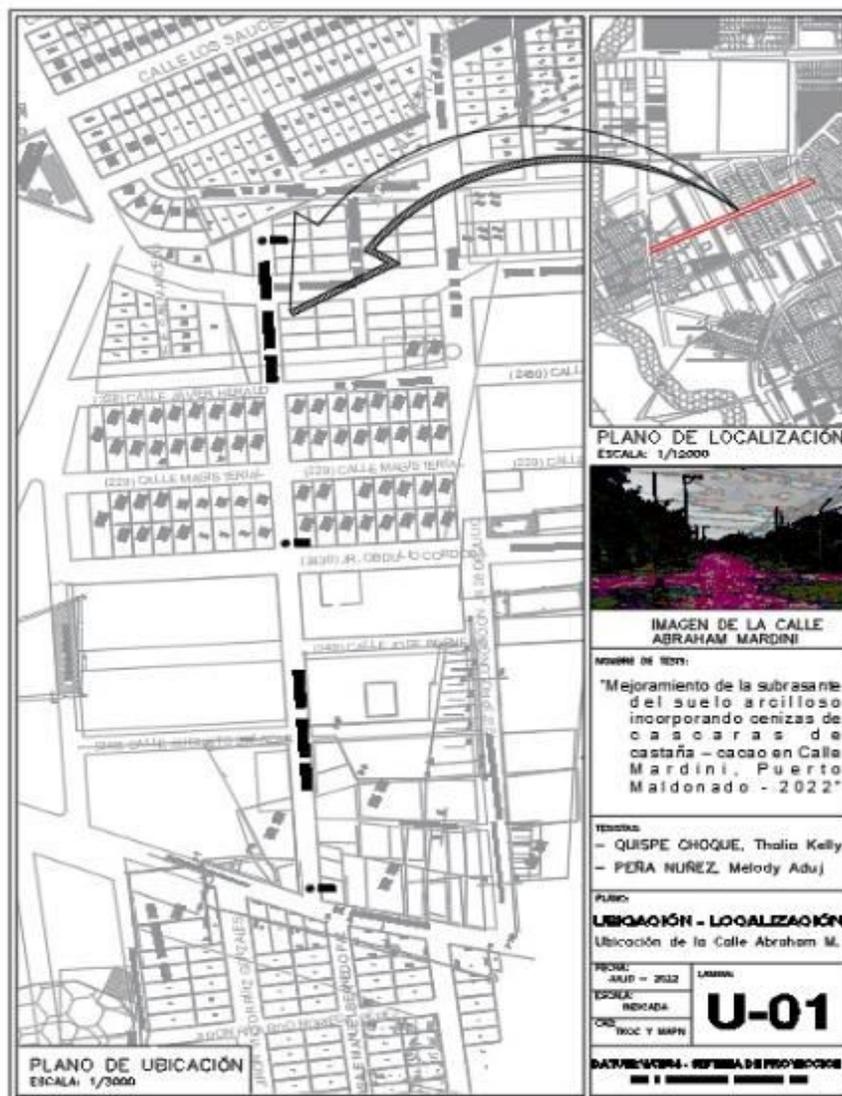


Figura 35. Plano de Ubicación y Localización.

#### **4.2.1. Accesibilidad de la Zona de estudio:**

Para llegar al área de intervención, partiendo desde la Av. Tambopata con Av. Junín con rumbo al este de la Av. Circunvalación y con Dirección al colegio Alipio a dos cuadras del Cementerio General San Martin de Porres con intersección este el Barrio Magisterial, hacemos recorrido donde se iniciará el área de estudio para la presente tesis.

#### **4.2.2. Estado actual de la Zona del Proyecto:**

La Calle Mardini tiene una característica de 700 metros de largo y un ancho de 10 metros, por lo que, es preferido tener el análisis se describe el tráfico actual que está compuesto por el tráfico de cargas pesadas que existen, tiene un crecimiento vegetativo, el tráfico que actualmente existe en la zona se referencia de los vehículos que circulan constantemente acareando material o trasladándose cotidianamente en la calle Mardini.

#### 4.2.2.1. Estudio de tráfico de la zona del proyecto:

Se detallará el estudio de tráfico realizado para el proyecto, las fichas para la recolección de datos fueron validados por ingenieros civiles colegiados en el rubro, y los resultados obtenidos fueron elaborados en la etapa de la ejecución de nuestra tesis, las cuales se mostrarán en las siguientes tablas.

**Tabla 10. Volumen de tráfico del primer día.**

#### ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"		GRUPO 1																							
SENTIDO		E ←															S →								
TRAMO - PUNTO DE AFORO		Calle Abraham Mardini																							
FECHA		MIÉRCOLES 19/10/2022																							
HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOCAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL			
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3		
DIAGRAMA VEH.																									
06-07	E	9	1																					29	
	S	15	4																						
07-08	E	25	6																						69
	S	33	4	1																					
08-09	E	15	3																						46
	S	25	3																						
09-10	E	17	3																						36
	S	13	3																						
10-11	E	11	4	3				1																	38
	S	11	6	1				1																	
11-12	E	15	2	2																					33
	S	13		1																					
12-01	E	21	5	1																					42
	S	12	2			1																			
01-02	E	18	6	1																					51
	S	22	4																						
02-03	E	13	4																						39
	S	18	4																						
03-04	E	9	2																						19
	S	6	1	1																					
04-05	E	14	5	1																					34
	S	11	2	1																					
05-06	E	9	7																						26
	S	5	5																						
06-07	E																								0
	S																								
<b>PARCIAL:</b>		<b>360</b>	<b>86</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>462</b>						

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERVMTG : \_\_\_\_\_

Fuente: Creación propia, 2022.

Tabla 11. Volumen de tráfico del segundo día.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"

SENTIDO	E ←	S →
TRAMO - PUNTO DE AFORO	Calle Abraham Mardini	
FECHA	JUEVES 20/10/2022	

GRUPO 1

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOCAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
06-07	E	12	7	1																			41	
	S	16	3	2																				
07-08	E	10	8																					39
	S	16	5																					
08-09	E	13	4	1																				36
	S	14	3	1																				
09-10	E	10	7																					32
	S	9	5	1																				
10-11	E	21	8																					50
	S	17	4																					
11-12	E	8	8																					44
	S	21	7																					
12-01	E	15	9	1																				46
	S	12	8	1																				
01-02	E	8	7																					28
	S	6	7																					
02-03	E	7	5	1																				28
	S	11	4																					
03-04	E	9	8																					31
	S	8	6																					
04-05	E	16	8																					49
	S	15	10																					
05-06	E	12	5																					39
	S	17	4			1																		
06-07	E																							0
	S																							
PARCIAL:		361	164	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	463

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERVMTC : \_\_\_\_\_

Fuente: Creación propia, 2022.

Tabla 12. Volumen de tráfico del tercer día.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"

SENTIDO	E ←	S →
TRAMO - PUNTO DE AFORO	Calle Abraham Mardini	
FECHA	VIERNES 21/10/2022	

GRUPO 1

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOCAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
06-07	E	9	1	2																				35	
	S	15	4	4																					
07-08	E	25	6																						64
	S	26	4	3																					
08-09	E	15	3	1																					47
	S	23	3	2																					
09-10	E	17	3	2																					40
	S	13	3	2																					
10-11	E	11	4	1																					34
	S	11	6	1																					
11-12	E	20	2	2																					45
	S	13	5	1																					
12-01	E	17	6	2	1																				54
	S	20	4	1	2																				
01-02	E	13	4	1																					38
	S	15	4	1																					
02-03	E	9	2	1	1																				24
	S	6	1	1																					
03-04	E	14	5																						37
	S	11	2	2	2																				
04-05	E	9	7	5	1	1																			33
	S	5	5																						
05-06	E																								0
	S																								
06-07	E																								0
	S																								
PARCIAL:		347	91	36	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	451

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC : \_\_\_\_\_

Fuente: Creación propia, 2022.

**Tabla 13. Volumen de tráfico del cuarto día.**

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

PROYECTO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"

SENTIDO	E ←	S →
TRAMO - PUNTO DE AFORO	Calle Abraham Mardini	
FECHA	SÁBADO 22/10/2022	

GRUPO 1

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOCAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2 T2	2 T3	3 T2	>=3T3					
06-07	E	11	1																						29		
	S	15	2																								
07-08	E	23	5	1								1														71	
	S	33	5	1								1	1														
08-09	E	21	2																							46	
	S	18	4	1																							
09-10	E	41	6									2														79	
	S	24	5									1															
10-11	E	26	4																							53	
	S	19	4																								
11-12	E	20	2																							34	
	S	8	4																								
12-01	E	13	3																							38	
	S	18	4																								
01-02	E	24	7																							55	
	S	21	3																								
02-03	E	8	3																							22	
	S	10	1																								
03-04	E	10	2	2																						26	
	S	8	3	1																							
04-05	E	9	3	1																						28	
	S	11	4																								
05-06	E	12	1																							24	
	S	9	2																								
06-07	E																									0	
	S																										
PARCIAL:		412	80	7	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	505

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC : \_\_\_\_\_

Fuente: Creación propia, 2022.

Tabla 14. Volumen de tráfico del quinto día.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"

SENTIDO	E ←	S →
TRAMO - PUNTO DE AFORO	Calle Abraham Mardini	
FECHA	DOMINGO 23/10/2022	

GRUPO 1

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOCAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
	DIAGRA. VEH.																								
06-07	E	11	1	1																				34	
	S	15	5	1																					
07-08	E	23	4	1																					60
	S	27	2	3																					
08-09	E	15	3	1																					35
	S	13	2	1																					
09-10	E	17	7																						48
	S	19	5																						
10-11	E	14	6																						35
	S	12	3																						
11-12	E	25	6																						52
	S	16	5																						
12-01	E	23	6	1																					59
	S	22	6					1																	
01-02	E	23	4																						53
	S	23	3																						
02-03	E	9	3																						23
	S	9	2																						
03-04	E	14	2			2																			34
	S	14	2																						
04-05	E	11	1					1																	31
	S	15	2					1																	
05-06	E	14	6	4																					40
	S	9	6	1																					
06-07	E																								0
	S																								
PARCIAL:		393	92	14	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	504

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC : \_\_\_\_\_

Fuente: Creación propia, 2022.

Tabla 15. Volumen de tráfico del sexto día.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"

SENTIDO	E ←	S →
TRAMO - PUNTO DE AFORO	Calle Abraham Mardini	
FECHA	LUNES 24/10/2022	

GRUPO 1

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOCAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL			
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
06-07	E	9	4																					31		
	S	12	6																							
07-08	E	12	8																						37	
	S	15	2																							
08-09	E	15	2		1																				42	
	S	17	6	1																						
09-10	E	10	6			1																			29	
	S	7	4			1																				
10-11	E	17	3																							34
	S	12	2																							
11-12	E	10	4																							31
	S	13	3			1																				
12-01	E	15	5			1																				39
	S	13	4					1																		
01-02	E	12	2	1		1																				26
	S	8	2																							
02-03	E	17	6																							38
	S	13	2																							
03-04	E	5	4																							14
	S	3	2																							
04-05	E	9	3	1	1		1																			23
	S	3	5																							
05-06	E	18	6																							44
	S	15	5																							
06-07	E																									0
	S																									
PARCIAL:		280	96	3	2	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	388

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC : \_\_\_\_\_

Fuente: Creación propia, 2022.

Tabla 16. Volumen de tráfico del séptimo día.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"

SENTIDO	E ←	S →
TRAMO - PUNTO DE AFORO	Calle Abraham Mardini	
FECHA	MARTES 25/10/2022	

GRUPO 1

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOCAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL			
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3 T3		
06-07	E	7	4																					25	
	S	9	5																						
07-08	E	11	4	1																					37
	S	18	2	1																					
08-09	E	11	2	1	1																				28
	S	11	1			1																			
09-10	E	10	2	1																					26
	S	11	2																						
10-11	E	8	3																						21
	S	8	2																						
11-12	E	17	6			1																			46
	S	19	3																						
12-01	E	16	8																						41
	S	10	6	1																					
01-02	E	11	10																						41
	S	15	5																						
02-03	E	11	6																						35
	S	10	3	3	1	1																			
03-04	E	20	5	2																					45
	S	10	7	1																					
04-05	E	15	6																						48
	S	10	15	1	1																				
05-06	E	5	4		1																				22
	S	10	2																						
06-07	E																								0
	S																								
PARCIAL:		283	113	12	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	415

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS : \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC : \_\_\_\_\_

Fuente: Creación propia, 2022.

**Tabla 17. Resumen del volumen tráfico.**

RESUMEN																							
PROYECTO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"																							
SENTIDO										E ←													S →
TRAMO - PUNTO DE AFORO		Calle Abraham Mardini																					
FECHA		MIÉRCOLES 19/10/2022 - MARTES 25/10/2022																			Punto 2		
HORA	MOTO	MOTOCAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																							
MIÉRCOLES	360	86	13	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	490	
JUEVES	351	164	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1271	
VIERNES	347	91	36	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1358	
SÁBADO	412	80	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1387	
DOMINGO	393	92	14	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1400	
LUNES	280	96	3	2	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1324	
MARTES	283	113	12	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1525	
TOTAL	2426	722	94	14	18	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8755	
IMD	347	103	13	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1251	
%	27.71%	8.25%	1.07%	0.16%	0.21%	0.03%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

Fuente: Creación propia, 2022.

**Tabla 18. Índice medio diario del flujo vehicular.**

INDICE MEDIO DIARIO DEL FLUJO VEHICULAR						
PROYECTO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"						
TRAMO - PUNTO DE AFORO			Calle Abraham Mardini			
FECHA		19/10/2022	25/10/2022			
Punto 2						
DIAS	AUTOMOVIL	CAMIONETA	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	CAMIÓN 4E	SUB TOTAL
MIÉRCOLES	13	1	0	0	0	
JUEVES	9	1	0	0	0	
VIERNES	36	6	0	0	0	
SÁBADO	7	0	0	0	0	
DOMINGO	14	2	0	0	0	
LUNES	3	5	0	0	0	
MARTES	12	3	0	0	0	
TOTAL	94	18	0	0	0	
IMD	13	3	0	0	0	16
%	83.93%	16.07%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Transito Existente	13	3	0	0	0	16
Transito Atraído	8.73	1.67	0.00	0.00	0.00	10.40
Transito Actual (TA)	22.16	4.24	0.00	0.00	0.00	26.40
Crecimiento Normal de Transito (CNT = TA ((1+i) <sup>n</sup> - 1))	55.39	10.61	0.00	0.00	0.00	66.00
Transito Generado (TG=15%TA)	3.32	0.64	0.00	0.00	0.00	3.96
Transito Desarrollado (TD=5%TA)	1.11	0.21	0.00	0.00	0.00	1.32
Incremento del Transito (IT=CNT+TG+TD)	59.82	11.46	0.00	0.00	0.00	71.28
Transito Futuro (TF=TA+IT)	81.98	15.70	0.00	0.00	0.00	97.68

Fuente: Creación propia, 2022.

**Tabla 19.** *Índice medio diario semanal e índice medio diario anual (IMDA).*

	Fe (liviano)	1.089																			
	Fe(pesado)	1.019																			
IMDS	693.1428571	206.2857	26.85714	4	5.142857	0.857143	2.285714	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMDA	754.8325714	224.6451	29.24743	4.356	5.600571	0.933429	2.489143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Creación propia, 2022.



*Figura 36.* Conteo de flujo vehicular de día.



*Figura 37.* Conteo de flujo vehicular de medio día.



*Figura 38.* Conteo de flujo vehicular de tarde.



*Figura 39.* Conteo de flujo vehicular de noche.

## Trabajo de Campo

### Ubicación de las calicatas

Nuestro objetivo de la presente investigación es comprobar y demostrar nuestra hipótesis general, utilizando como aditivos estabilizantes la ceniza de cascara de castaña y cenizas de cascara de cacao para el mejoramiento de la estabilización del suelo de la subrasante de calle Mardini. Tambopata 2022. Se realizó los trabajos previos los cuales nos definirán nuestro resultado de la muestra patrón y luego obteniendo los resultados podremos comprobar nuestras hipótesis.

Para empezar nuestra investigación se realizó el trabajo de campo. Todo ello está referenciado en los planos, tablas y gráficos e imágenes.

Se realizó la extracción de 3 calicatas en los puntos más críticos a una profundidad mín. de 1.50m según lo indica la norma CE-10 de pavimento urbano, para luego tomar una muestra de 45 kg de cada una de las calicatas, con el objetivo de obtener el CBR más bajo; determinando que la C-02 es la más crítica ya que presenta un CBR bajo esta manera que la calicata más crítica con un CBR bajo es la C-02. Para realizar y determinar cómo incluyen estas dos cenizas por separado como materiales estabilizantes en la subrasante adicionándolo en suelos arcilloso con cenizas de cascara de cacao y de cenizas de cascara de castaña.

**Tabla 20.** Información técnica y Ubicación de las Calicatas.

INFORMACIÓN TÉCNICA - UBICACIÓN DE CALICATAS				
SÍMBOLO	COORDENADAS		PROFUNDIDAD	PROGRESIVA
	(WGS - 84)			
	ESTE X	NORTE Y		
 C-01	478634.8267	8606727.2896	1.5 m	0+010
 C-02	478149.74	8606626.3862	1.5 m	0+350
 C-03	478428.7928	8606513.8688	1.5 m	0+700

Fuente: Creación propia, 2022.

## Trabajo de Laboratorio

Para nuestra presente investigación, se obtuvieron los resultados a través de la extracción de la muestra natural del suelo de la calle Mardini de Puerto Maldonado, la cual se adicionó el 2%, 4% y 6% de ceniza de cascara de castaña-cacao, con la finalidad de obtener los objetivos propuestos, a través de los ensayos cumpliendo con las normativas del ASTM Y NTP que corresponden al manual de ensayos de materiales. Se llevó a cabo los respectivos ensayos en las C-01, C-02 y C-03 del suelo natural, no obstante, se siguió con la adición de Cenizas de cascara de castaña y ceniza de cascara de cacao al suelo natural de las 3 calicatas.

### OBJETIVO ESPECIFICO 01:

Determinar cómo influye la adición de cenizas cascara de castaña -cacao en las propiedades físicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

Para ello presentamos los resultados de los ensayos de Contenido de Humedad, Análisis granulometría y el método de clasificación AASTHO y SUCS para las tres calicatas, el suelo natural y la adición de las cenizas de cascara de castaña-cacao

#### 4.1 Contenido de Humedad del Suelo natural

Para determinar la línea de base del suelo según a nuestro objetivo general se realizaron en las calicatas C-01, C-02 y C-03 extraídas de la calle Mardini, los ensayos de Contenido de Humedad según la normativa (**NTP 339.127 ASTM D2216.19**),

##### 4.1.1 Resultados del contenido de humedad

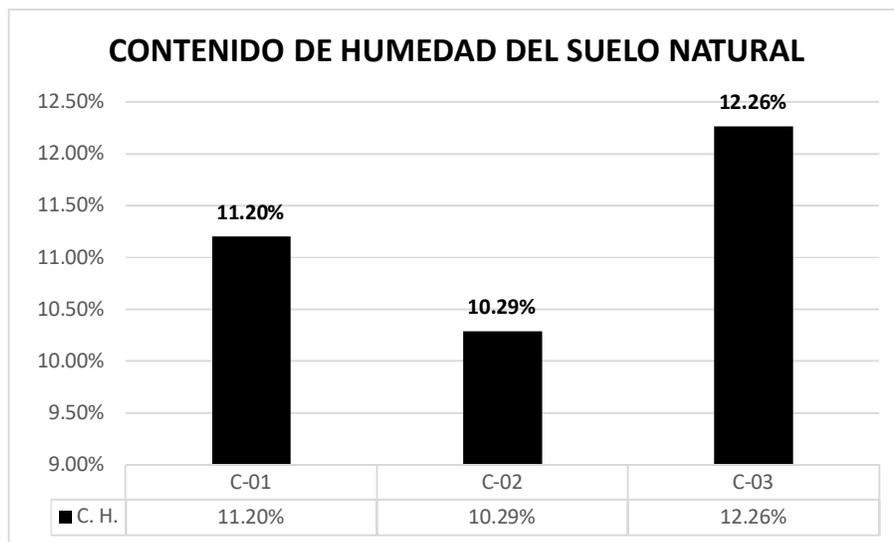
Como se detalla en la tabla 21 los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos GEOIN, determinado el contenido humedad las Calicatas las tres calicatas.

**Tabla 21.** Resultados del ensayo C.H.

DESCRIPCIÓN	CALICATA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	C. H.
CONTENIDO DE HUMEDAD %	C-01	11.21%	11.18 %	<b>11.20%</b>
	C-02	10.32%	10.25%	<b>10.29%</b>
	C-03	12.20%	12.32%	<b>12.26%</b>

Fuente: Creación propia, 2022.

Con respecto a los resultados obtenidos del ensayo de contenido de humedad % del suelo natural de las tres calicatas tanto para C-01, C-02 y C-03 tenemos, para la calicata 1 C.H.=11.20%, calicata 2 C.H.=10.32% y calicata 3 C.H.=12.20%, ver la figura 40.



*Figura 40.* Porcentajes de C.H. de las C-01, C-02-C-03.

**Interpretación:** Los resultados obtenidos demuestran que el alto contenido de humedad que presentan en las muestras natural debido a se evaluaron su peso seco y húmedo se puede apreciar los porcentajes que varían desde la C-01 de 11.20, C-02 de 10.29 % y C-03 de 12.26% se referencia para saber si es mayor o menor a su contenido de humedad, teniendo en cuenta que la C-3 es más elevada.

#### 4.2. Análisis Granulométrico por tamizado

Se llevo a cabo el ensayo de análisis granulométrico por medio del tamizado según la norma (**ASTM D 6913, NTP 400.012**). Para las calicatas C-01, C-02 y C-03 para poder determinar el peso de las muestras que se dividan en los tamices de mallas cuadradas y así obtener un resultado.



Figura 41. Cuarteo de las muestras extraídas de las calicatas para realizar el ensayo de granulometría

### Resultados del análisis granulométrico - Suelo natural

En las siguientes tablas se visualiza resultados de Granulometría por Tamizado de los siguientes Calicatas C-01, C-02 y C-03.

Tabla 22. Resultado del ensayo Granulométrico de las C-01, C-02 y C-03.

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO				
MALLA		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	C-01	C-02	C-03
2 1/2"	63.50	100	100	100
2"	50.60	100	100	100
1 1/2"	38.10	100	100	100
1"	25.40	100	100	100
3/4"	19.05	100	100	100
1/2"	12.70	100	100	100
3/8"	9.53	100	100	100
1/4"	6.35	100	100	100
4	4.76	100	100	100
8	2.36	100	100	100
10	2.00	100	100	100
16	1.18	99.76	99.82	99.76
20	0.85	99.39	99.53	99.32
30	0.60	98.90	99.17	98.73
40	0.42	98.24	98.62	98.01

50	0.30	96.78	97.46	96.40
100	0.15	94.61	95.70	93.85
200	0.07	92.01	93.69	91.39
< 200				

Fuente: Creación propia, 2022.

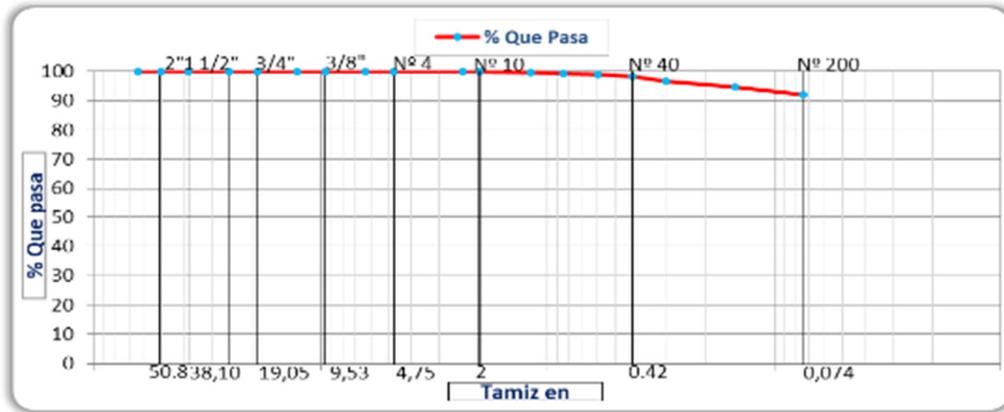


Figura 42. Curva granulométrica en C-01.

**Interpretación:** En la figura 44, se puede observar la variación que se da en la curva granulométrica de la C-1, de acuerdo a los porcentajes que pasan por los tamices teniendo como retención de partículas del suelo natural obteniendo como resultado el contenido de arena que presenta en la nuestra natural C-01 de 7.99 % seguidamente los porcentajes que presenta en Finos de las C-01 de 92.01 %. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena+ fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6(16) según AASTHO.

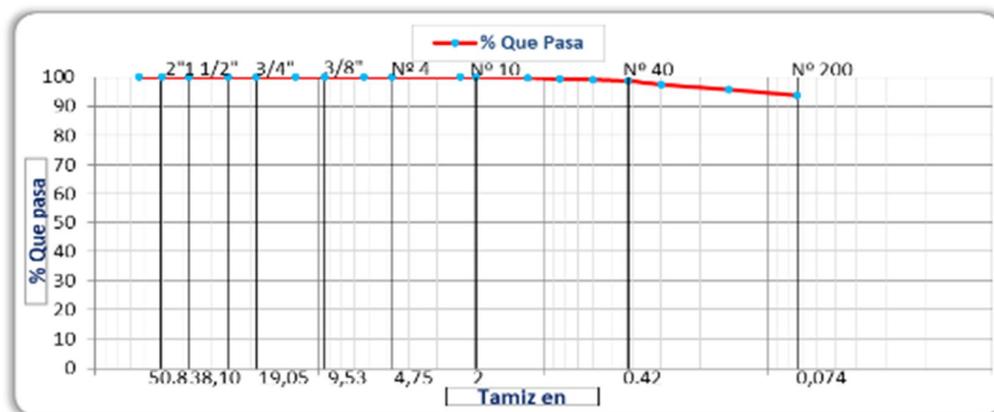


Figura 43. Curva granulométrica en C-02.

**Interpretación:** En las figuras 43, se puede observar la variación que se da en la curva granulométrica de la C-2 de acuerdo a los porcentajes que pasan por los tamices teniendo como retención de partículas del suelo natural obteniendo como resultado el contenido de arena que presenta en la nuestra natural C-02 de 6.31 % seguidamente el porcentaje que presenta en Finos de la C-02 de 93.63 %. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena+ fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6(16) según AASTHO.

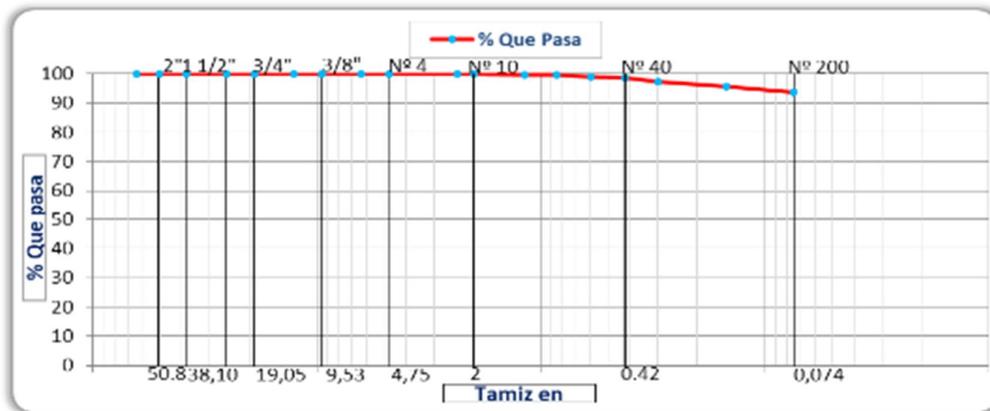


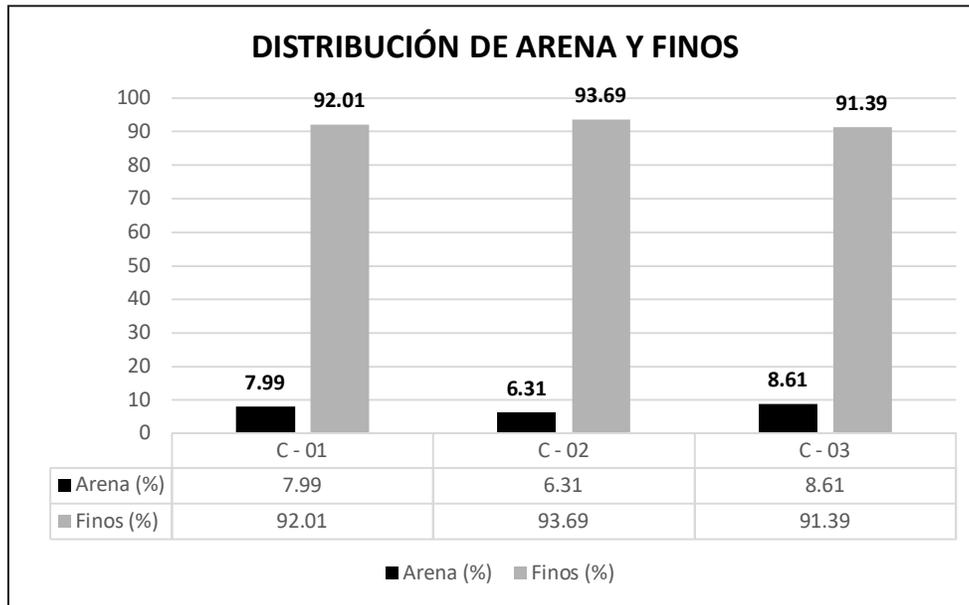
Figura 44. Curva granulométrica en C-03.

**Interpretación:** En la figura 44, se puede observar la variación que se da en la curva granulométrica de la C-3 de acuerdo a los porcentajes que pasan por los tamices teniendo como retención de partículas del suelo natural como resultado el contenido de arena que presenta en la nuestra natural C-03 de 8.61 seguidamente los porcentajes que presenta en Finos de la C-03 de 91.39. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena+ fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad, CL según la clasificación de SUCS y A-6(16) según AASTHO.

**Tabla 23.** Contenido de arena- fino en las C- 01, C- 02 y C- 03.

DESCRIPCION	C - 01	C - 02	C - 03
Arena (%)	7.99	6.31	8.61
Finos (%)	92.01	93.69	91.39

Fuente: Creación propia, 2022.



*Figura 45.* Gráfico estadístico de arena-finos en las C- 01, C- 02 y C- 03.

**Interpretación:** Como se observa en la figura 45 la distribución de arena y finos que presenta el suelo natural para las calicatas C-01 y C-02 y C-03. Nos da como resultado que la calicata C-2 presenta un porcentaje elevado de contenido de finos de un 93.69% y un mínimo de arena de 6.31 % siendo un suelo arcilloso según SUCS.

**Resultados del análisis granulométrico- Adicionando a la C - 01**

**CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA- ADICIONADO A C-1**

Para la tabla 24 se detalla los resultados de Granulometría por Tamizado ya alterada de la C-01 adicionando las cenizas de cascara de castaña con un 2%,4% y 6% a la muestra patrón.

**Tabla 24.** Resumen de Granulometría C-01 adicionando Ceniza de Cascara de Castaña.

GRANOLOMETRIA POR TAMIZADO				
MALLAS		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	2% CCC	4% CCC	6% CCC
2 1/2"	63.5	100	100	100
2"	50.6	100	100	100
1 1/2"	38.1	100	100	100

1"	25.4	100	100	100
3/4"	19.05	100	100	100
1/2"	12.7	100	100	100
3/8"	9.53	100	100	100
1/4"	6.35	100	100	100
4	4.76	99.24	99.29	99.28
8	2.36	98.59	98.66	98.62
10	2	97.73	97.91	97.86
16	1.18	96.58	96.99	96.84
20	0.85	94.46	94.89	94.91
30	0.6	89.67	90.09	90.41
40	0.42	82.80	83.57	84.37
50	0.3	74.92	77.83	76.88
100	0.15	65.98	70.36	68.46
200	0.07	57.21	63.03	60.33
< 200	63.5			

Fuente: Creación propia, 2022.

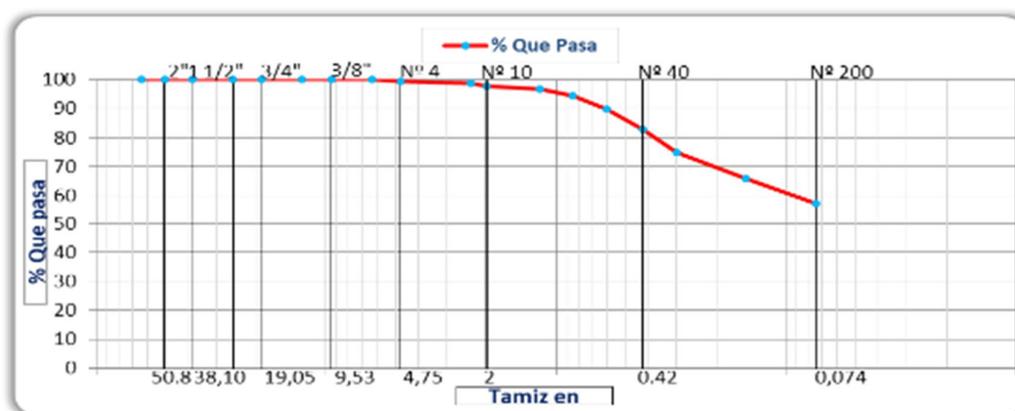


Figura 46. Curva granulométrica C-01 en 2% de ceniza de cascara de castaña.

**Interpretación:** En la figura 46, se puede contemplar la variación que produce en la curva granulométrica de la C-1, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-01 al adicionar el 2% de Cenizas de cascara de castaña se obtuvo como resultado el contenido de grava que presenta en la C-01 adicionando un 2% de CCC es 0.76 seguidamente el porcentajes que presenta de Arena de en la C-01 adicionando un 2% de CCC es 42.03, de finos que presenta en la C-01 adicionando un 2% de CCC es 57.21, Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (grava + arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (12) según AASTHO.

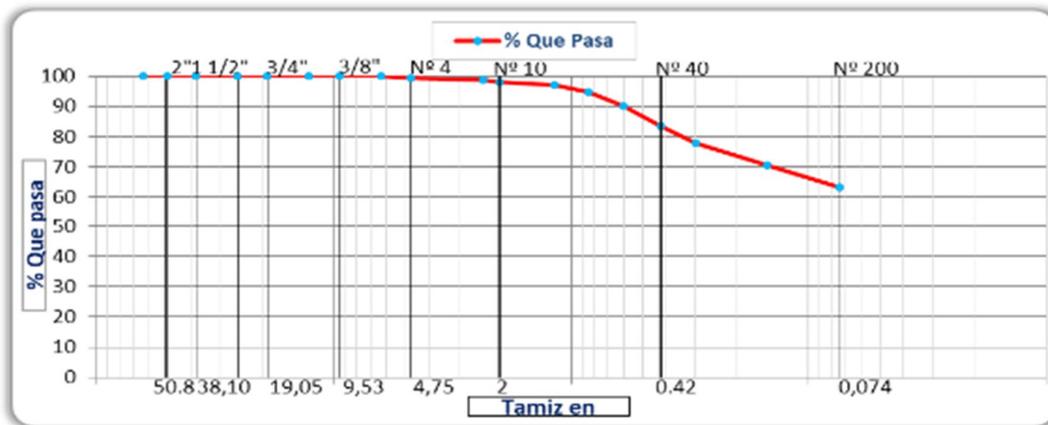


Figura 47. Curva granulométrica C-01 en 4% de ceniza de cascara de castaña.

**Interpretación:** En la figura 47, se puede contemplar la variación que produce en la curva granulométrica de la C-1, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-01 al adicionar el 4% de Cenizas de cascara de castaña se obtuvo como resultado el contenido de grava que presenta en la C-01 adicionando un 4% de CCC es 0.71 y seguidamente el porcentajes que presenta de Arena de en la C-01 adicionando un 4% de CCC es 36.26, de finos que presenta en la C-01 adicionando un 4% de CCC es 63.03. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (grava + arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (13) según AASTHO.

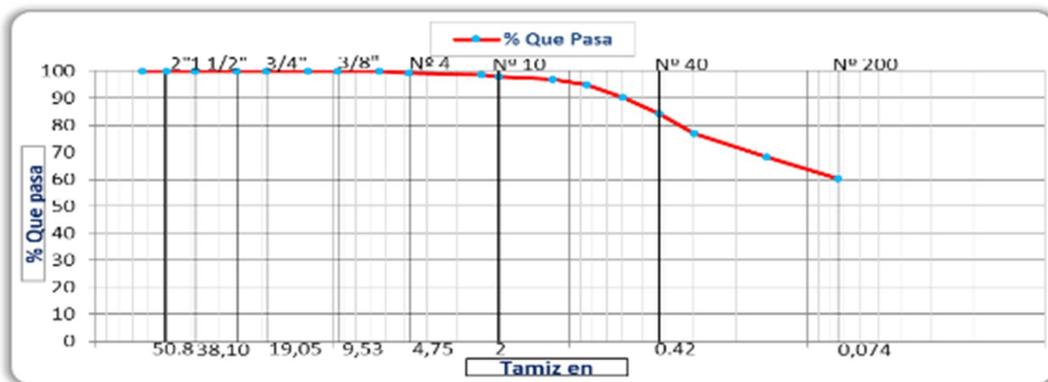


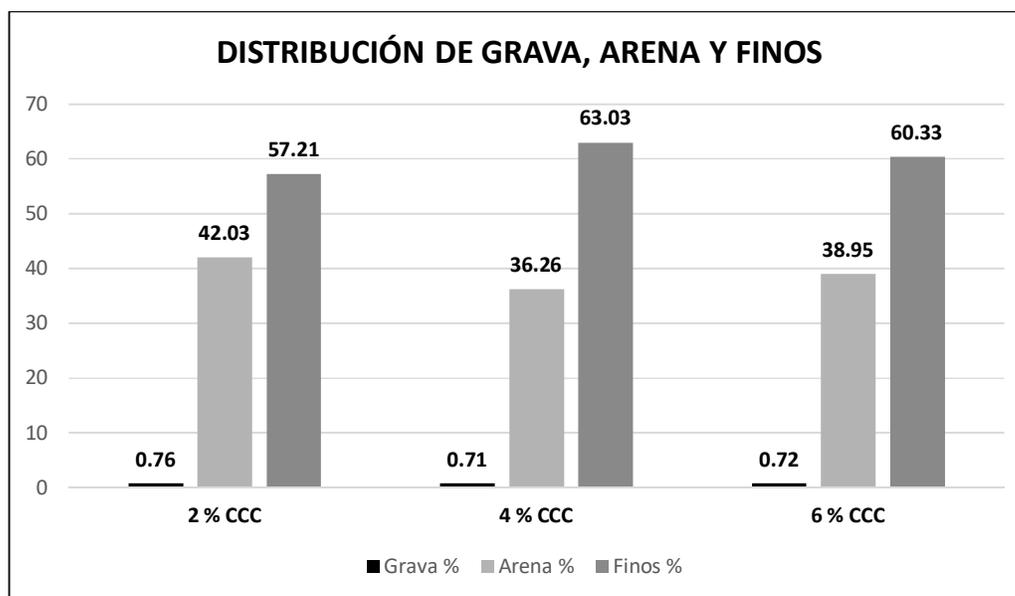
Figura 48. Curva granulométrica C-01 en 6% de ceniza de cascara de castaña.

**Interpretación:** En la figura 48, se puede contemplar la variación que produce en la curva granulométrica de la C-1, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-01 al adicionar el 6% de Cenizas de cascara de castaña se obtuvo como resultado el contenido de grava que presenta en la C-01 adicionando un 6% de CCC de 0.72 seguidamente el porcentajes que presenta de Arena de en la C-01 adicionando un 6% de CCC de 38.95, de finos que presenta en la C-01 adicionando un 6% de CCC de 60.33 Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (grava + arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (12) según AASTHO.

**Tabla 25.** Contenido de Grava – Arena y Fino en la C-01 Adicionando ceniza de cascara de castaña.

DESCRIPCION	2 % CCC	4 % CCC	6 % CCC
Grava %	0.76	0.71	0.72
Arena %	42.03	36.26	38.95
Finos %	57.21	63.03	60.33

Fuente: Creación propia, 2022.



**Figura 49.** Gráfico estadístico de grava, arena-finos C-01 adicionado cenizas de cascara de castaña.

**Interpretación:** Como se observa en la figura 49 la distribución de grava, arena y finos que presenta al adicionar el 2%,4% y 6% en la C-01. Nos da como resultado que al adicionar el 2% presenta un porcentaje elevado de contenido de grava, arena que al adicionar el 4% tiene un elevado porcentaje, siendo un suelo arcilloso según SUCS

### CENIZAS DE CASCARA DE CACAO– ADICIONADO A C-01

Para la tabla 26 se detalla los resultados de Granulometría ya alterada de la Calicata C-01 adicionando las cenizas de cascara de cacao con un 2%,4% y 6% a la muestra patrón.

**Tabla 26.** Resumen de Granulometría C-01 adicionando Ceniza de Cascara de Cacao.

GRANOLOMETRIA POR TAMIZADO				
MALLAS		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	2% CCC	4% CCC	6% CCC
2 1/2"	63.5	100	100	100
2"	50.6	100	100	100
1 1/2"	38.1	100	100	100
1"	25.4	100	100	100
3/4"	19.05	100	100	100
1/2"	12.7	100	100	100
3/8"	9.53	100	100	100
1/4"	6.35	100	100	100
4	4.76	99.48	99.17	99.23
8	2.36	98.89	98.28	98.32
10	2	98.21	96.98	97.24
16	1.18	97.30	96.02	96.31
20	0.85	95.83	94.70	95.54
30	0.6	91.49	90.18	92.21
40	0.42	85.33	83.37	87.31
50	0.3	78.51	75.53	80.83
100	0.15	70.65	66.81	73.22
200	0.07	62.80	59.84	67.60
< 200	63.5			

Fuente: Creación propia, 2022.



Figura 50. Curva granulométrica C-01 en 2% de ceniza de cascara de cacao.

**Interpretación:** En la figura 50, se puede contemplar la variación que produce en la curva granulométrica de la C-1, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-01 al adicionar el 2%, de Cenizas de cascara de castaña se obtuvo como resultado el contenido de grava que presenta en la C-01 adicionando un 2% de CCC es 0.76, seguidamente el porcentajes que presenta de Arena de en la C-01 adicionando un 2% de CCC es 42.03, de finos que presenta en la C-01 adicionando un 2% de CCC es 57.21, Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (grava + arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (13) según AASTHO.

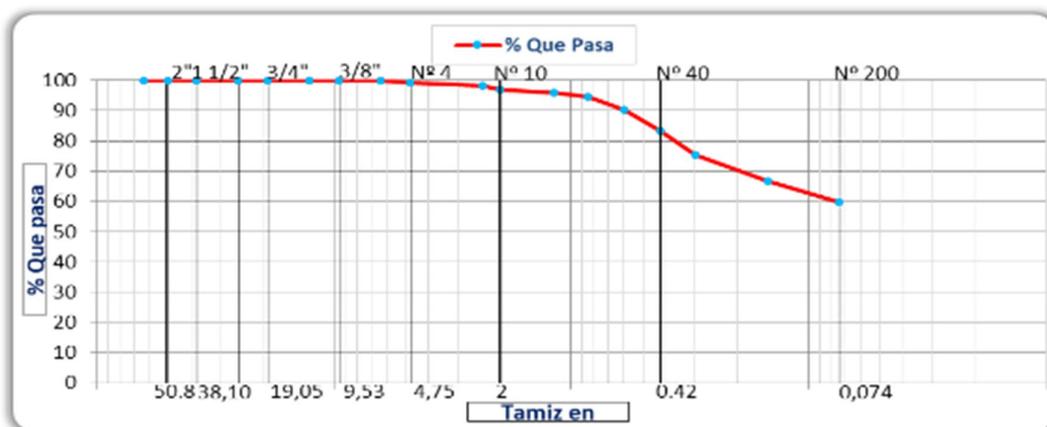


Figura 51. Curva granulométrica C-01 en 4% de ceniza de cascara de cacao.

**Interpretación:** En la figura 51, se puede contemplar la variación que produce en la curva granulométrica de la C-1, de acuerdo a los porcentajes que pasan en

los tamices teniendo como retención de partículas de la C-01 al adicionar el 4% de Cenizas de cascara de cacao se obtuvo como resultado el contenido de grava adicionando un 4% de CCC es 0.83 seguidamente el porcentajes que presenta de Arena de en la C-01 adicionando un 4% de CCC es 39.33, de finos adicionando un, 4% de CCC es 59.84 Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (grava + arena+ fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media un CL según la clasificación de SUCS y A-6 (12) según AASTHO.

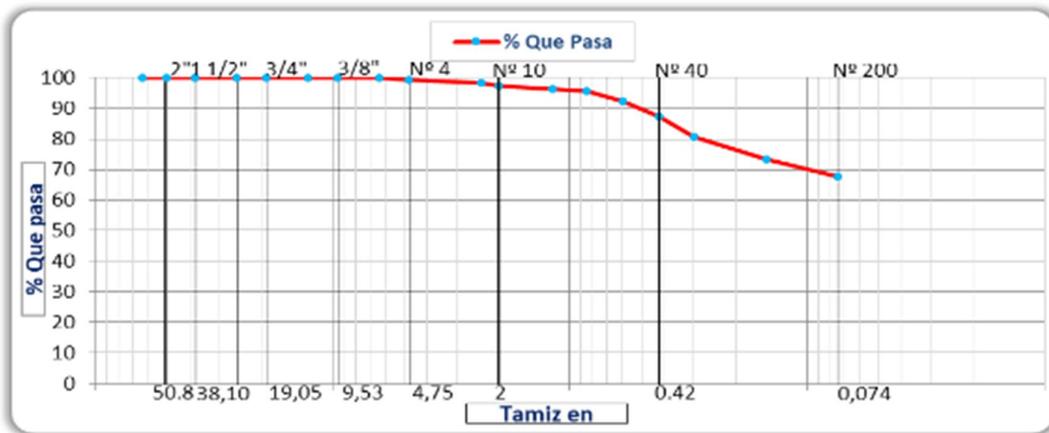


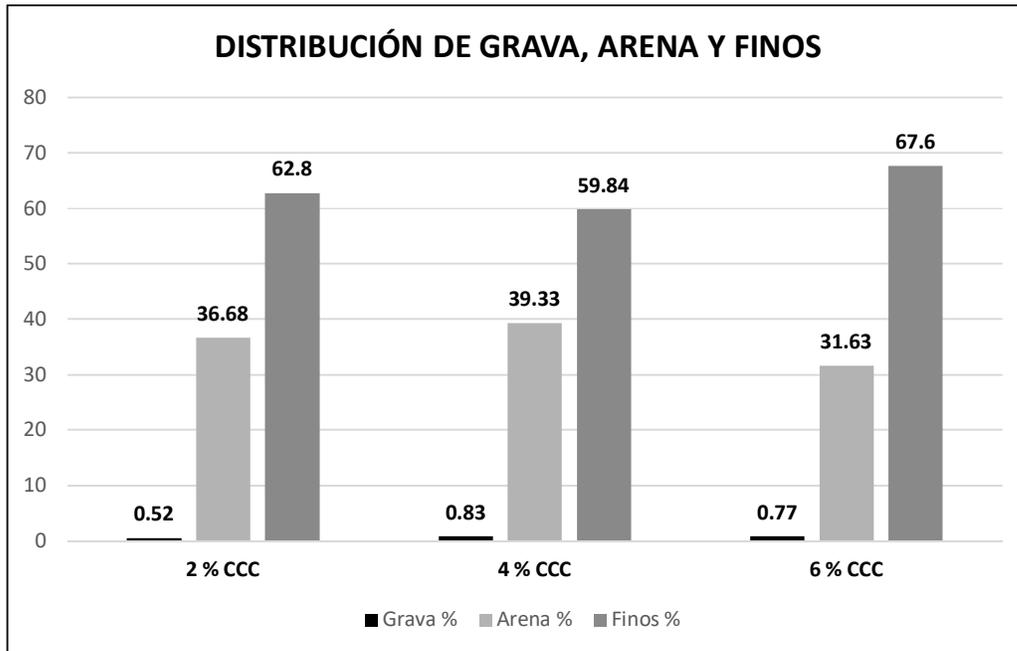
Figura 52. Curva granulométrica C-01 en 6% de ceniza de cascara de cacao.

**Interpretación:** En la figura 52, se puede contemplar la variación que produce en la curva granulométrica de la C-1, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-01 al adicionar el 6% de Cenizas de cascara de cacao se obtuvo como resultado el contenido de grava que presenta en la C-01 adicionando un 6% de CCC de 0.77 seguidamente el porcentajes que presenta de Arena adicionando un 6% de CCC de 31.63, de finos adicionando un 6% de CCC de 67.60 Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (grava + arena+ fino) que representa características de un suelo Lino orgánico de plasticidad un CL según la clasificación de SUCS y A-6 (13) según AASTHO.

**Tabla 27.** Contenido de Grava – Arena y Fino en la C-01 Adicionando ceniza de cascara de castaña.

DESCRIPCIÓN	2% CCC	4% CCC	6% CCC
Grava (%)	0.52	0.83	0.77
Arena (%)	36.68	39.33	31.63
Finos (%)	62.80	59.84	67.60

Fuente: Creación propia, 2022.



*Figura 53.* Gráfico estadístico de grava, arena-finos C-01 adicionado cenizas de cascara de cacao.

**Interpretación:** Como se observa en la figura 53 la distribución de grava, arena y finos que presenta al adicionar el 2%,4% y 6% cenizas de cascara de cacao en la C-01. Nos da como resultado que al adicionar el 6% presenta un porcentaje elevado de contenido de grava, arena que al adicionar el 4% tiene un elevado porcentaje, siendo un suelo arcilloso según SUCS.

### Resultados del análisis granulométrico

#### CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA– ADICIONADO A C-02

Para la tabla 28 se detalla los resultados de Granulometría ya alterada de la Calicata C-02 adicionando las cenizas de cascara de castaña con un 2%,4% y 6% a la muestra patrón.

**Tabla 28.** Resumen de Granulometría C-02 adicionando Ceniza de Cascara de Castaña.

GRANOLOMETRI POR TAMIZADO				
MALLA		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	2% CCC	4% CCC	6% CCC
2 1/2"	63.50	100	100	100
2"	50.60	100	100	100
1 1/2"	38.10	100	100	100
1"	25.40	100	100	100
3/4"	19.05	100	100	100
1/2"	12.70	100	100	100
3/8"	9.53	100	100	100
1/4"	6.35	100	100	100
4	4.76	100	100	100
8	2.36	100.00	100	100
10	2.00	99.20	99.10	98.87
16	1.18	98.24	98.05	97.72
20	0.85	97.19	96.90	96.47
30	0.60	95.20	94.82	94.64
40	0.42	89.54	89.28	90.10
50	0.30	88.47	88.23	88.77
100	0.15	87.04	86.75	87.36
200	0.07	85.30	85.01	85.84
< 200				

Fuente: Creación propia, 2022.

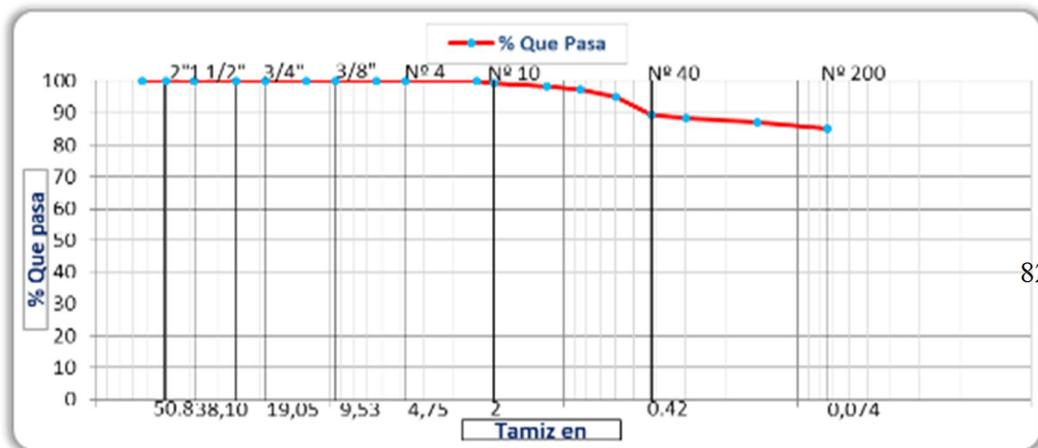


Figura 54. Curva granulométrica C-02 en 2% de ceniza de cascara castaña.

**Interpretación:** En la figura 54, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-02, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-02 al adicionar el 2% de Cenizas de cascara de castaña se obtuvo como resultado el contenido de Arena adicionando un 2% de CCC es 14.70, de finos que presenta en la C-02 adicionando un 2% de CCC es 85.30. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (16) según AASTHO.

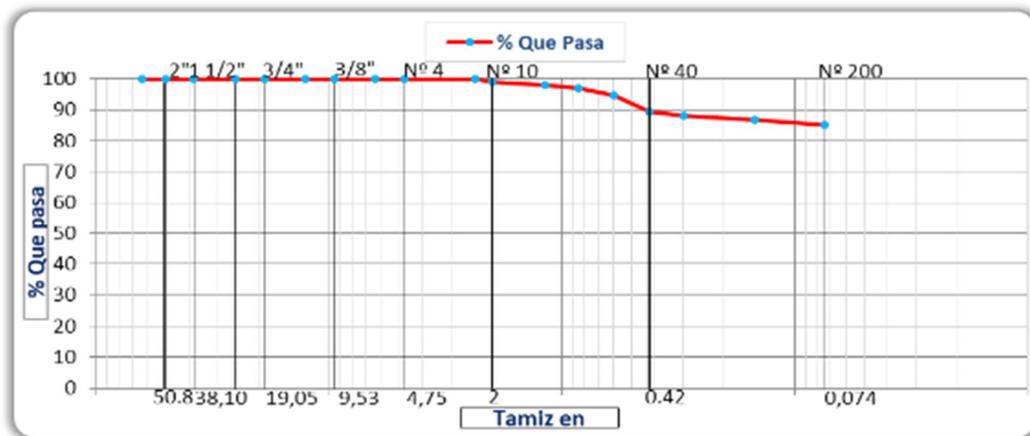


Figura 55. Curva granulométrica C-02 en 4% de ceniza de cascara castaña.

**Interpretación:** En la figura 55, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-02, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-02 al adicionar el 4% de Cenizas de cascara de castaña se obtuvo como resultado el contenido de Arena adicionando un 4% de CCC es 14.99, de finos adicionando un 4% de CCC es 85.01. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo

arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (16) según AASTHO.

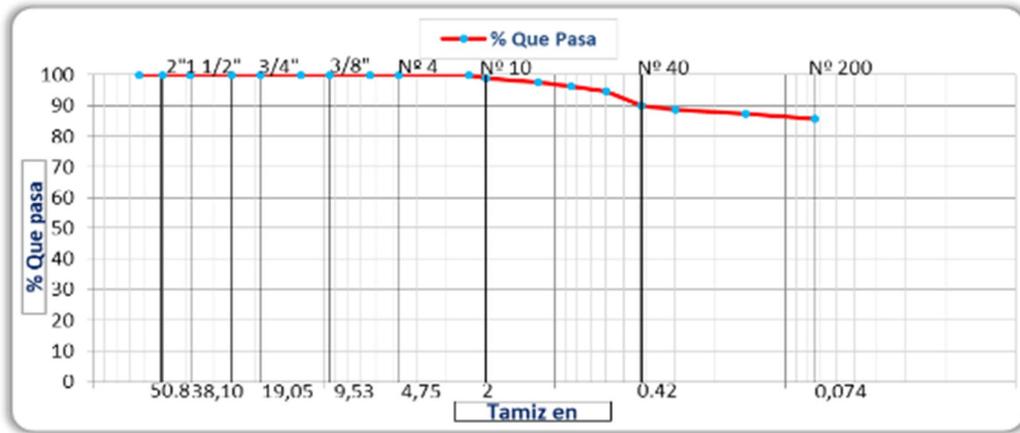


Figura 56. Curva granulométrica C-02 en 6% de ceniza de cascara de castaña.

**Interpretación:** En la figura 56, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-02, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-02 al adicionar el 6% de Cenizas de cascara de castaña se obtuvo como resultado el contenido de Arena de en la C-02 adicionando un 6% de CCC de 14.16, de finos que presenta en la C-02 adicionando un 6% de CCC de 85.84. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (16) según AASTHO.

**Tabla 29.** Contenido de Arena - Fino en la C-02 Adicionando ceniza de cascara de castaña.

DESCRIPCION	2 % CCC	4 % CCC	6 % CCC
Arena %	14.70	14.99	14.16
Finos %	85.30	85.01	85.84

Fuente: Creación propia, 2022.

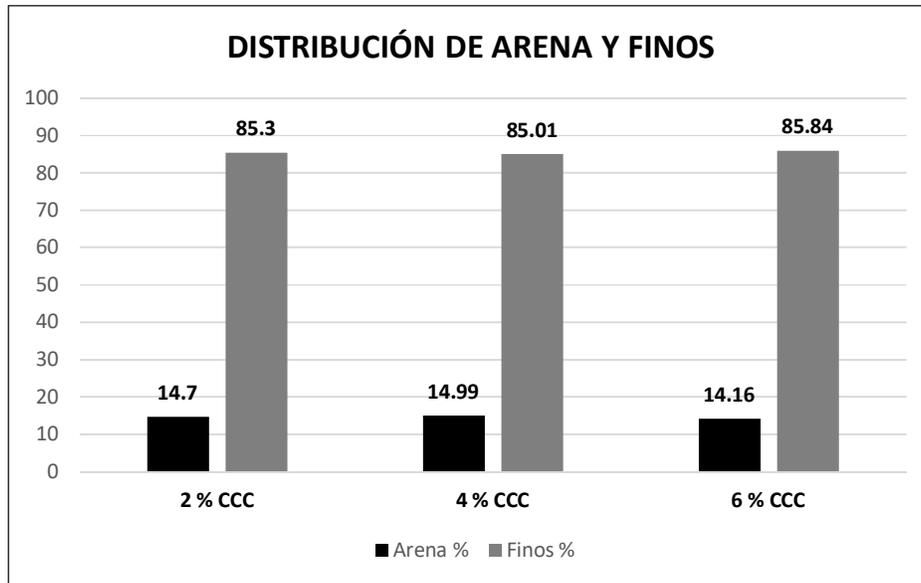


Figura 57. Gráfico estadístico de arena y finos C-02 adicionado cenizas de cascara de castaña.

**Interpretación:** Como se observa en la figura 57 la distribución de arena y finos que presenta al adicionar el 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de cacao en la C-02. Nos da como resultado que al adicionar el 6% presenta un porcentaje elevado de contenido de finos y arena que al adicionar el 4% tiene un elevado porcentaje, siendo un suelo arcilloso según SUCS.

#### CENIZAS DE CASCARA DE CACAO– ADICIONADO A C-2

Para la tabla 30 se detalla los resultados de Granulometría ya alterada de la Calicata C-02 adicionando las cenizas de cascara de cacao con un 2%, 4% y 6% a la muestra patrón.

Tabla 30. Resumen de Granulometría C-02 adicionando Ceniza de Cascara de Cacao.

GRANULOMETRI POR TAMIZADO				
MALLAS		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	2% CCC	4% CCC	6% CCC
2 1/2"	63.5	100	100	100
2"	50.6	100	100	100
1 1/2"	38.1	100	100	100
1"	25.4	100	100	100
3/4"	19.05	100	100	100

1/2"	12.7	100	100	100
3/8"	9.53	100	100	100
1/4"	6.35	100	100	100
4	4.76	99.81	99.68	99.23
8	2.36	99.71	99.44	98.32
10	2	99.49	99.12	97.24
16	1.18	99.01	98.59	96.31
20	0.85	98.44	97.99	95.54
30	0.6	98.02	97.60	92.21
40	0.42	97.22	96.88	87.31
50	0.3	96.04	95.79	80.83
100	0.15	94.28	94.23	73.22
200	0.07	91.72	91.81	67.60
< 200	63.5			

Fuente: Creación propia, 2022.

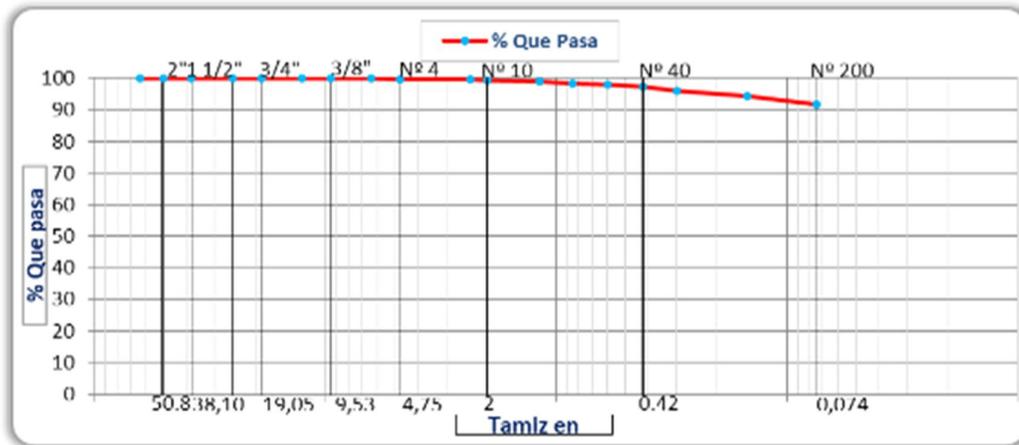


Figura 58. Curva granulométrica C-02 en 2% de ceniza de cascara de cacao.

**Interpretación:** En la figura 58, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-02, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-02 al adicionar el 2% de Cenizas de cascara de cacao se obtuvo como resultado el contenido de grava que presenta en la C-02 adicionando el 2% CCC un 0.19, seguidamente el porcentaje que presenta de Arena de en la C-02 adicionando el 2% CCC un 8.09. En finos que presenta en la C-02 adicionando el 2% CCC un 91.72. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (16) según AASTHO.



Figura 59. Curva granulométrica C-02 en 4% de ceniza de cascara de cacao.

**Interpretación:** En la figura 59, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-02, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-02 al adicionar el 4% de Cenizas de cascara de cacao se obtuvo como resultado el contenido de grava que presenta en la C-02 adicionando el 4%CCC un 0.32. seguidamente los porcentajes que presenta de Arena de en la C-2 adicionando el 4%CCC un 7.87. En finos que presenta en la C-02 adicionando el 4%CCC un 91.81. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (16) según AASTHO.

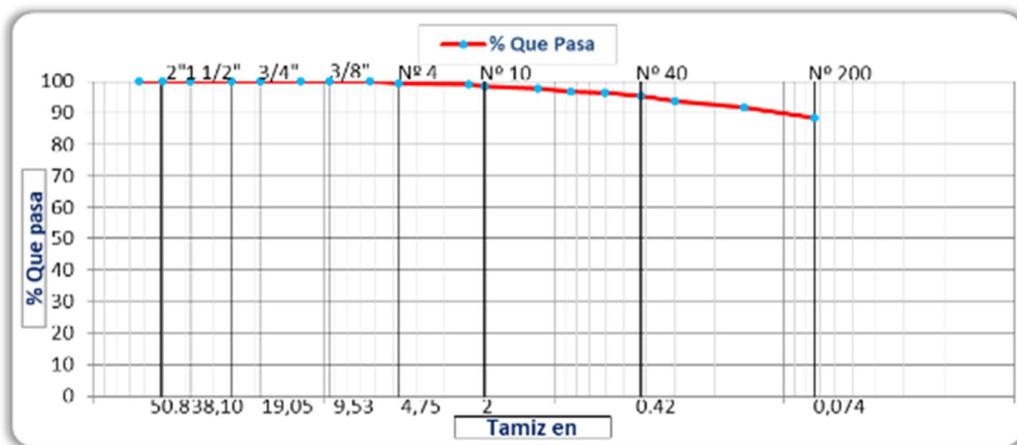
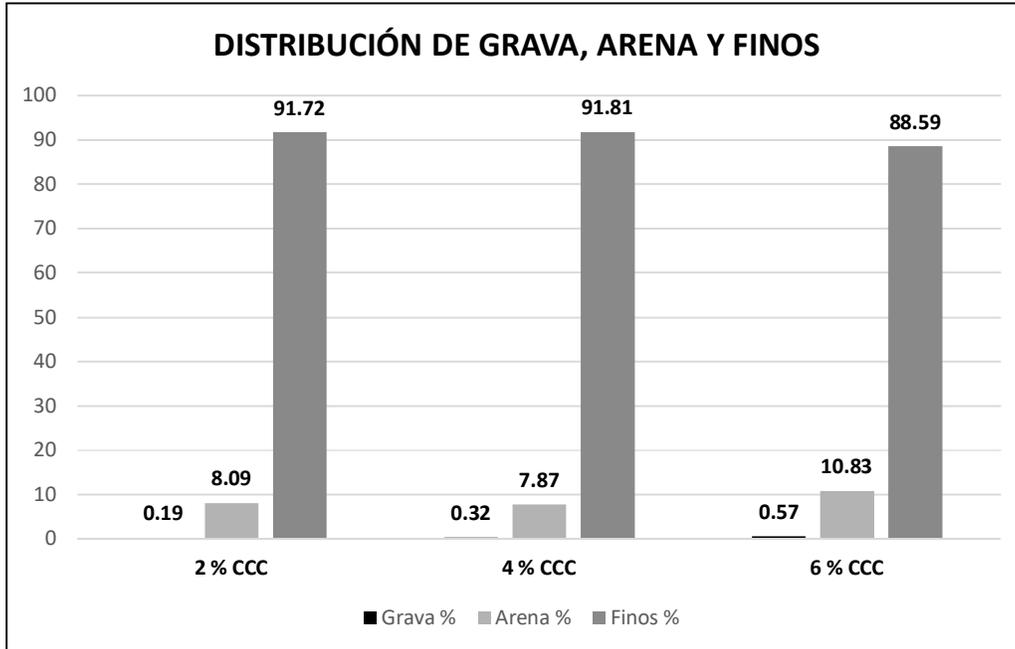


Figura 60. Curva granulométrica C-02 en 6% de ceniza de cascara de cacao.

**Tabla 31.** Contenido de Grava – Arena y Fino en la C-02 Adicionando ceniza de cascara de cacao.

DESCRIPCION	2 % CCC	4 % CCC	6 % CCC
Grava %	0.19	0.32	0.57
Arena %	8.09	7.87	10.83
Finos %	91.72	91.81	88.59

Fuente: Creación propia, 2022.



*Figura 61.* Gráfico estadístico de grava, arena-finos C-02 adicionado cenizas de cascara de cacao.

Como se observa en la figura 61 la distribución de grava, arena y finos que presenta al adicionar el 2%,4% y 6% cenizas de cascara de cacao en la C-02. Nos da como resultado que al adicionar el 6% presenta un porcentaje elevado de contenido de grava y arena, el 4% finos teniendo un elevado porcentaje, siendo un suelo arcilloso según SUCS.

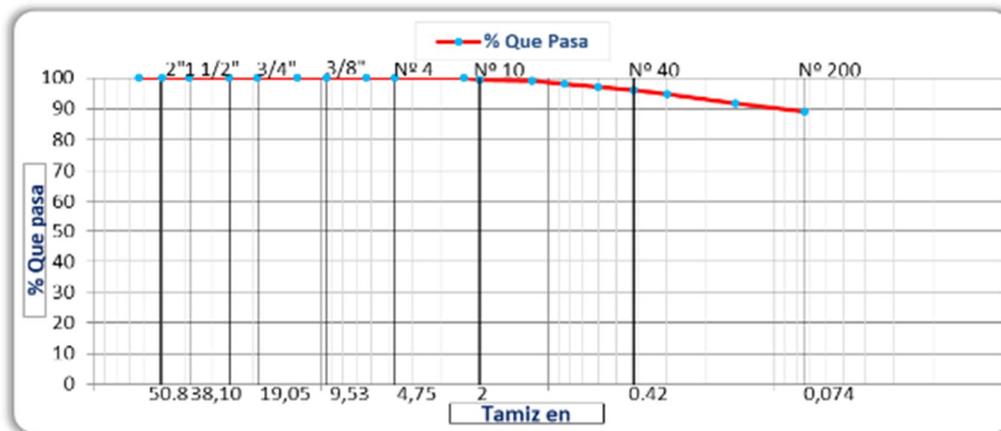
### **CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA- ADICIONADO A C-3**

Para la tabla 32 se detalla los resultados de Granulometría por Tamizado ya alterada de la C-03 adicionando las cenizas de cascara de castaña con un 2%,4% y 6% a la muestra patrón.

**Tabla 32.** Resumen de Granulometría C-03 adicionando Ceniza de Cascara de Castaña.

GRANOLOMETRI POR TAMIZADO				
MALLAS		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	2% CCC	4% CCC	6% CCC
2 1/2"	63.50	100	100	100
2"	50.60	100	100	100
1 1/2"	38.10	100	100	100
1"	25.40	100	100	100
3/4"	19.05	100	100	100
1/2"	12.70	100	100	100
3/8"	9.53	100	100	100
1/4"	6.35	100	100	100
4	4.76	100	100	100
8	2.36	100	100	100
10	2.00	99.50	99.37	99.22
16	1.18	98.92	98.62	98.33
20	0.85	98.15	97.73	97.26
30	0.60	97.24	96.54	95.93
40	0.42	96.23	95.28	94.50
50	0.30	94.80	93.81	92.88
100	0.15	91.72	90.44	90.06
200	0.07	89.02	87.36	86.54
< 200				

Fuente: Creación propia, 2022.



**Figura 62.** Curva granulométrica C-03 en 2% de ceniza de cascara castaña.  
**Interpretación:** En las figura 62, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-03, de acuerdo a los porcentajes

que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-03 al adicionar el 2% de Cenizas de cascara de castaña se obtuvo como resultado el contenido de arena que presenta adicionando el 2%CCC un 10.98 y finos adicionando el 2%CCC un 89.02. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (16) según AASTHO.

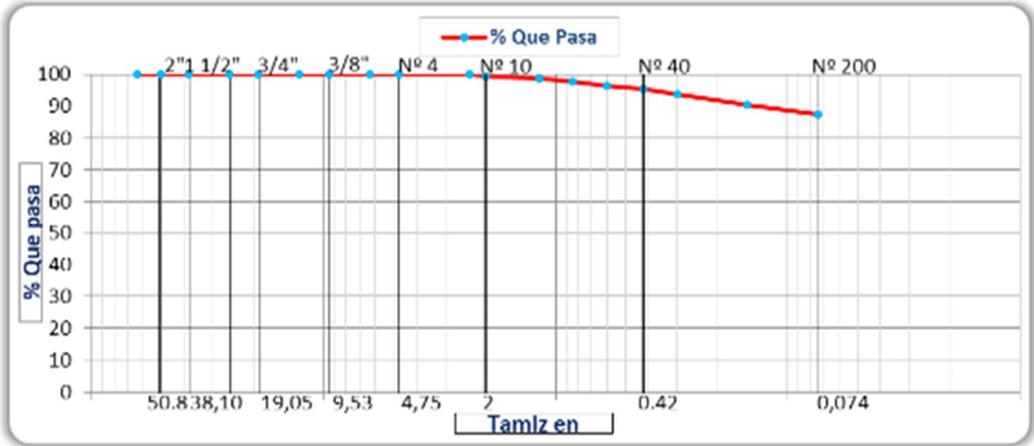


Figura 63. Curva granulométrica C-03 en 4% de ceniza de cascara castaña.

**Interpretación:** En la figura 63, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-03, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-03 al adicionar el 4% de Cenizas de cascara de castaña se obtuvo como resultado el contenido de arena que presenta adicionando el 4%CCC un 12.64 y finos adicionando el 4%CCC un 87.36. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (16) según AASTHO.



*Figura 64.* Curva granulométrica C-03 en 6% de ceniza de cascara castaña.

**Interpretación:** En la figura 64, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-03, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-03 al adicionar el 2% de Cenizas de cascara de castaña se obtuvo como resultado el contenido de arena que presenta adicionando el 6%CCC un 13.46 y finos adicionando el 6%CCC un 86.54. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (15) según AASTHO.

**Tabla 33.** *Contenido de Arena - Fino en la C-03 Adicionando ceniza de cascara de castaña.*

DESCRIPCION	2 % CCC	4 % CCC	6 % CCC
Arena %	10.98	12.64	13.46
Finos %	89.02	87.36	86.54

Fuente: Creación propia, 2022.

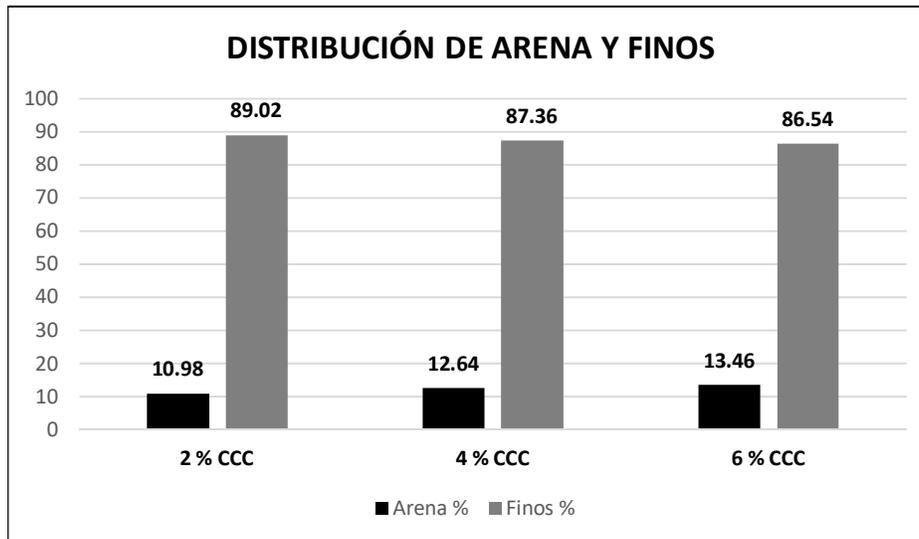


Figura 65. Gráfico estadístico de arena y finos C-03 adicionado cenizas de cascara de castaña.

**Interpretación:** Como se observa en la figura 65 la distribución de grava, arena y finos que presenta al adicionar el 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de castaña en la C-03. Nos da como resultado que al adicionar el 2% presenta un porcentaje elevado de contenido de finos y el 6% arena teniendo un elevado porcentaje, siendo un suelo arcilloso según SUCS.

#### CENIZAS DE CASCARA DE CACAO- ADICIONADO A C-3

Para la tabla 34 se detalla los resultados de Granulometría por Tamizado ya alterada de la C-03 adicionando las cenizas de cascara de castaña con un 2%, 4% y 6% a la muestra patrón.

Tabla 34. Resumen de Granulometría C-03 adicionando Ceniza de Cascara de Cacao.

GRANULOMETRI POR TAMIZADO				
MALLAS		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	2% CCC	4% CCC	6% CCC
2 1/2"	63.50	100	100	100
2"	50.60	100	100	100
1 1/2"	38.10	100	100	100
1"	25.40	100	100	100
3/4"	19.05	100	100	100
1/2"	12.70	100	100	100
3/8"	9.53	100	100	100

1/4"	6.35	100	100	100
4	4.76	100	100	100
8	2.36	100	98.94	99.04
10	2.00	98.98	98.18	97.87
16	1.18	98.01	97.29	97.03
20	0.85	97.16	96.15	96.12
30	0.60	96.49	94.83	95.14
40	0.42	95.49	93.77	94.04
50	0.30	94.18	92.43	92.87
100	0.15	92.05	90.44	87.77
200	0.07	89.54	88.64	82.00
< 200				

Fuente: Creación propia, 2022.

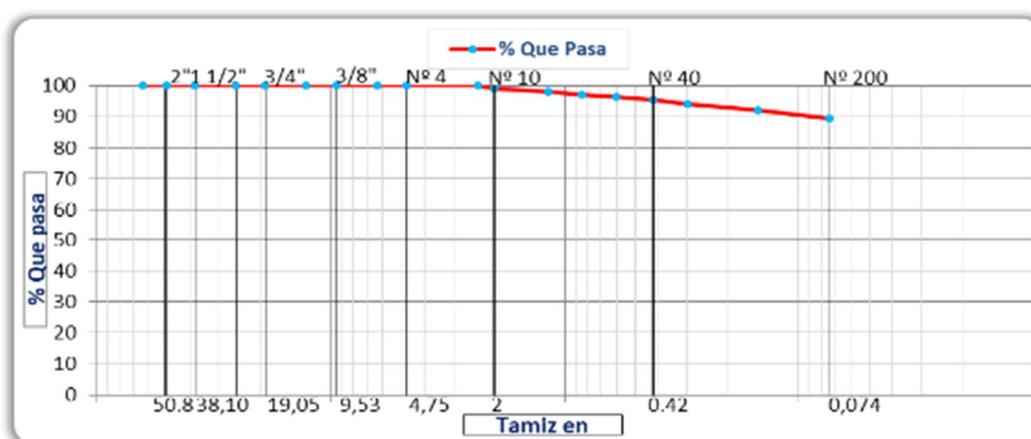


Figura 66. Curva granulométrica C-03 en 2% de ceniza de cascara cacao.

**Interpretación:** En la figura 66, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-03, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-03 al adicionar el 2% de Cenizas de cascara de cacao se obtuvo como resultado el contenido de arena que presenta adicionando el 2%CCC un 10.46 y finos adicionando el 2%CCC un 89.54. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (16) según AASTHO.

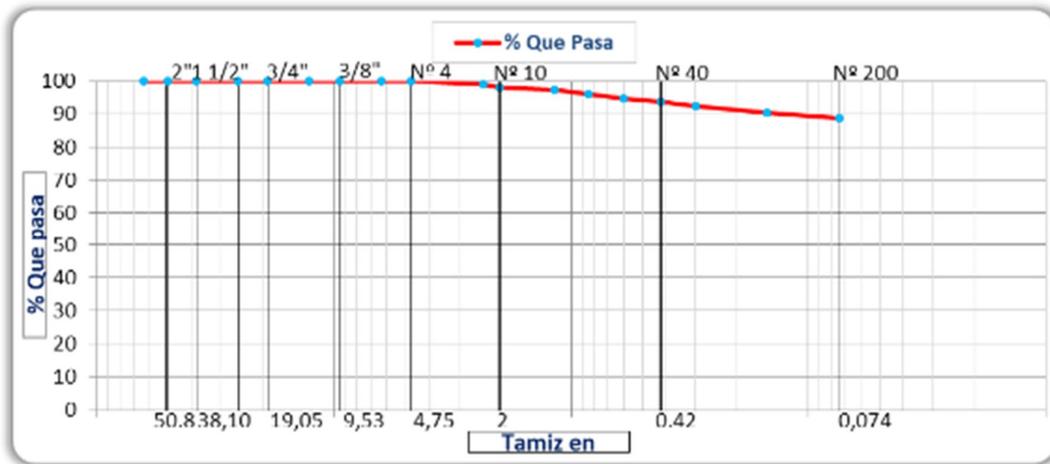


Figura 67. Curva granulométrica C-03 en 4% de ceniza de cascara cacao.

**Interpretación:** En la figura 67, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-03, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-03 al adicionar el 4% de Cenizas de cascara de cacao se obtuvo como resultado el contenido de arena que presenta adicionando el 4%CCC un 11.36 y finos adicionando el 4%CCC un 88.64. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (16) según AASTHO.

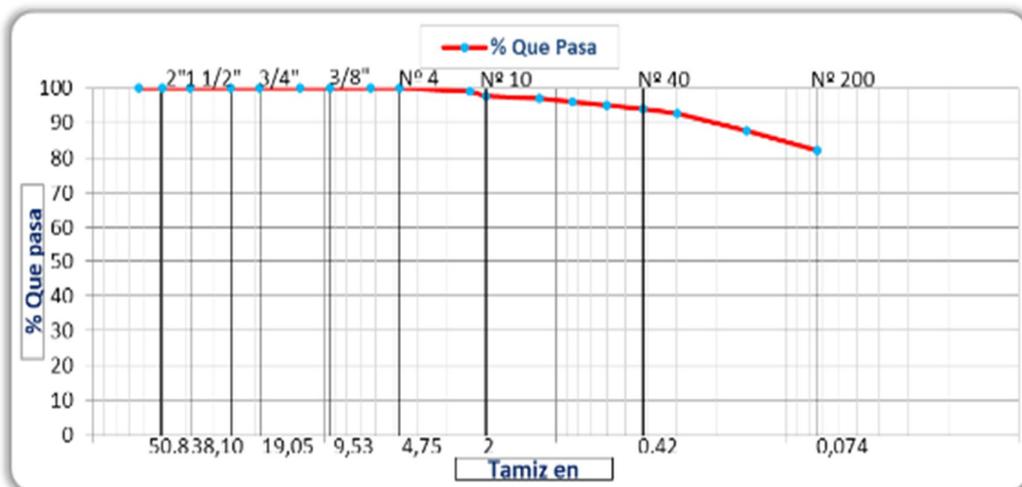


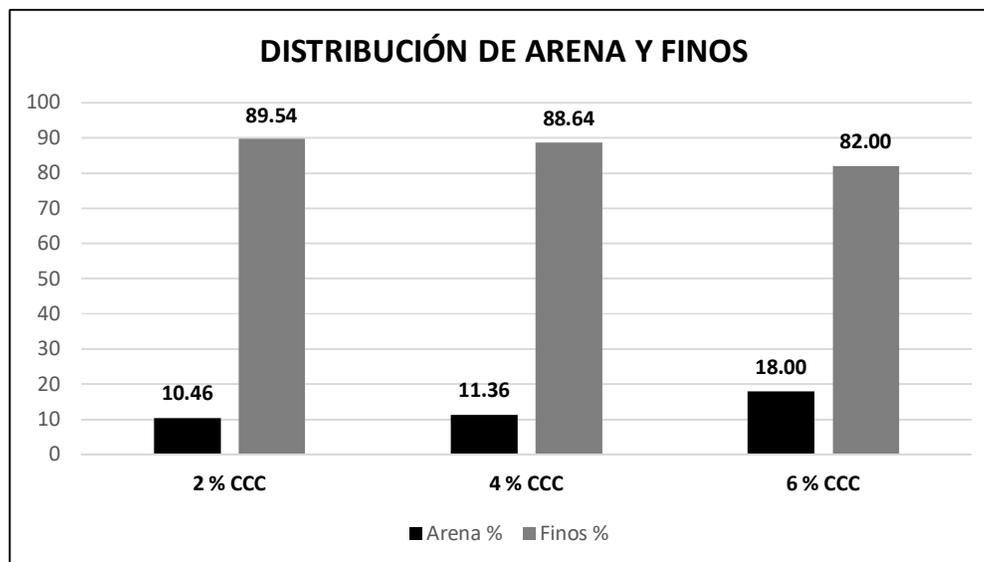
Figura 68. Curva granulométrica C-03 en 6% de ceniza de cascara cacao.

**Interpretación:** En la figura 68, se puede contemplar la variación que se produce en la curva granulométrica de la C-03, de acuerdo a los porcentajes que pasan en los tamices teniendo como retención de partículas de la C-03 al adicionar el 6% de Cenizas de cascara de cacao se obtuvo como resultado el contenido de arena que presenta adicionando el 6%CCC un 18.00 y finos adicionando el 6%CCC un 82.00. Si se suma la fracción contribuyente de las partículas (arena + fino) que representa características de un suelo arcilloso de plasticidad media, CL según la clasificación de SUCS y A-6 (16) según AASTHO.

**Tabla 35.** *Contenido de Arena y Fino en la C-03 Adicionando ceniza de cascara de cacao.*

DESCRIPCIÓN	2% CCC	4% CCC	6% CCC
Arena (%)	10.46	11.36	18.00
Finos (%)	89.54	88.64	82.00

Fuente: Creación propia, 2022.



**Figura 69.** Gráfico estadístico de grava, arena-finos C-03 adicionado cenizas de cascara de cacao.

**Interpretación:** Como se observa en la figura 69 la distribución de arena y finos que presenta al adicionar el 2%,4% y 6% cenizas de cascara de castaña en la C-03. Nos da como resultado que al adicionar el 6% presenta un porcentaje

elevado de contenido de arena y el 2% finos teniendo un elevado porcentaje, siendo un suelo arcilloso según SUCS.

### 4.3. Clasificación SUCS Y AASHTO

#### 4.3.1. Resultados de la clasificación – Suelo Natural

Para la clasificación de los suelos se respeta la normativa indicada, por ende, en la siguiente tabla se muestra su clasificación de las 3 calicatas extraídas de la calle Mardini.

**Tabla 36.** Clasificación según SUCS – AASHTO.

CALICATAS	CLASIFICACIÓN	
	SUCS	AASHTO
C - 01	CL	A-6 16
C - 02	CL	A-6 16
C - 02	CL	A-6 16

Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** En la tabla 36, se puede contemplar que la muestra del suelo natural de las tres calicatas según la clasificación de SUCS es CL y A-6 (16) según AASTHO.

	Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

*Figura 70.* Clasificación por el método SUCS.

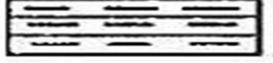
Simbología	Clasificación
	A - 5
	A - 6
	A - 7 - 5
	A - 7 - 6
	MATERIA ORGANICA
	ROCA SANA
	ROCA DESINTEGRADA

Figura 71. Clasificación AASHTO.

#### 4.3.2. Resultados de la clasificación – Adicionado ceniza de cascara de castaña.

Tabla 37. Clasificación SUCS – AASHTO para suelo con Ceniza de cascara de castaña.

CAL.	CLASIFICACION					
	SUCS			AASHTO		
	2% CC. CASTAÑA	4% CC. CASTAÑA	6% CC. CASTAÑA	2% CC. CASTAÑA	4% CC. CASTAÑA	6% CC. CASTAÑA
C - 01	CL	CL	CL	A-6 12	A-6 13	A-6 12
C - 02	CL	CL	CL	A-6 16	A-6 16	A-6 16
C - 03	CL	CL	CL	A-6 16	A-6 16	A-6 15

Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** En la tabla 37, se puede contemplar que al adicionar 2%,4% y 6% de cenizas de cascara de castaña a la muestra patrón en las tres calicatas según la clasificación de SUCS es CL y A-6 (16) según AASTHO.

### 4.3.3. Resultados de la clasificación – Adicionado ceniza de cascara de castaña.

**Tabla 38.** Clasificación SUCS – AASHTO para suelo con Ceniza de cascara de cacao.

CAL.	CLASIFICACION					
	SUCS			AASHTO		
	2% CC. CACAO	4% CC. CACAO	6% CC. CACAO	2% CC. CACAO	4% CC. CACAO	6% CC. CACAO
C-01	CL	CL	CL	A-6 13	A-6 (12)	A-6 (13)
C-02	CL	CL	CL	A-6 16	A-6 (16)	A-6 (16)
C-03	CL	CL	CL	A-6 16	A-6 (16)	A-6 (15)

Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** En la tabla 38, se puede contemplar que al adicionar 2%,4% y 6% de cenizas de cascara de cacao a la muestra patrón en las tres calicatas según la clasificación de SUCS es CL y A-6 (16) según AASTHO.

### 4.4. Límite de Atterberg

Se realizo los ensayos en la calicata C-01, C-02 Y C-03 de Límites de Atterberg para obtener los resultados según la normativa **(ASTM D 4318, NTP 339.129)**. Para las calicatas C-01, C-02 y C-03 se realizaron los ensayos Límites Líquidos, Límites Plásticos e Índice de Plasticidad. Para determinar los resultados

#### Límite Líquido (LL)

Se realiza la preparación del material agregando la cantidad de agua exacta dejándolo humedecido para proceder a hacer la mezcla con la ayuda de la espátula obteniendo una pasta homogénea, seguidamente se colocará la pasta del suelo en la cuchara Casagrande perfilándolo cuidadosamente hasta que esté bien nivelado. Posteriormente se realiza a hacer la ranura en el centro dividiéndolo en partes iguales para proceder a registrar los números de golpe desde 25-35 hasta que llegue a cerrar de 20-25 golpes y de 15-25 golpes para

este proceso de debe tener en cuenta que las franjas se deslicen uniformemente sin presencia de burbujas.



*Figura 72. procedimiento del ensayo de limite liquido (Casagrande).*

### **Límite plástico (LP)**

Se procederá a amasar la muestra en una superficie lisa y conveniente con la ayuda de los dedos de la mano se hará una ligera presión continua hasta obtener una forma cilíndrica de un diámetro de 3.2mm aproximado lo cual no fue demostrado, se realizará las veces que se crea necesario hasta que llegue a desmoronarse según la normativa MTC E 108. Después se procederá a repetir los pasos anteriores con la pasta sobrante.



Figura 73. procedimiento del ensayo de limite plástico

#### 4.4.1. Resultados del Límite de Atterberg – Suelo natural

En la tabla se observan los resultados a detalle de los ensayos del Limite Plástico, Limite Líquido e índice de plasticidad de las Calicatas C-01, C-02 y C-03.

Tabla 39. Resultado del Límite de Atterberg C-01, C-02 y C-03

DESCRIPCIÓN	C - 01	C - 02	C - 03
LL %	34.54	35.41	38.00
LP %	21.20	21.75	22.75
IP %	13.34	13.65	15.24

Fuente: Creación propia, 2022.

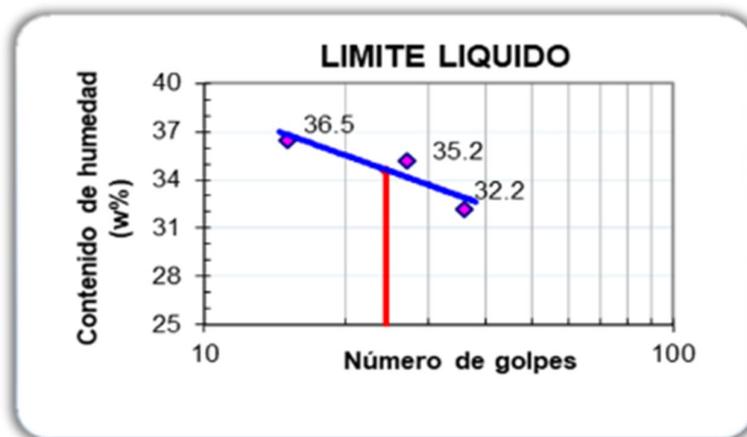


Figura 74. Limite Líquido C-01

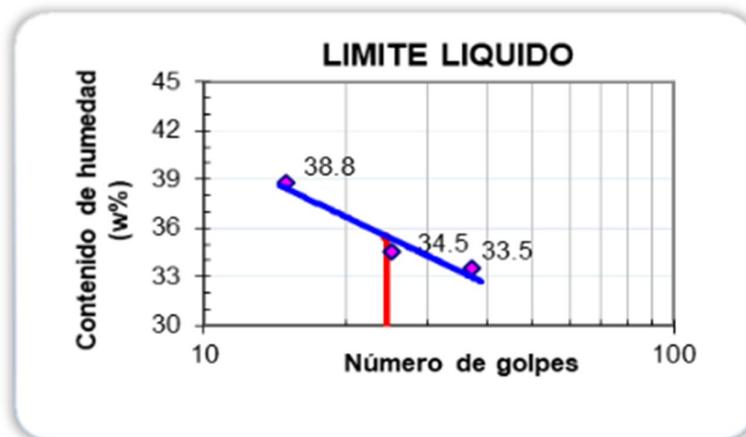


Figura 75. Limite Líquido C-02.

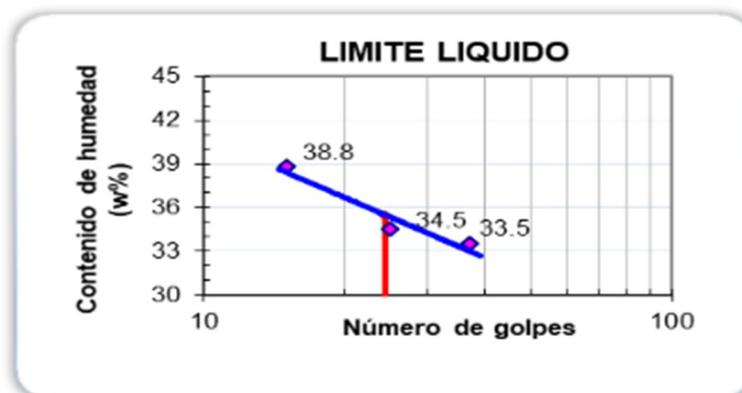


Figura 76. Limite Líquido C-03

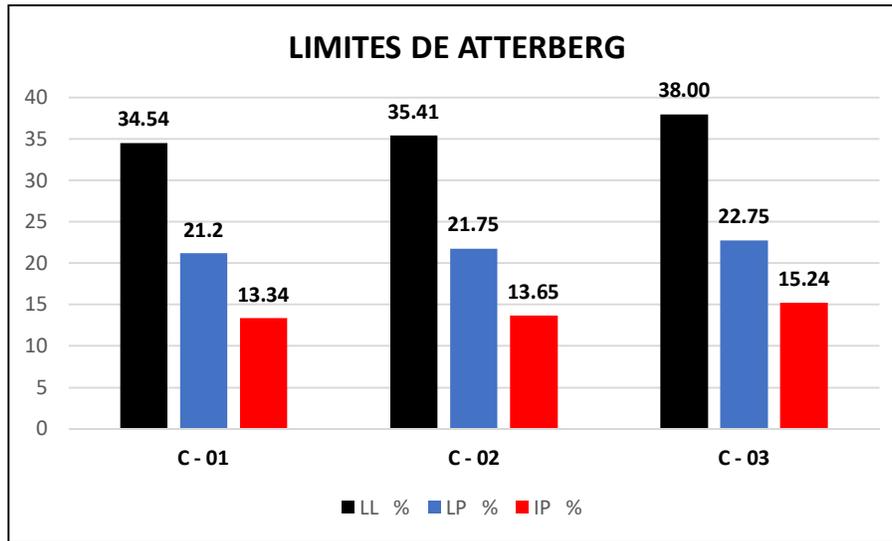


Figura 77. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg de la calicata C-01, C-02 y C-03.

**Interpretación:** para la figura 77, para la calicata C-01 tiene LL de 34.54%, un LP de 21.2% y un IP de 13.34%, siendo así un suelo de alta plasticidad; para la calicata C-2 el LL de 35.41%, LP de 21.75% y el IP de 13.65% siendo así un suelo de alta plasticidad; la muestra patrón del suelo de C-01, C-02 y C-03 es un suelo de alta plasticidad en el cual existe arcillosa y de acuerdo a la clasificación de suelos están en el rango de  $IP < 7$ , por lo cual necesita poca humedad.

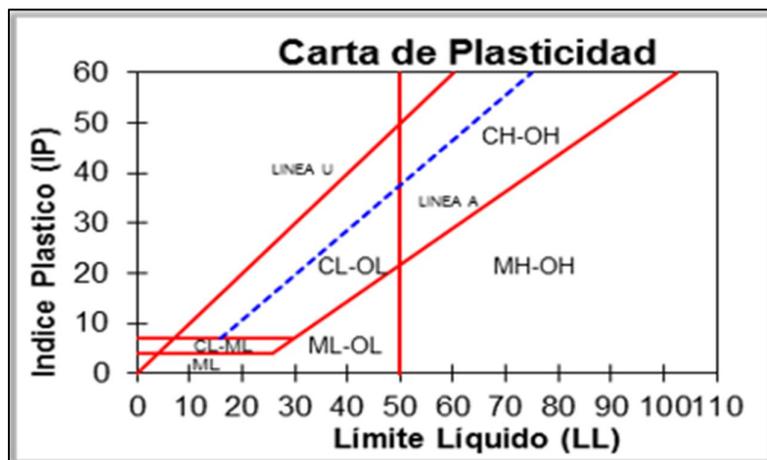


Figura 78. Gráfico de la Carta de Plasticidad.

**4.4.2. Resultados del Límite de Atterberg–Adicionado C-01 Ceniza de cascara de castaña.**

En la tabla 40 se visualiza los resultados del ensayo del Limite Plástico, Limite Líquido e índice de plasticidad en la C-01.

**Tabla 40.** Resultado del Límite de Atterberg C-01 con Ceniza de cascara de castaña.

DESCRIPCION	2 % CCC	4 % CCC	6 % CCC
LL %	30.90	30.76	29.16
LP %	21.75	20.90	20.70
IP %	9.15	9.86	8.46

Fuente: propia, 2022

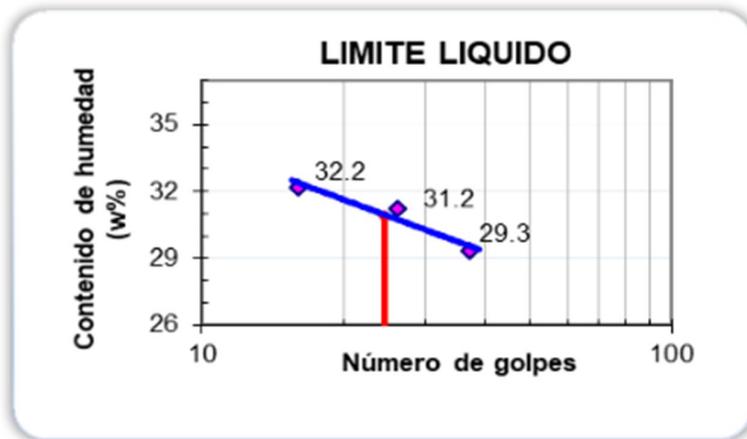


Figura 79. LL de la C-01 adicionando 2% de Ceniza de cascara de castaña.

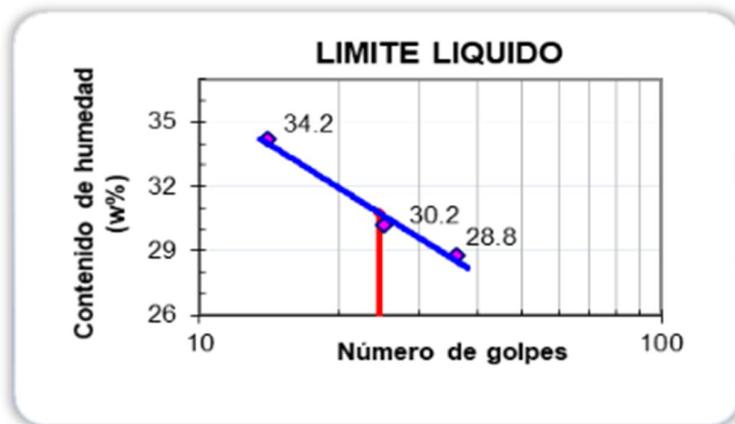


Figura 80. LL de la C-01 adicionando 4% de Ceniza de cascara de castaña.

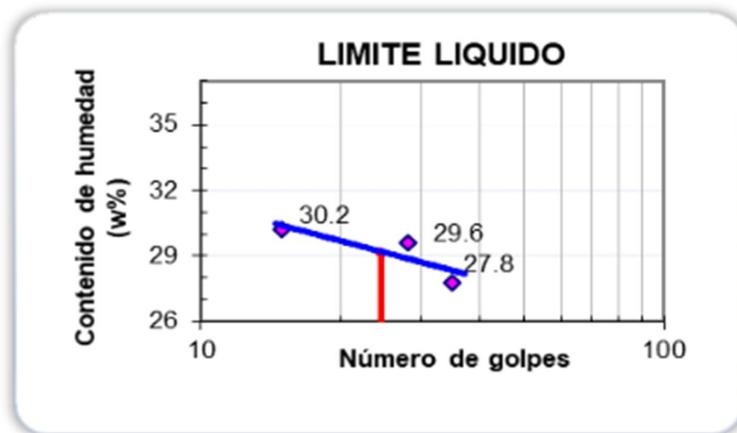


Figura 81. LL de la C-01 adicionando 6% de Ceniza de cascara de castaña.

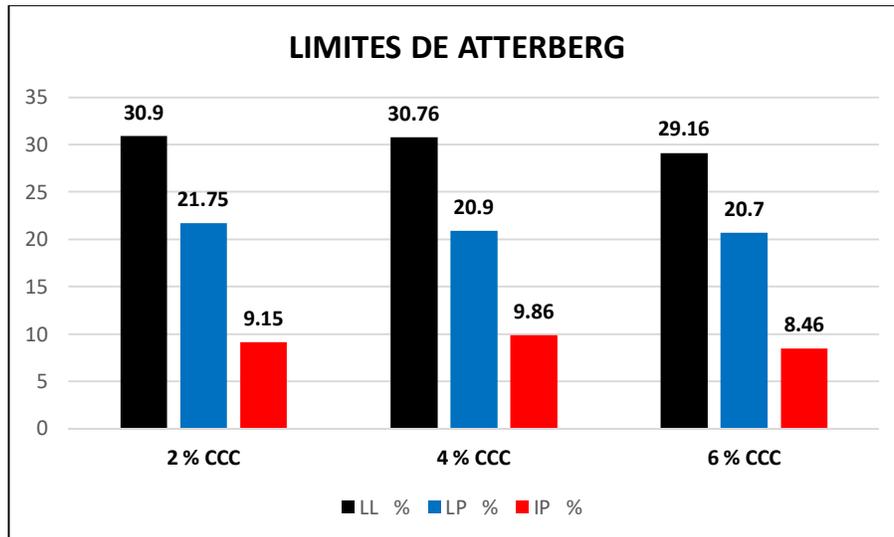


Figura 82. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-01 Ceniza de cascara de castaña.

**Interpretación:** para la figura 82, para la C-01 adicionando el 2%CCC un LL de 30.90%, un LP de 21.75% y un IP de 9.15%, al 4%CCC un LL de 30.76%, un LP de 20.9% y un IP de 9.86% y al 6%CCC un LL de 29.16%, un LP de 20.70% y un IP de 8.46% siendo así un suelo de media plasticidad; en la cual existe arcilla y de acuerdo a la clasificación de suelos están en el rango de  $IP < 7$ , por lo cual necesita poca humedad.

**4.4.3. Resultados del Límite de Atterberg–Adicionado C-01 Ceniza de cascara de cacao.**

En la tabla 41 se observan los resultados a detalle de los ensayos del LL, LP y IP de las Calicatas C-01.

**Tabla 41.** Resultado del Límite de Atterberg C-01 con Ceniza de cascara de cacao.

DESCRIPCION	2 % CCC	4 % CCC	6 % CCC
LL %	31.93	29.31	28.19
LP %	22.70	20.75	20.55
IP %	9.23	8.56	7.64

Fuente: Creación propia, 2022.

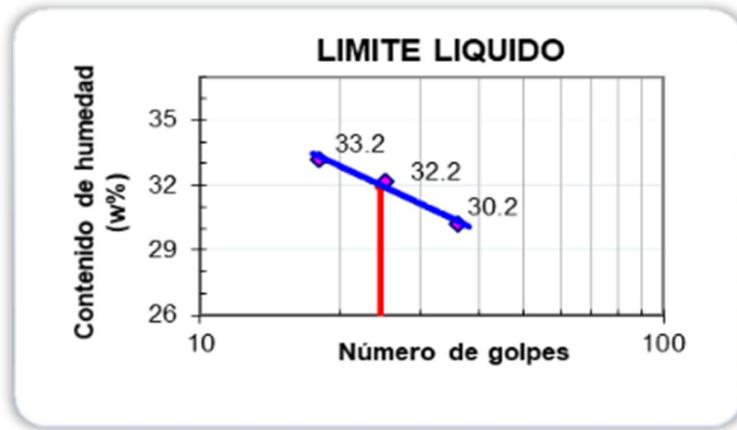


Figura 83. LL de la C-01 adicionando 2% de Ceniza de cascara de cacao.

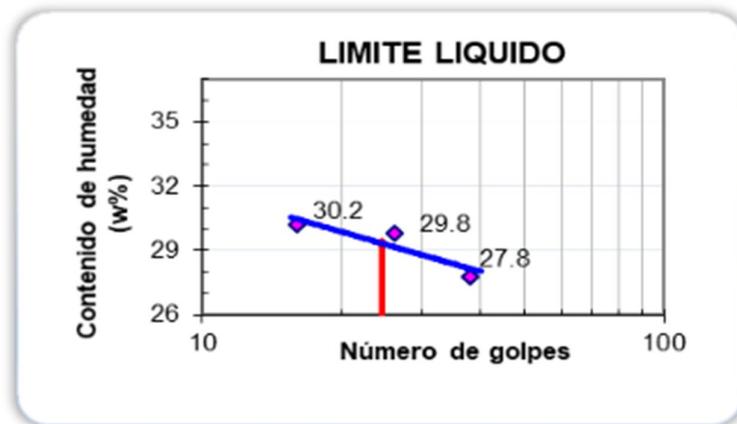


Figura 84. LL de la C-01 adicionando 4% de Ceniza de cascara de cacao.

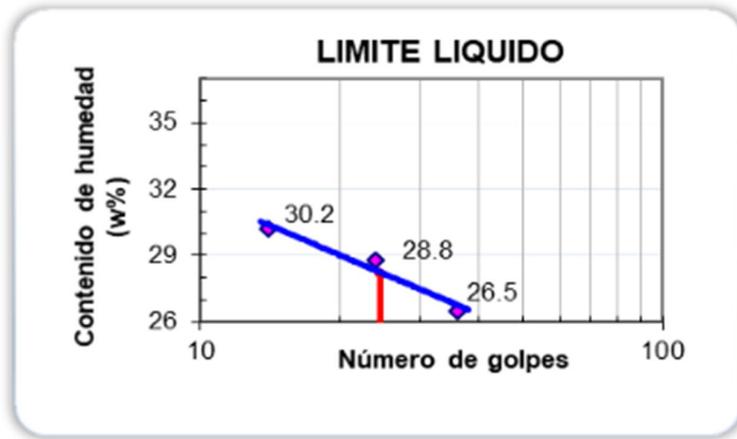


Figura 85. LL de la C-01 adicionando 6% de Ceniza de cascara de cacao.

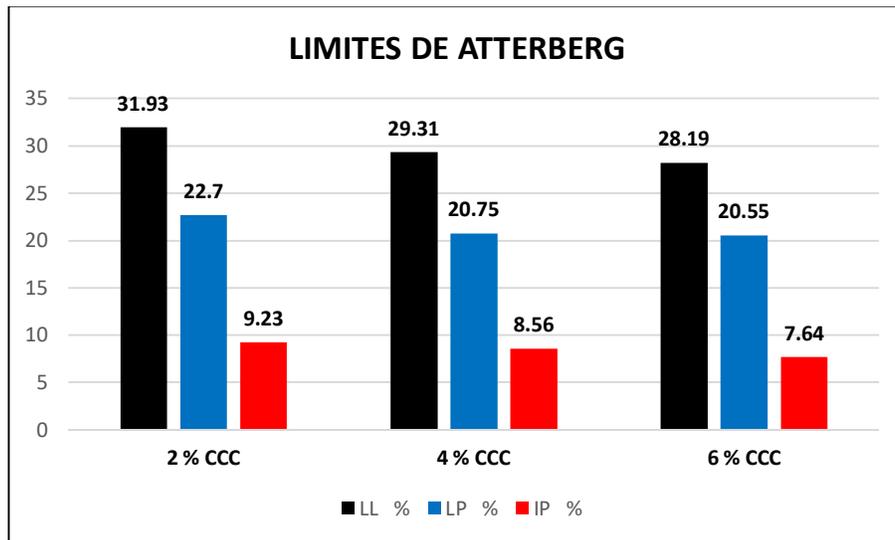


Figura 86. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-01 Ceniza de cascara de cacao.

**Interpretación:** para la figura 86, para la C-01 adicionando el 2%CCC un LL de 31.93%, un LP de 22.70% y un IP de 9.23%, al 4%CCC un LL de 29.31%, un LP de 20.9% y un IP de 9.86% y al 6%CCC un LL de 29.16%, un LP de 20.75% y un IP de 8.56% siendo así un suelo de media plasticidad; en la cual existe arcilla y de acuerdo a la clasificación de suelos están en el rango de  $IP < 7$ , por lo cual necesita poca humedad.

#### 4.4.4. Resultados del Límite de Atterberg–Adicionado C-02 Ceniza de cascara de castaña.

En la tabla 42 se observan los resultados a detalle de los ensayos del LL, LP y IP de las Calicatas C-02.

**Tabla 42.** Resultado del Límite de Atterberg C-02 con Ceniza de cascara de castaña.

DESCRIPCIÓN	2% CCC	4% CCC	6% CCC
LL %	32.33	31.12	29.85
LP %	20.90	20.50	19.05
IP %	11.43	10.62	10.80

Fuente: Creación propia, 2022.

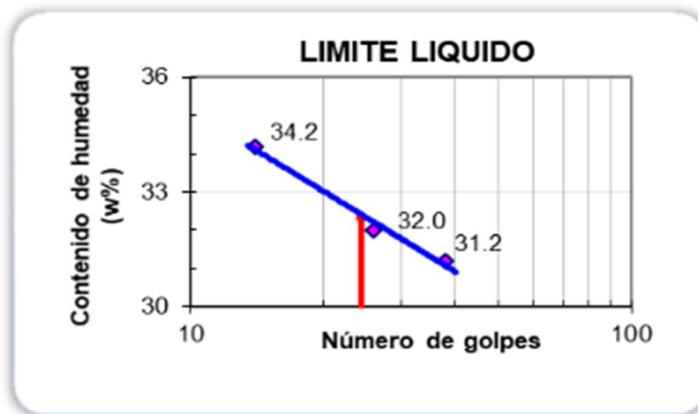


Figura 87. LL de la C-02 adicionando 2% de Ceniza de cascara de castaña.

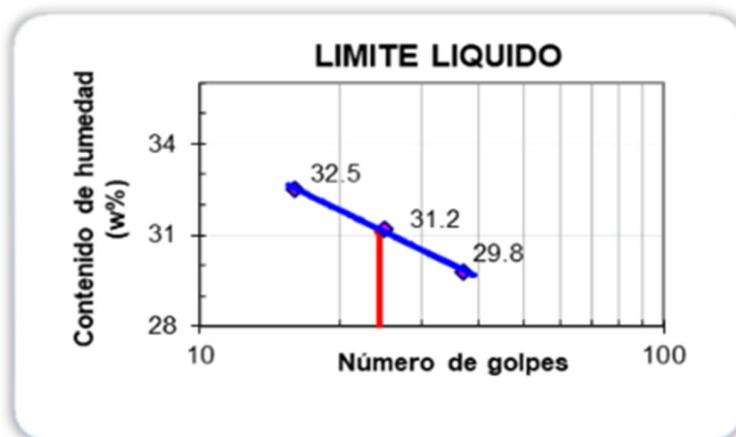


Figura 88. LL de la C-02 adicionando 4% de Ceniza de cascara de castaña.

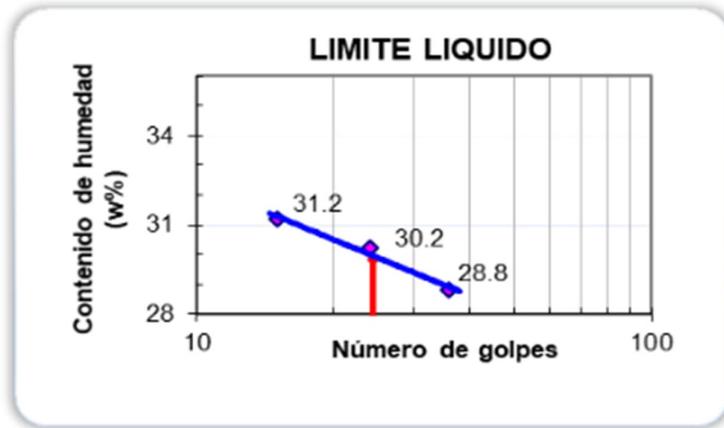


Figura 89. LL de la C-02 adicionando 6% de Ceniza de cascara de castaña.

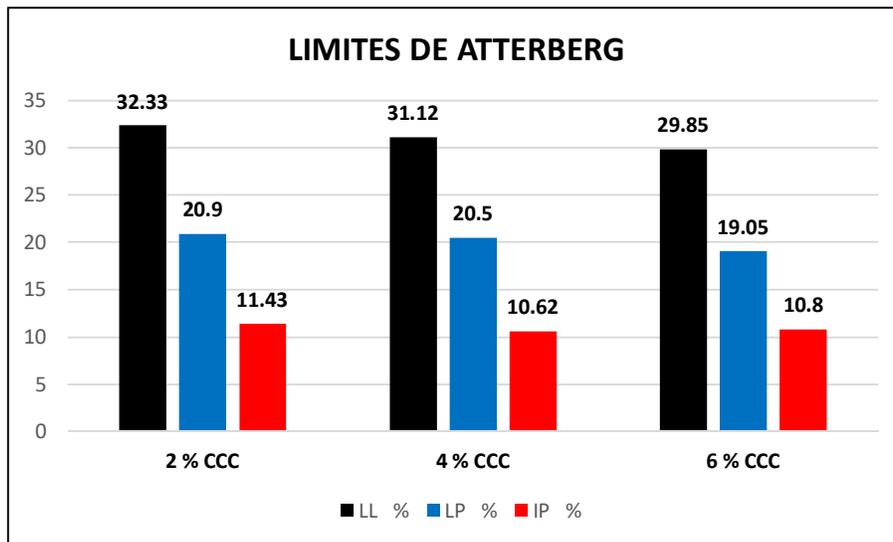


Figura 90. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-02 Ceniza de cascara de castaña.

**Interpretación:** para la figura 90, para la C-02 adicionando el 2%CCC un LL de 32.33%, un LP de 20.90% y un IP de 11.43%, al 4%CCC un LL de 31.12%, un LP de 20.5% y un IP de 10.62% y al 6%CCC un LL de 29.85%, un LP de 19.05% y un IP de 10.80% siendo así un suelo de media plasticidad; en la cual existe arcilla y de acuerdo a la clasificación de suelos están en el rango de  $IP < 7$ , por lo cual necesita poca humedad.

**4.4.5. Resultados del Límite de Atterberg–Adicionado C-02 Ceniza de cascara de cacao.**

En la tabla 43 se observan los resultados a detalle de los ensayos del LL, LP y IP de las Calicatas C-02.

**Tabla 43.** Resultado del Límite de Atterberg C-01 con Ceniza de cascara de cacao.

DESCRIPCION	2% CCC	4% CCC	6% CCC
LL %	32.93	29.06	28.54
LP %	20.75	20.55	19.30
IP %	12.18	8.51	9.24

Fuente: Creación propia, 2022

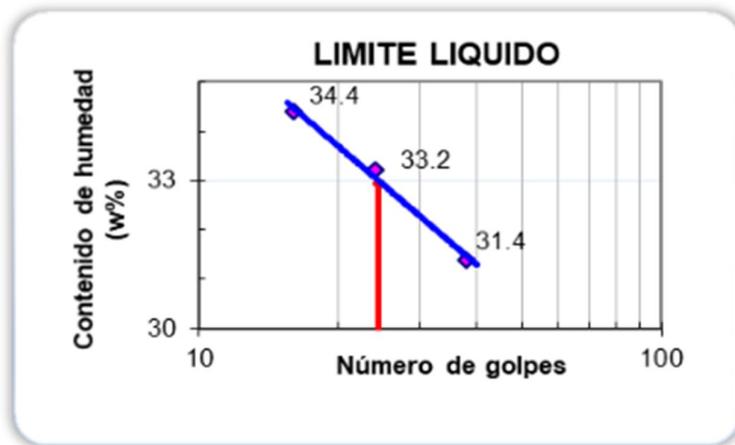


Figura 91. LL de la C-02 adicionando 2% de Ceniza de cascara de cacao.

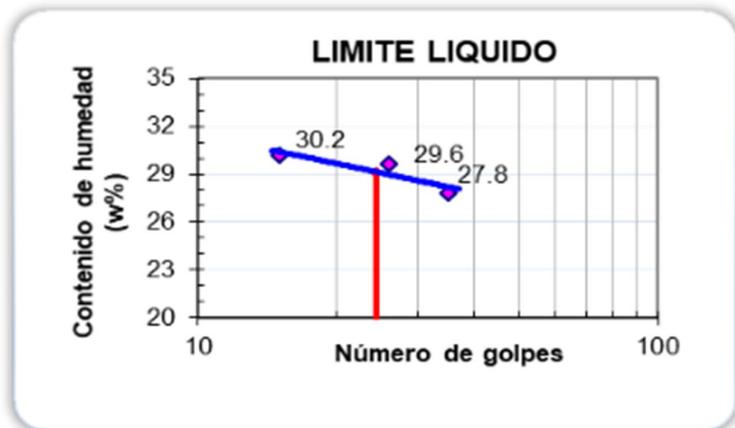


Figura 92. LL de la C-02 adicionando 4% de Ceniza de cascara de cacao.

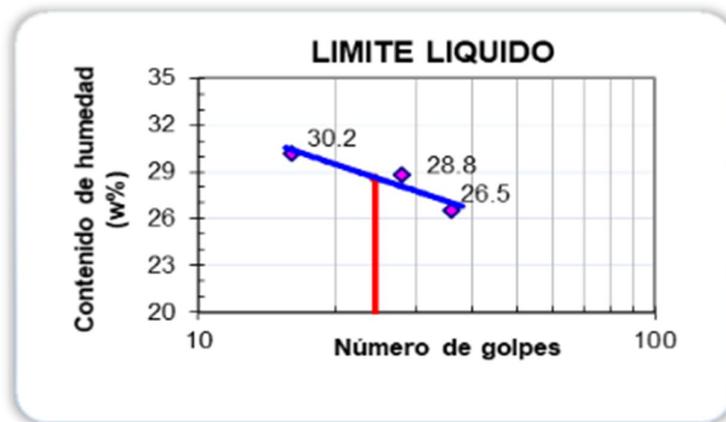


Figura 93. LL de la C-02 adicionando 6% de Ceniza de cascara de cacao.

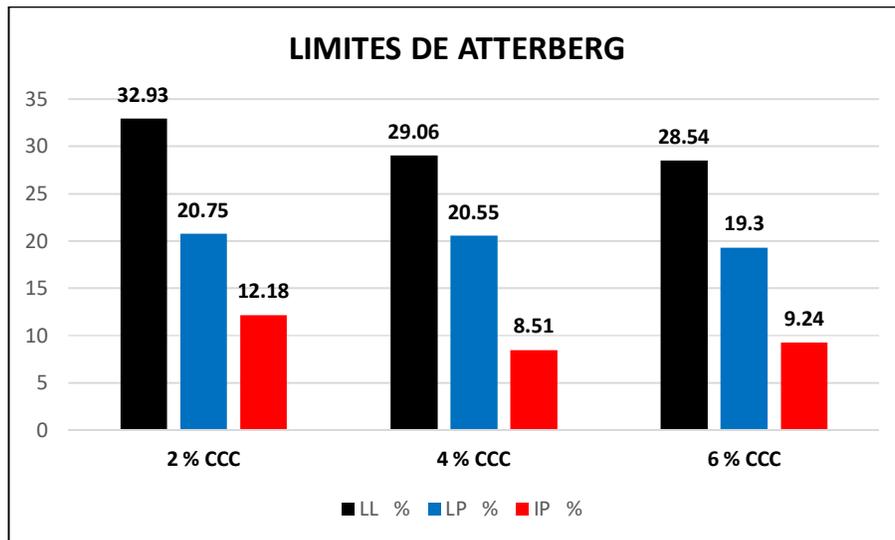


Figura 94. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-02 Ceniza de cascara de cacao.

**Interpretación:** para la figura 94, para la C-03 adicionando el 2%CCC un LL de 32.93%, un LP de 20.75% y un IP de 12.18%, al 4%CCC un LL de 29.06%, un LP de 20.55% y un IP de 8.51% y al 6%CCC un LL de 28.54%, un LP de 19.30% y un IP de 9.24% siendo así un suelo de alta plasticidad; en la cual existe arcilla y de acuerdo a la clasificación de suelos están en el rango de  $IP < 7$ , por lo cual necesita poca humedad.

**4.4.5. Resultados del Límite de Atterberg–Adicionado C-03 Ceniza de cascara de castaña.**

En la tabla 44 se observan los resultados a detalle de los ensayos del LL, LP y IP de las Calicatas C-03.

**Tabla 44.** Resultado del Límite de Atterberg C-03 con Ceniza de cascara de castaña.

DESCRIPCION	2 % CCC	4 % CCC	6 % CCC
LL %	32.02	29.62	29.06
LP %	20.50	20.10	19.90
IP %	11.52	9.52	8.16

Fuente: Creación propia, 2022.



Figura 95. LL de la C-03 adicionando 2% de Ceniza de cascara de castaña.

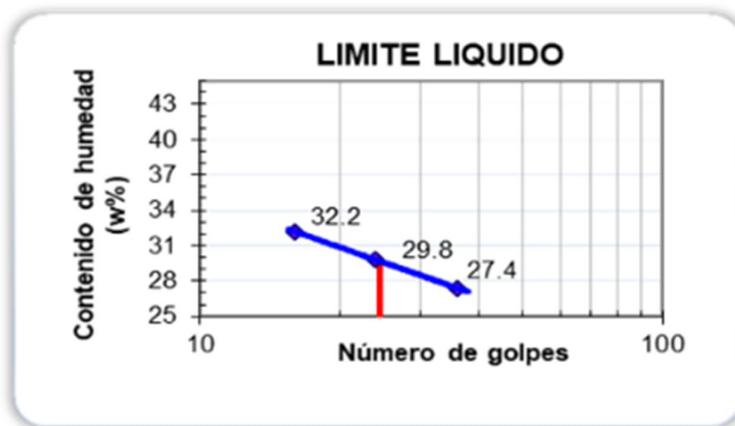


Figura 96. LL de la C-03 adicionando 4% de Ceniza de cascara de castaña.

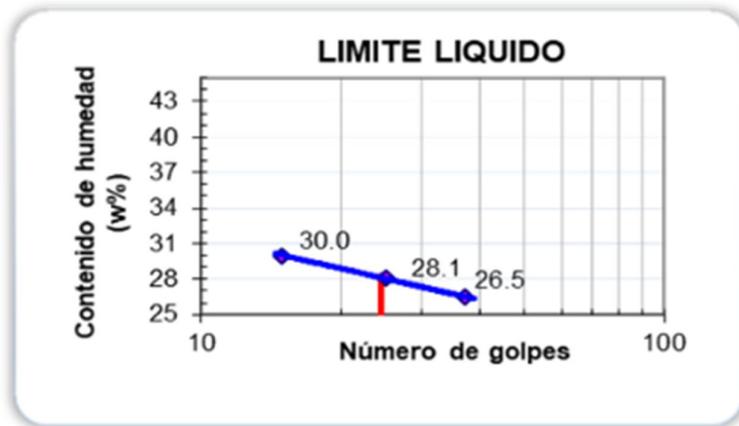


Figura 97. LL de la C-03 adicionando 6% de Ceniza de cascara de castaña.

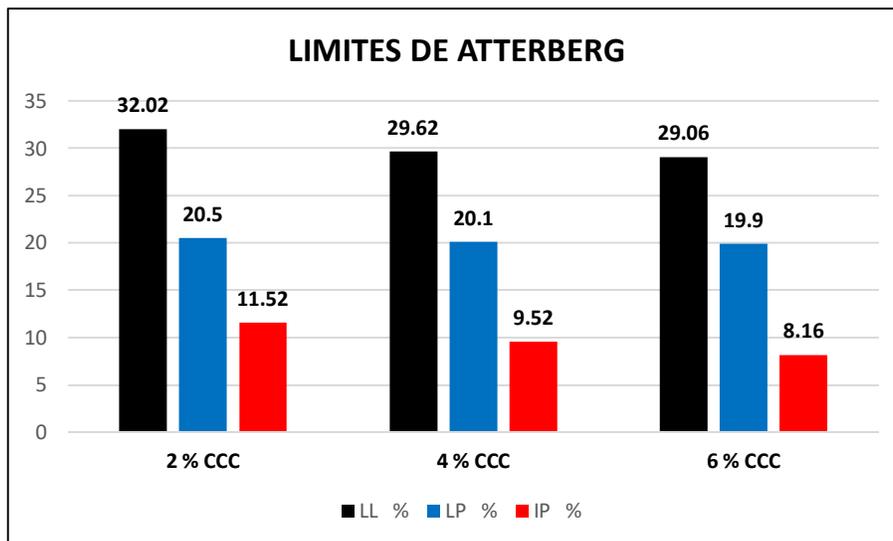


Figura 98. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-03 Ceniza de cascara de castaña.

**Interpretación:** para la figura 86, para la C-03 adicionando el 2%CCC un LL de 32.02%, un LP de 20.50% y un IP de 11.52%, al 4%CCC un LL de 29.62%, un LP de 20.10% y un IP de 9.52% y al 6%CCC un LL de 29.06%, un LP de 19.9% y un IP de 8.16% siendo así un suelo de alta plasticidad; en el cual existe arcilla y de acuerdo a la clasificación de suelos están en el rango de  $IP < 7$ , por lo cual necesita poca humedad.

**4.4.6. Resultados del Límite de Atterberg–Adicionado C-03 Ceniza de cascara de cacao.**

En la tabla 45 se observan los resultados a detalle de los ensayos del LL, LP y IP de las Calicatas C-03

**Tabla 45.** Resultado del Límite de Atterberg C-03 con Ceniza de cascara de cacao.

DESCRIPCION	2 % CCC	4 % CCC	6 % CCC
LL %	32.11	30.15	29.18
LP %	21.80	20.05	19.00
IP %	10.31	10.10	10.18

Fuente: Creación propia, 2022

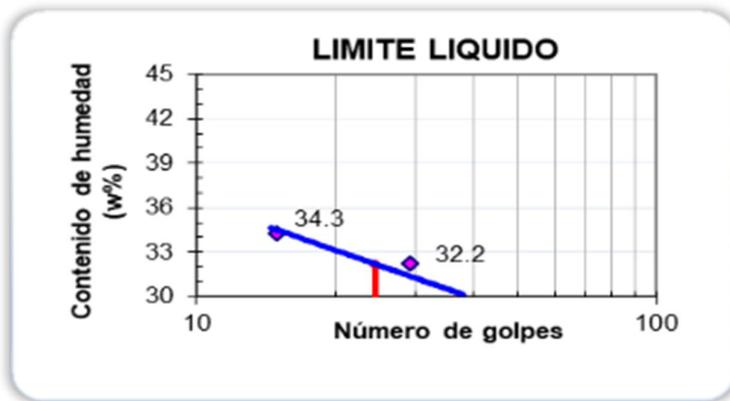


Figura 99. LL de la C-03 adicionando 2% de Ceniza de cascara de cacao.

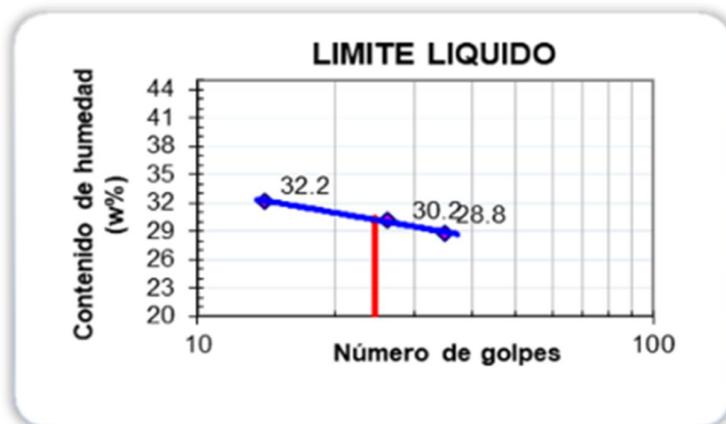
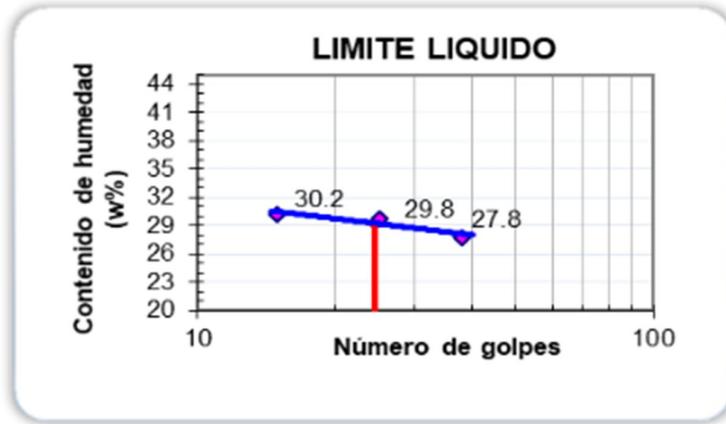


Figura 100. LL de la C-03 adicionando 4% de Ceniza de cascara de cacao.

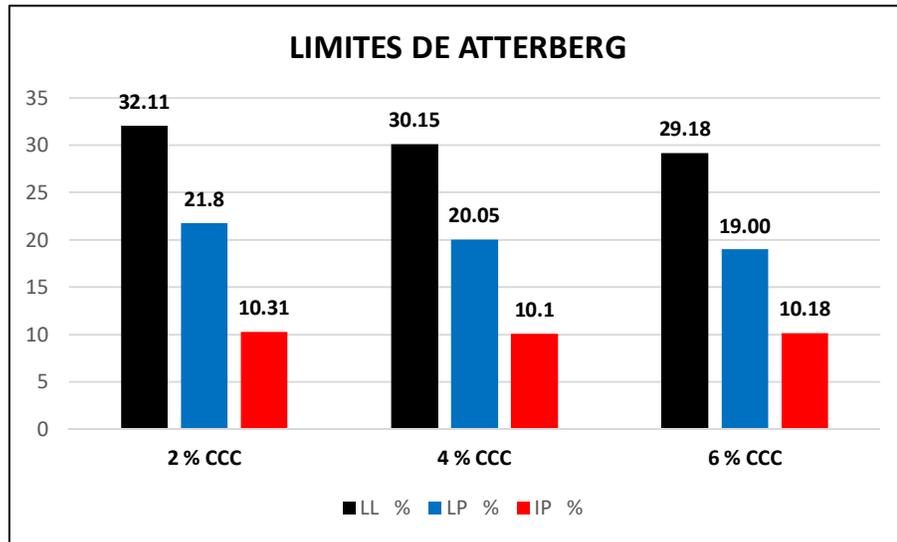
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 101. LL de la C-03 adicionando 6% de Ceniza de cascara de cacao.



Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 102. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg en C-03 Ceniza de cascara de cacao.



Fuente: Creación propia, 2022.

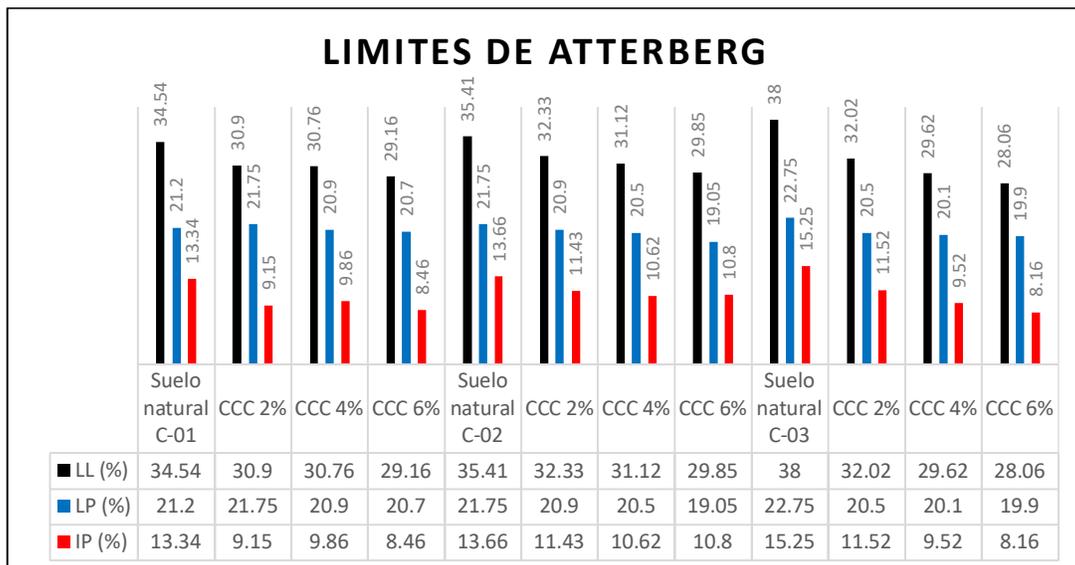
**Interpretación:** para la figura 102, para la C-03 adicionando el 2%CCC un LL de 32.11%, un LP de 21.80% y un IP de 10.31%, al 4%CCC un LL de 30.15%, un LP de 20.05% y un IP de 10.10% y al 6%CCC un LL de 29.18%, un LP de 19.00% y un IP de 10.18% siendo así un suelo de alta plasticidad; en la cual

existe arcilla y de acuerdo a la clasificación de suelos están en el rango de  $IP < 7$ , por lo cual necesita poca humedad.

Tabla 46. Límites Atterberg de C-01, C-02 y c-03 de suelo natural adicionando CC Castaña al 2%, 4% y 6%.

Mezclas	LL (%)	LP (%)	IP (%)
<b>Suelo natural C-01</b>	<b>34.54</b>	<b>21.2</b>	<b>13.34</b>
CCC 2%	30.90	21.75	9.15
CCC 4%	30.76	20.90	9.86
CCC 6%	29.16	20.70	8.46
<b>Suelo natural C-02</b>	<b>35.41</b>	<b>21.75</b>	<b>13.66</b>
CCC 2%	32.33	20.90	11.43
CCC 4%	31.12	20.50	10.62
CCC 6%	29.85	19.05	10.80
<b>Suelo natural C-03</b>	<b>38</b>	<b>22.75</b>	<b>15.25</b>
CCC 2%	32.02	20.50	11.52
CCC 4%	29.62	20.10	9.52
CCC 6%	28.06	19.90	8.16

Figura 103. LL, LP e IP de C-01 con adición de cenizas de cascara de castaña al 2%, 4% y 6%.

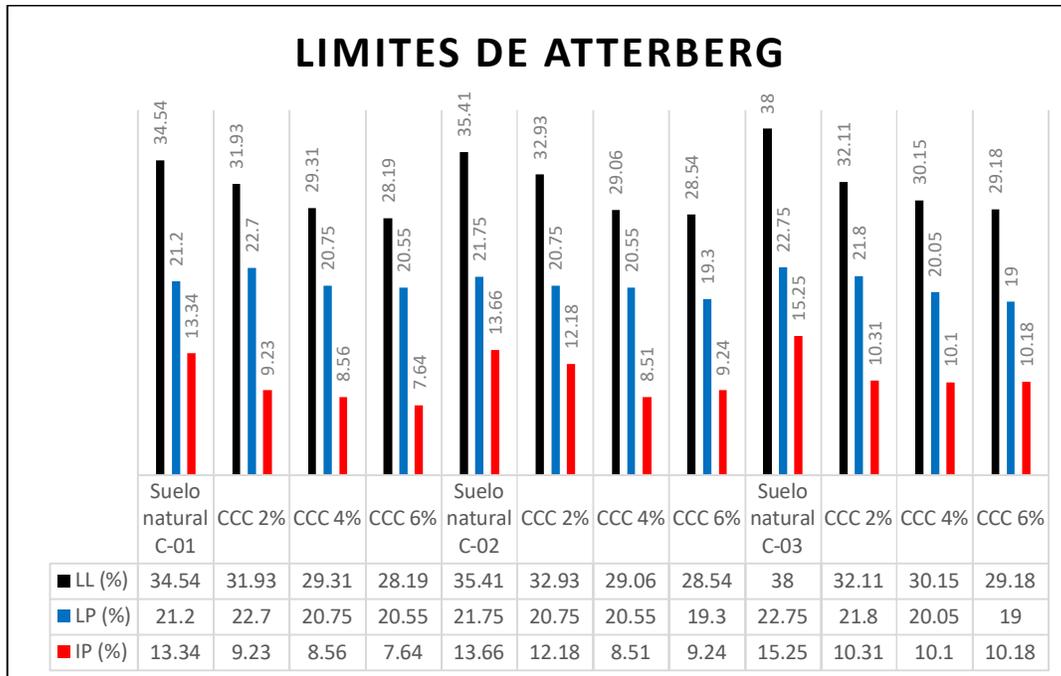


**Interpretación:** Para las tres muestras de suelo C-01, C-02 y C-03, con adición de 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña clasificándose con una plasticidad baja; ante ello solo necesita poca humedad para trasladarse semisólido a líquido. Teniendo en cuenta que el índice de plasticidad al añadir las cenizas de cascara de castaña en diferentes dosificaciones, resulta diferente al suelo natural de la muestra patrón siendo su dosificación óptima al 6%.

Tabla 47. Límites Atterberg de C-01, C-02 y c-03 de suelo natural adicionando Cenizas de cascara de cacao al 2%, 4% y 6%.

Mezclas	LL (%)	LP (%)	IP (%)
<b>Suelo natural C-01</b>	<b>34.54</b>	<b>21.2</b>	<b>13.34</b>
CCC 2%	31.93	22.70	9.23
CCC 4%	29.31	20.75	8.56
CCC 6%	28.19	20.55	7.64
<b>Suelo natural C-02</b>	<b>35.41</b>	<b>21.75</b>	<b>13.66</b>
CCC 2%	32.93	20.75	12.18
CCC 4%	29.06	20.55	8.51
CCC 6%	28.54	19.30	9.24
<b>Suelo natural C-03</b>	<b>38</b>	<b>22.75</b>	<b>15.25</b>
CCC 2%	32.11	21.80	10.31
CCC 4%	30.15	20.05	10.10
CCC 6%	29.18	19.00	10.18

Figura 104. LL, LP e IP de C-01 con adición de cenizas de cascara de cacao al 2%, 4% y 6%.



**Interpretación:** Para las tres muestras de suelo C-01, C-02 y C-03, con adición de 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao clasificándose con una plasticidad baja; ante ello solo necesito poca humedad para trasladarse semisólido a líquido. Teniendo en cuenta que el índice de plasticidad al añadir las cenizas de cascara de castaña en similares dosificaciones, resulta diferente al suelo natural de la muestra patrón.

**OBJETIVO ESPECIFICO 02:** Determinar cómo influye la adición de cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

#### 4.5. Proctor Modificado

A las calicatas C-01, C-02 y C-03 se les ha realizado el ensayo de Proctor Modificado según la normativa (**ASTM D1557-12, NTP 339.142**) determinado de esta manera la relación del contenido de humedad con relación a su densidad seca, tal como se observa en la curva de compactación. Teniendo en cuenta que al obtener O.C.H. y la M.D.S. adicionado las cenizas de cascara de castaña se deberá conseguir el peso de la muestra natural adicionado las cenizas de cascara de castaña al 2%,4% y 6%.

Figura 105. Adición de CC. Castaña en el suelo natural



Fuente: Creación propia

#### 4.5.1 Resultado de Proctor Modificado–Suelo Natural

se visualiza en la tabla 48 los resultados del ensayo de Proctor modificado en las C-01, C-02 y C-03.

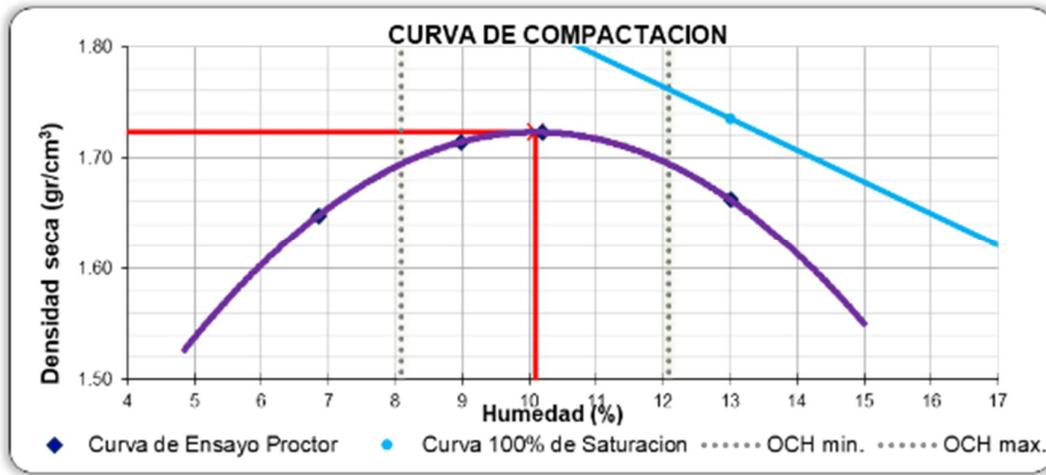
Tabla 48. Resultados del O.C.H. y M.D.S. de la muestra natural

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
CALICATAS	IDENTIFICACION	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (OCH) %	MAXIMA DENSIDAD SECA (MDS) gr/cm <sup>3</sup>
C-1	SUELO NATURAL	10.08	1.72
C-2	SUELO NATURAL	9.83	1.73
C-3	SUELO NATURAL	9.43	1.78

Fuente: Creación propia, 2022.

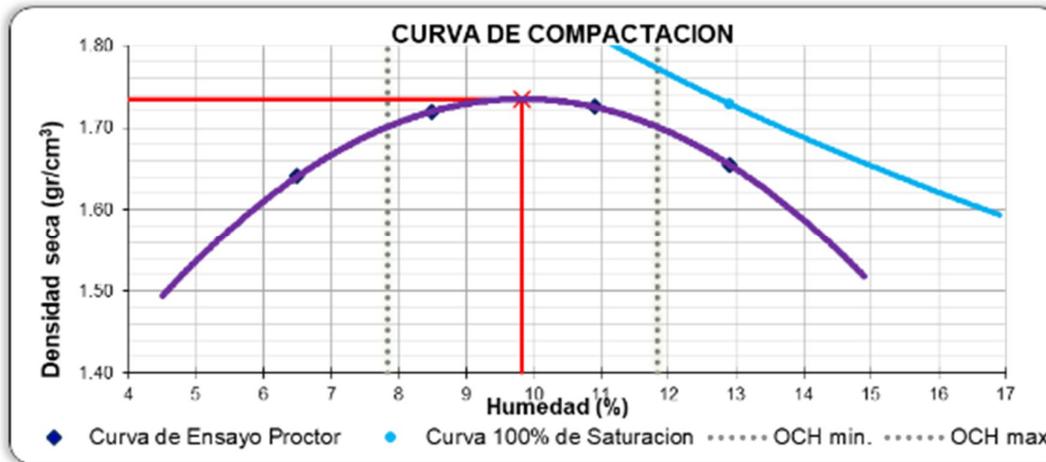
Seguidamente se muestra los resultados de las curvas de compactación en las tres calicatas, en relación de humedad y densidad.

Figura 106. Relación de Humedad – Densidad para en la C-01



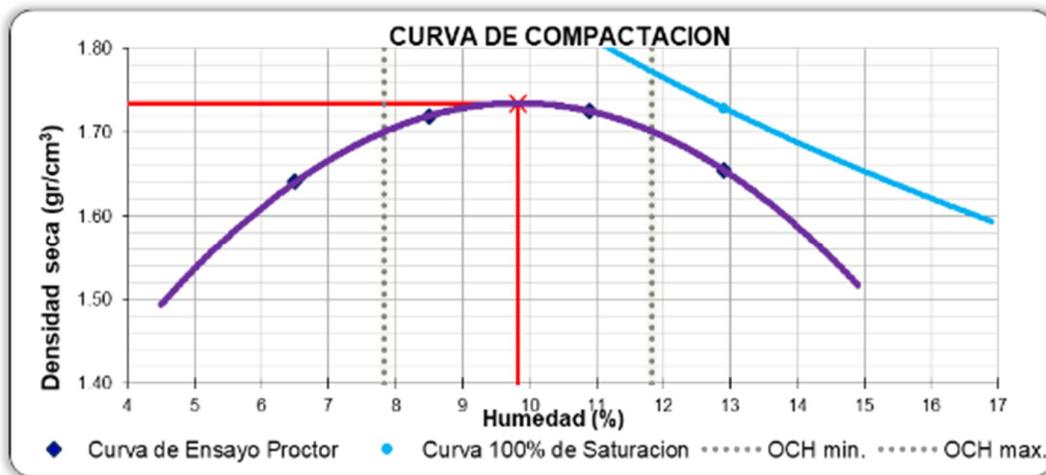
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 107. Relación de Humedad – Densidad seca en la C-02.



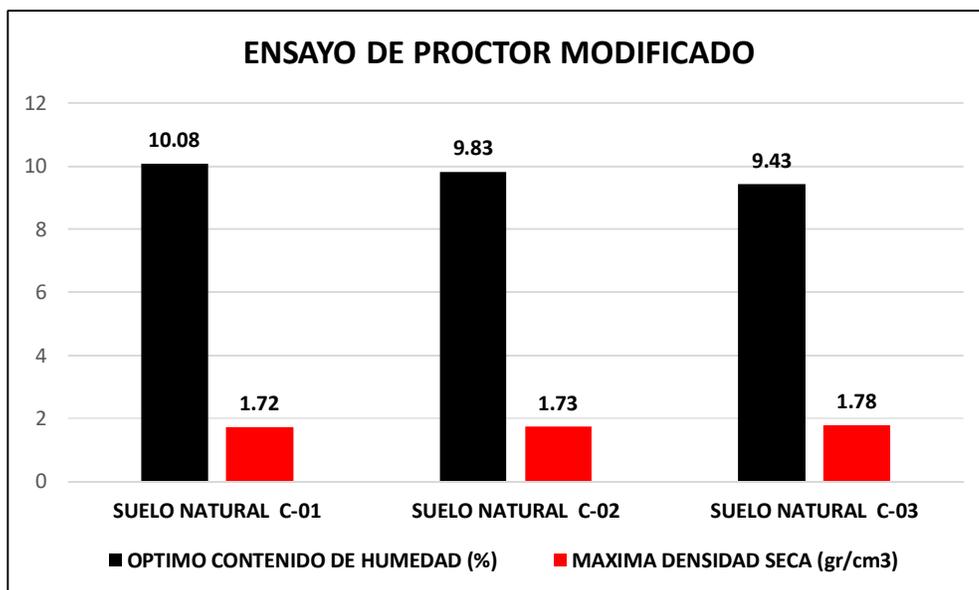
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 108. Relación de Humedad – Densidad seca en la C-03.



Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 109. O.C.H. y M.D.S. de la muestra natural.



Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** En la tabla 48 y figura 109 se observa O.C.H. y la M.D.S. obtenidos de los ensayos realizados con el suelo natural en la C-01, C-02 y C-03 resultando 10.08%, 9.83% y 9.43% de O.C.H. y como máxima densidad seca es el 1.72gr/cm<sup>3</sup>, 1.74gr/cm<sup>3</sup> y 1.78gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.5.2. Resultado de Proctor Modificado-Adicionado C-01 Ceniza de cascara de castaña.

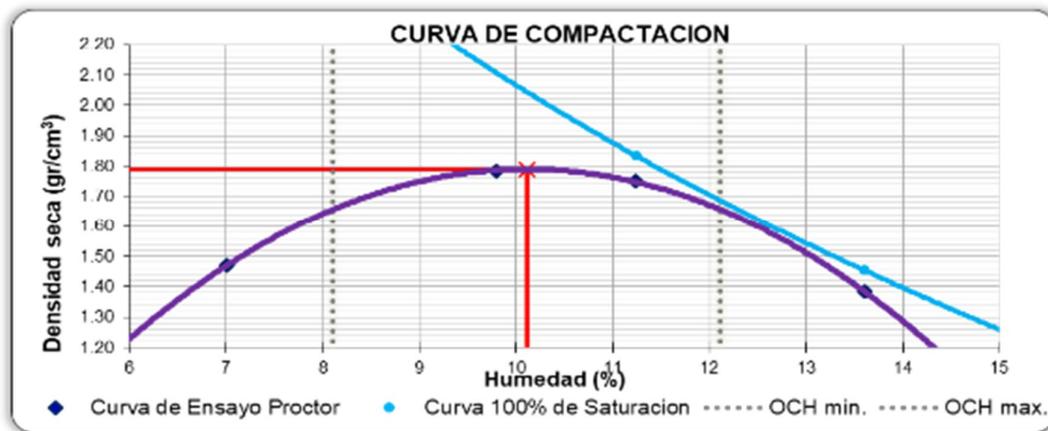
Se detalla en tabla 49 los resultados obtenidos en el ensayo del Proctor modificado adicionando cenizas de cascara de castaña en la calicata 1

Tabla 49. O.C.H. y M.D.S en la C-01 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
CALICATA	O.C. H. (%)	M.D.S. (gr/cm <sup>3</sup> )
2% CCC	10.11	1.79
4% CCC	10.21	1.8
6% CCC	9.88	1.81

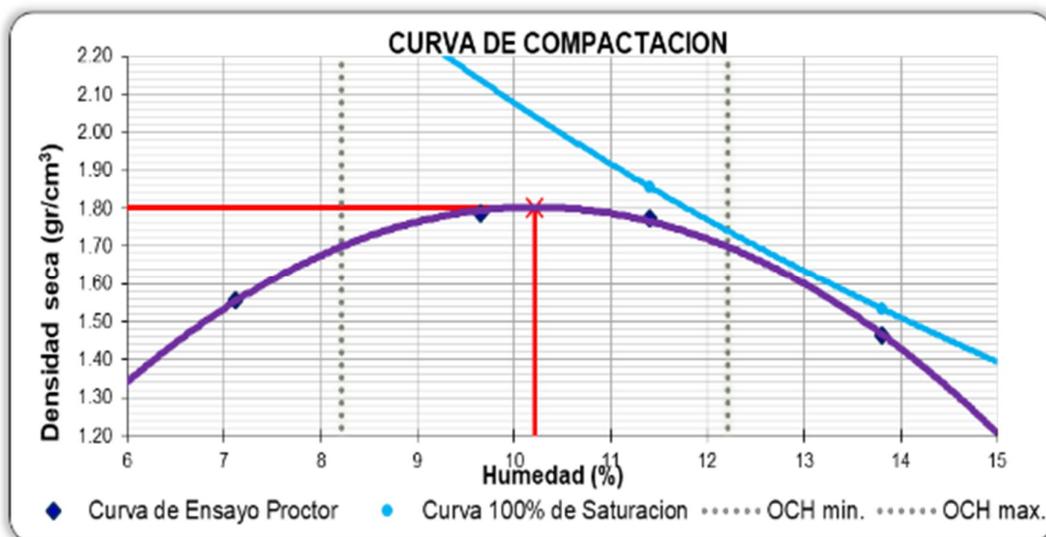
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 110. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-01.



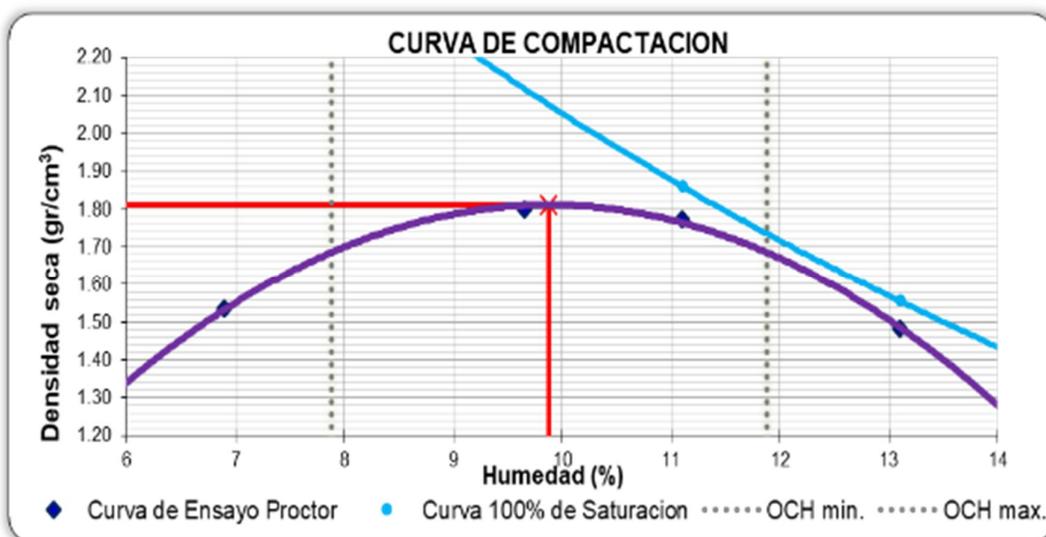
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 111. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-01.



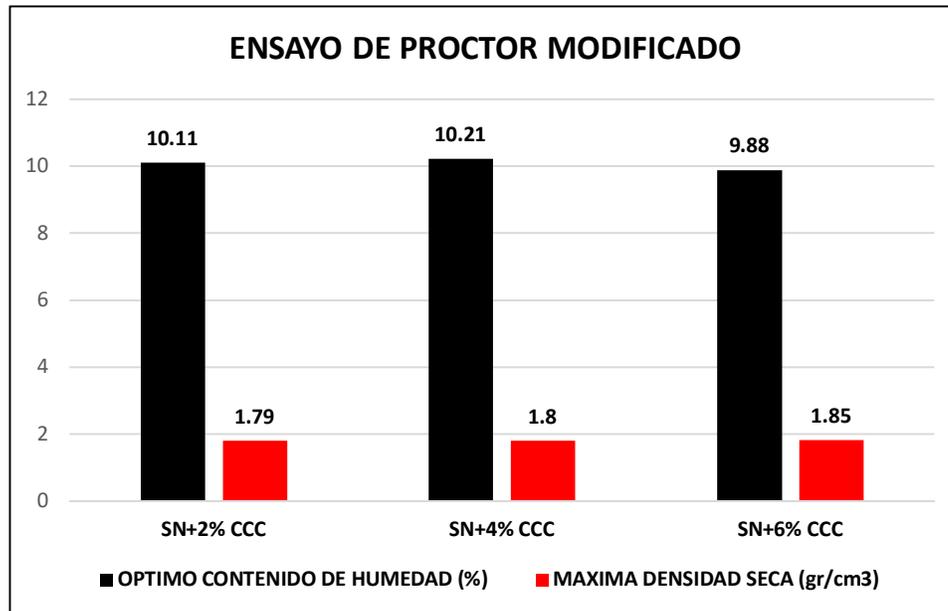
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 112. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-01.



Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 113. Figura gráfica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de castaña de C-01.



Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** De acuerdo a la tabla 49 y figura 113 se observa O.C.H. al adicionando el 2%CCC de es 10.11, 4%CCC es 10.21 y el 6%CCC es 9.88, la M.D.S. al 2%CCC es 1.79gr/cm<sup>3</sup>, 4%CCC es 1.879gr/cm<sup>3</sup> y 6%CCC es 1.85gr/cm<sup>3</sup>, esto dejó ver alteraciones porcentuales del valor de M.D.S. y O.C.H. relación a la muestra patrón según se iba a incrementando las cenizas de cascara de castaña en la calicata 01; el mayor cambio de óptimo contenido de humedad, fue el incremento 10.21%, que se dio para la adición de 4% de CCC, sin embargo en la máxima densidad seca el mayor cambio fue de 1.81gr/cm<sup>3</sup> con la adición de 6% de CCC.

#### 4.5.3. Resultado de Proctor Modificado-Adicionado C-01 Ceniza de cascara de cacao.

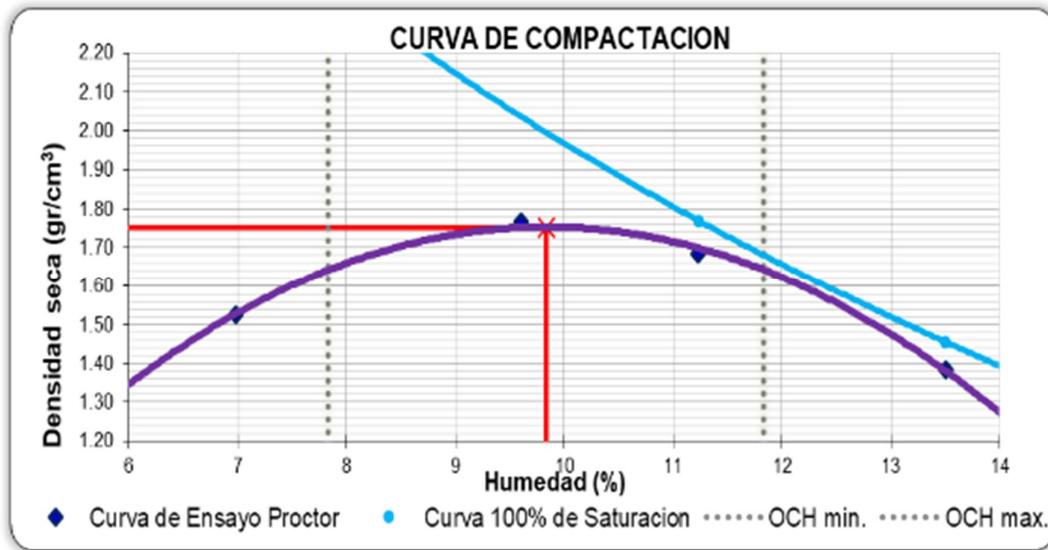
Se detalla en tabla 50 los resultados obtenidos en el ensayo del Proctor modificado adicionando cenizas de cascara de cacao en la calicata 1

Tabla 50. O.C.H. y M.D.S en la C-01 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
CALICATA	O.C. H. (%)	M.D.S. (gr/cm <sup>3</sup> )
2% CCC	9.83	1.75
4% CCC	9.71	1.8
6% CCC	9.73	1.85

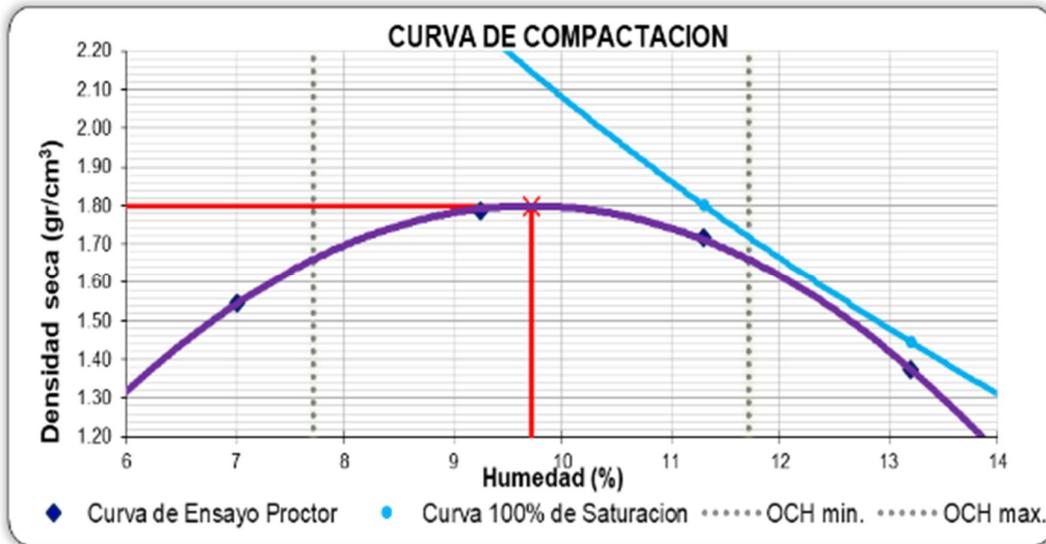
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 114. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-01.



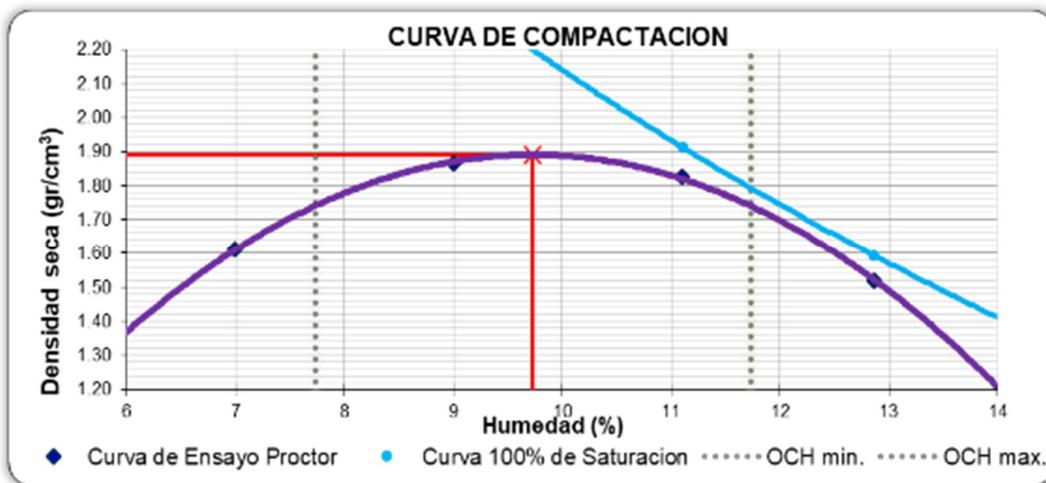
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 115. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-01.



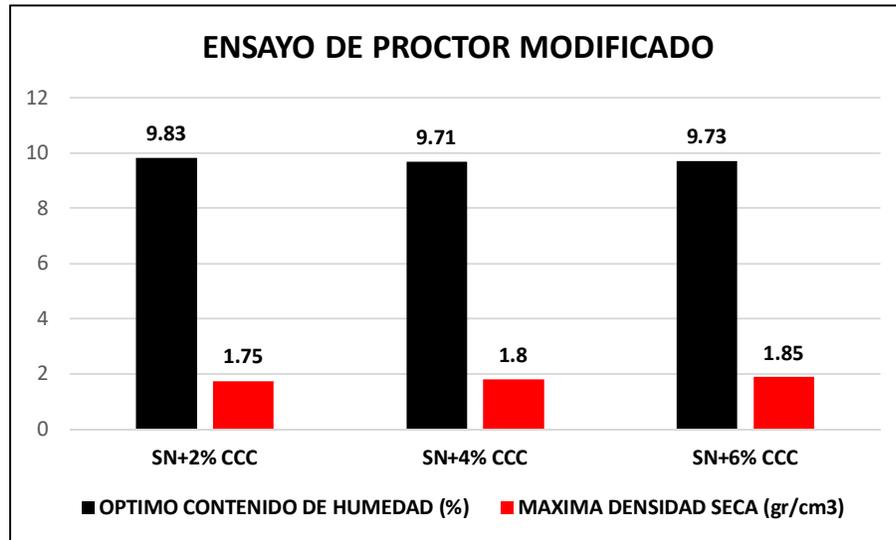
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 116. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-01.



Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 117. figura grafica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de cacao al 2%,4% y 6% en la Calicata 1.



Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** Acorde a la tabla 50 y figura 117, para la muestra patrón se obtuvo un óptimo contenido de humedad (OCH) de 10.08%, al adicionar 2% de cenizas de cascara de cacao da un 9.83%, para la muestra con 4%CCC un O.C.H. de 9.71 y para la muestra con 6% de cenizas de cascara de cacao un O.C.H. de 9.73%; en la muestra patrón se obtuvo la máxima densidad seca (MDS) de 1.72%, al incrementar el 2% de cenizas de cascara de cacao da un 1.75gr/cm<sup>3</sup>, para la muestra con 4%CCC una M.D.S. de 1.8gr/cm<sup>3</sup> y para la muestra con 6% de cenizas de cascara de cacao una M.D.S. de 1.85gr/cm<sup>3</sup> esto dejó ver alteraciones porcentuales del valor de MDS y O.C.H. relación a la muestra patrón según se iba a incrementando las cenizas de cascara de cacao en la calicata 01. El mayor cambio de óptimo contenido de humedad, fue el incremento 9.73%, que se dio para la adición de 6% de CCC, que a su vez causó el mayor cambio de máxima densidad seca, el incremento de 1.89gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.5.4. Resultado de Proctor Modificado-Adicionado C-02 Ceniza de cascara de castaña.

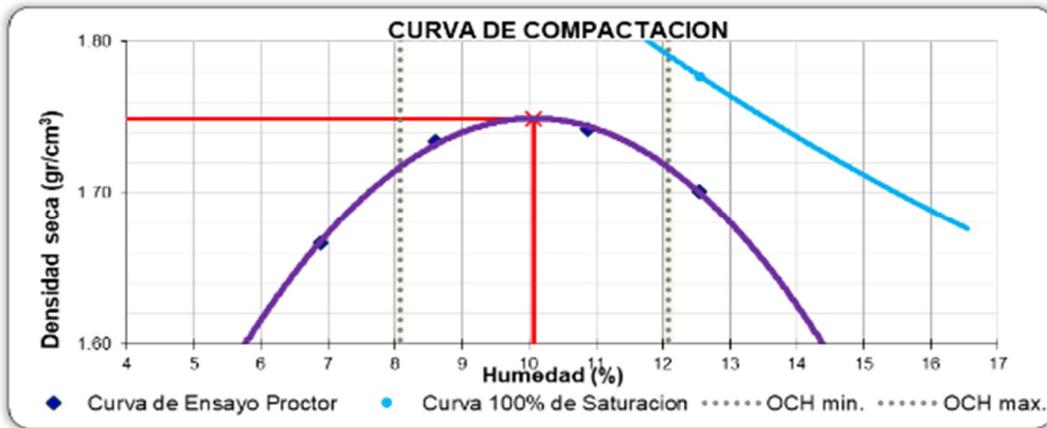
Se detalla en tabla 49 los resultados obtenidos en el ensayo del Proctor modificado adicionando cenizas de cascara de castaña en la calicata 2.

Tabla 51. O.C.H. y M.D.S en la C-02 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
CALICATA	O.C. H. (%)	M.D.S. (gr/cm <sup>3</sup> )
2% CCC	10.07	1.75
4% CCC	10.01	1.8
6% CCC	10.22	1.81

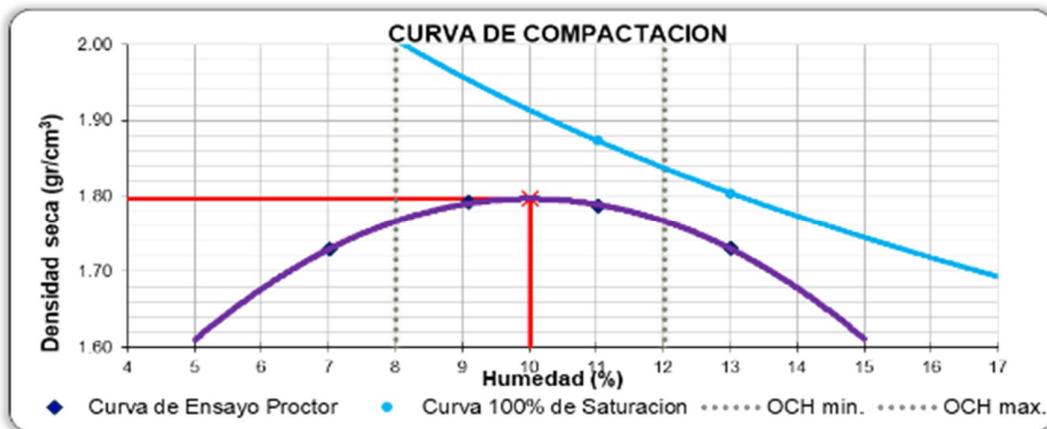
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 118. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-02.



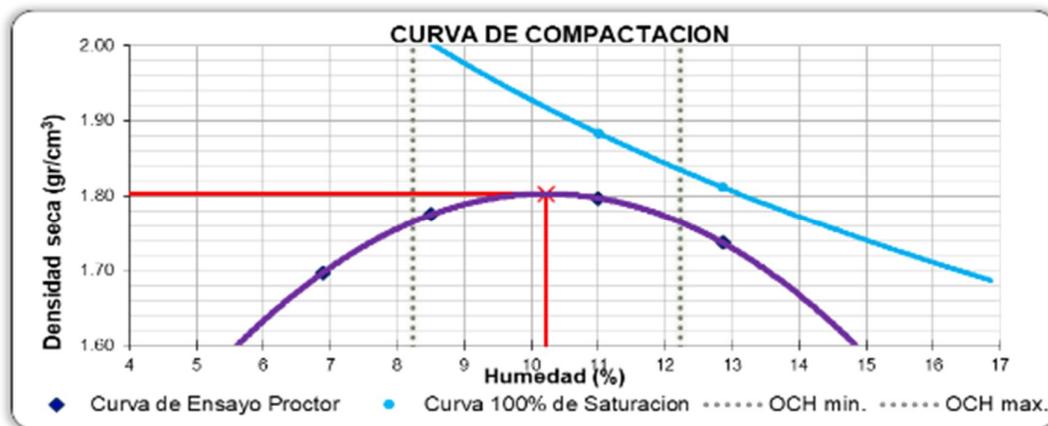
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 119. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-02.



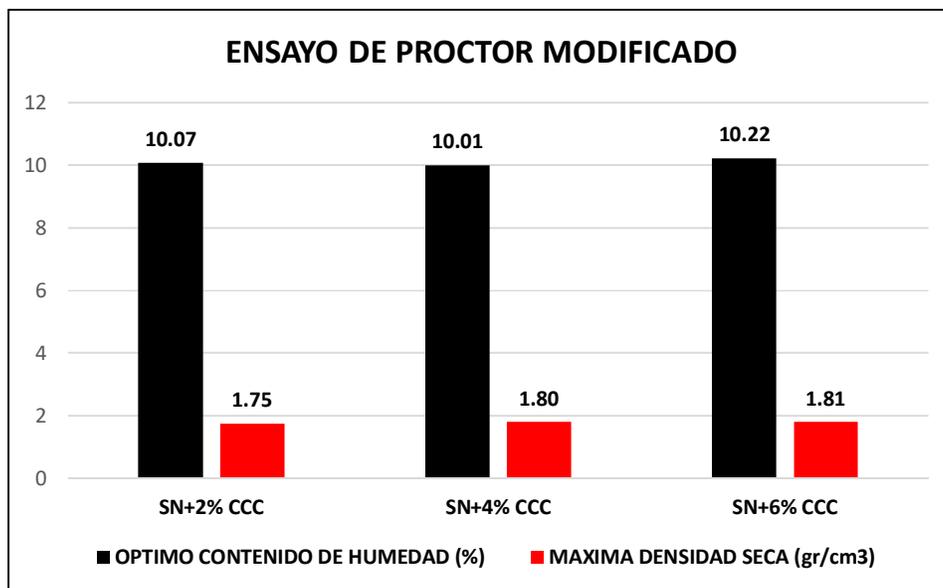
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 120. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-02.



Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 121. figura grafica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de castaña al 2%,4% y 6% en la Calicata 2



Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** En la tabla 51 y figura 113, para la muestra patrón se obtuvo un óptimo contenido de humedad (OCH) de 9.83%, al adicionar 2% de cenizas de cascara de castaña da un 10.07%, para la muestra con 4%CCC un O.C.H. de

10.01% y para la muestra con 6% de cenizas de cascara de castaña un O.C.H. de 10.22%; en la muestra patrón se obtuvo la máxima densidad seca (MDS) de 1.73gr/cm<sup>3</sup>, al incrementar 2% de cenizas de cascara de castaña da un 1.75gr/cm<sup>3</sup>, para la muestra con 4%CCC una M.D.S. de 1.8gr/cm<sup>3</sup> y para la muestra con 6% de cenizas de cascara de castaña una M.D.S de 1.81gr/cm<sup>3</sup>, esto dejó alteraciones porcentuales del valor de M.D.S. y O.C.H. relación a la muestra patrón según se iba a incrementando las cenizas de cascara de castaña en la calicata 02. El mayor cambio de óptimo contenido de humedad, fue el incremento 10.22%, que se dio para la adición de 6% de cenizas de cascara de castaña, que a su vez causó el mayor cambio de máxima densidad seca, el incremento de 1.81gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.5.5. Resultado de Proctor Modificado-Adicionado C-02 Ceniza de cascara de cacao.

Se detalla en tabla 49 los resultados obtenidos en el ensayo del Proctor modificado adicionando cenizas de cascara de cacao en la calicata 2.

Tabla 52. O.C.H. y M.D.S en la C-02 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
CALICATA	O.C. H. (%)	M.D.S. (gr/cm <sup>3</sup> )
2% CCC	9.98	1.81
4% CCC	10.33	1.79
6% CCC	10.78	1.83

Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 122. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-02.

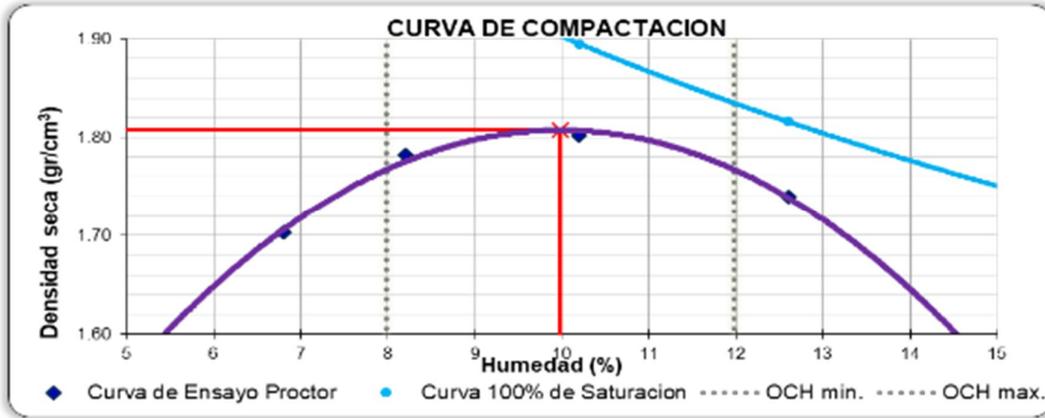


Figura 123. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-02.

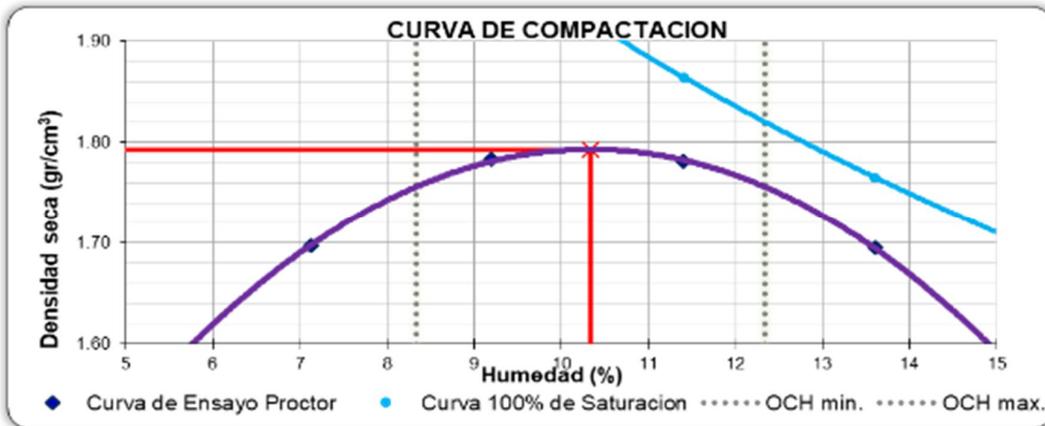
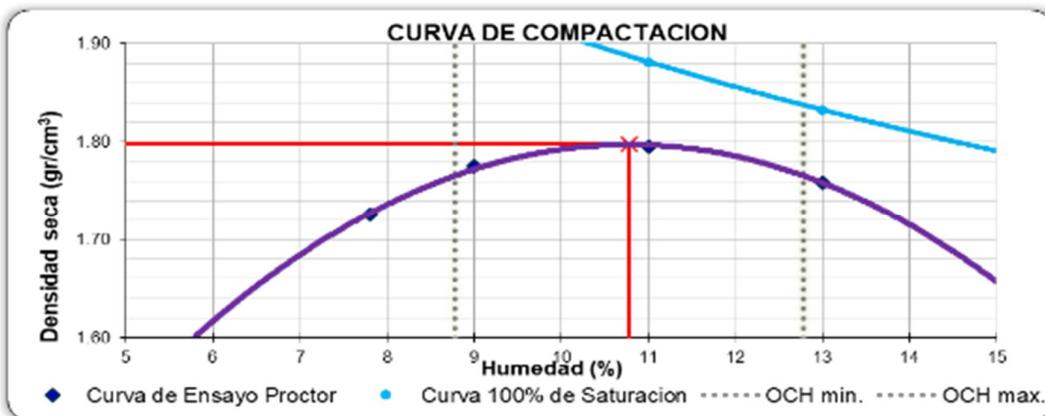
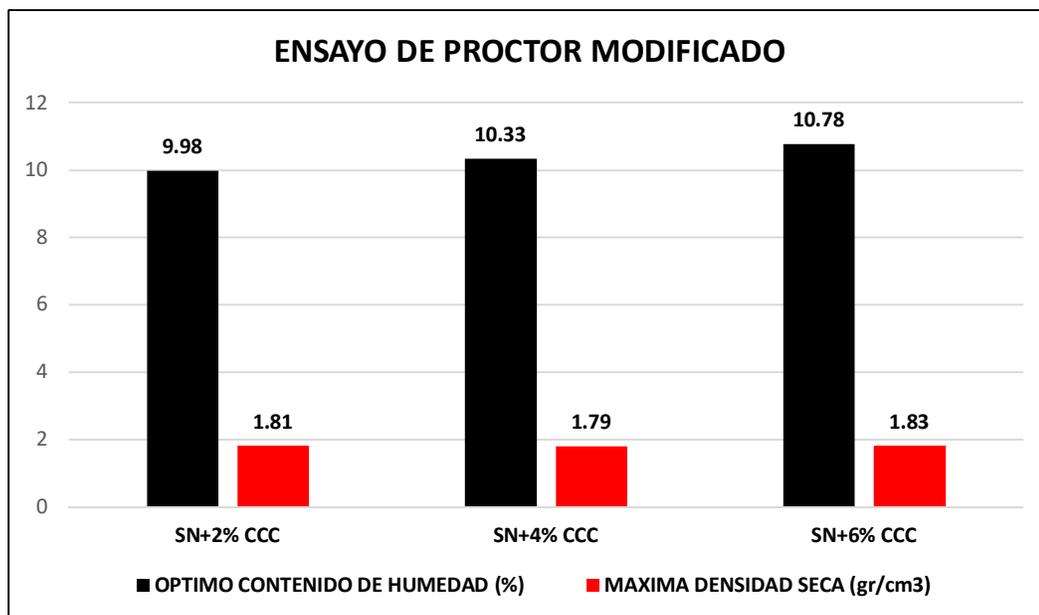


Figura 124. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-02.



Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 125. figura grafica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de cacao al 2%,4% y 6% en la Calicata 2



Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** En la tabla 52 y figura 125, para la muestra patrón se obtuvo un óptimo contenido de humedad (OCH) de 9.83%, al adicionar 2% de cenizas de cascara de cacao da un 9.98%, para la muestra con 4%CCC un O.C.H. de 10.33% y para la muestra con 6% de cenizas de cascara de cacao un O.C.H. de 10.78%; en la muestra patrón se obtuvo la máxima densidad seca (MDS) de 1.73gr/cm<sup>3</sup>, al incrementar 2% de cenizas de cascara de cacao da un 1.81gr/cm<sup>3</sup>, para la muestra con 4%CCC una M.D.S. de 1.79gr/cm<sup>3</sup> y para la muestra con 6% de cenizas de cacao tiene una M.D.S de 1.83gr/cm<sup>3</sup>, esto dejó alteraciones porcentuales del valor de M.D.S. y O.C.H. relación a la muestra patrón según se iba a incrementando las cenizas de cascara de cacao en la calicata 02. El mayor cambio de óptimo contenido de humedad, fue el incremento 10.78%, que se dio para la adición de 6% de cenizas de cascara de cacao, que a su vez causó el mayor cambio de máxima densidad seca, el incremento de 1.80gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.5.6. Resultado de Proctor Modificado-Adicionado C-03 Ceniza de cascara de castaña.

Se detalla en tabla 53 los resultados obtenidos en el ensayo del Proctor modificado adicionando cenizas de cascara de castaña en la calicata 2.

Tabla 53. O.C.H. y M.D.S en la C-03 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
CALICATA	O.C. H. (%)	M.D.S. (gr/cm <sup>3</sup> )
2% CCC	9	1.79
4% CCC	9.63	1.8
6% CCC	9.26	1.78

Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 126. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-03.

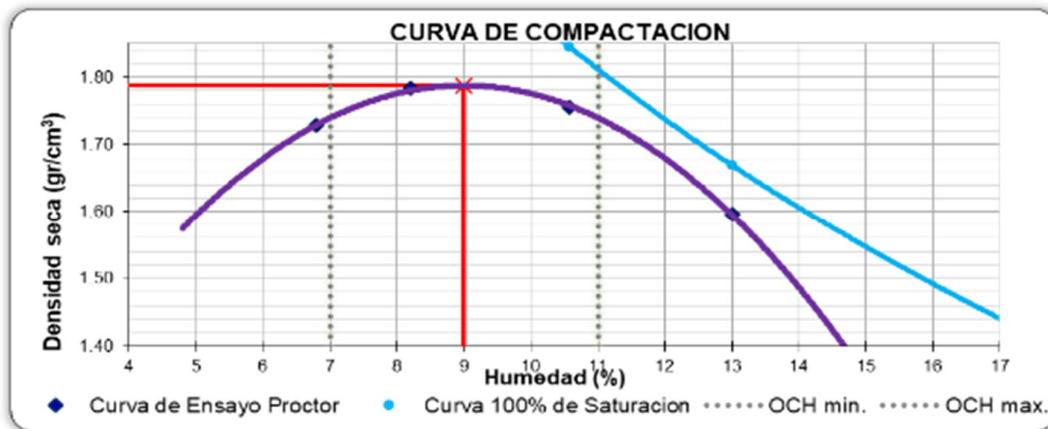


Figura 127. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-03.

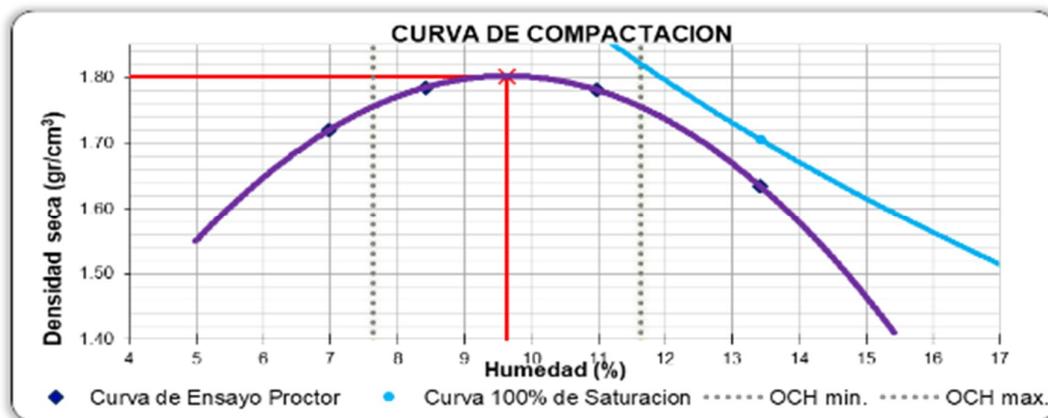


Figura 128. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-03.

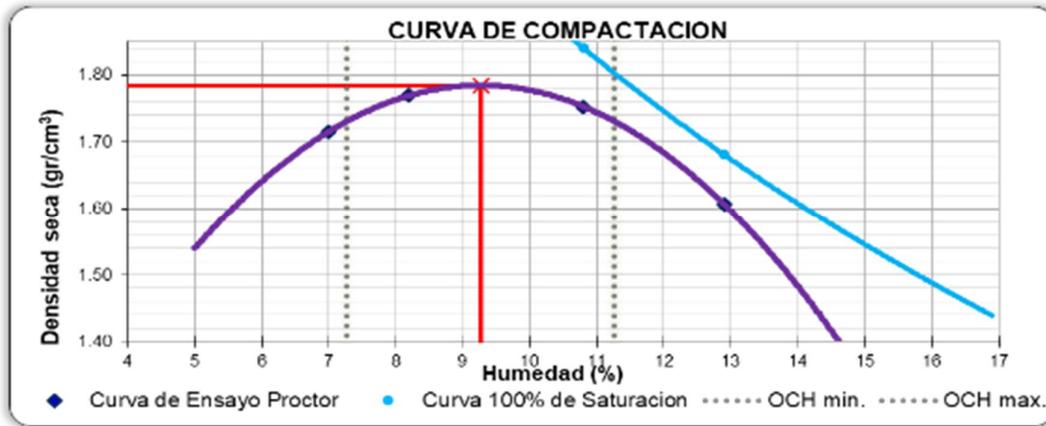
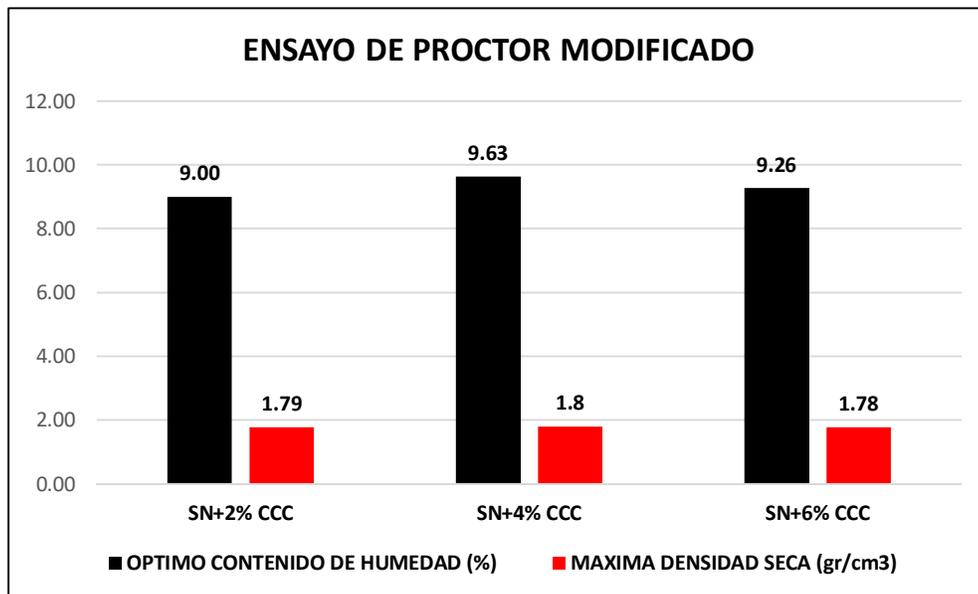


Figura 129. figura grafica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de castaña al 2%,4% y 6% en la Calicata 3.



Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** En la figura 125 se observa O.C.H. al adicionando el 2%CCC de es 9.00, 4%CCC es 9.63 y el 6%CCC es 9.26, la M.D.S. al 2%CCC es 1.79gr/cm<sup>3</sup>, 4%CCC es 1.8gr/cm<sup>3</sup> y 6%CCC es 1.78gr/cm<sup>3</sup> resultados obtenidos al adicional al suelo natural en la C-03. En la tabla 53 y figura 129, para la muestra patrón se obtuvo un óptimo contenido de humedad (OCH) de 9.43%, al adicionar 2% de cenizas de cascara de castaña da un 9.00%, para la muestra con 4%CCC un O.C.H. de 9.63% y para la muestra con 6% de cenizas de cascara de castaña un

O.C.H. de 9.26%; en la muestra patrón se obtuvo la máxima densidad seca (MDS) de 1.78gr/cm<sup>3</sup>, al incrementar 2% de cenizas de cascara de castaña da un 1.79gr/cm<sup>3</sup>, para la muestra con 4%CCC una M.D.S. de 1.8gr/cm<sup>3</sup> y para la muestra con 6% de cenizas de cascara de castaña una M.D.S de 1.78gr/cm<sup>3</sup>, esto dejó alteraciones porcentuales del valor de M.D.S. y O.C.H. relación a la muestra patrón según se iba a incrementando las cenizas de cascara de castaña en la calicata 03. El mayor cambio de óptimo contenido de humedad, fue el incremento 9.63%, que se dio para la adición de 4% de cenizas de cascara de castaña, que a su vez causó el mayor cambio de máxima densidad seca, el incremento de 1.80gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.5.7. Resultado de Proctor Modificado-Adicionado C-03 Ceniza de cascara de cacao.

Se detalla en tabla 49 los resultados obtenidos en el ensayo del Proctor modificado adicionando cenizas de cascara de cacao en la calicata 3.

Tabla 54. O.C.H. y M.D.S en la C-03 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
CALICATA	O.C. H. (%)	M.D.S. (gr/cm <sup>3</sup> )
2% CCC	10.03	1.79
4% CCC	9.09	1.76
6% CCC	9.12	1.80

Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 130. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 2% de CCC en la C-03.

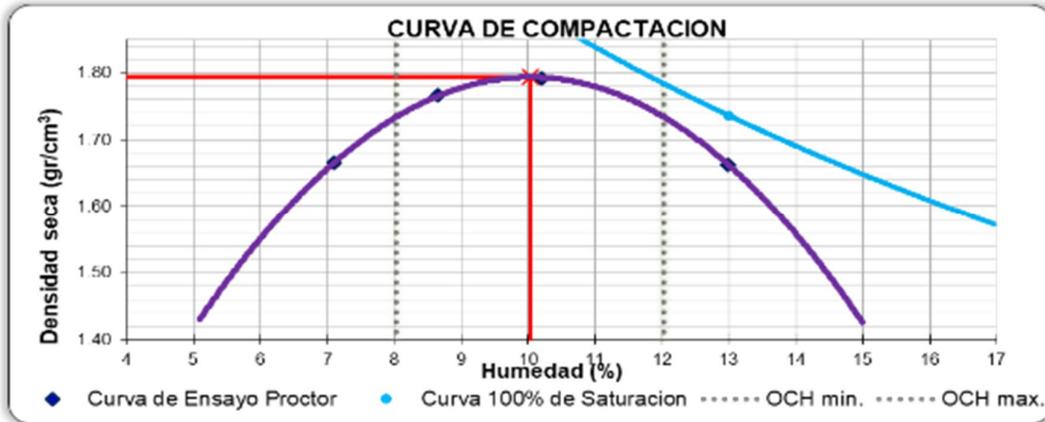


Figura 131. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 4% de CCC en la C-03.

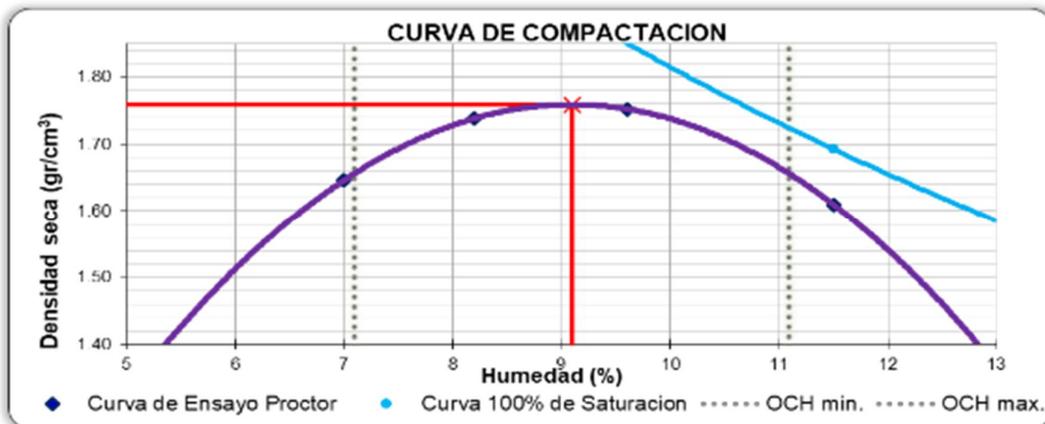


Figura 132. Relación de Humedad – Densidad seca adicionando el 6% de CCC en la C-03.

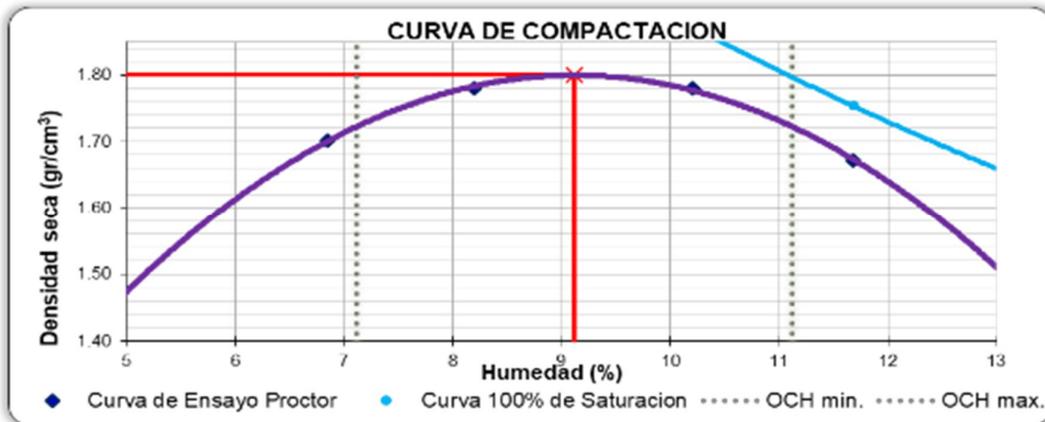
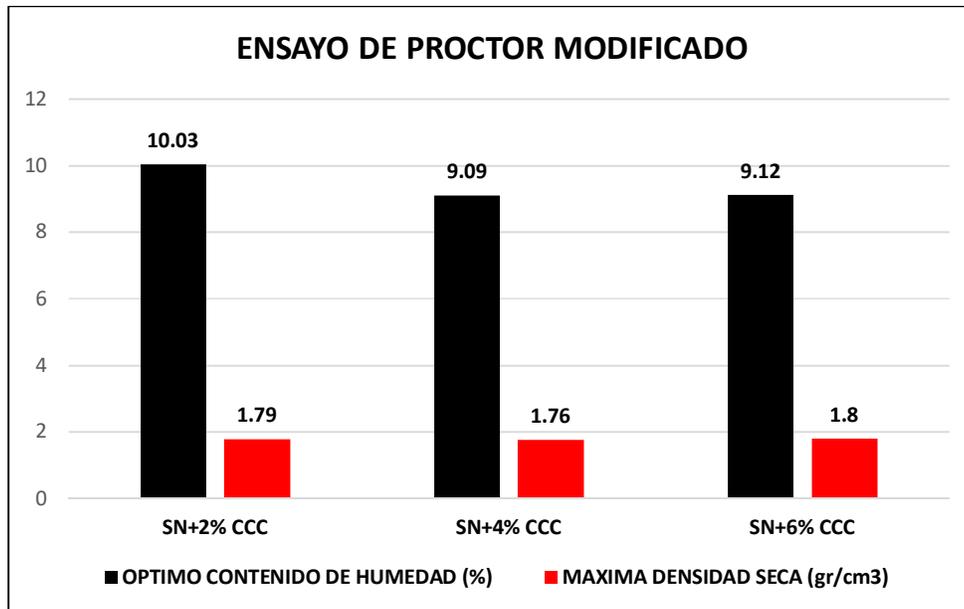


Figura 133. figura grafica estadística de humedad y densidad adicionando ceniza de cascara de cacao al 2%,4% y 6% en la Calicata 3.



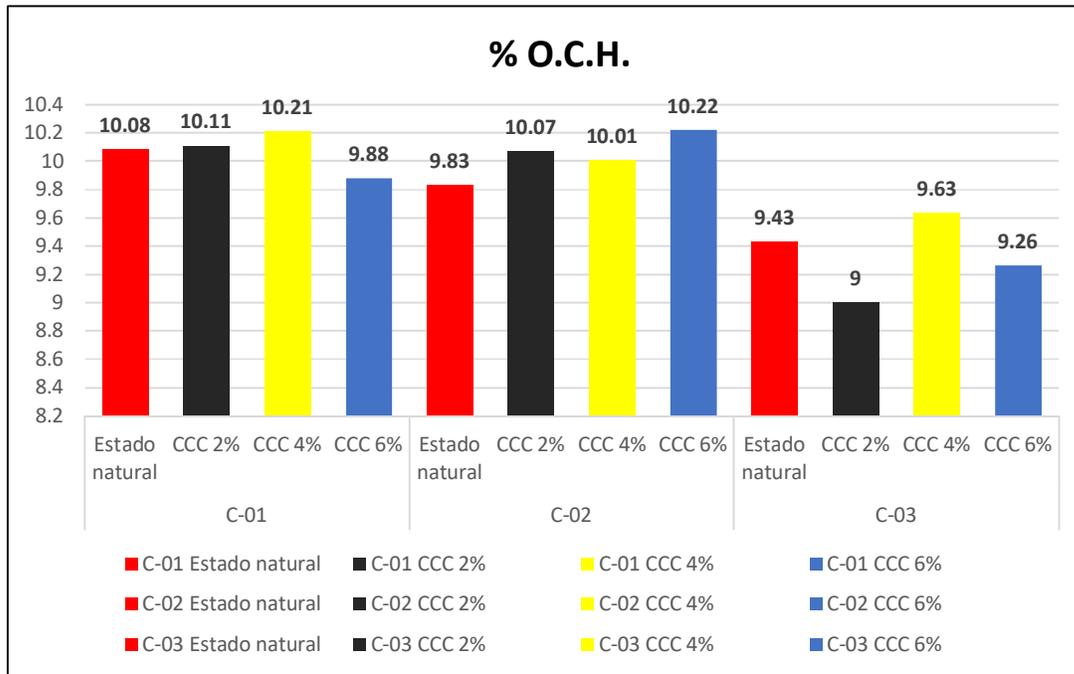
Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** En la tabla 54 y figura 133, para la muestra patrón se obtuvo un óptimo contenido de humedad (OCH) de 9.43%, al adicionar 2% de cenizas de cascara de cacao da un 10.03%, para la muestra con 4%CCC un O.C.H. de 9.09% y para la muestra con 6% de cenizas de cascara de cacao un O.C.H. de 9.12%; en la muestra patrón se obtuvo la máxima densidad seca (MDS) de 1.78gr/cm<sup>3</sup>, al incrementar 2% de cenizas de cascara de cacao da un 1.79gr/cm<sup>3</sup>, para la muestra con 4%CCC una M.D.S. de 1.76gr/cm<sup>3</sup> y para la muestra con 6% de cenizas de cascara de cacao una M.D.S de 1.8gr/cm<sup>3</sup>, esto dejó alteraciones porcentuales del valor de M.D.S. y O.C.H. relación a la muestra patrón según se iba a incrementando las cenizas de cascara de cacao en la calicata 03. El mayor cambio de óptimo contenido de humedad, fue el incremento 10.03%, que se dio para la adición de 2% de cenizas de cascara de cacao, sin embargo, en la máxima densidad seca el mayor cambio fue de 1.80gr/cm<sup>3</sup> con la adición de 6% de CCC.

Tabla 55. O.C.H. y M.D.S en la C-03 adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural.

Muestra	Identificación	Humedad Optima (%)	Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
C-01	Estado natural	10.08	1.72
	CCC 2%	10.11	1.79
	CCC 4%	10.21	1.8
	CCC 6%	9.88	1.85
C-02	Estado natural	9.83	1.73
	CCC 2%	10.07	1.75
	CCC 4%	10.01	1.8
	CCC 6%	10.22	1.81
C-03	Estado natural	9.43	1.78
	CCC 2%	9	1.79
	CCC 4%	9.63	1.8
	CCC 6%	9.26	1.78

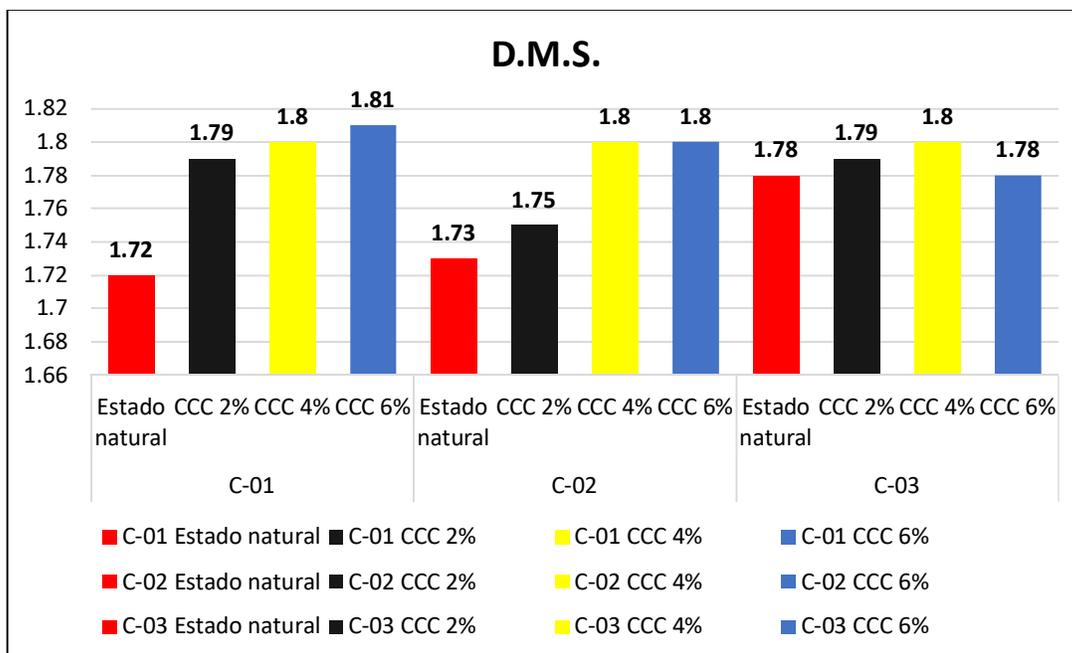
Figura 134. figura grafica O.C.H. adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural.



**Interpretación:** Como se observa en la tabla 55 y figura 134 los resultados de O.C.H. adicionando Ceniza de Cascara de Castaña para las tres calicatas. Para

la muestra patrón del estado del suelo C-01 es 10.08% y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de castaña tenemos como resultados: 10.11%, 10.21% y 9.88%. Para la muestra patrón del estado del suelo C-02 es 9.83% y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de castaña tenemos como resultados: 10.07%, 10.01% y 10.22%. Para la muestra patrón del estado del suelo C-03 es 9.43% y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de castaña tenemos como resultados: 9%, 9.63% y 9.26%. El mayor cambio de óptimo contenido de humedad fue de 10.22%, que se dio para la adición de 6% de cenizas de cascara de castaña, que a su vez causó el mayor cambio de máxima densidad seca de 1.80gr/cm<sup>3</sup>.

Figura 135. figura grafica D.M.S. adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Castaña en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural.



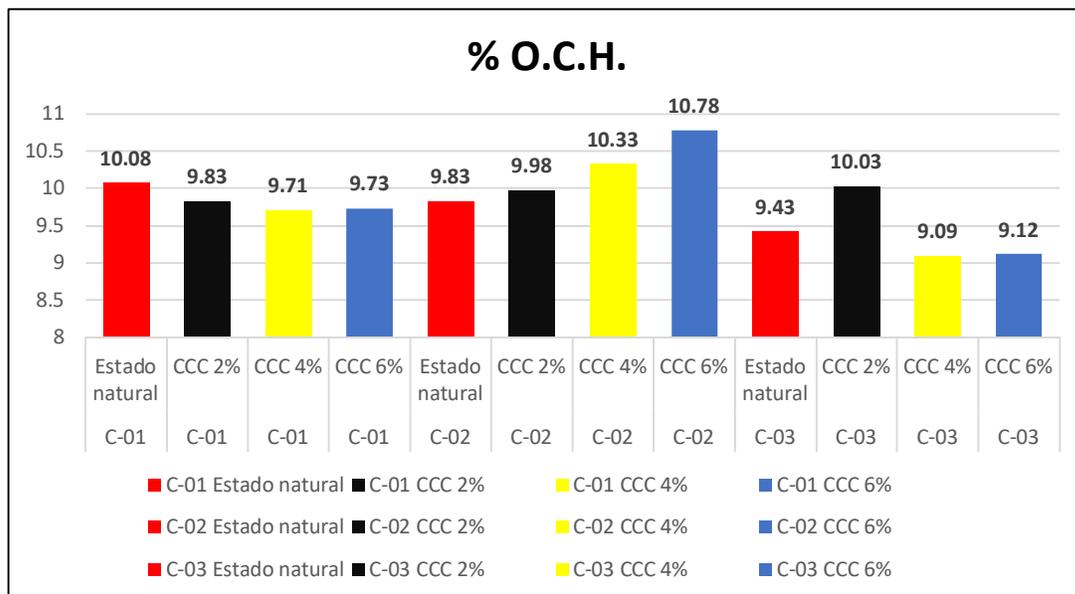
**Interpretación:** Como se observa en la figura 135 los resultados de M.D.S. adicionando Ceniza de Cascara de Castaña para las tres calicatas. Para la muestra patrón del estado del suelo C-01 es 1.72gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de castaña tenemos como resultados: 1.79gr/cm<sup>3</sup>, 1.8gr/cm<sup>3</sup> y 1.81gr/cm<sup>3</sup>. Para la muestra patrón del estado del suelo C-02 es

1.73gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de castaña tenemos como resultados: 1.75gr/cm<sup>3</sup>, 1.8gr/cm<sup>3</sup> y 1.8gr/cm<sup>3</sup>. Para la muestra patrón del estado del suelo C-03 es 1.78gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de castaña tenemos como resultados: 1.79gr/cm<sup>3</sup>, 1.8gr/cm<sup>3</sup> y 1.78gr/cm<sup>3</sup>.

Tabla 56. O.C.H. y M.D.S adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural.

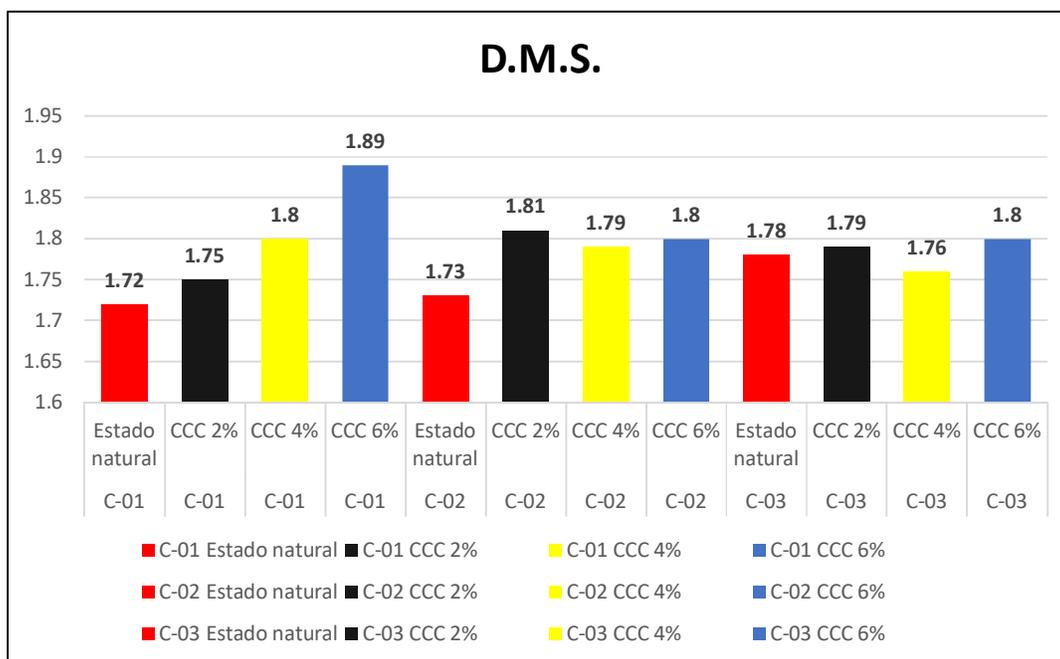
Muestra	Identificación	Humedad Optima (%)	Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
C-01	Estado natural	10.08	1.72
C-01	CCC 2%	9.83	1.75
C-01	CCC 4%	9.71	1.8
C-01	CCC 6%	9.73	1.89
C-02	Estado natural	9.83	1.73
C-02	CCC 2%	9.98	1.81
C-02	CCC 4%	10.33	1.79
C-02	CCC 6%	10.78	1.8
C-03	Estado natural	9.43	1.78
C-03	CCC 2%	10.03	1.79
C-03	CCC 4%	9.09	1.76
C-03	CCC 6%	9.12	1.8

Figura 136. figura grafica O.C.H. adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural.



**Interpretación:** Como se observa en la figura 136 los resultados de O.C.H. adicionando Ceniza de Cascara de Cacao para las tres calicatas. Para la muestra patrón del estado del suelo C-01 es 10.08% y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de cacao tenemos como resultados: 9.83%, 9.71% y 9.73%. Para la muestra patrón del estado del suelo C-02 es 9.83% y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de cacao tenemos como resultados: 9.98%, 10.33% y 10.78%. Para la muestra patrón del estado del suelo C-03 es 9.43% y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de cacao tenemos como resultados: 10.03%, 9.09% y 9.12%.

Figura 137. figura grafica D.M.S. adicionando 2%, 4% y 6% de Ceniza de Cascara de Cacao en las C-01, C-02 Y C-03 al suelo natural.



**Interpretación:** Como se observa en la figura 137 los resultados de M.D.S. adicionando Ceniza de Cascara de Cacao para las tres calicatas. Para la muestra patrón del estado del suelo C-01 es 1.72gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de cacao tenemos como resultados: 1.75gr/cm<sup>3</sup>, 1.8gr/cm<sup>3</sup> y 1.89gr/cm<sup>3</sup>. Para la muestra patrón del estado del suelo C-02 es 1.73gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de cacao tenemos

como resultados: 1.81gr/cm<sup>3</sup>, 1.79gr/cm<sup>3</sup> y 1.8gr/cm<sup>3</sup>. Para la muestra patrón del estado del suelo C-03 es 1.78gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de cacao tenemos como resultados: 1.79gr/cm<sup>3</sup>, 1.76gr/cm<sup>3</sup> y 1.8gr/cm<sup>3</sup>. El mayor cambio de óptimo contenido de humedad fue de 10.78%, que se dio para la adición de 6% de cenizas de cascara de castaña, que a su vez causó el mayor cambio de máxima densidad seca de 1.89gr/cm<sup>3</sup>.

### Ensayo del CBR RESULTADOS DE CBR – SUELO NATURAL

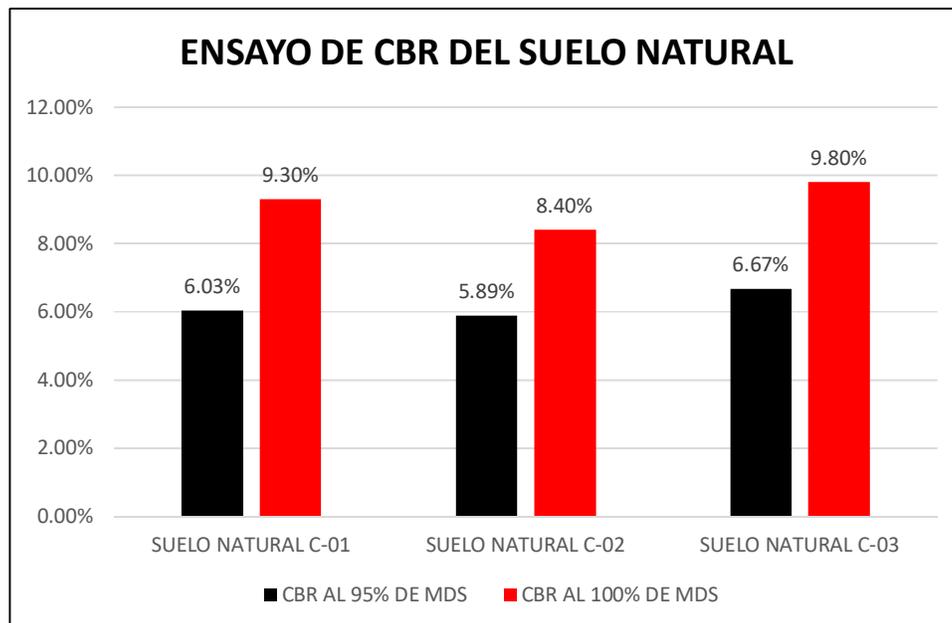
En la siguiente tabla se detallan los resultados según la normativa ASTM D1883-16, NTP 339.145, la capacidad de soporte de las 3 calicatas C1 - C2 - C3 empleados al suelo natural.

Tabla 57. Resultados del CBR para suelo natural C1, C2 y C3.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)		
CALICATAS	CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS
C-1	6.03%	9.30%
C-2	5.89%	8.40%
C-3	6.67%	9.80%

Fuente: Creación propia, 2022.

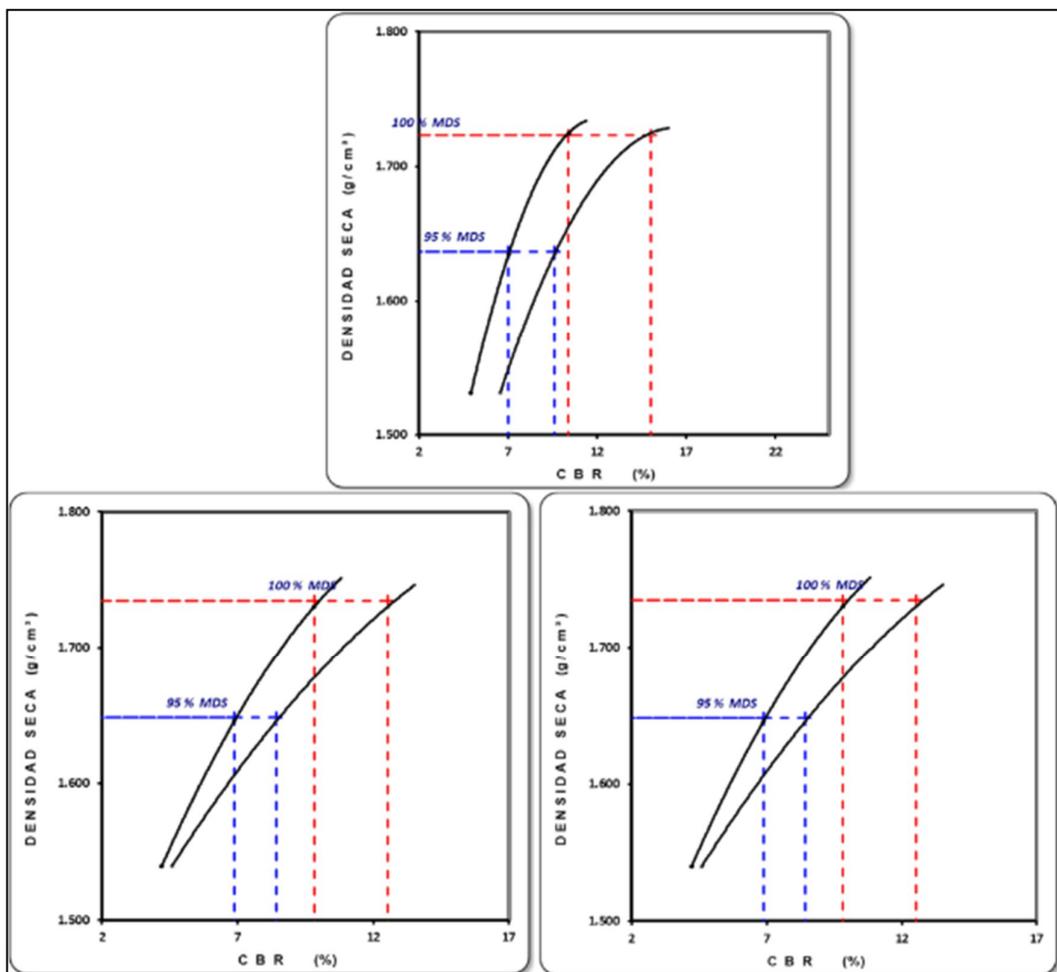
Figura 138. Gráfico para el CBR al 95% y 100% de MDS del suelo Natural de las C-01, C-02 y C-03.



Fuente: propia.

**Interpretación:** El ensayo CBR es para definir si el suelo es bueno o malo para ser utilizado como carpeta de rodadura cumpliendo los requerimientos de la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones E-101, los ensayos de CBR obtenidos en esta investigación dio como resultado al suelo natural del CBR al 95% un 6.03%, 5.89% y 6.67% y el CBR al 100% dio como resultado un 9.30%, 8.40% y 9.80%.

Figura 139. Relación de CBR y DMS en la C-01 adicionando cenizas de cascara de castaña.



Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** Según la tabla 57 y figura 138, para la muestra patrón sin adición de cenizas de cascara de castaña – cacao, el CBR al 95% del M.D.S. para suelo natural de la calicata 01 da 6.035%, para la calicata 2 resulta 5.89% y para la calicata 3 es 6.67%, el CBR al 100% para el suelo natural del M.D.S. de la calicata 1 da 9.30%, para la calicata 2 resulta 8.40% y para la calicata 3 es 9.80%.

### **Resultados de CBR – Suelo adicionado C-01**

#### **CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA – ADICIONANDO A C-01**

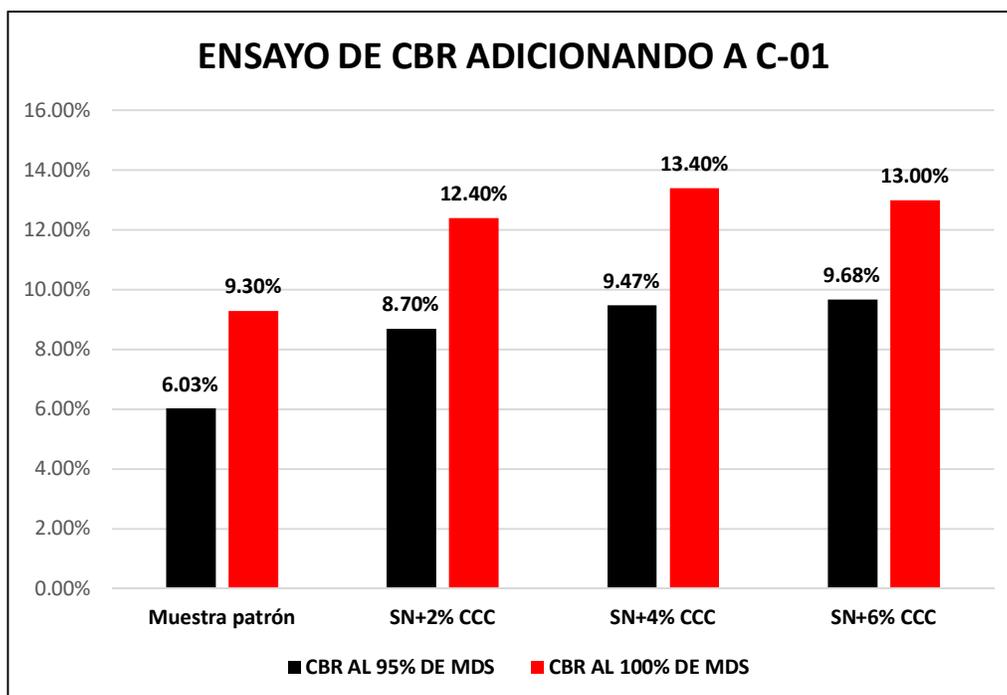
En la siguiente tabla se detallan los resultados de la capacidad de soporte de la calicata C1 aplicando ceniza de cascara de castaña y cacao.

Tabla 58. Resultados del CBR de C-01 adicionando con Ceniza de Cascara de Castaña.

<b>RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)</b>		
<b>CALICATAS</b>	<b>CBR AL 95% DE MDS</b>	<b>CBR AL 100% DE MDS</b>
Muestra patrón	6.03 %	9.3 %
2% CCC	8.70 %	12.4 %
4% CCC	9.47 %	13.4 %
6% CCC	9.68 %	13.0 %

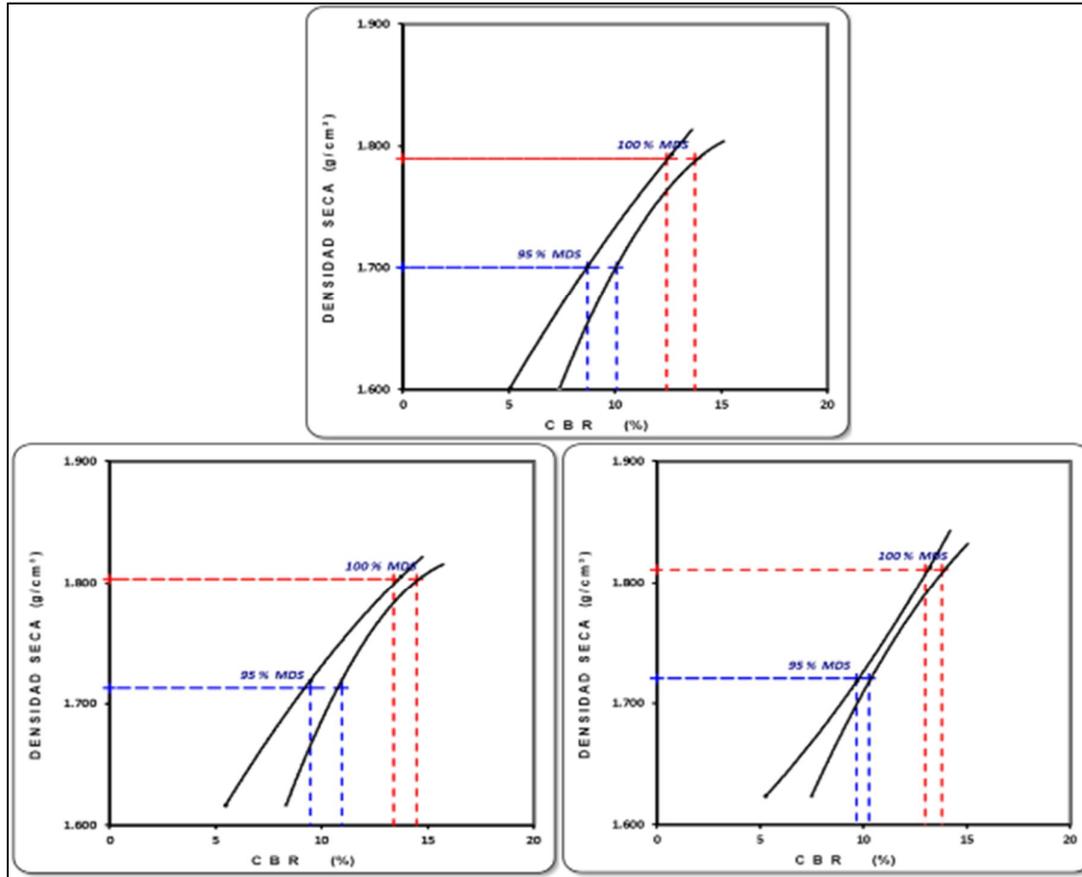
Fuente: Creación propia, 2022.

Figura 140. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-01 adicionando ceniza de cascara de castaña.



**Interpretación:** Según la tabla 58 y figura 140, se demuestra que el CBR al 95% de la M.D.S. insertando a la muestra patrón con 2% cenizas de cascara de castaña da como resultado 8.70%, incrementando 4% es 9.47% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 9.68% de CBR al 95%, de igual maneral se demuestra que el CBR al 100% de la M.D.S. incrementando al suelo natural con 2% de CCC da como resultado 12.40%, incrementando 4% es 13.40% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 13.00% de CBR al 100%, concluyendo que el 6% de cenizas de cascara de castaña es optimo al CBR.

Figura 141. Relación de CBR y DMS en la C-01 adicionando cenizas de cascara de castaña.



**Interpretación:** En la figura 141 se detalla que el CBR al 95% y 100% de la muestra de la calicata 1 tiene una densidad seca es favorable por ello la clasificación de E. Bowles según el manual de laboratorio de suelos se observa las gráficas de la relación entre CBR y su la máxima densidad seca al adicionar cenizas de cenizas de cascara de castaña en la calicata 1.

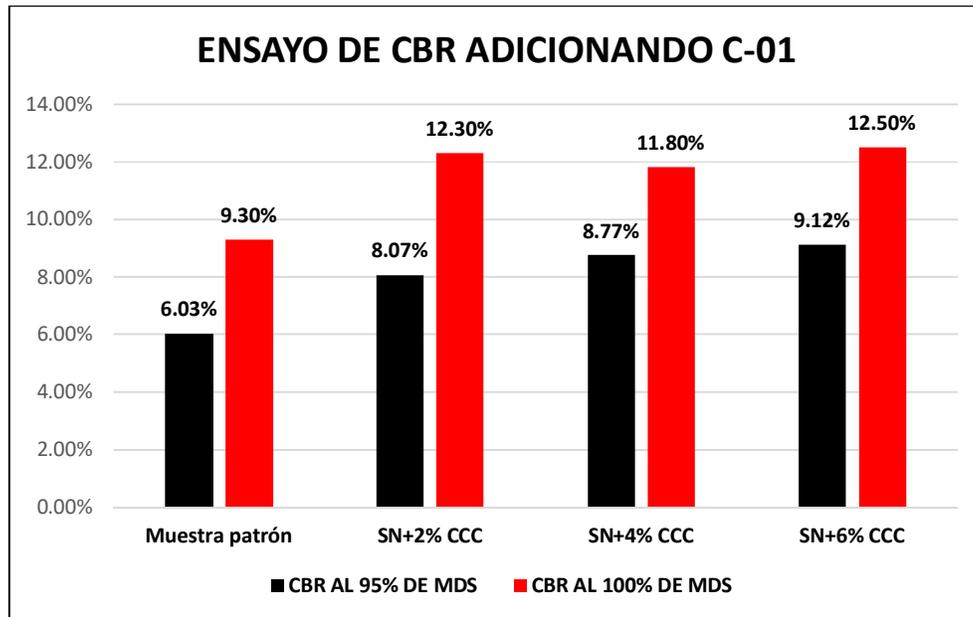
## CENIZA DE CASCARA DE CACAO– ADICIONANDO A C-01

Tabla 59. Resultados del CBR de C-01 adicionando con Ceniza de Cascara de Cacao.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)		
CALICATAS	CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS
Muestra patrón	6.03 %	9.30 %
2% CCC	8.07 %	12.3 %
4% CCC	8.77 %	11.8 %
6% CCC	9.12 %	12.5 %

Fuente: Creación propia, 2022.

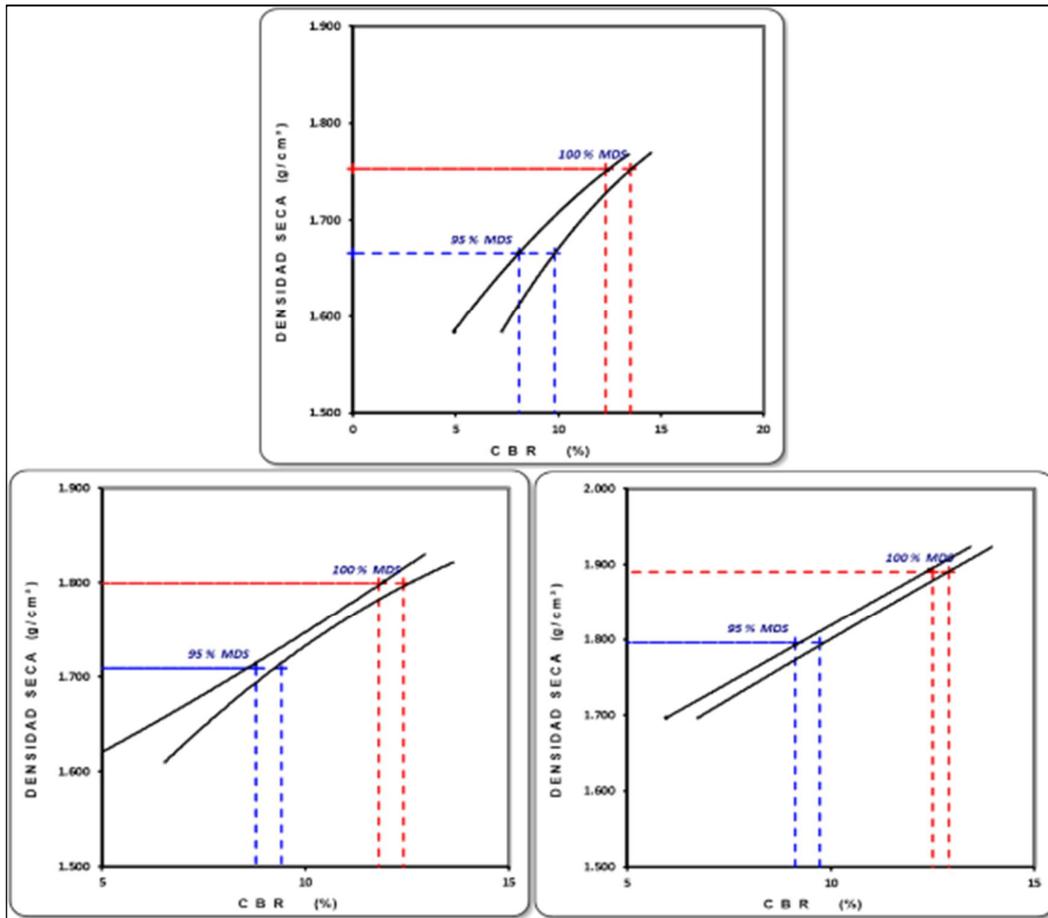
Figura 142. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-01 adicionando ceniza de cascara de cacao.



**Interpretación:** Según la tabla 59 y figura 142, se demuestra que el CBR al 95% de la M.D.S. insertando a la muestra patrón con 2% cenizas de cascara de cacao da como resultado 8.07%, incrementando 4% es 8.77% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 9.12% de CBR al 95%, de igual maneral se demuestra que el CBR al 100% de la M.D.S. incrementando al suelo natural con 2% de CCC da como

resultado 12.30%, incrementando 4% es 11.80% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 12.50% de CBR al 100%, concluyendo que el 6% de cenizas de cascara de castaña es óptimo al CBR al 95% y 100% de la M.D.S.

Figura 143. Relación de CBR y DMS en la C-01 adicionando cenizas de cascara de cacao.



**Interpretación:** En la figura 143 se detalla que el CBR al 95% y 100% de la muestra tiene una densidad seca es favorable por ello la clasificación de E. Bowles según el manual de laboratorio de suelos se observa las gráficas de la relación entre CBR y su la máxima densidad seca al adicionar ceniza de cenizas de cascara de cacao en la calicata 1.

## CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA – ADICIONANDO A C-2

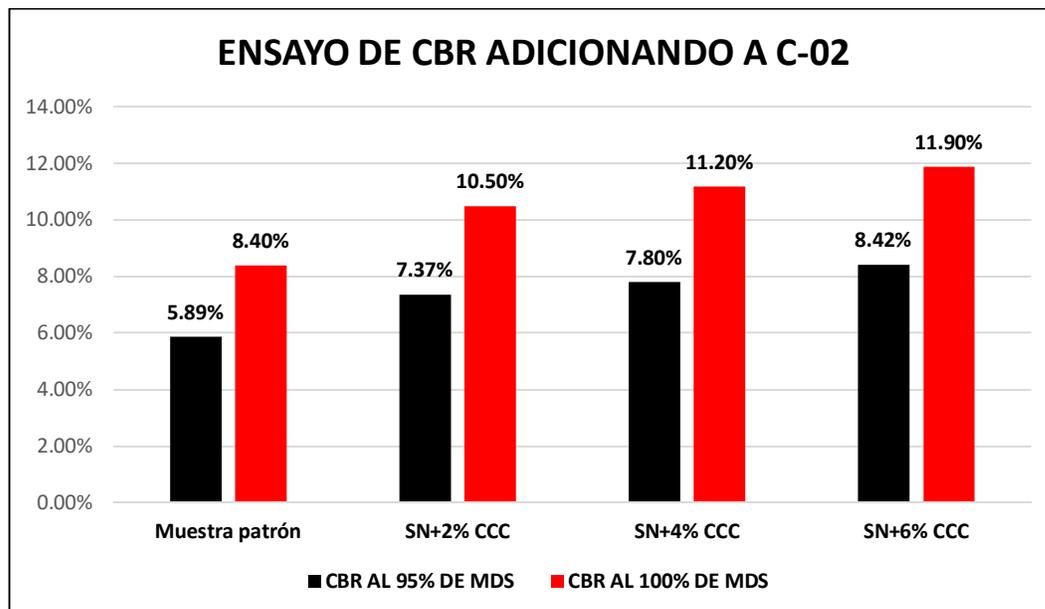
En la tabla se detallan los resultados de la capacidad de soporte de las tres calicatas c1 - c2 - c3 aplicados al suelo natural.

Tabla 60. Resultados del CBR de C-02 adicionando con Ceniza de Cascara de Castaña.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)		
CALICATAS	CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS
Muestra de patrón	5.89 %	8.4 %
2% CCC	7.37 %	10.5 %
4% CCC	7.80 %	11.2 %
6% CCC	8.42 %	11.9 %

Fuente: Elaboración propia, 2022.

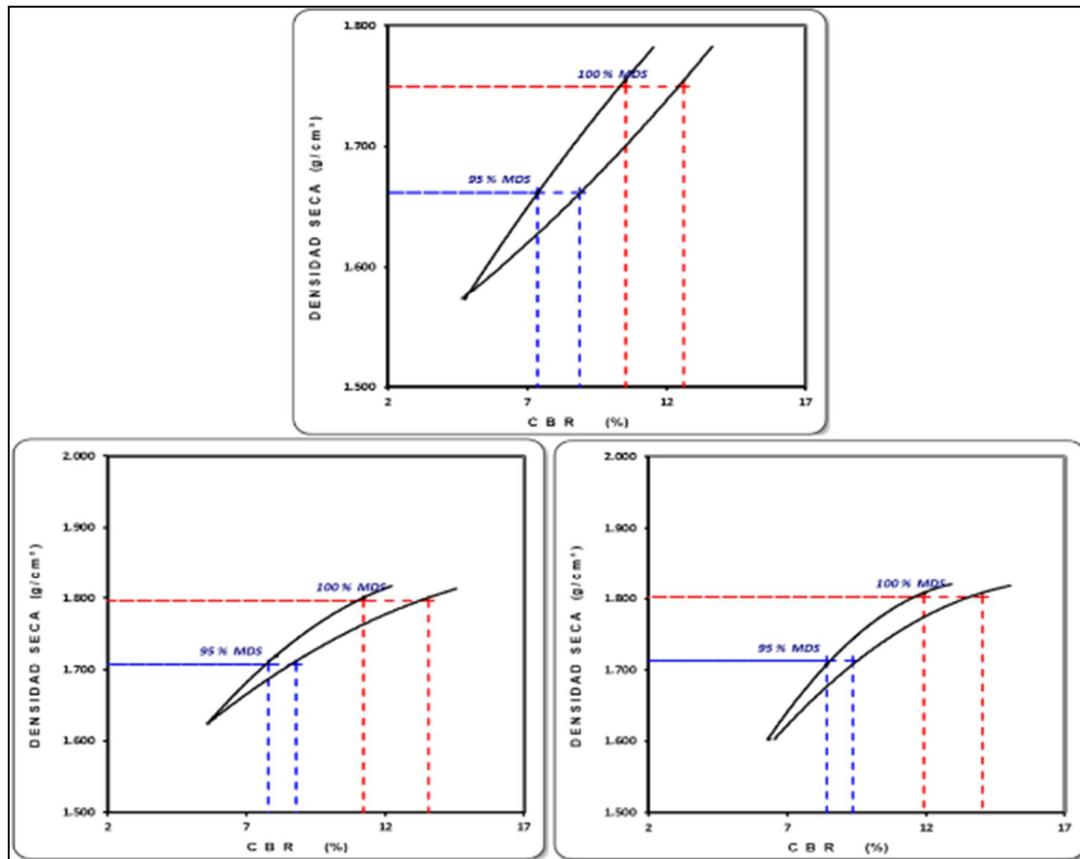
Figura 144. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-02 adicionando ceniza de cascara de castaña.



**Interpretación:** Según la tabla 60 y figura 144, se demuestra que el CBR al 95% de la M.D.S. insertando a la muestra patrón con 2% cenizas de cascara de castaña da como resultado 7.37%, incrementando 4% es 7.80% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 8.42% de CBR al 95%, de igual maneral se demuestra que el CBR al

100% de la M.D.S. incrementando al suelo natural con 2% de CCC da como resultado 10.50%, incrementando 4% es 11.20% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 11.90% de CBR al 100%, concluyendo que el 6% de cenizas de cascara de castaña es óptimo al CBR al 95% y 100% de la M.D.S.

Figura 145. Relación de CBR y DMS en la C-02 adicionando cenizas de cascara de castaña



**Interpretación:** En la figura 145 se detalla la relación del CBR al 95% y 100% de la muestra tiene una densidad seca es favorable por ello la clasificación de E. Bowles según el manual de laboratorio de suelos se observa las gráficas de la relación entre CBR y su la máxima densidad seca al adicionar ceniza de cenizas de cascara de castaña en la calicata 2.

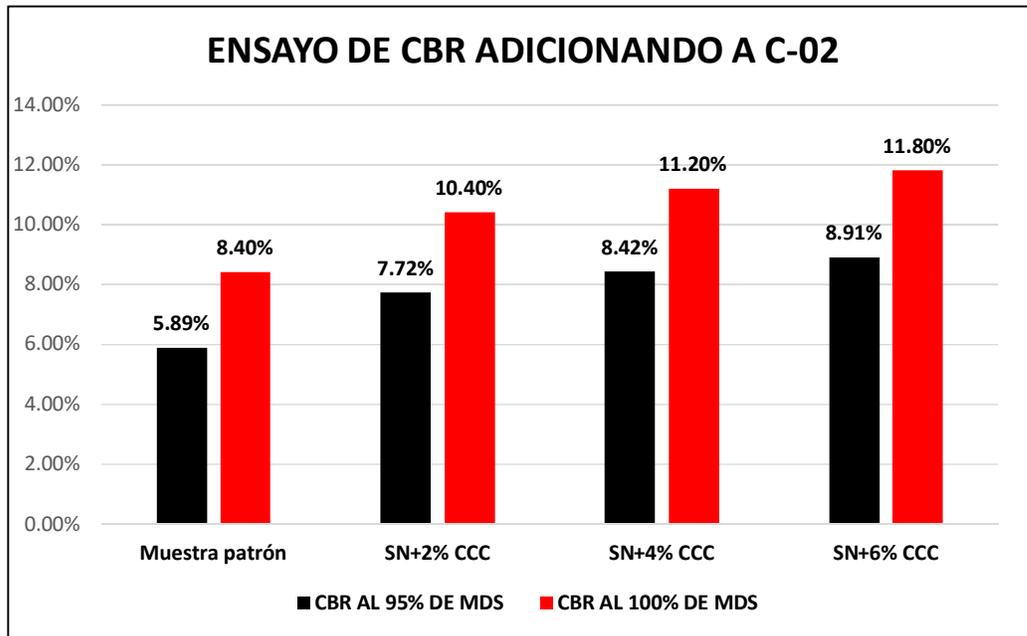
## CENIZA DE CASCARA DE CACAO – ADICIONANDO A C-2

Tabla 61. Resultados del CBR de C-02 adicionando con Ceniza de Cascara de Cacao.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)		
CALICATAS	CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS
Muestra de patrón	5.89 %	8.4 %
2% CCC	7.72 %	10.4 %
4% CCC	8.42 %	11.2 %
6% CCC	8.91 %	11.8 %

Fuente: Elaboración propia, 2022.

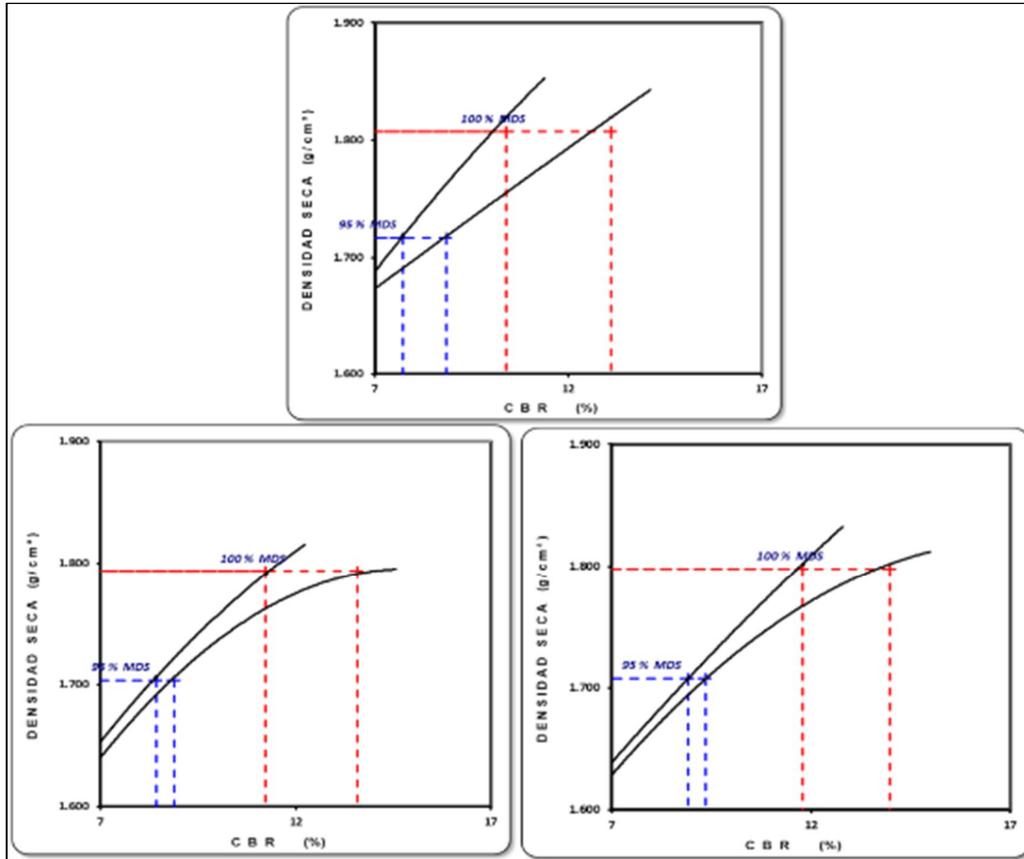
Figura 146. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-02 adicionando ceniza de cascara de cacao.



**Interpretación:** Según la tabla 61 y figura 146, se demuestra que el CBR al 95% de la M.D.S. insertando a la muestra patrón con 2% cenizas de cascara de cacao da como resultado 7.72%, incrementando 4% es 8.42% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 8.91% de CBR al 95%, de igual manera se demuestra que el CBR al 100% de la M.D.S. incrementando al suelo natural con 2% de CCC da como resultado 10.40%, incrementando 4% es 11.20% y añadiendo 6% de CCC se

obtiene 11.80% de CBR al 100%, concluyendo que el 6% de cenizas de cascara de castaña es óptimo al CBR al 95% y 100% de la M.D.S.

Figura 147. Relación de CBR y DMS en la C-02 adicionando cenizas de cascara de cacao.



**Interpretación:** En la figura 146, se detalla la relación del CBR al 95% y 100% de la muestra tiene una densidad seca es favorable por ello la clasificación de E. Bowles según el manual de laboratorio de suelos se observa las gráficas de la relación entre CBR y su la máxima densidad seca al adicionar ceniza de cenizas de cascara de cacao en la calicata 2.

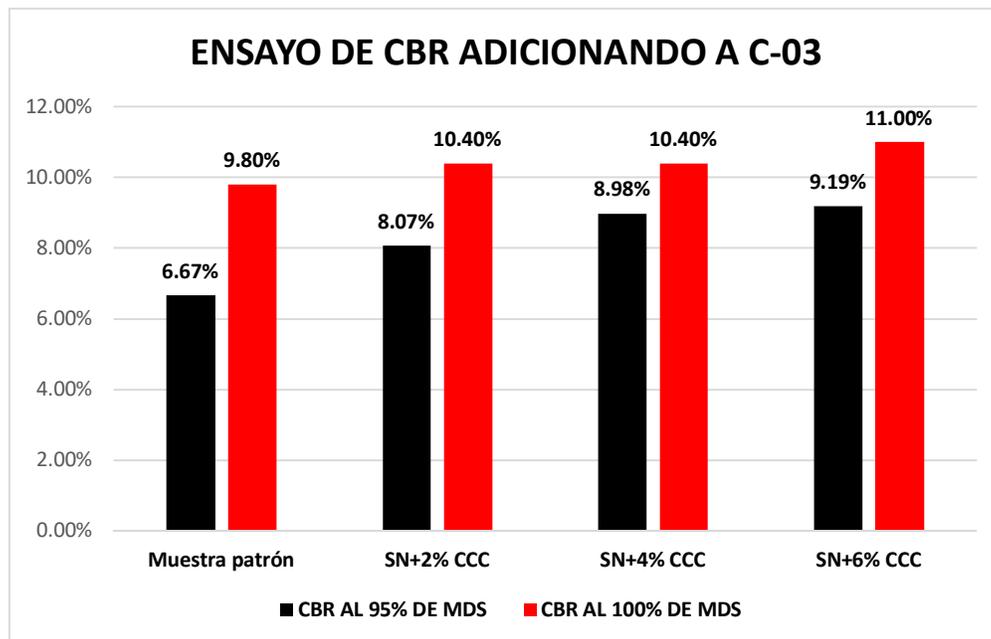
### CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA – ADICIONANDO A C-3

Tabla 62. Resultados del CBR de C-03 adicionando con Ceniza de Cascara de Castaña.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)		
CALICATAS	CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS
Muestra patrón	6.67 %	9.8 %
2% CCC	8.07 %	10.4 %
4% CCC	8.98 %	10.4 %
6% CCC	9.19 %	11.0 %

Fuente: Creación propia, 2022.

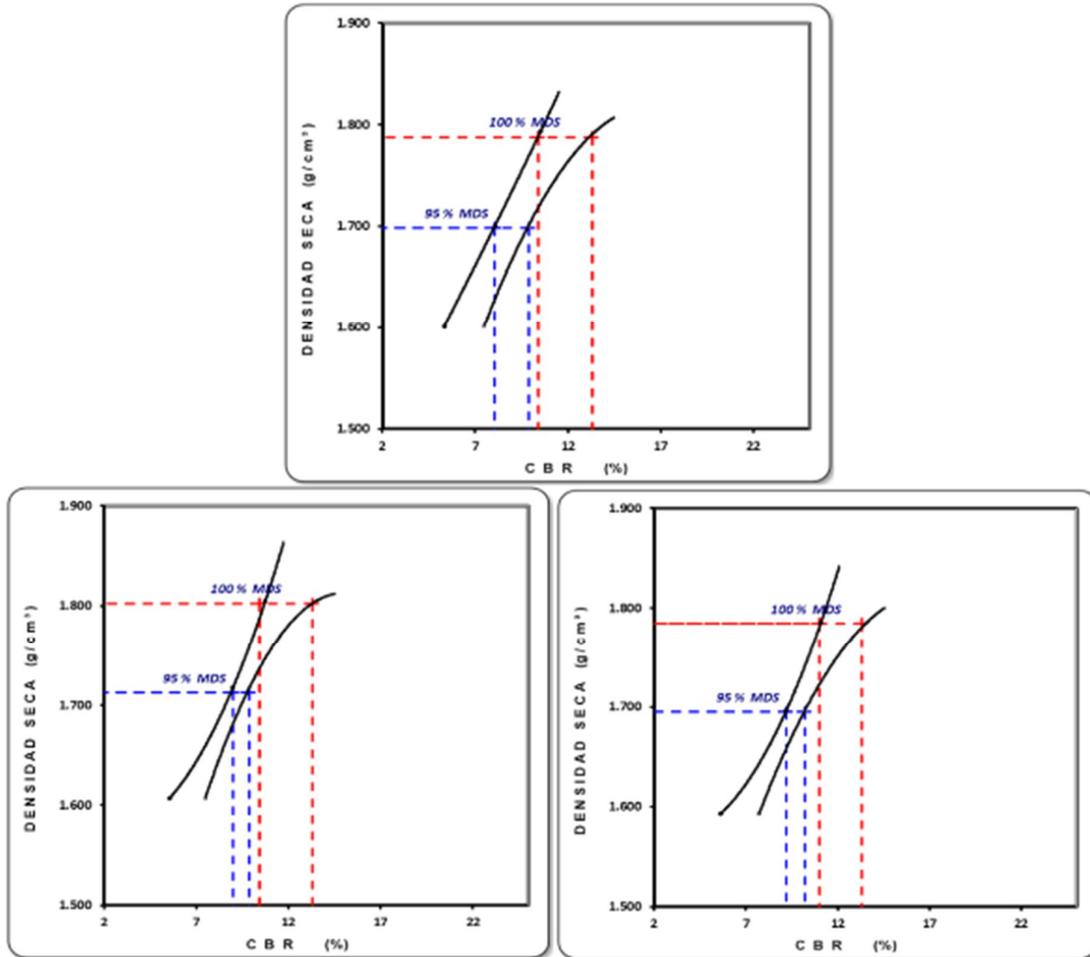
Figura 148. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-03 adicionando ceniza de cascara de castaña.



Fuente: propia.

**Interpretación:** Según la tabla 62 y figura 148, se demuestra que el CBR al 95% de la M.D.S. insertando a la muestra patrón con 2% cenizas de cascara de castaña da como resultado 8.07%, incrementando 4% es 8.98% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 9.19% de CBR al 95%, de igual manera se demuestra que el CBR al 100% de la M.D.S. incrementando al suelo natural con 2% de CCC da como resultado 10.40%, incrementando 4% es 10.40% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 11.00% de CBR al 100%, concluyendo que el 6% de cenizas de cascara de castaña es óptimo al CBR al 95% y 100% de la M.D.S.

Figura 149. Relación de CBR y DMS en la C-03 adicionando cenizas de cascara de castaña



Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** En la figura 149, se detalla la relación del CBR al 95% y 100% de la muestra tiene una densidad seca es favorable por ello la clasificación de E. Bowles según el manual de laboratorio de suelos se observa las gráficas de la relación entre CBR y su la máxima densidad seca al adicionar ceniza de cenizas de cascara de castaña en la calicata 3.

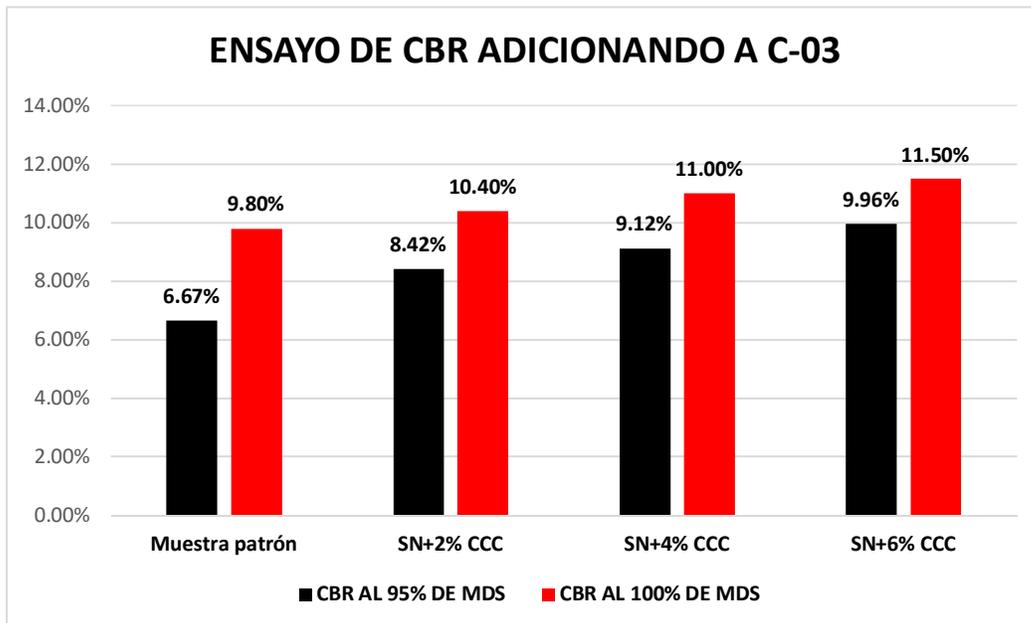
### CENIZA DE CASCARA DE CACAO – ADICIONANDO A C-3

Tabla 63. Resultados del CBR de C-03 adicionando con Ceniza de Cascara de Cacao.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)		
CALICATAS	CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS
Muestra patrón	6.67 %	9.8 %
2% CCC	8.42 %	10.4 %
4% CCC	9.12 %	11.0 %
6% CCC	9.96 %	11.5 %

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 150. Grafica estadístico del CBR al 95% y 100% de MDS para C-03 adicionando ceniza de cascara de cacao.

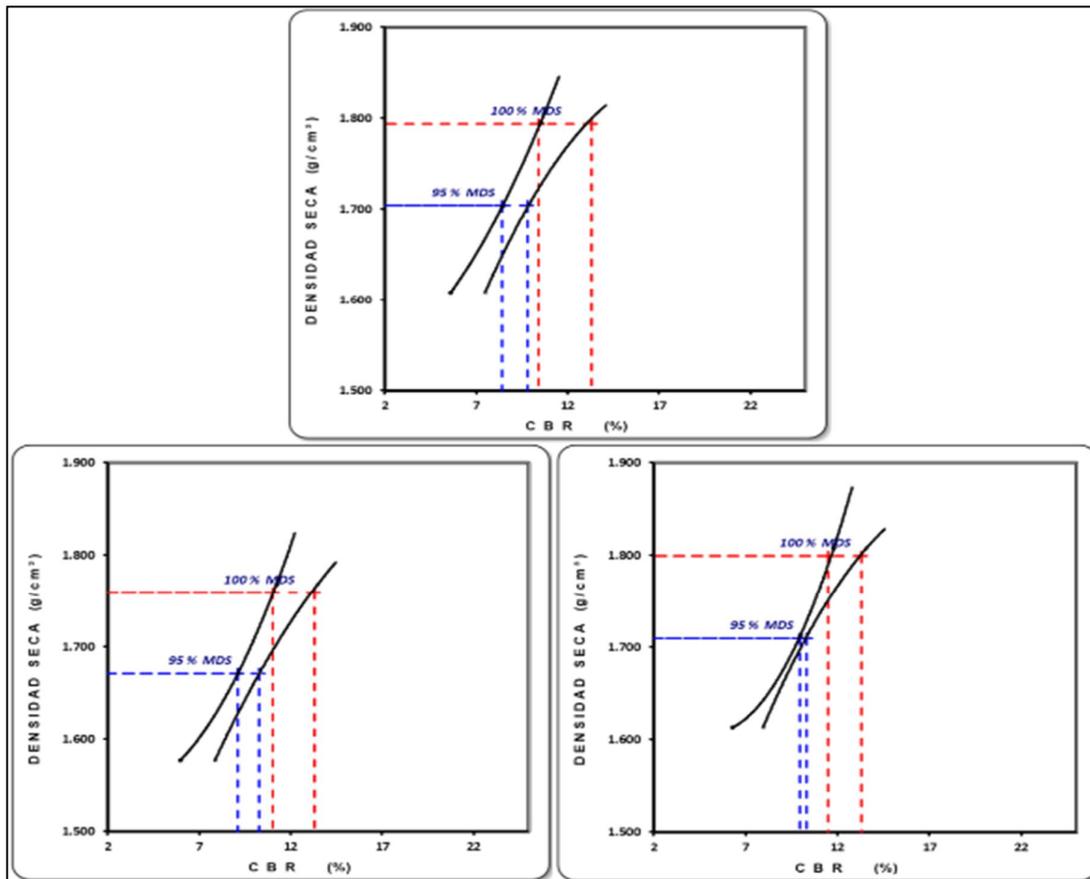


Fuente: Creación propia, 2022.

**Interpretación:** Según la tabla 63 y figura 150, se demuestra que el CBR al 95% de la M.D.S. insertando a la muestra patrón con 2% cenizas de cascara de cacao da como resultado 8.42%, incrementando 4% es 9.12% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 9.96% de CBR al 95%, de igual manera se demuestra que el CBR al 100% de la M.D.S. incrementando al suelo natural con 2% de CCC da como

resultado 8.42%, incrementando 4% es 11.00% y añadiendo 6% de CCC se obtiene 11.50% de CBR al 100%, concluyendo que el 6% de cenizas de cascara de castaña es óptimo al CBR al 95% y 100% de la M.D.S.

Figura 151. Relación de CBR y DMS en la C-03 adicionando cenizas de cascara de cacao.



**Interpretación:** En la figura 151, se detalla la relación del CBR al 95% y 100% de la muestra tiene una densidad seca es favorable por ello la clasificación de E. Bowles según el manual de laboratorio de suelos se observa las gráficas de la relación entre CBR y su la máxima densidad seca al adicionar ceniza de cenizas de cascara de cacao en la calicata 3.

### OBEJETIVO 03:

Analizar cómo influye las dosificaciones en las cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades física mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

Figura 152. Mezcla del suelo natural con las adiciones de cenizas de cascara de castaña.



Figura 153. Mezcla del suelo natural con las adiciones de cenizas de cascara de cacao.



Figura 154. Compactación del suelo natural con las adiciones de cenizas de cascara de cacao - castaña.



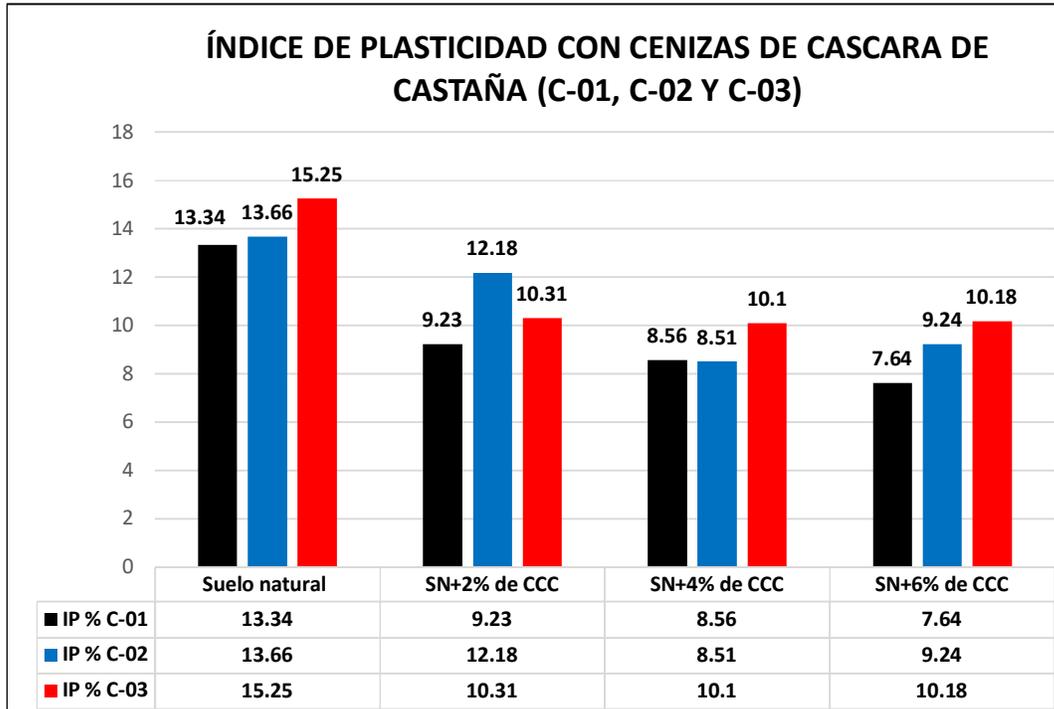
Tabla 64. Resumen de los resultados en la dosificación en las propiedades físico mecánicas del suelo natural adicionando cenizas de cascara de castaña en dosificaciones de 2%, 4% y 6%.

Muestra	Dosificación (%)	IP (%)	OCH (%)	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	CBR (95%)	CBR (100%)
C-01	Suelo Natural	13.34	10.08	1.72	6.03	9.30
	SN+2% de CCC	9.23	10.11	1.79	8.7	12.4
	SN+4% de CCC	8.56	10.21	1.8	9.47	13.4
	SN+6% de CCC	7.64	9.88	1.81	9.68	13.0
C-02	Suelo Natural	13.66	9.83	1.73	5.89	8.40
	SN+2% de CCC	12.18	10.07	1.75	7.37	10.5
	SN+4% de CCC	8.51	10.01	1.8	7.8	11.2
	SN+6% de CCC	9.24	10.22	1.81	8.42	11.9
C-03	Suelo Natural	15.25	9.43	1.78	6.67	9.80
	SN+2% de CCC	10.31	9	1.79	8.07	10.4
	SN+4% de CCC	10.1	9.63	1.8	8.98	10.4
	SN+6% de CCC	10.18	9.26	1.78	9.19	11.00

**Interpretación:** En la tabla 64 se observa los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio GEOIN en la ciudad de Puerto Maldonado en diferentes dosificaciones de 2%,4% y 6% para saber si la influencia de la adición de CCC es favorable o no.

Figura 155. IP de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC.

**índice de plasticidad**



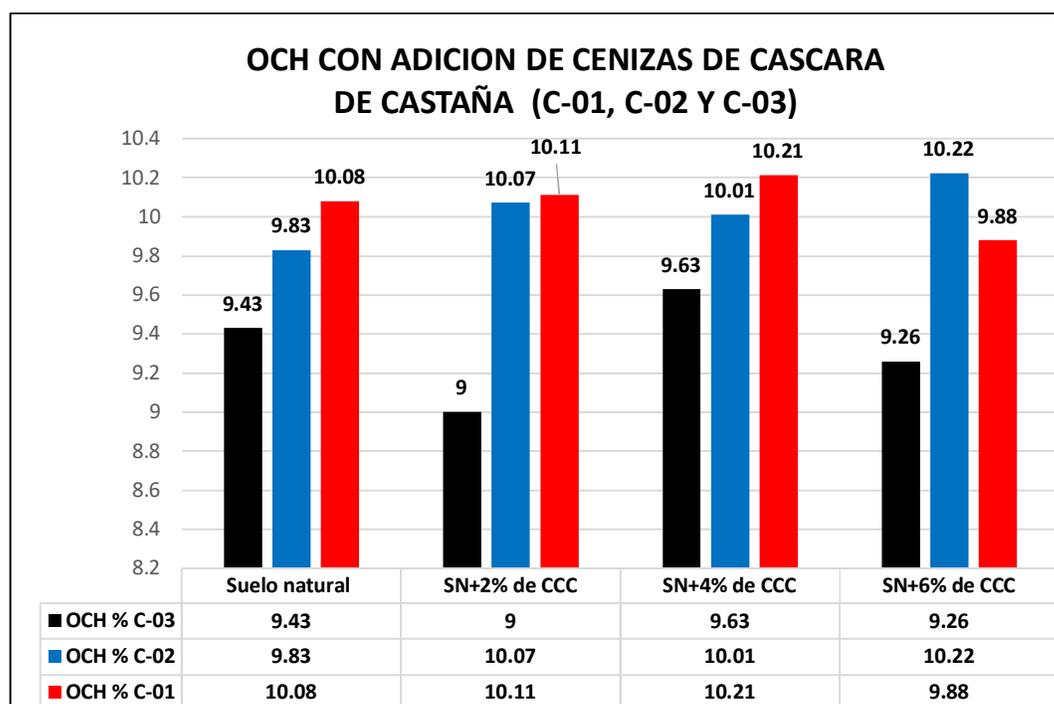
**Interpretación:** Como se observa en la figura 155 el IP del suelo natural de la C-1 es de 13.34 adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 9.23%, 8.56% y 7.64%; disminuyendo el IP en relación del suelo natural en 30.83%, 35.85% y 42.75% correlativamente. En la C-02 el IP del suelo natural es 13.66% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 12.18%, 8.51% y 9.24%; disminuyendo el IP en relación del suelo natural en 10.83%, 37.70% y 32.35% correlativamente. En la C-03 el IP del suelo natural es 15.25% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 10.31%, 10.10% y 10.18%; disminuyendo el IP en relación del suelo natural en 32.39%, 33.78% y 33.30% correlativamente.

**Interpretación final:** La adición de las CCC en la muestra de la calicata 1 es favorable puesto que se disminuyó el IP, sabiendo que está en rango  $IP < 20$   $IP > 7$ ,

clasificando como un suelo arcilloso con plasticidad media. Para la calicata 2 también es favorable puesto que se disminuyó el IP, sabiendo que está en rango  $IP < 20$   $IP > 7$ , clasificando como un suelo arcilloso con plasticidad media y por último tenemos la calicata 3 que también actuó de manera favorable puesto que se disminuyó el IP, sabiendo que está en rango  $IP < 20$   $IP > 7$ , clasificando como un suelo arcilloso con plasticidad media. El aditivo está ayudando a disminuir el agua que tiene el suelo natural, de acuerdo a los resultados obtenidos su dosificación óptima para el IP es al 6%.

Figura 156. O.C.H. de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC.

### Óptimo Contenido de Humedad.

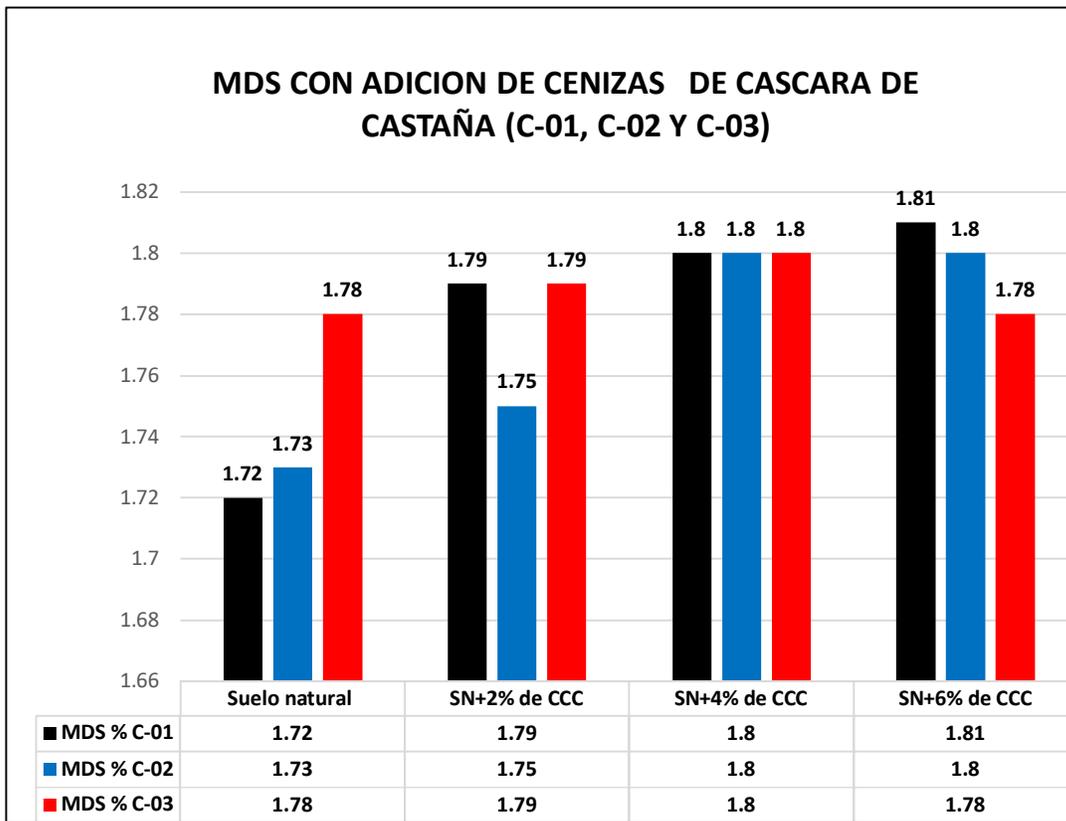


**Interpretación:** Como se observa en la figura 156 el O.C.H del suelo natural de la C-1 es de 9.43 adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 10.11%, 10.21% y 9.88%; incrementándose el O.C.H. en relación del suelo natural en 0.30%, 1.29% y al 6% disminuyo un 1.98% correlativamente. En la C-02 el O.C.H. del suelo natural es 9.83% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 10.07%, 10.01% y 10.22%; incrementando el O.C.H. en relación del suelo natural

en 2.44%, 1.83% y 3.97% correlativamente. En la C-03 el O.C.H. del suelo natural es 9.43% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 9.00%, 9.63% y 9.26%; disminuyendo el O.C.H. en relación del suelo natural en 4.5%, 2.12% y 1.80% correlativamente.

**Interpretación final:** La adición de las CCC en la muestra de la calicata 1 es favorable puesto que disminuyó el O.C.H. Para la calicata 2 es adverso ya que incremento en las 3 dosificaciones el O.C.H. y por último tenemos la calicata 3 que también actuó de manera favorable puesto que disminuyó el O.C.H, en las adiciones de 2% y 6% caso contrario sucedió al añadir el 4%. Es excelente que al añadir el aditivo disminuya el O.C.H. con el objetivo de ayudar a disminuir el agua que tiene el suelo natural, de acuerdo a los resultados obtenidos su dosificación óptima para el O.C.H. es al 6%.

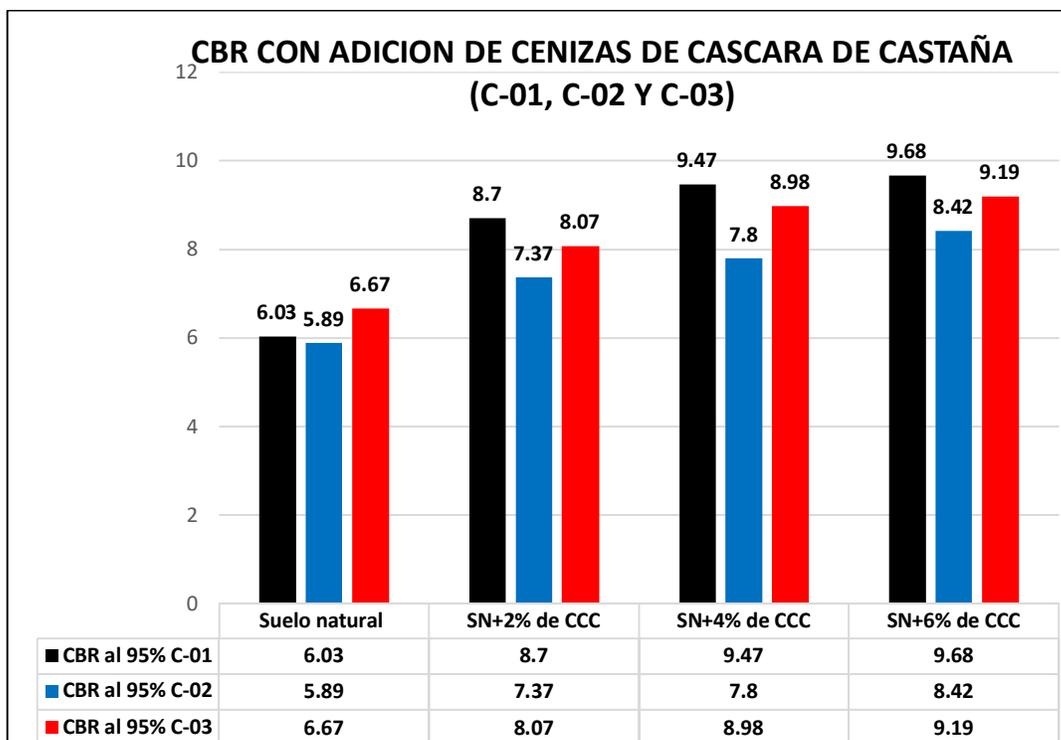
Figura 157. M.D.S. de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC.



**Interpretación:** Como se observa en la figura 157 el M.D.S del suelo natural de la C-1 es de 1.72 gr/cm<sup>3</sup> adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 1.79 gr/cm<sup>3</sup>, 1.80 gr/cm<sup>3</sup> y 1.81 gr/cm<sup>3</sup>; incrementándose el M.D.S en relación del suelo natural en 4.07%, 4.65% y 5.23% correlativamente. En la C-02 el M.D.S del suelo natural es 1.73 gr/cm<sup>3</sup> adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 1.75gr/cm<sup>3</sup>, 1.80gr/cm<sup>3</sup> y 1.81gr/cm<sup>3</sup>; incrementando el M.D.S en relación del suelo natural en 1.16%, 4.05% y 4.05% correlativamente. En la C-03 el M.D.S del suelo natural es 1.78gr/cm<sup>3</sup> adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 1.85gr/cm<sup>3</sup>, 1.81gr/cm<sup>3</sup> y 1.78gr/cm<sup>3</sup>; disminuyendo el M.D.S en relación del suelo natural en 0.56%, 1.12% y 0% correlativamente.

**Interpretación final:** La adición de las CCC en la muestra de la calicata 1 es favorable puesto que incremento el M.D.S. Para la calicata 2 es favorable ya que incremento en el M.D.S. y por último tenemos la calicata 3 que también actuó de manera favorable puesto que incremento el M.D.S. Es excelente que al añadir el aditivo incremente el M.D.S. con el objetivo de mejorar la compactación del suelo natural, de acuerdo a los resultados obtenidos su dosificación óptima para el M.D.S. es al 6%.

Figura 158. C.B.R de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC.



**Interpretación:** Como se observa en la figura 158 el C.B.R del suelo natural de la C-1 es de 6.03 adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 8.7%, 9.47% y 9.68%; incrementándose el C.B.R en relación del suelo natural en 42.27%, 57.03% y 60.52% correlativamente. En la C-02 el C.B.R del suelo natural es 5.89% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 7.37%, 7.8% y 8.42%; incrementando el C.B.R en relación del suelo natural en 25.13%, 32.43% y 42.96% correlativamente. En la C-03 el C.B.R del suelo natural es 6.67% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 8.07%, 8.98% y 9.19%; disminuyendo el C.B.R en relación del suelo natural en 20.99%, 34.63% y 37.77% correlativamente.

**Interpretación final:** La adición de las CCC en la muestra de la calicata 1 es favorable puesto que incremento C.B.R. Para la calicata 2 es favorable ya que incremento en el C.B.R. y por último tenemos la calicata 3 que también actuó de manera favorable puesto que incremento el C.B.R. Es excelente que al añadir el aditivo incremente el C.B.R. con el objetivo de mejorar la resistencia del suelo

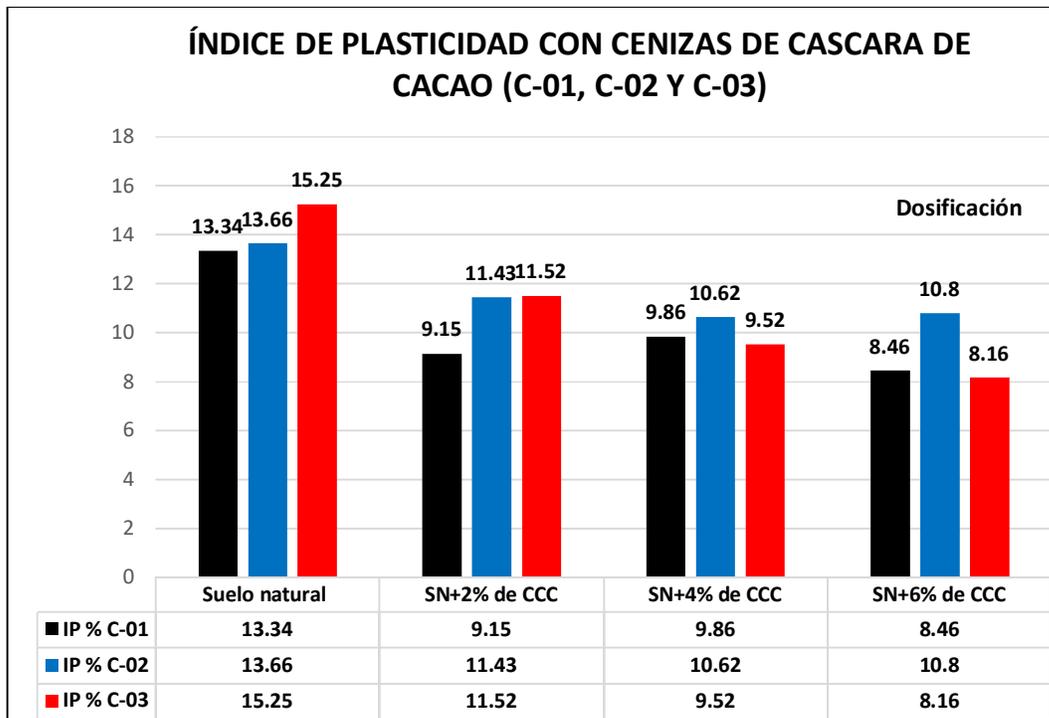
natural, de acuerdo a los resultados obtenidos su dosificación óptima para el C.B.R. es al 6%.

Tabla 65. Resumen de los resultados en la dosificación en las propiedades físico mecánicas del suelo natural adicionando cenizas de cascara de cacao en dosificaciones de 2%, 4% y 6%.

Muestra	Dosificación (%)	IP (%)	OCH (%)	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	CBR (95%)	CBR (100%)
C-01	Suelo Natural	13.34	10.08	1.72	6.03	9.30
	SN+2% de CCC	9.15	9.83	1.75	9.83	11.8
	SN+4% de CCC	9.86	9.71	1.8	9.71	12.5
	SN+6% de CCC	8.46	9.73	1.85	9.73	9.73
C-02	Suelo Natural	13.66	9.83	1.73	5.89	8.40
	SN+2% de CCC	11.43	9.98	1.81	7.72	10.4
	SN+4% de CCC	10.62	10.33	1.79	8.42	11.2
	SN+6% de CCC	10.8	10.78	1.83	8.91	11.8
C-03	Suelo Natural	15.25	9.43	1.78	6.67	9.80
	SN+2% de CCC	11.52	10.03	1.79	8.42	10.4
	SN+4% de CCC	9.52	9.09	1.76	9.12	11.00
	SN+6% de CCC	8.16	9.12	1.8	9.96	11.5

**Interpretación:** En la tabla 65 se observa los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio GEOIN en la ciudad de Puerto Maldonado en diferentes dosificaciones de 2%,4% y 6% para saber si la influencia de la adición de CCC es favorable o no.

Figura 159. IP de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC.

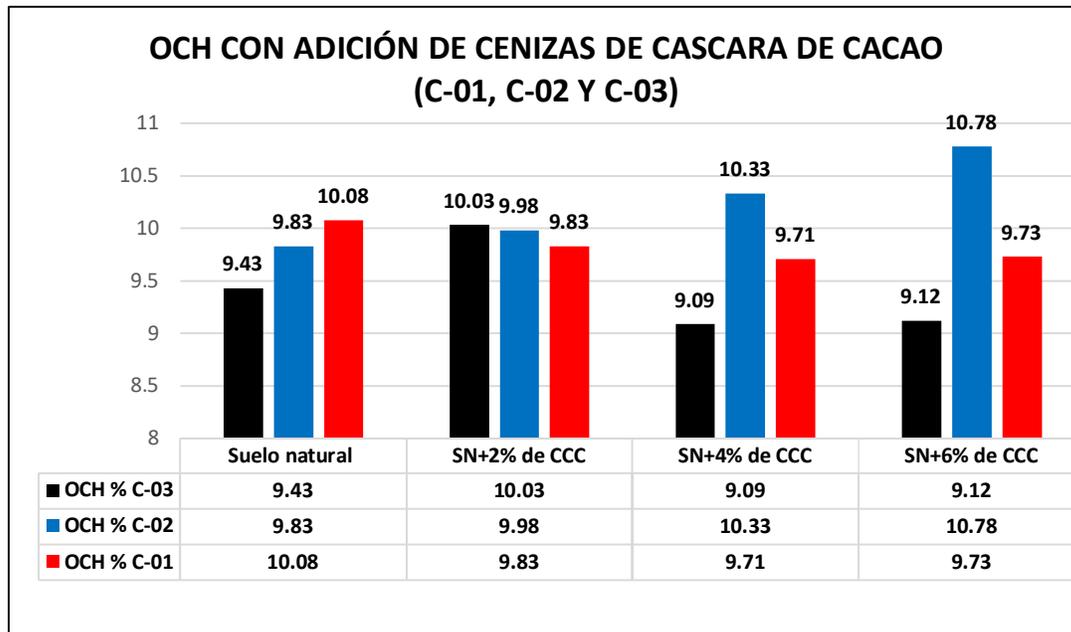


**Interpretación:** Como se observa en la figura 159 el IP del suelo natural de la C-1 es de 13.34 adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 9.15%, 9.86% y 8.46%; disminuyendo el IP en relación del suelo natural en 30.83%, 26.15% y 36.36% correlativamente. En la C-02 el IP del suelo natural es 13.66% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 11.43%, 10.62% y 10.80%; disminuyendo el IP en relación del suelo natural en 16.30%, 22.25% y 20.96% correlativamente. En la C-03 el IP del suelo natural es 15.25% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 11.52%, 9.52% y 8.16%; disminuyendo el IP en relación del suelo natural en 24.47%, 37.59% y 46.51% correlativamente.

**Interpretación final:** La adición de las CCC en la muestra de la calicata 1 es favorable puesto que se disminuyó el IP, sabiendo que está en rango  $IP < 20$   $IP > 7$ , clasificando como un suelo arcilloso con plasticidad media. Para la calicata 2 también es favorable puesto que se disminuyó el IP, sabiendo que está en rango  $IP < 20$   $IP > 7$ , clasificando como un suelo arcilloso con plasticidad media y por último tenemos la calicata 3 que también actuó de manera favorable puesto que se

disminuyó el IP, sabiendo que está en rango  $IP < 20$   $IP > 7$ , clasificando como un suelo arcilloso con plasticidad media. El aditivo está ayudando a disminuir el agua que tiene el suelo natural, de acuerdo a los resultados obtenidos su dosificación óptima para el IP es al 6%.

Figura 160. O.C.H. de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC.

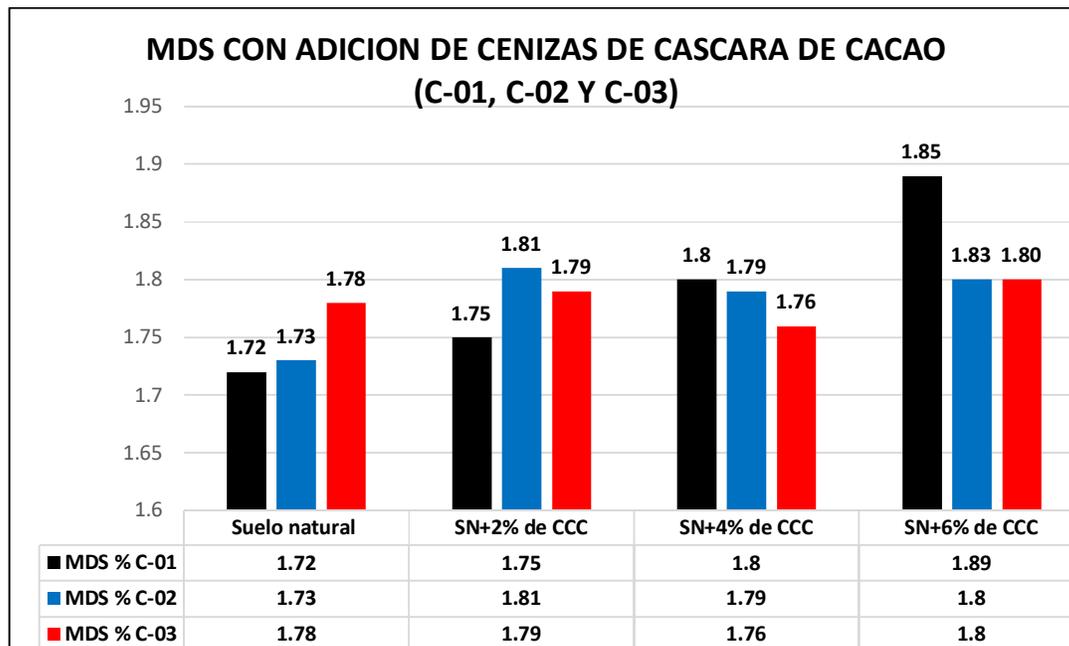


**Interpretación:** Como se observa en la figura 160 el O.C.H del suelo natural de la C-1 es de 9.43 adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 9.83%, 9.71% y 9.73%; disminuyendo el O.C.H. en relación del suelo natural en 2.48%, 3.67% y 3.47% correlativamente. En la C-02 el O.C.H. del suelo natural es 9.83% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 9.98%, 10.33% y 10.78%; incrementando el O.C.H. en relación del suelo natural en 1.50%, 5.09% y 9.66% correlativamente. En la C-03 el O.C.H. del suelo natural es 9.43% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 10.03%, 9.09% y 9.12%; incrementándose el O.C.H. en relación del suelo natural al 2% a 6.36% y al 4% y 6% disminuyo a 3.60%, 3.29% correlativamente.

**Interpretación final:** La adición de las CCC en la muestra de la calicata 1 es favorable al añadir el 4% y 6% puesto que disminuye O.C.H. Para la calicata 2 es

adverso ya que incremento en las 3 dosificaciones el O.C.H. y por último tenemos la calicata 3 que también actuó de manera favorable puesto que disminuyó el O.C.H, en las adiciones de 2%,4% y 6%. Es favorable que al añadir el aditivo disminuya el O.C.H. con el objetivo de ayudar a disminuir el agua que tiene el suelo natural, de acuerdo a los resultados obtenidos su dosificación óptima para el O.C.H. es al 6%.

Figura 161. M.D.S. de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC.

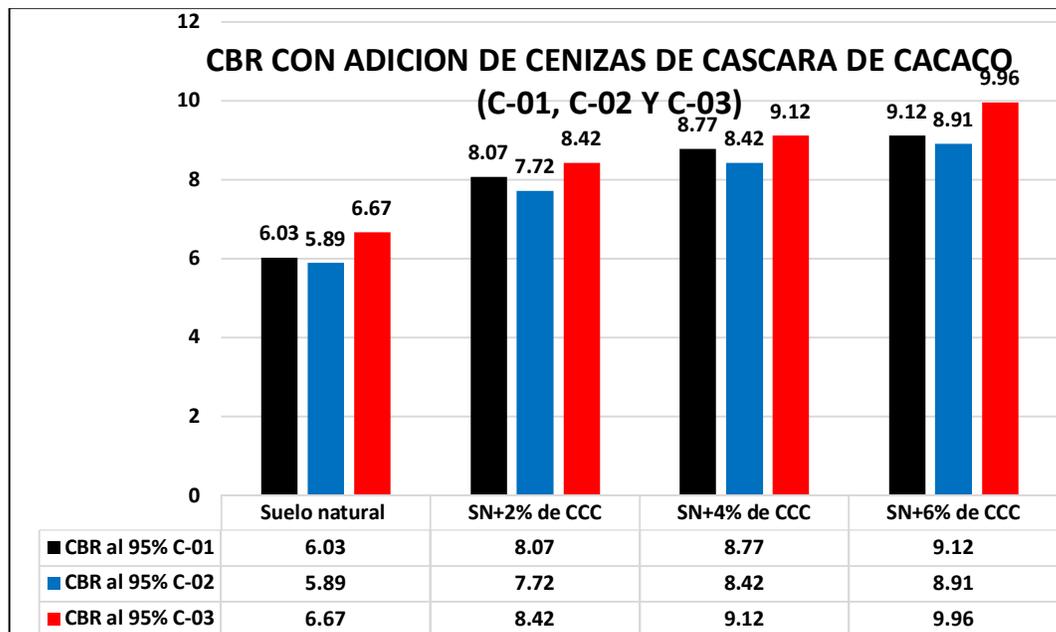


**Interpretación:** Como se observa en la figura 161 el M.D.S del suelo natural de la C-1 es de 1.72 gr/cm<sup>3</sup> adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 1.75 gr/cm<sup>3</sup>, 1.80 gr/cm<sup>3</sup> y 1.85 gr/cm<sup>3</sup>; incrementándose el M.D.S en relación del suelo natural en 1.74%, 4.65% y 9.88% correlativamente. En la C-02 el M.D.S del suelo natural es 1.73 gr/cm<sup>3</sup> adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 1.81gr/cm<sup>3</sup>, 1.79gr/cm<sup>3</sup> y 1.83gr/cm<sup>3</sup>; incrementando el M.D.S en relación del suelo natural en 4.62%, 3.47% y 4.05% correlativamente. En la C-03 el M.D.S del suelo natural es 1.78gr/cm<sup>3</sup> adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 1.79gr/cm<sup>3</sup>, 1.76gr/cm<sup>3</sup> y 1.83gr/cm<sup>3</sup>; disminuyendo el M.D.S en relación del suelo natural en 0.56%

adicionando el 2%, incrementando 1.12% al 4% y disminuyendo 1.12% al 6% correlativamente.

**Interpretación final:** La adición de las CCC en la muestra de la calicata 1 es favorable puesto que incremento el M.D.S. Para la calicata 2 es favorable ya que incremento en el M.D.S. y por último tenemos la calicata 3 que también actuó de manera favorable al incrementar el 2% y 6% caso contrario sucedió al adicionar el 4% disminuyó en la M.D.S. Es excelente que al añadir el aditivo incremente el M.D.S. con el objetivo de mejorar la compactación del suelo natural de acuerdo a los resultados obtenidos su dosificación óptima para el M.D.S. es al 6%.

Figura 162. C.B.R de la Calicata C-01, C-02 y C-03 adicionando al suelo natural 2%, 4% y 6% de CCC.



**Interpretación:** Como se observa en la figura 162 el C.B.R al 95% del suelo natural de la C-1 es de 6.03 adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 8.07%, 8.77% y 9.12%; incrementando el C.B.R en relación del suelo natural en 33.83%, 45.44% y 51.24% correlativamente. En la C-02 el C.B.R del suelo natural es 5.89% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao se obtuvieron los resultados 7.72%, 8.42% y 8.91%; incrementando el C.B.R en relación del suelo natural en 31.07%,

42.95% y 51.27% correlativamente. En la C-03 el C.B.R del suelo natural es 6.67% adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de castaña se obtuvieron los resultados 8.42%, 9.12% y 9.96%; incrementando el C.B.R en relación del suelo natural en 31.07%, 42.95% y 51.27% correlativamente.

**Interpretación final:** La adición de las CCC en la muestra de la calicata 1 es favorable puesto que incremento C.B.R. Para la calicata 2 es favorable ya que incremento en el C.B.R. y por último tenemos la calicata 3 que también actuó de manera favorable puesto que incremento el C.B.R. Es favorable que al añadir el aditivo incremente el C.B.R. con el objetivo de mejorar la resistencia del suelo natural, de acuerdo a los resultados obtenidos su dosificación óptima para el C.B.R. es al 6%.

## PRUEBA DE HIPÓTESIS

### Límites de Atterberg

Para comprobar la prueba de hipótesis de muestra investigación realizamos un procesamiento de datos del LL, LP y IP resultados obtenidos a partir mezcla del suelo natural y cenizas de cascara de cacao-castaña en tres dosificaciones distintas que son los siguientes (2%,4% y 6% CC. Castaña); 2%,4% y 6% CC. Cacao), los porcentajes se les aplicaron a las muestras naturales del suelo extraído de la calle Mardini de las tres calicatas ( C1 - C2 - C3 ). Para de esta manera determinar la validación de la hipótesis específica y lograr obtener la decisión Estadísticamente una respuesta, por ende, se planteó la hipótesis nula “H0” y la hipótesis alternativa “H1”, que son las siguientes:

**H0:** La adición de cenizas de cascara de castaña – cacao; no influye positivamente en las propiedades Físicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

**H1:** La adición de cenizas de cascara de castaña – cacao; influye positivamente en las propiedades Físicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

Para mayor relación en la prueba de hipótesis se ha optado por un nivel de significancia de  $p=0.05$  (5%) siendo un porcentaje de confianza a un 95%, por ende, la formula establecida es que si  $p \leq 0.05$  la hipótesis nula será rechazada.

Tabla 66. Resultados del ensayo de Límites de Atterberg-Cenizas de cascara de castaña.

Ítem	Dosificación	L.L. (%)	L.P.	I.P.
C-1	0%	34.54	21.20	13.34
C-2	0%	35.41	21.75	13.66
C-3	0%	38.00	22.75	15.25
C-1	2%	30.90	21.75	9.15
C-1	4%	30.76	20.90	9.86
C-1	6%	29.16	20.70	8.46
C-2	2%	32.33	20.90	11.43
C-2	4%	31.12	20.50	10.62
C-2	6%	29.85	19.05	10.80
C-3	2%	32.02	20.50	11.52
C-3	4%	29.62	20.10	9.52
C-3	6%	28.06	19.90	8.16

Tabla 67. Resultado LL-Cenizas de cascara de castaña.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Significancia (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Superior
0%	2%	4,23333*	0.93395	<b>0.008</b>	1.2425	7.2242
	4%	5,48333*	0.93395	<b>0.002</b>	2.4925	8.4742
	6%	6,96000*	0.93395	<b>0.000</b>	3.9692	9.9508

Fuente: propia, 2022.

Tabla 68. Resultado LP-Cenizas de cascara de castaña.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Significancia (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Superior
0%	2%	0.85000	0.55765	<b>0.468</b>	-0.9358	2.6358
	4%	1.40000	0.55765	<b>0.132</b>	-0.3858	3.1858
	6%	2,01667*	0.55765	<b>0.028</b>	0.2309	3.8025

Fuente: propia, 2022.

Tabla 69. Resultado IP-Cenizas de cascara de castaña.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Significancia (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Superior
0%	2%	3,38333*	0.93601	<b>0.028</b>	0.3859	6.3808
	4%	4,08333*	0.93601	<b>0.010</b>	1.0859	7.0808
	6%	4,94333*	0.93601	<b>0.003</b>	1.9459	7.9408

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2% CCC), (4% CCC) y (6% CCC) mejora el LL, LP y IP, por ello, validamos la hipótesis alterna (H1) y rechazamos la hipótesis nula (H0).

Tabla 70. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg-Cenizas de cascara de cacao.

Ítem	Dosificación	L.L (%)	L.P.	I.P.
C-1	0%	34.54	21.20	13.34
C-2	0%	35.41	21.75	13.66
C-3	0%	38.00	22.75	15.25
C-1	2%	31.93	22.70	9.23

C-1	4%	29.31	20.75	8.56
C-1	6%	28.19	20.55	7.64
C-2	2%	32.93	20.75	12.18
C-2	4%	29.06	20.55	8.51
C-2	6%	28.54	19.30	9.24
C-3	2%	32.11	21.80	10.31
C-3	4%	30.15	20.05	10.10
C-3	6%	29.18	19.00	10.18

Tabla 71. Resultado LL-Cenizas de cascara de cacao.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Significancia (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	3,66000*	0.82680	<b>0.009</b>	1.0123	6.3077
	4%	6,47667*	0.82680	<b>0.000</b>	3.8289	9.1244
	6%	7,34667*	0.82680	<b>0.000</b>	4.6989	9.9944

Fuente: propia, 2022.

Tabla 72. Resultado LP-Cenizas de cascara de castaña.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Significancia (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	0.15000	0.62926	<b>0.995</b>	-1.8651	2.1651
	4%	1.45000	0.62926	<b>0.176</b>	-0.5651	3.4651
	6%	2,28333*	0.62926	<b>0.028</b>	0.2682	4.2985

Fuente: propia, 2022.

Tabla 73. Resultado IP-Cenizas de cascara de cacao.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	3,64667*	1.02263	<b>0.030</b>	0.3718	6.9215
	4%	5,16333*	1.02263	<b>0.004</b>	1.8885	8.4382
	6%	5,20000*	1.02263	<b>0.004</b>	1.9252	8.4748

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2% CCC), (4% CCC) y (6% CCC) mejora el LL, LP y IP, por ello, validamos la hipótesis alterna (H1) y rechazamos la hipótesis nula (H0).

### Optimo contenido de humedad - Máxima densidad Seca - CBR

Para comprobar la prueba de hipótesis de muestra investigación realizamos un el procesamiento de datos del optimo contenido de humedad - Máxima densidad Seca – CBR resultados obtenidos a partir mezcla del suelo natural y cenizas de cascara de cacao-castaña en tres dosificaciones distintas que son los siguientes (2%,4% y 6% CC. Castaña); 2%,4% y 6% CC. Cacao), los porcentajes se les aplicaron a las nuestras naturales del suelo extraído de la calle Mardini de las tres calicatas ( C1 - C2 - C3 ). Para de esta manera determinar la validación de la hipótesis específica y lograr obtener la decisión Estadísticamente una respuesta, por ende, se planteó la hipótesis nula “H0” y la hipótesis alternativa “H1”, que son las siguientes:

**H0:** La aplicación de las cenizas de la cascara de castaña-cacao no influye positivamente en las propiedades Mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

**H1:** La aplicación de las cenizas de la cascara de castaña-cacao influye positivamente en las propiedades Mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

Para mayor relación en la prueba de hipótesis se ha optado por un nivel de significancia de  $p=0.05$  (5%) siendo un porcentaje de confianza a un 95%, por ende, la formula establecida es que si  $p \leq 0.05$  la hipótesis nula será rechazada.

Tabla 74. Resultados. del ensayo. de Proctor. Modificado. adicionado. al suelo natural cenizas de cascara. de castaña.

Ítem	Dosificación	M.D.S. g/cm <sup>3</sup>	O.C.H. (%)	C.B.R.
C-1	0%	1.72	10.08	6.03
C-2	0%	1.73	9.83	5.89
C-3	0%	1.78	9.43	6.67
C-1	2%	1.79	10.11	8.70
C-1	4%	1.80	10.21	9.47
C-1	6%	1.81	9.88	9.68
C-2	2%	1.75	10.07	7.37
C-2	4%	1.80	10.01	7.80
C-2	6%	1.81	10.22	8.42

C-3	2%	1.79	9.00	8.07
C-3	4%	1.80	9.63	8.98
C-3	6%	1.78	9.26	9.19

Fuente: propia, 2022.

Tabla 75. Resultado estadístico del ensayo Optimo. Contenido. de humedad. adicionando cenizas de cascara de castaña.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	0.05333	0.37141	0.999	-1.1360	1.2427
	4%	-0.17000	0.37141	0.966	-1.3594	1.0194
	6%	-0.00667	0.37141	1.000	-1.1960	1.1827

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2% CCC), (4% CCC) y (6% CCC) No mejora el O.C.H, por ello, validamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y rechazamos la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

Tabla 76. Resultado estadístico del ensayo Máxima densidad seca adicionando cenizas de cascara de castaña.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	-0.04000	0.02248	0.348	-0.1120	0.0320
	4%	-0.04000	0.02248	0.348	-0.1120	0.0320
	6%	-,08333*	0.02248	<b>0.025</b>	-0.1553	-0.0113

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2% CCC), (4% CCC) no hay mejora, pero al adicionar el (6% CCC) mejora la máxima densidad seca, por ello, validamos. la hipótesis alterna ( $H_1$ ) y rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Tabla 77. Resultado estadístico del ensayo CBR adicionando cenizas de cascara de castaña.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	-1.85000	0.58218	0.052	-3.7143	0.0143
	4%	-2,55333*	0.58218	0.010	-4.4177	-0.6890
	6%	-2,78333*	0.58218	0.006	-4.6477	-0.9190

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2% CCC), (4% CCC) y (6% CCC) mejora el C.B.R, por ello, validamos la hipótesis alterna (H1) y rechazamos la hipótesis nula (H0).

Tabla 78. Resultados del ensayo de Proctor modificado adicionado al suelo natural cenizas de cascara de cacao.

Ítem	Dosificación	MDS g/cm <sup>3</sup>	OCH (%)	CBR
C-1	0%	1.72	10.08	6.03
C-2	0%	1.73	9.83	5.89
C-3	0%	1.78	9.43	6.67
C-1	2%	1.79	10.11	8.70
C-1	4%	1.80	10.21	9.47
C-1	6%	1.81	9.88	9.68
C-2	2%	1.75	10.07	7.37
C-2	4%	1.80	10.01	7.80
C-2	6%	1.81	10.22	8.42
C-3	2%	1.79	9.00	8.07
C-3	4%	1.80	9.63	8.98
C-3	6%	1.78	9.26	9.19

Fuente: propia, 2022.

Tabla 79. Resultado estadístico del ensayo Optimo contenido de humedad adicionando cenizas de cascara de cacao.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	-0.16667	0.44866	0.981	-1.6034	1.2701

	4%	0.07000	0.44866	0.999	-1.3668	1.5068
	6%	-0.09667	0.44866	0.996	-1.5334	1.3401

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2% CCC), (4% CCC) y (6% CCC); no mejora el O.C.H, por ello, validamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y rechazamos la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

Tabla 80. Resultado estadístico del ensayo Máxima densidad seca adicionando cenizas de cascara de cacao.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	-0.04000	0.02248	0.348	-0.1120	0.0320
	4%	-0.04000	0.02248	0.348	-0.1120	0.0320
	6%	-,08333 <sup>*</sup>	0.02248	<b>0.025</b>	-0.1553	-0.0113

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2% CCC), (4% CCC) no hay mejora, pero al adicionar el (6% CCC) mejora la máxima densidad seca, por ello, validamos. la hipótesis alterna ( $H_1$ ) y rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Tabla 81. Resultado estadístico del ensayo CBR adicionando cenizas de cascara de cacao.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	-1,87333 <sup>*</sup>	0.34800	<b>0.003</b>	-2.9878	-0.7589
	4%	-2,57333 <sup>*</sup>	0.34800	<b>0.000</b>	-3.6878	-1.4589
	6%	-3,13333 <sup>*</sup>	0.34800	<b>0.000</b>	-4.2478	-2.0189

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2 % CCC), (4 % CCC) y

(6 % CCC) mejora el C.B.R, por ello, validamos la hipótesis alterna (H1) y rechazamos la hipótesis nula (H0).

**LL, LP, IP, optimo contenido de humedad – Máxima densidad Seca – CBR**

Para comprobar la prueba de hipótesis de muestra investigación realizamos un el procesamiento de datos LL, LP, IP, optimo contenido de humedad - Máxima densidad Seca – CBR resultados obtenidos a partir mezcla del suelo natural y cenizas de cascara de cacao-castaña en tres dosificaciones distintas que son los siguientes (2%,4% y 6% CC. Castaña); 2%,4% y 6% CC. Cacao), los porcentajes se les aplicaron a las nuestras naturales del suelo extraído de la calle Mardini de las tres calicatas ( C1 - C2 - C3 ). Para de esta manera determinar la validación de la hipótesis específica y lograr obtener la decisión Estadísticamente una respuesta, por ende, se planteó la hipótesis nula “H0” y la hipótesis alternativa “H1”, que son las siguientes:

**H0:** La aplicación de las cenizas de la cascara de castaña-cacao no influye positivamente en las propiedades Mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

**H1:** La aplicación de las cenizas de la cascara de castaña-cacao influye positivamente en las propiedades Mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

Para mayor relación en la prueba de hipótesis se ha optado por un nivel de significancia de  $p=0.05$  (5%) siendo un porcentaje de confianza a un 95%, por ende, la formula establecida es que si  $p\leq 0.05$  la hipótesis nula será rechazada.

Tabla 82. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg-Cenizas de cascara de castaña.

Ítem	Dosificación	L.L. (%)	L.P.	I.P.
C-1	0%	34.54	21.20	13.34
C-2	0%	35.41	21.75	13.66
C-3	0%	38.00	22.75	15.25
C-1	2%	30.90	21.75	9.15
C-1	4%	30.76	20.90	9.86
C-1	6%	29.16	20.70	8.46
C-2	2%	32.33	20.90	11.43
C-2	4%	31.12	20.50	10.62

C-2	6%	29.85	19.05	10.80
C-3	2%	32.02	20.50	11.52
C-3	4%	29.62	20.10	9.52
C-3	6%	28.06	19.90	8.16

Tabla 83. Resultado IP-Cenizas de cascara de castaña.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Significancia (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	3,38333*	0.93601	<b>0.028</b>	0.3859	6.3808
	4%	4,08333*	0.93601	<b>0.010</b>	1.0859	7.0808
	6%	4,94333*	0.93601	<b>0.003</b>	1.9459	7.9408

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2% CCC), (4% CCC) y (6% CCC) mejora el índice de plasticidad, por ello, validamos la hipótesis alterna (H1) y rechazamos la hipótesis nula (H0).

Tabla 84. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg-Cenizas de cascara de cacao.

Ítem	Dosificación	L.L (%)	L.P.	I.P.
C-1	0%	34.54	21.20	13.34
C-2	0%	35.41	21.75	13.66
C-3	0%	38.00	22.75	15.25
C-1	2%	31.93	22.70	9.23
C-1	4%	29.31	20.75	8.56
C-1	6%	28.19	20.55	7.64
C-2	2%	32.93	20.75	12.18
C-2	4%	29.06	20.55	8.51
C-2	6%	28.54	19.30	9.24
C-3	2%	32.11	21.80	10.31
C-3	4%	30.15	20.05	10.10
C-3	6%	29.18	19.00	10.18

Tabla 85. Resultado IP-Cenizas de cascara de cacao.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	3,64667*	1.02263	<b>0.030</b>	0.3718	6.9215
	4%	5,16333*	1.02263	<b>0.004</b>	1.8885	8.4382
	6%	5,20000*	1.02263	<b>0.004</b>	1.9252	8.4748

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2% CCC), (4% CCC) y (6% CCC) mejora el índice de plasticidad, por ello, validamos la hipótesis alterna (H1) y rechazamos la hipótesis nula (H0).

Tabla 86. Resultados. del ensayo. de Proctor. Modificado. adicionado. al suelo natural cenizas de cascara. de castaña.

Ítem	Dosificación	M.D.S. g/cm <sup>3</sup>	O.C.H. (%)	C.B.R.
C-1	0%	1.72	10.08	6.03
C-2	0%	1.73	9.83	5.89
C-3	0%	1.78	9.43	6.67
C-1	2%	1.79	10.11	8.70
C-1	4%	1.80	10.21	9.47
C-1	6%	1.81	9.88	9.68
C-2	2%	1.75	10.07	7.37
C-2	4%	1.80	10.01	7.80
C-2	6%	1.81	10.22	8.42
C-3	2%	1.79	9.00	8.07
C-3	4%	1.80	9.63	8.98
C-3	6%	1.78	9.26	9.19

Fuente: propia, 2022.

Tabla 87. Resultado estadístico del ensayo CBR adicionando cenizas de cascara de castaña.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	-1.85000	0.58218	0.052	-3.7143	0.0143
	4%	-2,55333*	0.58218	0.010	-4.4177	-0.6890
	6%	-2,78333*	0.58218	0.006	-4.6477	-0.9190

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2% CCC), (4% CCC) y (6% CCC) mejora el C.B.R, por ello, validamos la hipótesis alterna (H1) y rechazamos la hipótesis nula (H0).

Tabla 88. Resultados del ensayo de Proctor modificado adicionado al suelo natural cenizas de cascara de cacao.

Ítem	Dosificación	MDS g/cm <sup>3</sup>	OCH (%)	CBR
C-1	0%	1.72	10.08	6.03
C-2	0%	1.73	9.83	5.89
C-3	0%	1.78	9.43	6.67
C-1	2%	1.79	10.11	8.70
C-1	4%	1.80	10.21	9.47
C-1	6%	1.81	9.88	9.68
C-2	2%	1.75	10.07	7.37
C-2	4%	1.80	10.01	7.80
C-2	6%	1.81	10.22	8.42
C-3	2%	1.79	9.00	8.07
C-3	4%	1.80	9.63	8.98
C-3	6%	1.78	9.26	9.19

Fuente: propia, 2022.

Tabla 89. Resultado estadístico del ensayo CBR adicionando cenizas de cascara de cacao.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Dev. Error	Sig. (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Inferior
0%	2%	-1,87333 <sup>*</sup>	0.34800	<b>0.003</b>	-2.9878	-0.7589
	4%	-2,57333 <sup>*</sup>	0.34800	<b>0.000</b>	-3.6878	-1.4589
	6%	-3,13333 <sup>*</sup>	0.34800	<b>0.000</b>	-4.2478	-2.0189

Fuente: propia, 2022.

Se llega a observar que estadísticamente que la significancia.  $P < 0.05$ , eso significativa que hay diferencias en las medias analizadas. Teniendo como conclusión que la estabilización del suelo adicionando (2 % CCC), (4 % CCC) y (6 % CCC) mejora el C.B.R, por ello, validamos la hipótesis alterna (H1) y rechazamos la hipótesis nula (H0).

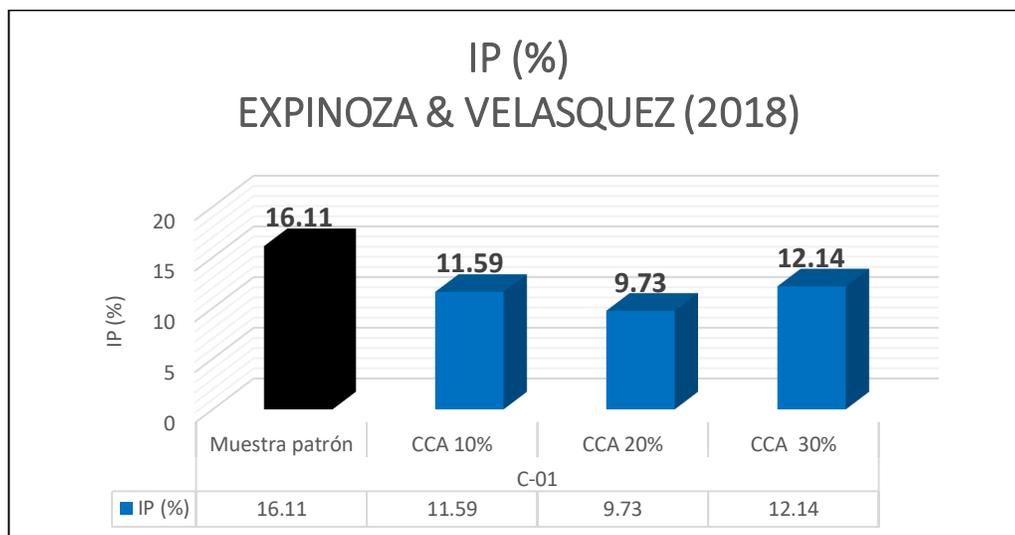
## V. DISCUSIÓN

**Objetivo específico 01:** Determinar cómo influye la adición de cenizas cascara de castaña -cacao en las propiedades físicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

En esta investigación se tiene como objetivo saber de qué manera influye las dosificaciones de 2%, 4%, 6% de cenizas de cascara de castaña – cacao en las propiedades físico mecánico para ver si cumple con el mejoramiento en la subrasante en la calle Mardini.

*En su investigación tienen como objetivo determinar la estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de azúcar para mejorar la sub rasante.* (Espinoza & Velásquez, 2018). La muestra patrón del índice de plasticidad es de 16.11%, sin embargo, en la calicata 01, al incrementar las dosificaciones de 10%, 20% y 30% de CCA, el índice de plasticidad es de 11.59%, 9.73% y 12.14%, en el suelo natural su límite líquido es de 18.19% e incrementando las dosificaciones da 13.28%, 10.56%, 12.92%; la muestra patrón del límite plástico es de 2.08%, y añadiendo las dosificaciones reduce a 1.69%, 0.83% y 0.78% para determinar y mejorar las propiedades físicas.

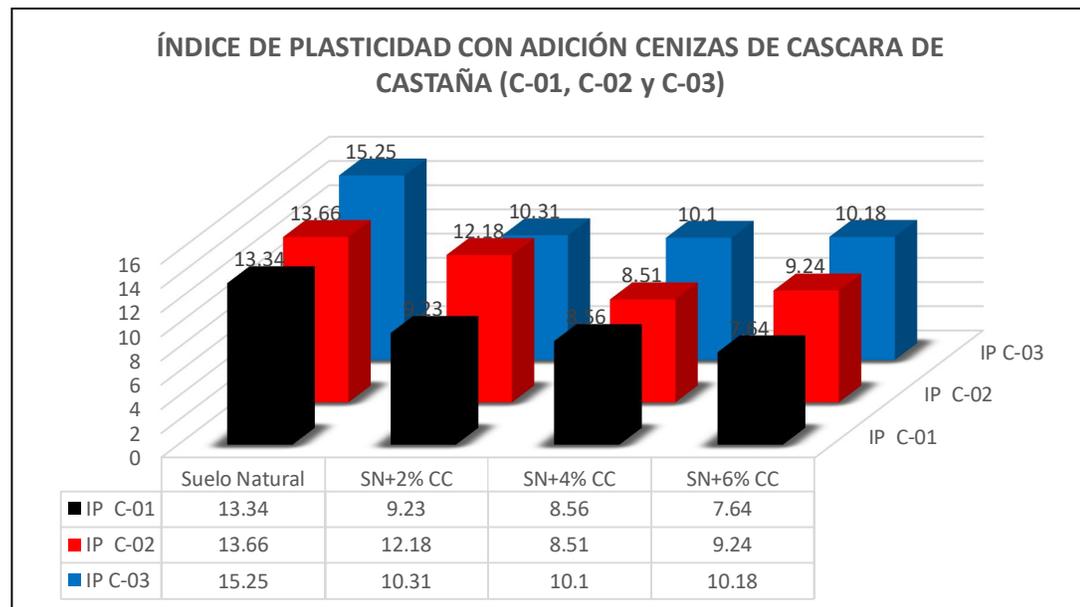
Figura 163. Índice de plasticidad de Espinoza & Velásquez



Fuente: propia

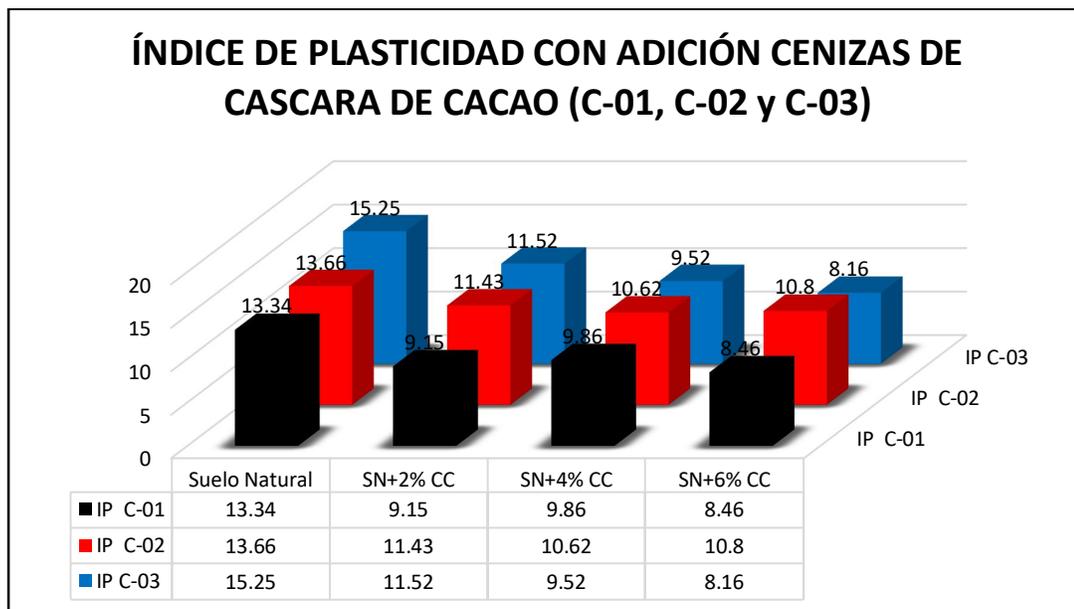
En nuestra investigación la muestra patrón del índice de plasticidad es de 13.34%, 13.65% y 15.24%, las dosificaciones que se incrementó fueron de 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao – castaña, dando como índice de plasticidad 9.15%, 9.86% y 8.46% de cenizas de cascara de castaña, 9.23%, 8.56% y 7.64% de cenizas de cascara de cacao de la calicata 01, 11.43%, 10.62% y 10.8% de CCC, 12.18%, 8.51% y 9.24% de CCC de la calicata 02, 11.52%, 9.52% y 8.16% de cenizas de cascara de castaña, 10.31%, 10.1%, 10.18% de cenizas de cascara de cacao de la calicata 03, dando como límite líquido con las dosificaciones un 30.9%, 30.76%, 29.16% de CCC, 31.93%, 29.31% y 28.19% de cenizas de cascara de cacao de la calicata 01, 32.33%, 31.12%, 29.85% de CCC, 32.93%, 29.06%, 28.54% de CCC de la calicata 02, 32.02%, 29.62% y 29.06% de CCC, 32.11%, 30.15%, 29.18% de CCC de la calicata 03; su límite plástico 21.75%, 20.9%, 20.7% de CCC, 22.7%, 20.75% y 20.55% de CCC de la calicata 01, 20.9%, 20.5% y 19.05% de CCC, 20.75%, 20.55% y 19.3% de CCC de la calicata 02, 20.5%, 20.1% y 19.9% de CCC, 21.8%, 20.05% y 19% de CCC de la calicata 03.

Figura 164. Índice de plasticidad con adición de cenizas de cascara de castaña



Fuente: propia

Figura 165. Índice de plasticidad con adición de cenizas de cascara de cacao



Fuente: propia

Para Espinoza & Velásquez (2018), el porcentaje óptimo a adicionar es el 20% de CCA porque su límite líquido es de 10.56%, límite plástico ha disminuido a 0.83% e índice de plasticidad a 9.73%, en la presente investigación el porcentaje óptimo al adicionar cenizas de cascara de cacao – castaña es 6% disminuyó en 8.46%, 10.8% y 8.16%, 7.64%, 9.24% y 10.18% de CCC, al límite líquido reduce al 29.16%, 29.85% y 29.06% de CCC, 28.19%, 28.54% y 29.18%, su límite plástico disminuye al 20.7%, 19.05% y 19.9% de CCC, 20.55%, 19.3% y 19% de cenizas de cascara de cacao, existiendo SIMILITUD en los resultados.

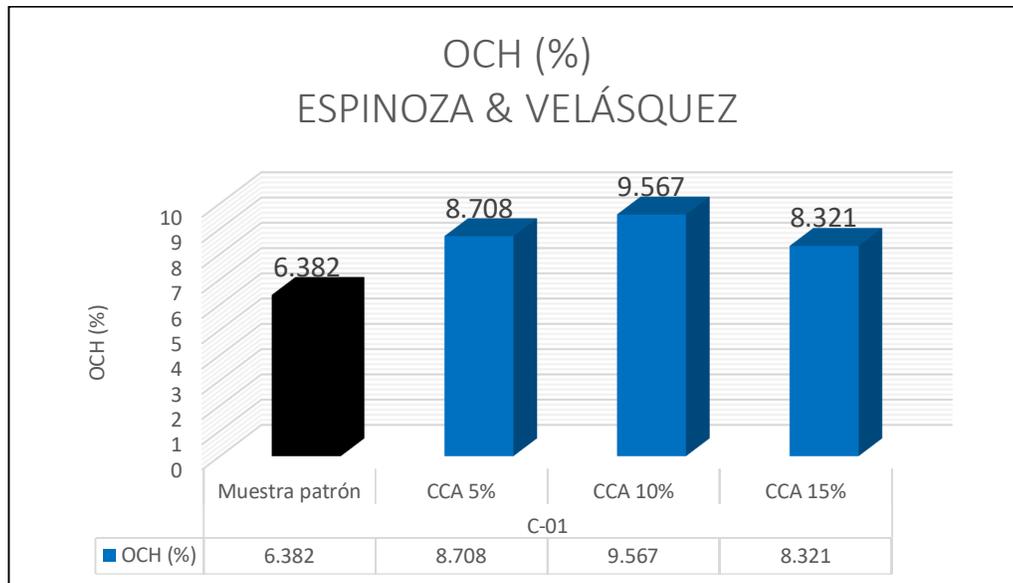
**Objetivo específico 02:** Determinar cómo influye la adición de cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

En esta investigación tiene como objetivo saber de qué manera influye la adición de las cenizas de cascara de castaña – cacao en las propiedades mecánicas, se realizó los ensayos de Proctor modificado con el suelo natural,

se obtiene el óptimo contenido de humedad de las tres calicatas es de 10.08%, 9.83% y 9.43%, la máxima densidad seca de las tres calicatas es de 1.72gr/cm<sup>3</sup>, 1.73gr/cm<sup>3</sup> y 1.78gr/cm<sup>3</sup>, y el CBR al 95% de las tres calicatas es de 6.03%, 5.89% y 6.67%, y el CBR al 100% de la M.D.S. es de 9.30%, 8.40% y 9.80%, para ver si cumple con el mejoramiento en la subrasante de la calle Mardini.

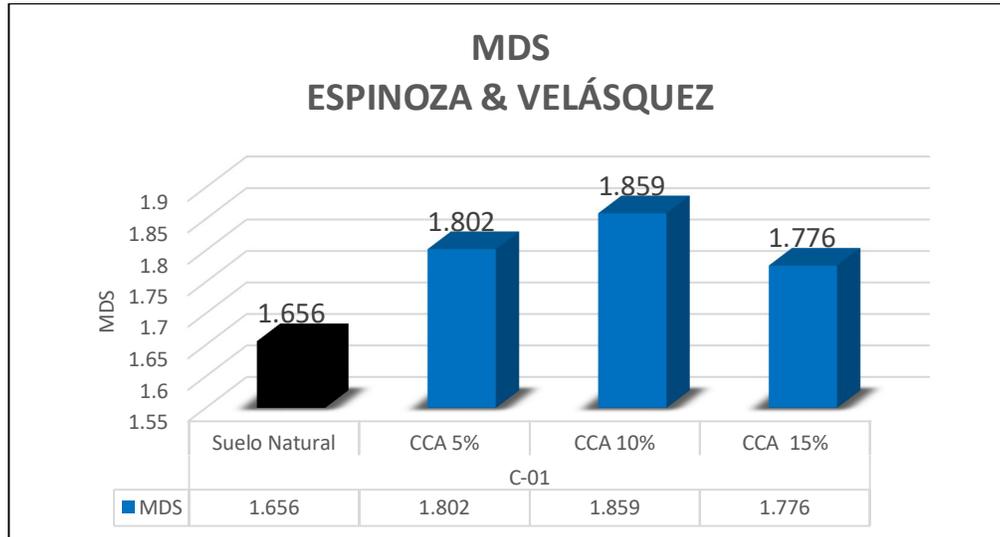
En su investigación tienen como objetivo determinar la estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de azúcar para mejorar la sub rasante. (Espinoza & Velásquez, 2018). La muestra patrón del M.D.S. es de 1.656gr/cm<sup>3</sup> e incrementando 10%, 20% y 30% de CCA es de 1.802gr/cm<sup>3</sup>, 1859gr/cm<sup>3</sup> y 1.776gr/cm<sup>3</sup>, su optimo contenido de humedad aumentó a 8.708%, 9.567% y 8.321%, por lo tanto, al adicionar 10% de CCA aumentó el CBR al 95% a 11.56% y el CBR al 100% un 12.93%, incrementando 20% de CCA se amplió en 15.18% y el CBR al 100% en 16.97%, y al adicionar el 30% de CCA el CBR al 95% dio 10.12% y el CBR al 100% dio 11.49% mejorando así las propiedades mecánicas de la subrasante con el 20% de CCA.

Figura 166. Óptimo contenido de humedad del antecedente de Espinoza & Velásquez



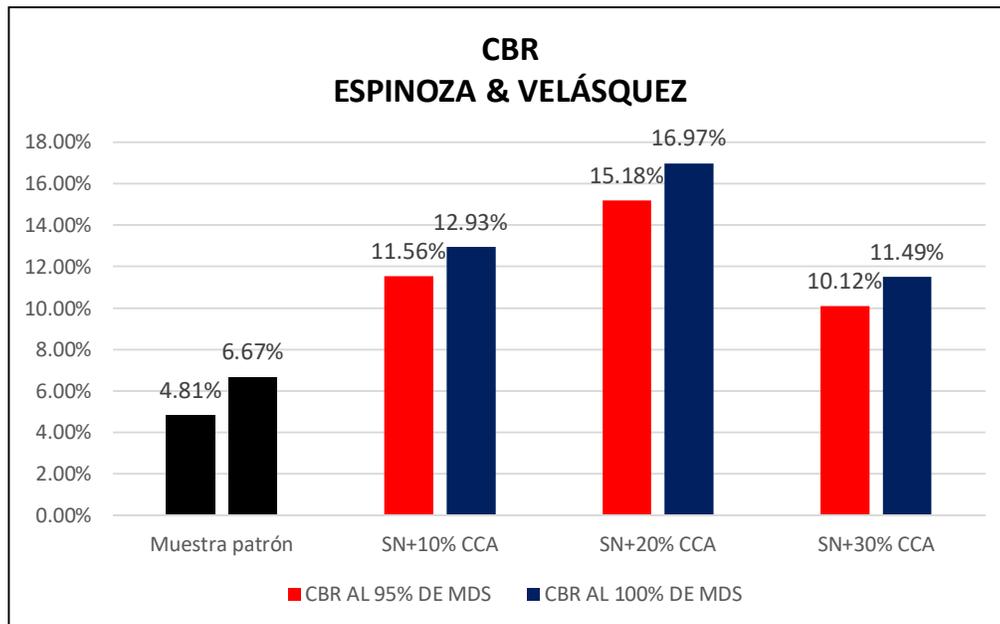
Fuente: propia

Figura 167. Máxima densidad seca del antecedente de Espinoza & Velásquez



Fuente: propia

Figura 168. CBR del antecedente de Espinoza & Velásquez

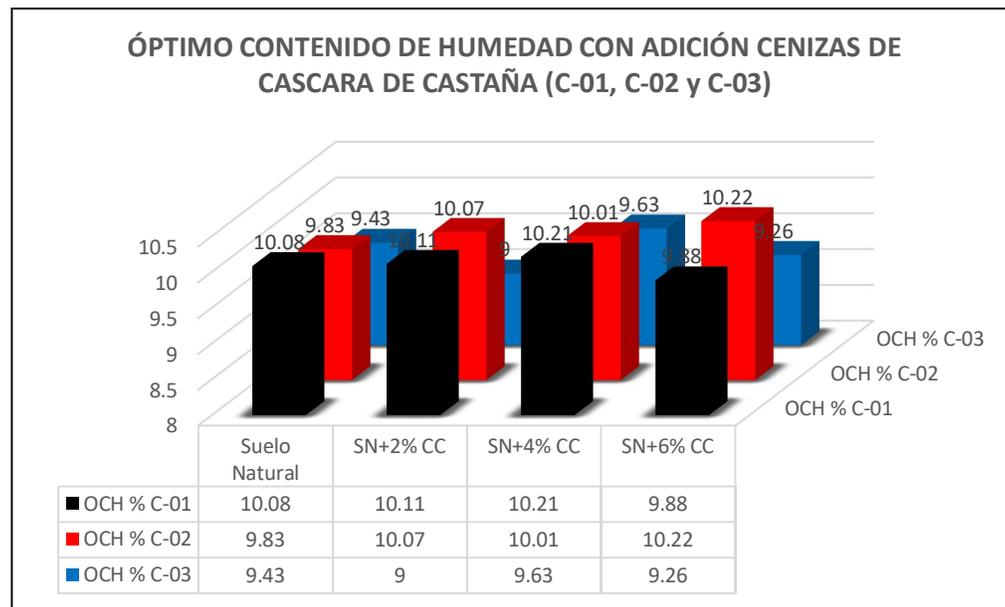


Fuente: propia

En nuestra investigación el O.C.H. de la muestra patrón es de 10.08%, 9.83% y 9.43%, adicionando el 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara castaña da un óptimo contenido de humedad de 10.11%, 10.21% y 9.88% y de CCC es de 9.83%, 9.71% y 9.73% en la calicata 01, 10.07%, 10.01% y 10.22% de CCC,

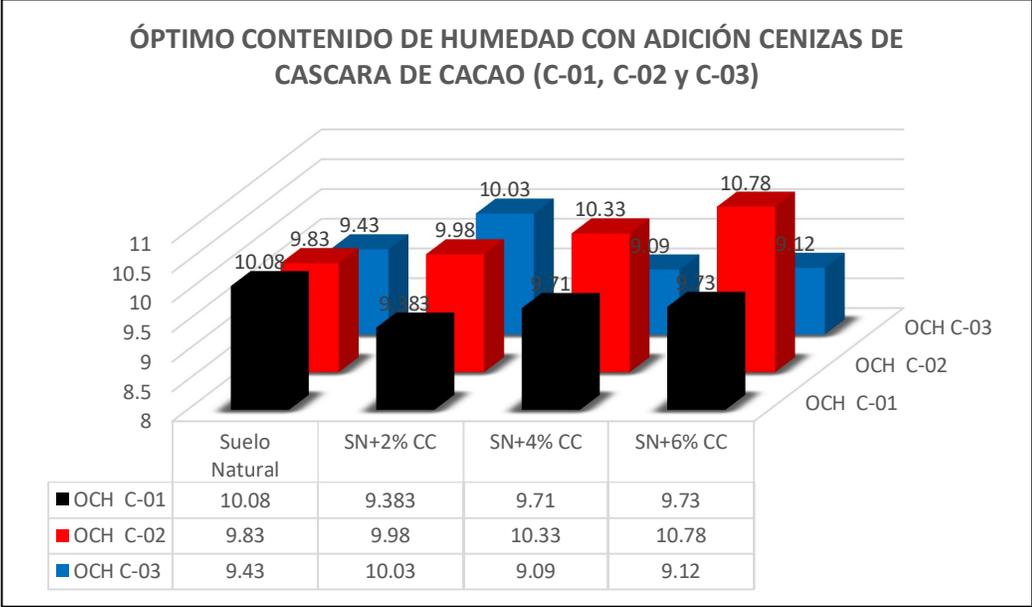
9.98%, 10.33% y 10.78% de CCC en la calicata 02, 9%, 9.63% y 9.26% de CCC, 10.03%, 9.09% y 9.12% de CCC en la calicata 03; su máxima densidad seca incrementa en 1.79gr/cm<sup>3</sup>, 1.80gr/cm<sup>3</sup> y 1.85gr/cm<sup>3</sup> de CCC, 1.75gr/cm<sup>3</sup>, 1.8gr/cm<sup>3</sup> y 1.85gr/cm<sup>3</sup> de CCC en la calicata 01, 1.75 gr/cm<sup>3</sup>, 1.8 gr/cm<sup>3</sup>, 1.81gr/cm<sup>3</sup> de CCC, 1.81gr/cm<sup>3</sup>, 1.79gr/cm<sup>3</sup> y 1.83gr/cm<sup>3</sup> de CCC en la calicata 02, 1.79 gr/cm<sup>3</sup>, 1.8 gr/cm<sup>3</sup> y 1.78 gr/cm<sup>3</sup> de CCC, 1.79gr/cm<sup>3</sup>, 1.76gr/cm<sup>3</sup> y 1.8gr/cm<sup>3</sup> de CCC en la calicata 03, el CBR al 95% añadiendo las dosificaciones da 8.7%, 9.47% y 9.68%, el CBR al 100% da 12.4%, 13.4% y 13% de cenizas de cascara de castaña, el CBR al 95% da 8.07%, 8.77% y 9.12% de CCC, el CBR al 100% da 12.3%, 11.8% y 12.5% de CCC de la calicata 01, el CBR al 95% da 7.37%, 7.8% y 8.42% y al 100% da 10.5%, 11.2% y 11.9% de CCC, el CBR al 95% da 7.72%, 8.42% y 8.91%, y al 100% da 10.4%, 11.2% y 11.8% de CCC de la calicata 02, el CBR al 95% da 8.07%, 8.98% y 9.19%, y al 100% da 10.4%, 10.4% y 11% de CCC, el CBR al 95% da 8.42%, 9.12% y 9.96%, al 100% da 10.4%, 11% y 11.5% de CCC de la calicata 03.

Figura 169. Óptimo contenido de humedad con adición de cenizas de cascara de castaña.



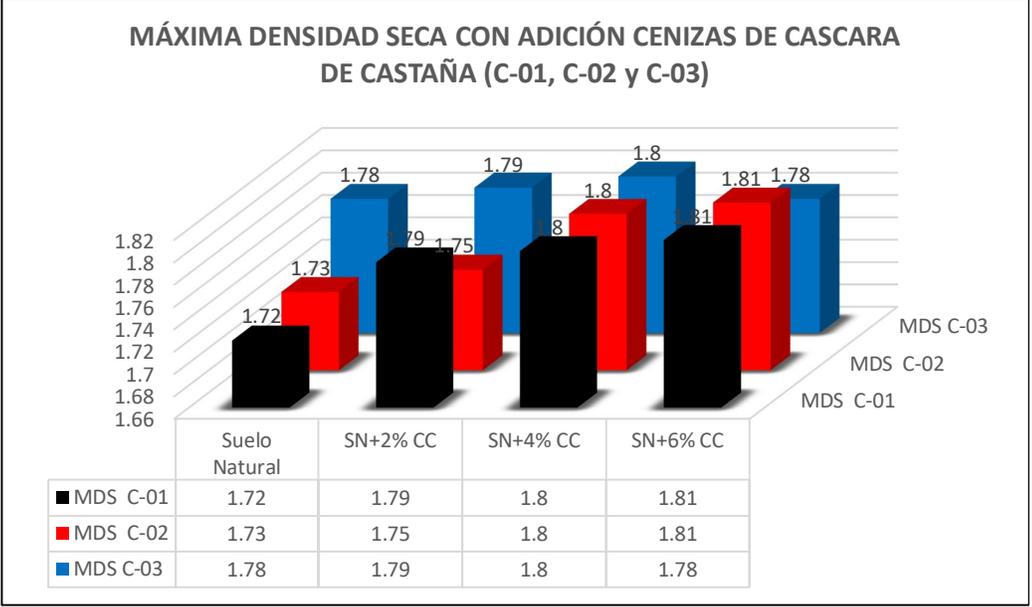
Fuente: propia

Figura 170. Óptimo contenido de humedad con adición de cenizas de cascara de cacao.



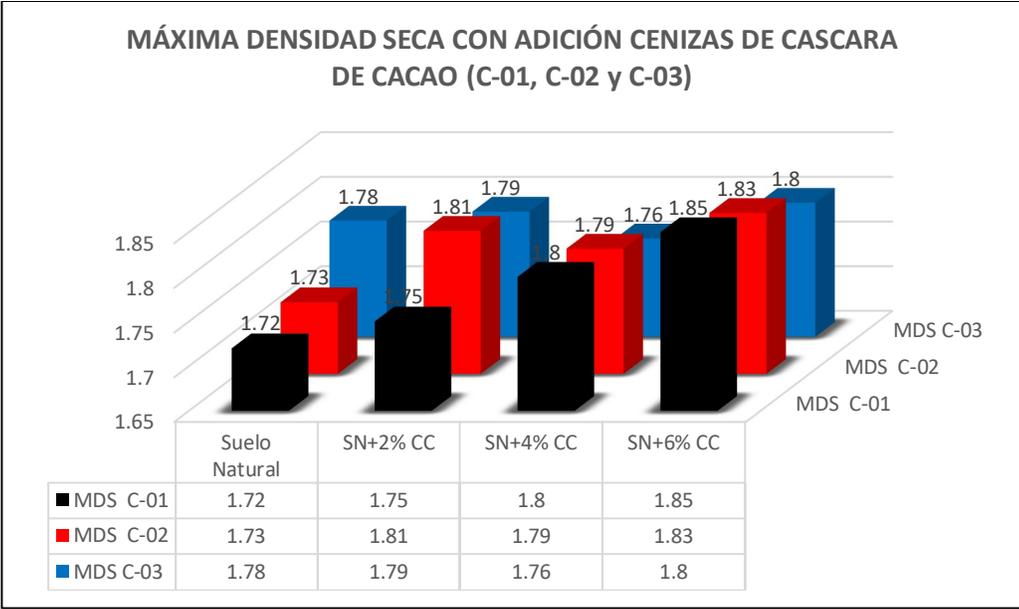
Fuente: propia

Figura 171. Máxima densidad seca con adición de cenizas de cascara de castaña.



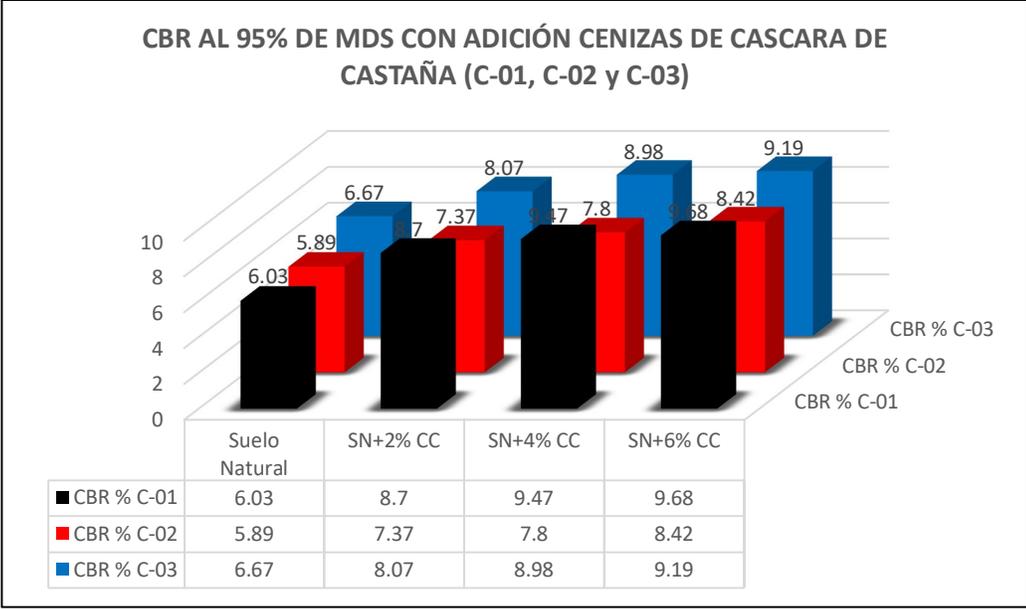
Fuente: propia

Figura 172. Máxima densidad seca con adición de cenizas de cascara de cacao.



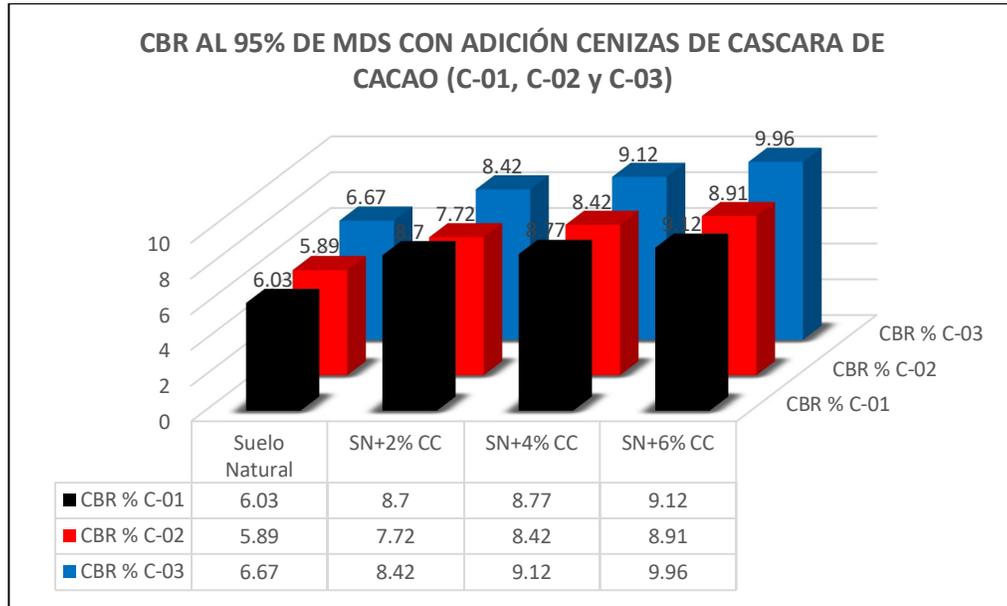
Fuente: propia

Figura 173. CBR al 95% con adición de cenizas de cascara de castaña.



Fuente: propia

Figura 174. CBR al 95% con adición de cenizas de cascara de cacao.



Fuente: propia

Para Espinoza & Velásquez (2018), al adicionar 20% de CCA la máxima densidad seca incrementa al 1.859gr/cm<sup>3</sup>, el óptimo contenido de humedad también al 9.567%, el CBR al 95% también incrementa al 15.18% y el CBR al 100% da 16.97%, y en la presente investigación adicionando el 6%, el CBR al 95% de las tres calicatas se incrementa en 9.68%, 8.42% y 9.19% y el CBR al 100% aumentó a 13%, 11.9% y 11% de cenizas de cascara de castaña, el CBR al 95% incrementó a 9.12%, 8.91% y 9.96% y el CBR al 100% aumentó a 12.5%, 11.8% y 11.5% de CCC, el O.C.H. disminuyó e incrementó con la dosificación de 6% a 9.88%, 10.22%, 9.26% de CCC, 9.73%, 10.78% Y 9.12% de CCC y la M.D.S. incrementó a 1.81%, 1.81% y 1.78% de CCC, 1.85%, 1.83% y 1.8% de CCC, existiendo COINCIDENCIA en los resultados.

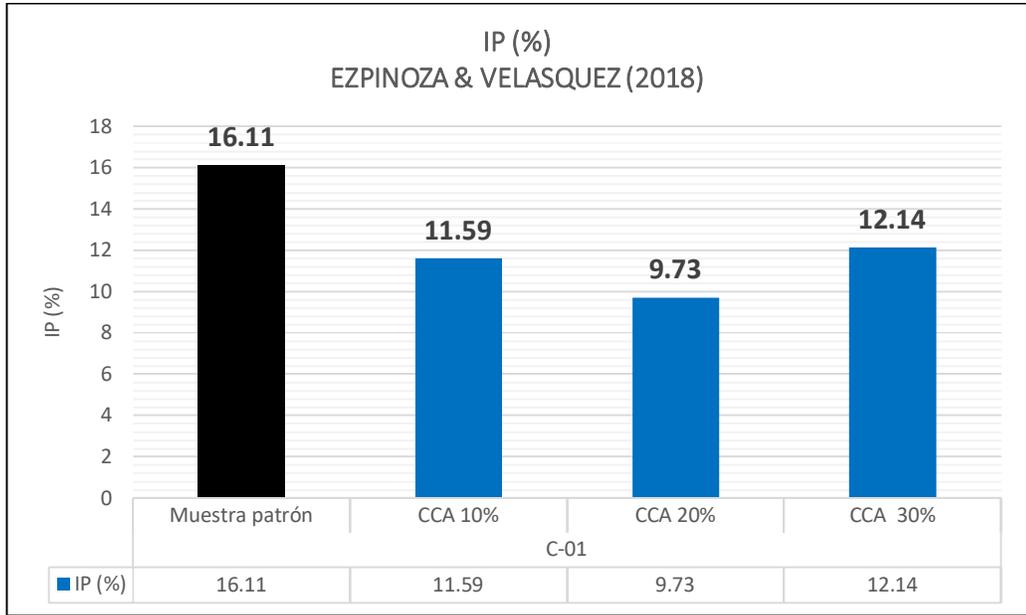
**Objetivo específico 03:** Analizar cómo influye las dosificaciones en las cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades física mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.

En esta investigación se afirma que la aplicación de ceniza de cascara de castaña – cacao adicionando en los siguientes como: 2% de ceniza de

cascara de cacao – 2% de ceniza de cascara de castaña, 4% de ceniza de cascara de cacao – 4% de ceniza de cascara de castaña y 6% de ceniza de cascara de cacao – 6% de ceniza de cascara de castaña, si cumple con el mejoramiento en las propiedades físico mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la Calle Mardini, Puerto Maldonado – 2022. Por lo tanto, la aplicación en la muestra llega a mejorar positivamente favorable.

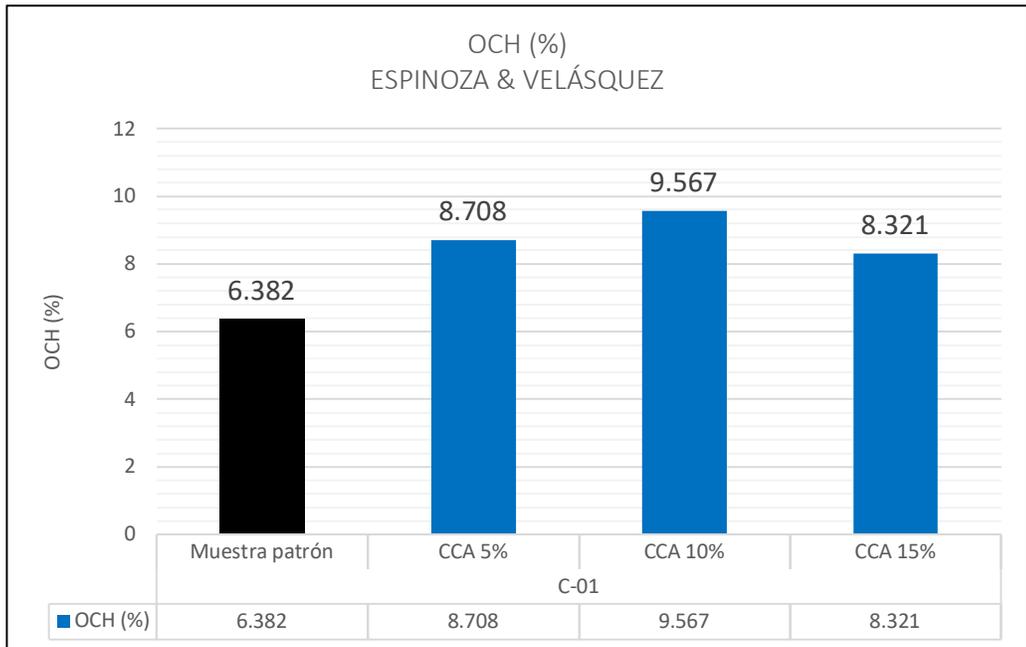
*En su investigación tienen como objetivo determinar la estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de azúcar para mejorar la sub rasante.* (Espinoza & Velásquez, 2018). En la calicata 01, al incrementar las dosificaciones de 10%, 20% y 30% de CCA, el índice de plasticidad es de 11.59%, 9.73% y 12.14%, en el suelo natural su límite líquido es de 18.19% e incrementando las dosificaciones da 13.28%, 10.56%, 12.92%; la muestra patrón del límite plástico es de 2.08%, y añadiendo las dosificaciones reduce a 1.69%, 0.83% y 0.78% para determinar y mejorar las propiedades físicas. Incrementando 10%, 20% y 30% de CCA es de 1.802gr/cm<sup>3</sup>, 1.859gr/cm<sup>3</sup> y 1.776gr/cm<sup>3</sup>, su óptimo contenido de humedad aumentó a 8.708%, 9.567% y 8.321%, por lo tanto, al adicionar 10% de CCA aumentó el CBR al 95% a 11.56% y el CBR al 100% un 12.93%, incrementando 20% de CCA se amplió en 15.18% y el CBR al 100% en 16.97%, y al adicionar el 30% de CCA el CBR al 95% dio 10.12% y el CBR al 100% dio 11.49% mejorando así las propiedades mecánicas de la subrasante con el 20% de CCA.

Figura 175. Propiedades físicas de antecedente de Espinoza & Velasquez



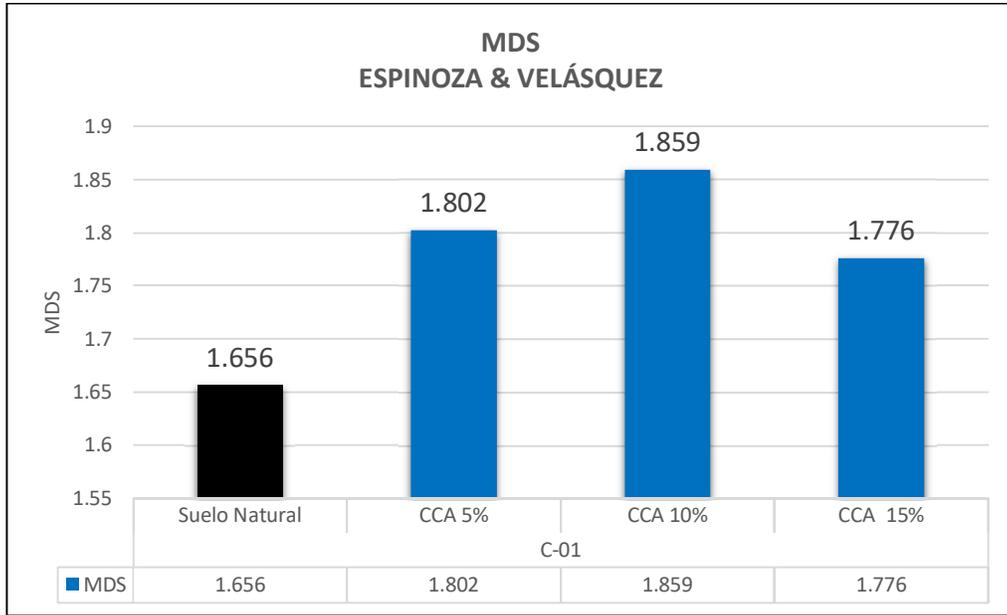
Fuente: propia

Figura 176. Propiedades mecánicas (OCH) del antecedente de Espinoza & Velásquez



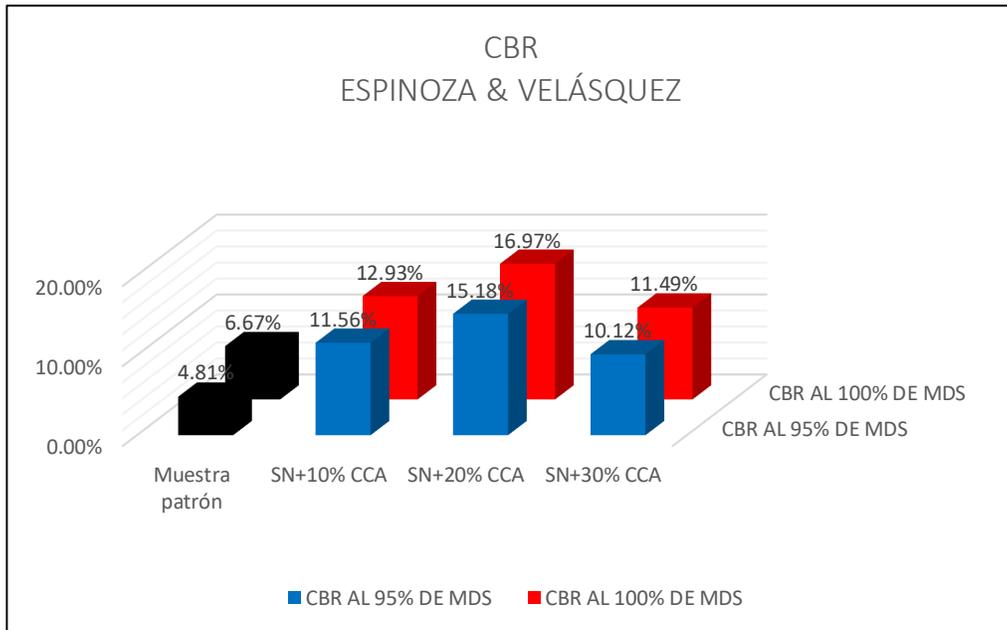
Fuente: propia

Figura 177. Propiedades mecánicas (MDS) del antecedente de Espinoza & Velásquez



Fuente: propia

Figura 178. Propiedades mecánicas (CBR) del antecedente de Espinoza & Velásquez

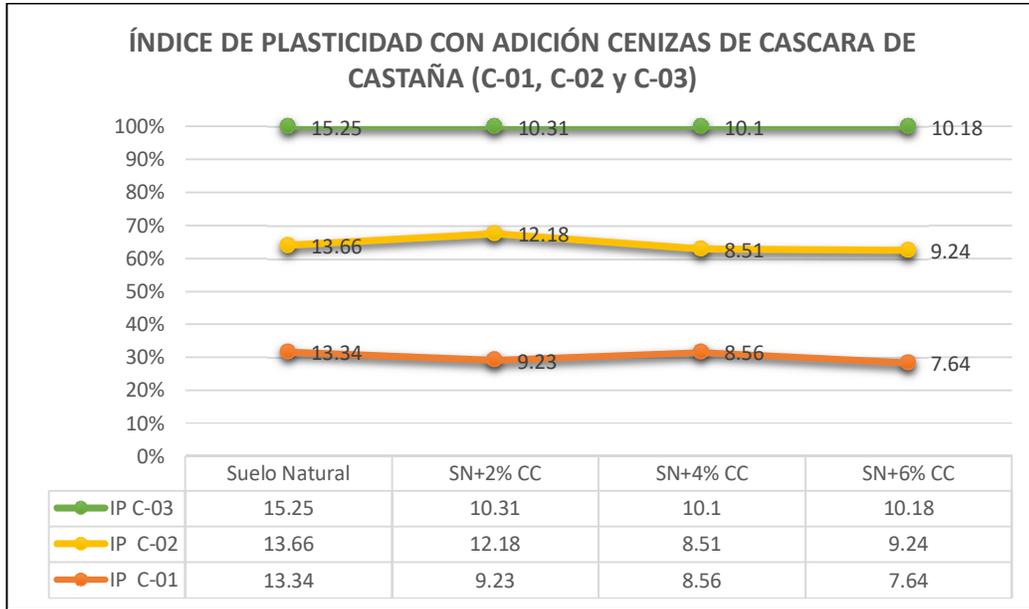


Fuente: propia

En nuestra investigación las dosificaciones que se incrementó fueron de 2%, 4% y 6% de cenizas de cascara de cacao – castaña, dando como índice de plasticidad 9.15%, 9.86% y 8.46% de cenizas de cascara de castaña, 9.23%, 8.56% y 7.64% de cenizas de cascara de cacao de la calicata 01, 11.43%,

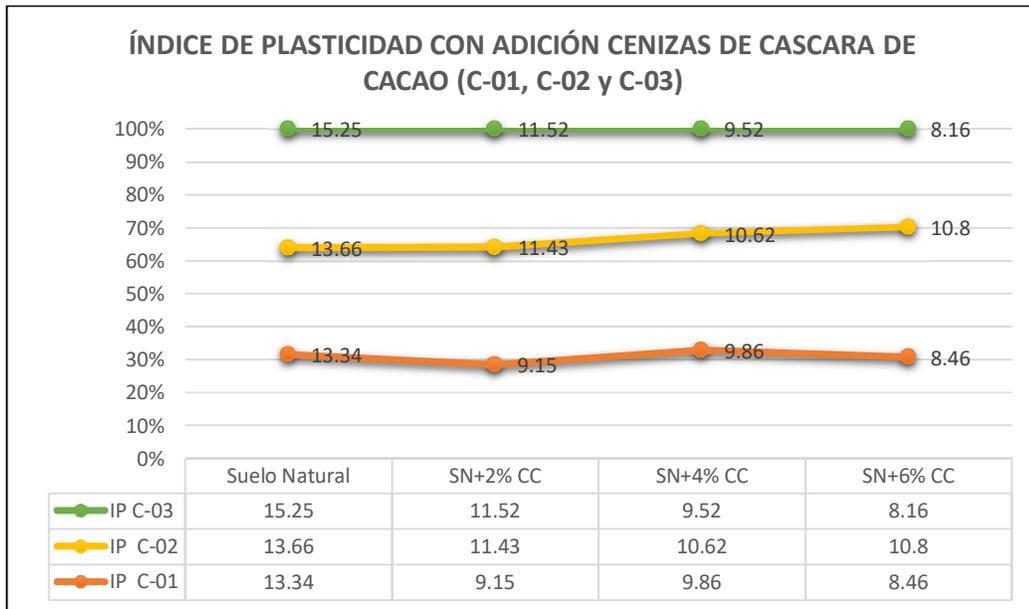
10.62% y 10.8% de CCC, 12.18%, 8.51% y 9.24% de CCC de la calicata 02, 11.52%, 9.52% y 8.16% de cenizas de cascara de castaña, 10.31%, 10.1%, 10.18% de cenizas de cascara de cacao de la calicata 03, dando como límite líquido con las dosificaciones un 30.9%, 30.76%, 29.16% de CCC, 31.93%, 29.31% y 28.19% de cenizas de cascara de cacao de la calicata 01, 32.33%, 31.12%, 29.85% de CCC, 32.93%, 29.06%, 28.54% de CCC de la calicata 02, 32.02%, 29.62% y 29.06% de CCC, 32.11%, 30.15%, 29.18% de CCC de la calicata 03; su límite plástico 21.75%, 20.9%, 20.7% de CCC, 22.7%, 20.75% y 20.55% de CCC de la calicata 01, 20.9%, 20.5% y 19.05% de CCC, 20.75%, 20.55% y 19.3% de CCC de la calicata 02, 20.5%, 20.1% y 19.9% de CCC, 21.8%, 20.05% y 19% de CCC de la calicata 03. También da un óptimo contenido de humedad de 10.11%, 10.21% y 9.88% y de CCC es de 9.83%, 9.71% y 9.73% en la calicata 01, 10.07%, 10.01% y 10.22% de CCC, 9.98%, 10.33% y 10.78% de CCC en la calicata 02, 9%, 9.63% y 9.26% de CCC, 10.03%, 9.09% y 9.12% de CCC en la calicata 03; su máxima densidad seca incrementa en 1.79gr/cm<sup>3</sup>, 1.80gr/cm<sup>3</sup> y 1.85gr/cm<sup>3</sup> de CCC, 1.75gr/cm<sup>3</sup>, 1.8gr/cm<sup>3</sup> y 1.85gr/cm<sup>3</sup> de CCC en la calicata 01, 1.75 gr/cm<sup>3</sup>, 1.8 gr/cm<sup>3</sup>, 1.81gr/cm<sup>3</sup> de CCC, 1.81gr/cm<sup>3</sup>, 1.79gr/cm<sup>3</sup> y 1.83gr/cm<sup>3</sup> de CCC en la calicata 02, 1.79 gr/cm<sup>3</sup>, 1.8 gr/cm<sup>3</sup> y 1.78 gr/cm<sup>3</sup> de CCC, 1.79gr/cm<sup>3</sup>, 1.76gr/cm<sup>3</sup> y 1.8gr/cm<sup>3</sup> de CCC en la calicata 03, el CBR al 95% añadiendo las dosificaciones da 8.7%, 9.47% y 9.68%, el CBR al 100% da 12.4%, 13.4% y 13% de cenizas de cascara de castaña, el CBR al 95% da 8.07%, 8.77% y 9.12% de CCC, el CBR al 100% da 12.3%, 11.8% y 12.5% de CCC de la calicata 01, el CBR al 95% da 7.37%, 7.8% y 8.42% y al 100% da 10.5%, 11.2% y 11.9% de CCC, el CBR al 95% da 7.72%, 8.42% y 8.91%, y al 100% da 10.4%, 11.2% y 11.8% de CCC de la calicata 02, el CBR al 95% da 8.07%, 8.98% y 9.19%, y al 100% da 10.4%, 10.4% y 11% de CCC, el CBR al 95% da 8.42%, 9.12% y 9.96%, al 100% da 10.4%, 11% y 11.5% de CCC de la calicata 03.

Figura 179. Propiedades físicas (IP) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de castaña.



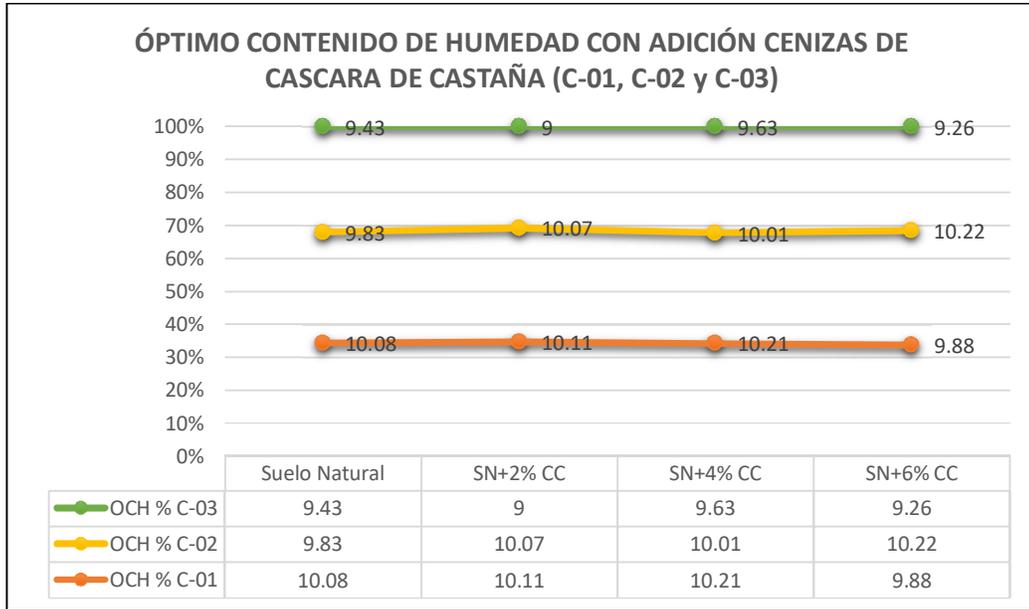
Fuente: propia

Figura 180. Propiedades físicas (IP) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de cacao.



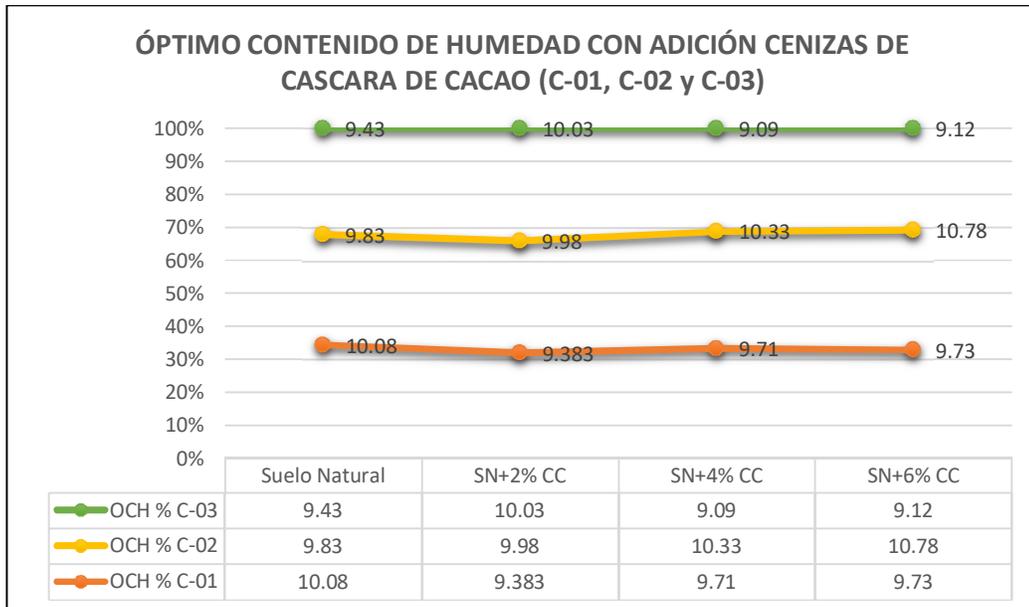
Fuente: propia

Figura 181. Propiedades mecánicas (OCH) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de castaña.



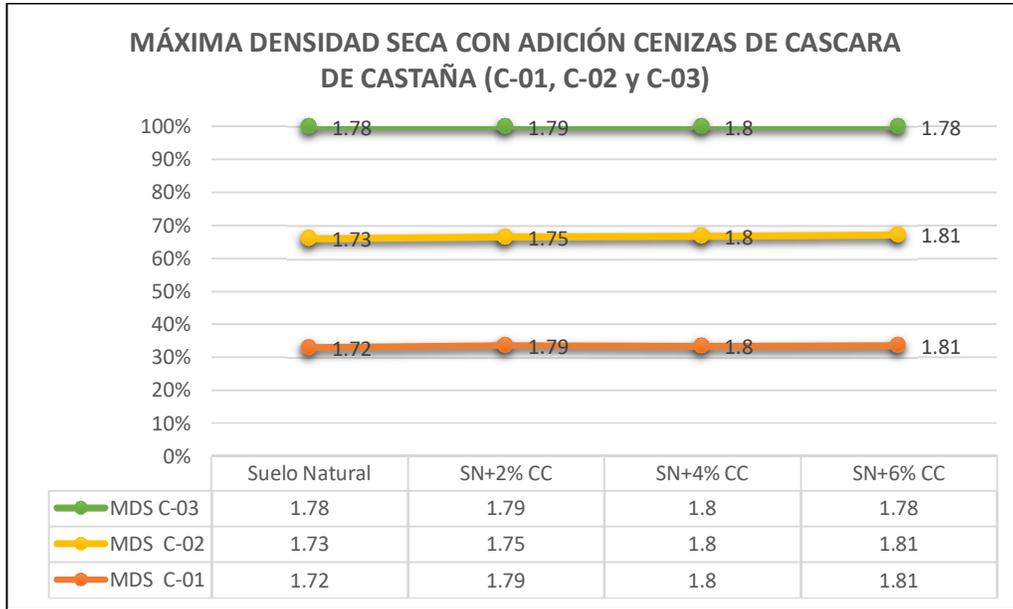
Fuente: propia

Figura 182. Propiedades mecánicas (OCH) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de cacao.



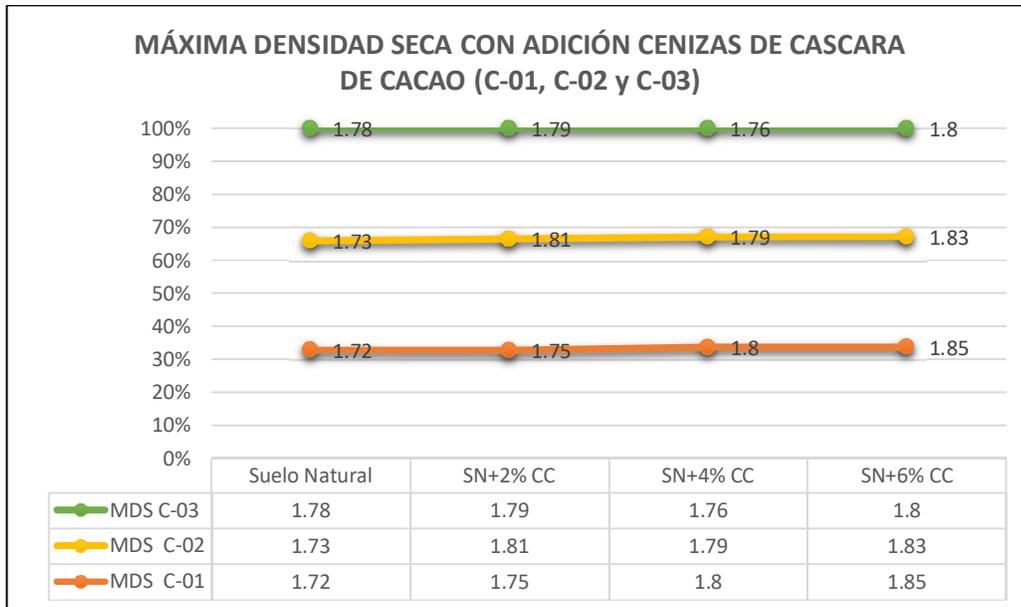
Fuente: propia

Figura 183. Propiedades mecánicas (MDS) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de castaña.



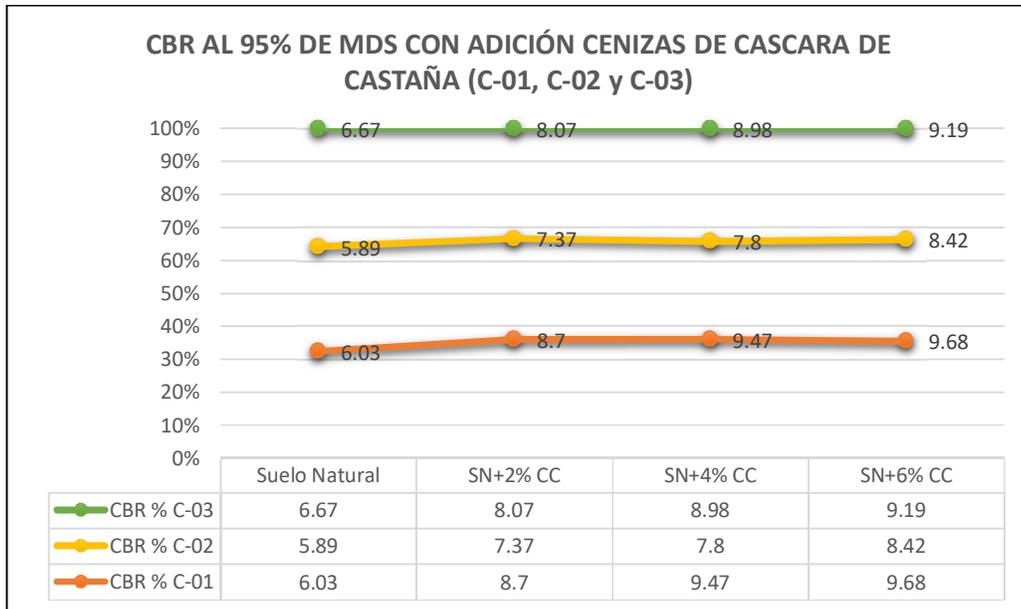
Fuente: propia

Figura 184. Propiedades mecánicas (MDS) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de cacao.



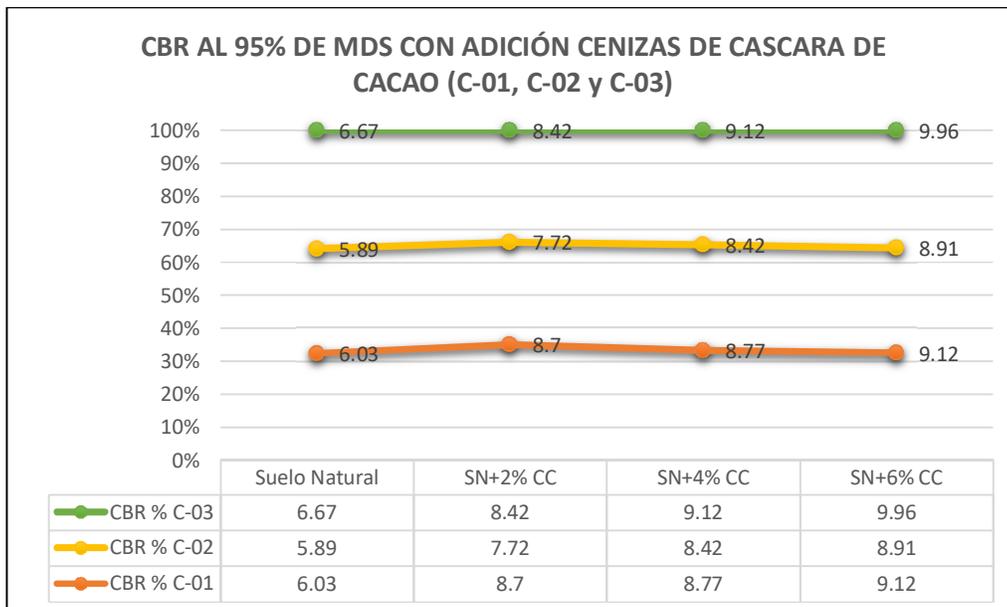
Fuente: propia

Figura 185. Propiedades mecánicas (CBR al 95% de MDS) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de castaña.



Fuente: propia

Figura 186. Propiedades mecánicas (CBR al 95% de MDS) de la actual investigación con adición de cenizas de cascara de cacao.



Fuente: propia

Para Espinoza & Velásquez (2018), el porcentaje óptimo a adicionar es el 20% de CCA porque su límite líquido es de 10.56%, límite plástico ha disminuido a 0.83% e índice de plasticidad a 9.73%, en la presente investigación el porcentaje óptimo al adicionar cenizas de cascara de cacao – castaña es 6%

disminuyó en 8.46%, 10.8% y 8.16%, 7.64%, 9.24% y 10.18% de CCC, al límite líquido reduce al 29.16%, 29.85% y 29.06% de CCC, 28.19%, 28.54% y 29.18%, su límite plástico disminuye al 20.7%, 19.05% y 19.9% de CCC, 20.55%, 19.3% y 19%. Al adicionar 20% de CCA la máxima densidad seca incrementa al 1.859gr/cm<sup>3</sup>, el óptimo contenido de humedad también al 9.567%, el CBR al 95% también incrementa al 15.18% y el CBR al 100% da 16.97%, y en la presente investigación adicionando el 6%, el CBR al 95% de las tres calicatas se incrementa en 9.68%, 8.42% y 9.19% y el CBR al 100% aumentó a 13%, 11.9% y 11% de cenizas de cascara de castaña, el CBR al 95% incrementó a 9.12%, 8.91% y 9.96% y el CBR al 100% aumentó a 12.5%, 11.8% y 11.5% de CCC, el O.C.H. disminuyó e incrementó con la dosificación de 6% a 9.88%, 10.22%, 9.26% de CCC, 9.73%, 10.78% Y 9.12% de CCC y la M.D.S. incrementó a 1.81%, 1.81% y 1.78% de CCC, 1.85%, 1.83% y 1.8% de CCC, existiendo SIMILITUD en los resultados.

## VI. CONCLUSIÓN

1. Respecto a las propiedades físicas en la subrasante de la calle Mardini, se tiene lo siguiente:
  - ✓ Luego de extraer las muestras de la Calle Mardini teniendo como referencia los más puntos críticos se extrajo las C-01, C-02 y C-03 por medio del Análisis granulométrico por tamizado se obtuvo como resultado que el material está compuesta por 8.6% de arena y 91.4% de fino dando un total de 100% de la muestra analizadas la clasificación para cada una de las calicatas mediante sistema SUCS es el A-6(16), mientras que para la clasificación AASHTO es un CL, este tipo de materiales son arcillas de Plasticidad media, razón por lo cual estos suelos no tienen mucha capacidad de soporte (CBR).
  - ✓ Según los valores obtenidos del límite de atterberg de la calicata 03 del suelo natural el índice de plasticidad es de 15.24%, y al adicionar 2%, 4% y 6% cenizas de cascara de castaña – cacao se obtiene mejoras en reducción del índice de plasticidad, alcanzando un valor 11.52% y 10.31% de I.P. con adición de 2%, incrementando el 4% se logró disminuir 9.52% y 10.1% de I.P. e incrementando el 6% alcanzó a disminuir a 8.16% y 10.18% de I.P., por medio de este ensayo se obtuvo la dosificación óptima de adición para poder disminuir el I.P., el cual es el de 6% de adición de cenizas de cascara de castaña – cacao.
2. De las propiedades mecánicas en la subrasante de la calle Mardini, se tiene:
  - ✓ Al adicionar cenizas de cascara de castaña en las tres calicatas se concluye que la máxima densidad seca del suelo arcilloso con adición de la dosificación optima que es 6%, alcanzó un M.D.S. de 1.81gr/cm<sup>3</sup>, 1.81gr/cm<sup>3</sup> y 1.78gr/cm<sup>3</sup>, adicionando las cenizas de cascara de cacao logró 1.85gr/cm<sup>3</sup>, 1.83gr/cm<sup>3</sup> y 1.80gr/cm<sup>3</sup>, estos resultados prueban que la máxima densidad seca con adición estuvo por encima de la densidad seca patrón, lo que figura una

mejora en sus propiedades mecánicas a través de la compactación, cumpliendo con el valor mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo=1.50gr/cm<sup>3</sup>.

- ✓ Debido a la resistencia y capacidad de carga del suelo se concluye que el suelo arcilloso de plasticidad media logra estabilizar con la dosificación al 6% de cenizas de cascara de castaña – cacao, en relación al peso seco de la muestra del suelo y el O.C.H., alcanzando un CBR al 95% 9.68%, 8.42% y 9.19% de cenizas de cascara de castaña, 9.12%, 8.91% y 9.96% de CCC, y el CBR al 100% da 13%, 11.9% y 11% de cenizas de cascara de castaña, 12.5%, 11.8% y 11.5% de CCC, donde se puede notar el incremento sobre la capacidad de soporte al suelo natural. Los materiales incrementados resultan favorablemente.

## VII. RECOMENDACIÓN

Luego de realizar la investigación obteniendo resultados nace nuevas ideas y al mismo tiempo sugerencias para investigaciones futuras las cuales son las siguientes:

1. Se recomienda que deben certificar las cenizas de cascara de castaña y de cacao en un laboratorio que cuente con los equipos necesarios la cual debe estar calibrados para obtener las puzolanas más reactivas no obstante, se debe realizar una ficha de tratamiento del producto para que la ceniza de cascara de castaña y cacao no contengan impurezas antes de la incineración.
2. Para investigaciones futuras se aconseja ampliar la estabilización con diferentes tipos de suelos de esta manera poder comprobar como inciden su comportamiento físico-mecánico en mayores porcentajes ya que se ve una mejora a partir de una dosificación mayor al 6%.
3. Se aconseja efectuar un presupuesto antes de realizar los ensayos de esta manera sabremos un promedio aproximado para definir cuanto será el costo de un proyecto de estabilización con cascará de cacao y castaña adicionados en suelos arcilloso.
4. Se recomienda hacer un estudio de tráfico vehicular para determinar la intensidad de tráfico de la calle a tratar de esta manera definir el tipo de vía según la norma CE-010 de pavimento urbano nos indica cuantas calicatas se realizarán y solicitud de igual forma un documento de certificación la vía a la Municipalidad.
5. Se sugiere que en la ciudad en la cual se va a realizar la investigación tenga más accesibilidad con respecto a los laboratorios para de esta manera investigaciones futuras no tengan retrasos al momento de obtener los resultados ya que al contar con un solo laboratorio en la ciudad se genere retrasos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKBAR A., ASGHAR A., MOJTABA B., 2016. Una revisión de los suelos arcillosos. Asian Journal of Applied Sciences [en línea], Malaysia: Volumen 04 – Issue 06 [consulta: noviembre del 2021]. ISSN 2321-0893 Disponible en: <https://cutt.ly/6SRYAsd>.
- ALARCÓN, J., JIMÉNEZ, M. y BENÍTEZ, R., 2020. Stabilization of soils through the use of oily sludge. Revista ingeniería de construcción [en línea], Colombia: vol. 35, no. 1, pp. 5-20. [consulta: noviembre del 2021]. ISSN 0718-5073. Disponible en: <https://cutt.ly/FAZW5Y2>.
- ASTM International. (2019). ASTM D2216-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. Recuperado de <https://doi.org/10.1520/D2216-19>
- AUCCALLA, M.X. y VALENZUELA, J.J., 2019. Estabilización de la Sub rasante de suelos arcillosos, aplicando la cal con cemento en el tramo de san José-Chichizu, Junín 2019 [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo [consulta: octubre del 2021] pp. 237. Disponible en: <https://cutt.ly/yDakkMY>.
- Badillo. J., & Rodriguez, R. (2011). Mecánica de Suelos. Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos. México, D.F.: Editorial Limusa.
- BARRAGÁN, C. y CUERVO, H., 2019. Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno- arcilloso [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cundinamarca: Universidad piloto de Colombia sección alto magdalena [consulta: diciembre del 2021] pp. 78. Disponible en: <https://cutt.ly/2AZAjqR>.
- Basha, E. A., Hashim, R., Mahmud, H. B., Muntohar, A. S. (2005). Stabilization of residual soil with rice husk ash and cement. Construction and building materials, 19 (6) pp: 448-453.
- BOWLES, Joseph, 1981. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil [en línea]. Colombia: McGRAW-HILL [consulta: enero del 2022] ISBN 9788578110796. Disponible en: <https://cutt.ly/VAZPAr5>.

BRAJA, D. M. (2015). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México: Cengage Learning Editores, S.A.

BONILLA RAMÍREZ, J. F., JIMÉNEZ RAMOS, A. F., & PÁRAMO GARCÍA, F. I. (2019). Estudio Del Comportamiento De Las Condiciones Mecánicas Del Material Granular Tipo Afirmado Con Adición De Cemento Portland Y Ceniza De Bagazo De Caña (CBCA). Ibagué, Colombia:Universidad Cooperativa De Colombia. En línea

<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/16273>

Cruz, T. & Thatiana, A. (2019). Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

Castro, A. (2017). Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

CAAMAÑO MURILLO, I. A. (2016). Mejoramiento De Un Suelo Blando De Subrasante Mediante LaAdición De Cascarilla De Arroz Y Su Efecto En El Módulo Resiliente. Bogotá D.C., Colombia,Universidad Militar Nueva Granada. En línea

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15770>

CARVAJAL ORTEGÓN, N. A., RINCÓN PLAZAS, D. A., & ZARATE RAMÍREZ, J. G. (2018). Mejoramiento Del Material De Afirmado De La Cantera La Esmeralda Mediante La Adición De Ceniza De Cascarilla De Arroz Y Material Reciclado De Escombros. Ibagué, Colombia: Universidad Cooperativa De Colombia. En Línea

<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/13832>

GÓMEZ PÉREZ, L.E., GUILLIN ACOSTA, W.F. y GALLARDO AMAYA, R.J., 2016. Variación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos compresibles estabilizados con material cementante. Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento Tecnura Journal [en línea], José de Caldas: Universidad Distrital Francisco José de Caldes. pp. 1-13. [consulta: diciembre del 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/YDjICd3>.

GUARIGUATA, M.R. y ROCKWELL, C.A., 2015. La producción de castaña (*Bertholletia excelsa*) en el contexto de la extracción de madera en Madre de Dios, Perú. Centro para la Investigación Forestal Internacional, CIFOR [en línea], Perú: vol. 127, no. 127, pp. 1-8. [consulta: diciembre del 2021] DOI 10.17528/cifor/005747. Disponible en: <https://cutt.ly/LDhH9RT>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, P. (2014). Metodología de la Investigación. México, D. - México McGraw-Hill.

Disponible en <https://bit.ly/39iRBp2>

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., & MENDOZA TORRES, C. P. (2018).

Metodología de la investigación (Primera ed.). México Mc Graw Hill.

ISOLA ELÍAS, Sandra, 2008. Evaluación de impacto ambiental: Castaña en la Reserva Nacional de Tambopata. [consulta: diciembre del 2021] Madre de Dios: pp. 1-171. Disponible en: <https://cutt.ly/jDhLUDG>.

KUMAR YADAV, A., GAURAV, K., KISHOR, R., & SUMAN, S. (2017). Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. Bihar, India: National Institute of Technology Patna. En línea: <https://www.researchgate.net/publication/314110482>

LAMBE, T. (1951). Soil Testing for Engineers . New Cork: Biblioteca Ingeniería Civil.

ORRALA, F., & GÓMEZ, F. (2015). Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de Santa Elena. La Libertad.

En línea: <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2272>

LEONI, Augusto José, 2020. Propiedades físicas de los suelos [en línea]. [consulta: enero del 2022] pp. 1-90. Disponible en: <https://cutt.ly/jAZ4MQU>.

LÓPEZ BARBARÁN, Junior, 2021. Estabilización De Suelos Arcillosos Aplicando Ceniza De Cáscara De Arroz Para El Mejoramiento De Subrasante, En La Localidad De Moyobamba – Departamento De San

Martín [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas [consulta: enero del 2022] pp. 1-100. Disponible en: <https://cutt.ly/MAZ7xvz>.

Mecánica de Suelos - Geología - publicaciones. [en línea], 2015. [Consulta: 22 enero 2022]. Disponible en: <https://post.geoxnet.com/mecanica-de-suelos/>.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú: MTC. Manual de ensayo de materiales. 2016., pp. 1-1272.

Marconi, J. (2011). El Suelo. El Cid Editor. Santa Fe. Argentina.

Muntohar, A. S., & Hantoro, G. (2016). Influencia de la ceniza de cáscara de arroz y cal en las propiedades de ingeniería de una subrasante arcillosa. PP 1-13.

VARGAS E. (2017). El 89.9% de las carreteras no están pavimentadas a nivel departamental. Diario Perú 21. Lima – Perú.

NASIRI, M.; LOTFALIAN M.; MODARRES A. Y WU, W. (2016). Optimum utilization of rice husk ash for stabilization of sub-base materials in construction and repair projects of forest roads.

Norma Técnica peruana. Pavimento Urbanos, CE.010, 2010. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia. [en línea], pp. 1-68.

OLAYA BULLA, Andrés Paul, 2018. Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías. [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Bucaramanga: Universidad nacional abierta y a distancia – UNAD [consulta: octubre del 2021] pp. 1-74. Disponible en: <https://cutt.ly/JDaubUS>.

Perez, C. (2016). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso subrasante mejorada (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23<sup>ra</sup> ed., [versión 23.3 en línea] <https://dle.rae.es> [consultado el 25 de junio de 2020].

TEJADA PAZ, Renato Fernando, 2018. Estudio De Pre-Factibilidad Para La Industrialización Y Exportación De Castañas Al Mercado De Estados Unidos [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero) Arequipa: Universidad

Nacional de San Agustín [consulta: Noviembre de 2021] pp. 258.  
Disponible en: <https://cutt.ly/ZSRy75c>.

Walpole, R.; Myers, H.; Myers, L.; Ye, K. (2012). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Pearson Educación. México.

Thenoux, G., Carrillo, H. (2005). Estudio para la Utilización de Cenizas Provenientes de la Caldera Cogeneradora Petropower en la Estabilización de Suelos. CIIV Centro de Ingeniería e Investigación Vial, DICTUC S.A., Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

VAN DUC, B., KENNEDY CHIBUZOR, O., PHI VAN, D., DINH PHUC, H., NU NGUYEN, T., & WU, W. (2018). Strength Development of Lateritic Soil Stabilized by Local Nanostructured Ashes. Hanoi, Vietnam: Hanoi University of Mining and Geology.

En línea : <https://www.researchgate.net/publication/326788535>

VEGA, A. (2017) "Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac Alto, provincia de Huaraz-1017". Tesis de grado inédita, universidad San Pedro de Huaraz, Ancash. En

Línea: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61598/Ram%C3%ADrez\\_CE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61598/Ram%C3%ADrez_CE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

YOUNG W., HAN EDWIN A., CATALANO, CIEGLER A. (1983). Chemical and physical properties of sugarcane bagasse irradiated with gamma rays. Journal Agricultural Food Chemistry, 31, 8-34.

## ANEXOS

- Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables
- Anexo 2: Matriz de consistencia
- Anexo 3: Instrumento de recolección de datos
- Anexo 4: Ensayos
- Anexo 5: Confiabilidad
- Anexo 6: Dosificación de Resultados de antecedentes
- Anexo 7: Procedimientos
- Anexo 8: Análisis de costos
- Anexo 9: Turnitin
- Anexo 10: Normativa
- Anexo 11: Mapas y Planos
- Anexo 12: Panel fotográfico
- Anexo 13: Certificación de Cenizas
- Anexo 14: Propiedades físicas y químicas de la ceniza de cascara de castaña y ceniza de cacao.
- Anexo 15: Solicitud para la extracción de las calicatas.
- Anexo 16: Certificación de Tipo de Vía por la Municipalidad.
- Anexo 17: Tratamiento del Producto
- Anexo 18: Prueba de Hipótesis SPSS

**ANEXO 1:**  
**Matriz de operacionalización de variables**

**ANEXO 2:**  
**Matriz de consistencia**

## Matriz de Operacionalización de Variables

**TITULO:** “Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña - cacao en calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022”

**AUTORES:** 1. Peña Nuñez, Melody Aduj  
2. Quispe Choque, Thalia Kelly

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Cenizas de cascara de castaña y cacao	<p>La cáscara de cacao es un material de difícil degradación debido a su alto contenido de lignina y celulosa, presenta materiales lignocelulósicos donde se puede aplicar en procesos industriales; esta cáscara generalmente es desechada y genera problemáticas como la proliferación de microorganismos patógenos. Presenta una sustancia granulada la cual se caracterizó teniendo en cuenta parámetros como pH, porcentaje de humedad, grasa y fibra, entre otros. (Herrera-Rengifo,2020)</p> <p>La ceniza decascara de castaña concentración así como el pH del sistema a la vida útil del adhesivo resultante. Para ello, la variación del comportamiento reológico del adhesivo con el tiempo desde el momento de su preparación. Se prepararon 10 mL de una disolución acuosa al 40% (en peso) de extracto de cáscara de castaña (EXCC1 y EXCC2), se ajustó el pH al valor fijado empleando una disolución acuosa de NaOH.(Campos.2018)</p>	<p>Este material organico se evalúa en base a tenacidad, ductilidad, y la dosificación que se le dará sobre el concreto. Características de las cenizas de cascara de castaña; los factores que influyen en las características de las fibras son: <math>lf</math> = Longitud de la fibra (mm), <math>d</math> = Diámetro equivalente de la fibra (mm), <math>\lambda</math> = Esbeltez o relación de aspecto de la fibra (<math>lf/d</math>), <math>Af</math> = Área de la sección transversal de la fibra (<math>mm^2</math>), <math>\sigma_f</math> = Resistencia a la tracción de la fibra (<math>N/mm^2</math>).(Valero.2014)</p>	Dosificación	2% de cenizas de cascara de cacao y 2% de cenizas de cascara de castaña	Razón	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada. <b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo. <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental: Cuasi – Experimental. <b>Enfoque:</b> Cuantitativo. <b>Población:</b> 518.40 m de la Av. Mardini <b>Muestra:</b> 3 calicatas de la Av. Mardini <b>Muestreo:</b> No Probabilístico <b>Técnica:</b> Observación directa. <b>Instrumento de recolección de datos:</b> - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Ensayos de laboratorio</p>
				4% de cenizas de cascara de cacao y 4% de cenizas de cascara de castaña		
				6% de cenizas de cascara de cacao y 6% de cenizas de cascara de castaña		
Suelos arcillosos	<p>Los suelos arcillosos o suelos expansivos están conformado por partículas que son microcristalinas que pertenecen a un grupo de minerales. Por lo general este tipo de suelos están compuesto por granos finos, y su plasticidad es perfecta cuando se combina con la humedad adecuada y cuando se secan se vuelven a endurecer. (Ali Akbar et al., 2016).</p> <p>La caracterización de este dependerá de diferentes factores los cuales serán: la trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire, exudación, segregación, permeabilidad, resistencia a los esfuerzos como compresión, tracción y flexión; los cuales determinarán las propiedades físico mecánicas. (TORIBIO &amp; UGAZ, 2021)</p>		Propiedades Físicas	Analisis granulometrico (%).	Razón	
				Contenido de humedad (%).		
				Clasificación de suelos SUCS, AASHTO.		
				Limite Liquido (%).		
				Limite Platico (%)		
				Indice de plasticidad (IP) (%).		
				Propiedades Químicas		
Densidad maxima seca ( $T_n/m^3$ ).						
Obtmo contenido de humedad (%).						
CBR						

## Matriz de Consistencia

**TITULO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña - cacao en calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"**

**AUTORES:**

**1. Peña Nuñez, Melody Aduj**

**2. Quispe Choque, Thalia Kelly**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTEIS	VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES	INTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL					
¿Cómo influye la incorporación de cenizas de cascara de castaña - cacao de la subrasante del suelo arcilloso en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022?	Evaluar de qué manera influye la incorporando cenizas de cascara de castaña y cacao en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022	La adición de cenizas de cascara de castaña y cacao mejorara de manera significativa las propiedades físico mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022	INDEPENDIENTE	Cenizas de cascara de cacao - castaña	Dosificación	2% de cenizas de cascara de cacao y 2% de cenizas de cascara de castaña	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición. laboratorios aplicado. El porcentaje de cenizas de cascara de castaña y cacao a volumen de suelo
		4% de cenizas de cascara de cacao y 4% de cenizas de cascara de castaña					
		6% de cenizas de cascara de cacao y 6% de cenizas de cascara de castaña					
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICO</b>	DEPENDIENTE	Suelos arcillosos	Propiedades físicas	Analisis granulometrico (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 350.001 /MTC E-105-2013
						Contenido de humedad (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.127 /MTC E-108
						Clasificación de suelos SUCS, AASHTO.	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2487, M-145
						Limite Liquido (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.129 /MTC E-111
						Limite Platico (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo Norma NTP 339.129 /MTC E-111
						Indice de plasticidad (IP) (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D2487 /MTC E-108
¿De que manera influye la adición de cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022?	Determinar cómo influye la adición de cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.	La adición de cenizas de la cascara de castaña-cacao influye positivamente en las propiedades mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.			Propiedades Mecánicas	Densidad maxima seca (Tn/m3).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.142 /MTC E-115.
						Obtmo contenido de humedad (%).	
¿En qué medida influye las dosificaciones en las cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022?	Analizar cómo influye las dosificaciones en las cenizas de cascara de castaña-cacao en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.	La incorporación de cenizas de castaña y cacao influye positivamente en las propiedades físico mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en calle Mardini, Puerto Maldonado, 2022.				CBR	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.613.

# ANEXO 3:

## Instrumento de recolección de Datos

Ensayo Limites de Atterberg MTC E 110,111-ASTM D4318.

 <b>LABORATORIO DE SUELOS</b>	
<b>ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>	
NTP 339.127 / ASTM D2216	
CALICATA	UBICACIÓN
CANTERA	MUESTRA
PROF. (m)	MUESTRA
1 N° DEL RECIPIENTE	PROMEDIO
2 PESO DEL RECIPIENTE (g)	PROMEDIO
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	PROMEDIO
4 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	PROMEDIO
5 PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)	PROMEDIO
6 PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)	PROMEDIO
7 CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)	PROMEDIO

*[Signature]*

*[Signature]*  
 SERGIO RIVERA M. ALLEN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 106175

*[Signature]*  
 Leonardo J. Carreira Ponce  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 226476

 <b>LABORATORIO DE SUELOS</b>	
<b>ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO</b>	
MTC E 107 - ASTM D422	
CALICATA	UBICACIÓN
CANTERA	MUESTRA
PESO INICIAL	PESO RETENIDO (grs.)
MALLAS	DIÁMETRO
3"	75.000
2"	50.000
1 1/2"	37.500
1"	25.000
3/4"	19.000
1/2"	12.500
3/8"	9.500
1/4"	6.250
N°4	4.750
N°10	2.000
N°20	0.850
N°40	0.425
N°60	0.250
N°140	0.106
N°200	0.075

*[Signature]*

*[Signature]*  
 SERGIO RIVERA M. ALLEN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 106175

*[Signature]*  
 Leonardo J. Carreira Ponce  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 226476



### LABORATORIO DE SUELOS

#### LIMITES DE ATTERBERG MTC E 110,111-ASTM D4318

CANtera : \_\_\_\_\_ MUESTRA : \_\_\_\_\_ PROF. (m) : \_\_\_\_\_

PRUEBA	Nº	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
RECIPIENTE	Nº		
NUMERO DE GOLPES	Nº		
1 PESO DEL RECIPIENTE	(g)		
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)		
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	(g)		
4 PESO DEL AGUA (1-2)	(g)		
5 PESO DEL SUELO SECO (2-4)	(g)		
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5*100)	(%)		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LIMITE LIQUIDO : \_\_\_\_\_  
 LIMITE PLASTICO : \_\_\_\_\_  
 INDICE PLASTICO : \_\_\_\_\_

*[Signature]*  
 SERGIO ARBOLD M. RIVERA LAJINES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 108279

*[Signature]*  
 SERGIO ARBOLD M. RIVERA LAJINES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 108279

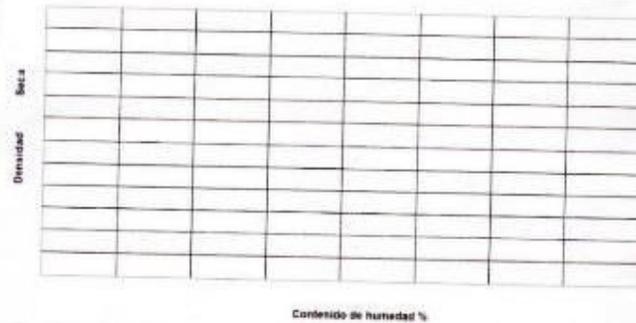
*[Signature]*  
 Leandro J. Carrera Ponce  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 229476



### LABORATORIO DE SUELOS

#### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115-ASTM D1557

MOLDE Nº	Volumen de Molde (cc)	Tipos de Malla	gº	Temperatura Suelo (°C)
CAPAS Nº	(Blow) (Nº)		Peso de Molde (gr)	Molde
MUESTRA	Nº			
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE	gr			
PESO SEI. MOLDE	gr			
PESO DEL SUELO HUMEDO (1-2)	gr			
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4-1)	gr/cc			
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE	Nº			
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	gr			
PESO SUELO SECO-CAPSULA	gr			
PESO DE LA CAPSULA	gr			
PESO DEL AGUA (1)-(4)	gr			
PESO DEL SUELO SECO (4)-(7)	gr			
HUMEDAD (10)-(1)	%			
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)-(10/100)	gr/cc			



DENSIDAD MAXIMA : \_\_\_\_\_ HUMEDAD OPTIMA : \_\_\_\_\_

*[Signature]*  
 SERGIO ARBOLD M. RIVERA LAJINES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 108279

*[Signature]*  
 SERGIO ARBOLD M. RIVERA LAJINES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 108279

*[Signature]*  
 Leandro J. Carrera Ponce  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 229476

Ensayo para la determinación el C.B.R.

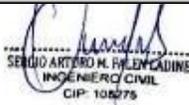
UCV		ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.) MTC E 132-ASTM D1883						
SOLICITANTE	UBICACIÓN							
PROYECTO	PROFUNDIDAD (m.)							
CALCATA	MUESTRA							
UBICACION	FECHA							
PROGRESIVA	ENSAYADO POR							
MOLDE N°								
N° DE CAPAS								
N° DE GOLPES POR CAPA								
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR		
VOLUMEN DE MOLDE								
PESO DE ANILDE								
PESO DE ANILDE + SUELO HUMEDO								
PESO DEL SUELO HUMEDO								
DENSIDAD HUMEDA								
RECIPIENTE N°								
PESO DE RECIPIENTE								
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO								
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO								
PESO DE AGUA								
PESO DE SUELO SECO								
CONTENIDO DE HUMEDAD								
DENSIDAD SECA								
EXPANSION								
FECHA	HORA	TIEMPO	25 GOLPES		50 GOLPES		100 GOLPES	
			DIAL	EXPANSION Pulg. %	DIAL	EXPANSION Pulg. %	DIAL	EXPANSION Pulg. %
PENETRACION								
PENETRACION (mm.)	PATRON (lb/pul)	DIAL	25 GOLPES		50 GOLPES		100 GOLPES	
			DIAL	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA UNITARIA
0.075								
0.150								
0.300	1000							
0.450								
0.700	1500							
0.950								
1.200								
1.450								




  
 SERGIO ARTURO M. MALDONADO  
 ING. CIVIL  
 CIP: 108275

Leonardo J. Carrera Ponce  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 226476

UCV		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
TRATAMIENTO DEL PRODUCTO		
TITULO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao. Calle <u>Mardini</u> , Puerto Maldonado - 2022"		
ELABORADO: Peña Nuñez, Melody Aduj Y Quispe Choque, Thalia Kelly		
UBICACION: Calle <u>Mardini</u> en Puerto Maldonado-Madre de Dios		
FECHA	HORA	DESCRIPCIÓN
20/07/2022	2:00 a. m.	Visita a la planta procesadora de la empresa el bosque E.I.R.L en busca de la cáscara de cacao y castaña
20/07/2022	3:15 a. m.	Traslado del producto, del punto de recolección hacia el establecimiento donde se encuentra el horno.
20/07/2022	6:00 p. m.	Eliminación impurezas
20/07/2022	7:00 p. m.	Triturado de la cáscara de cacao y castaña en partículas de hasta 1/2 pulgadas para acelerar el secado al aire libre.
21/07/2022	7:00 a. m.	Expansión de la cascara triturada sobre una zaranda para un secado uniforme
01/08/2022	8:30 a. m.	Recojo de la cascara de cacao y castaña en lavatorios grandes a espera de introducirlo al horno
01/08/2022	9:30 a. m.	Inicio de obtención de ceniza mediante el horno por aproximadamente 240 minutos
01/08/2022	12:30 p.m.	Extracción de la ceniza del horno, calcinado a 400°C +/- 500°C certificado de un laboratorio
01/08/2022	3:00 p. m.	Traslado de la ceniza de cascara de cacao al laboratorio
01/08/2022	5:30 p.m.	Almacenamiento de la ceniza en una fuente cerrada
05/08/2022	9:00 a. m.	Descubrimiento de la ceniza, lista para iniciar los ensayos
05/08/2022	10:00 a. m.	Inicio de los ensayos dentro del laboratorio para el proyecto de investigación.

  
 SERGIO ARTURO M. MALDONADO  
 ING. CIVIL  
 CIP: 108275

Leonardo J. Carrera Ponce  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 226476

Certificado de validación de instrumentos de recolección de datos

ANEXO XX Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombre del experto: Carrera Ponce Leandro Josemar  
 N° de registro CIP: 226476

Especialidad: Ingeniería Civil

Autor del Instrumento: Peña Núñez Melody, Quispe choque Thalia Kelly  
 Instrumento de evaluación: Ensayo para determinación del contenido de humedad natural, ensayo de análisis granulométricos por tamizados, límites de atterberg, ensayo de compactación (Proctor modificado) y ensayo de california Bearing ratio (C. B. R.).

CRITERIO	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables. Concreto todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal vigente a la variable. Concreto.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTERNACIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y corresponde a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable. Concreto.					X
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

(NOTA: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN

50

Leandro J. Carrera Ponce  
 ING. CIVIL  
 R.C.G. CIP 226476

Puerto Maldonado 28 de junio del 2022

ANEXO ..... Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombre del experto: Villica Romero José Luis  
 N° de registro CIP: 175639

Especialidad: Ingeniería Civil

Autor del Instrumento: Peña Núñez Melody, Quispe choque Thalia Kelly  
 Instrumento de evaluación: Ensayo para determinación del contenido de humedad natural, ensayo de análisis granulométricos por tamizados, límites de atterberg, ensayo de compactación (Proctor modificado) y ensayo de california Bearing ratio (C. B. R.).

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables. Concreto todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal vigente a la variable. Concreto.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTERNACIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y corresponde a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable. Concreto.					X
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

(NOTA: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN

50

Puerto Maldonado 28 de junio del 2022

ANEXO..... Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombre del experto: Fabian Ladines Sergio Arturo Miguel

N° de registro CIP: 10823E

Especialidad: INGENIERO CIVIL

Autor del Instrumento: Pella Núñez Melody, Quisque choque Thalia Kelly

Instrumento de evaluación: Ensayo para determinación del contenido de humedad natural, ensayo de análisis granulométricos por tamizados, límites de atterberg, ensayo de compactación (Proctor modificado) y ensayo de calificación Beering ratio (C. B. R.).

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acordes con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables. Concreto todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la variable. Concreto.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y claridad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTERNACIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y corresponden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recibe a través de los ítems del instrumento, permite analizar, describir y explicar la realidad, motivos de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores en cada dimensión de la variable. Concreto.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

(NOTA: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

PROMEDIO DE VALORACIÓN

50

  
 FABIAN LADINES SERGIO ARTURO MIGUEL  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 10823E

Puerto Maldonado, 26 de junio del 2022

# ANEXO 4:

## Ensayos de laboratorio.

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y RELAJ.) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PROYECTOS Y SERVICIOS PARA INGENIEROS Y CONSTRUCTORES PROFESIONALES - MONITOREO DE FILTROS - PROYECTOS DE GEOTECNIA  
PUERTO MALDONADO - JR. CUROO 138 - TAMBOPATA - TELÉFONO: 084 27440000 A.P. CUROO - 982737087 - 982 2744744 - FAX: 0842744191

### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216-19, NTP 339.127)

#### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022.
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	SRTA. MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE
<b>Hecho por</b>	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
<b>Fecha</b>	14/10/2022

#### Datos de la Muestra

##### MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

<b>Calicanta</b>	C-1 (Terreno Natural)
<b>Profundidad</b>	1.50 m.
<b>condición</b>	Aterrada

#### Datos del Equipo Calibrado

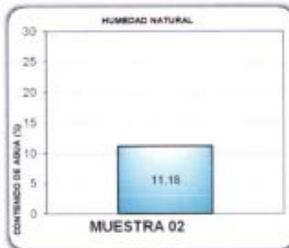
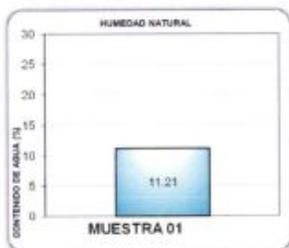
<b>Equipo</b>	HORNO DIGITAL de 0°C a 300°C
<b>Certificado de Calibración N°</b>	LT-059-2022-07/02/2022

#### Datos y resultados de ensayo

##### CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de Capsula		M - 01	M - 02
Peso Recipiente + Suelo Natural	g	486.50	500.30
Peso Recipiente + Suelo Seco	g	437.46	449.99
Peso Recipiente	g	0.00	0.00
Peso del agua	g	49.04	50.31
Peso del Suelo Natural	g	486.50	500.30
Peso del Suelo Seco	g	437.46	449.99
Contenido de Humedad (w)	%	11.21	11.18

**Contenido de Humedad: 11.20 %**



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEM. JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 270483  
AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y RELAJ.) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PROYECTOS Y SERVICIOS PARA INGENIEROS Y CONSTRUCTORES PROFESIONALES - MONITOREO DE FILTROS - PROYECTOS DE GEOTECNIA  
PUERTO MALDONADO - JR. CUROO 138 - TAMBOPATA - TELÉFONO: 084 27440000 A.P. CUROO - 982737087 - 982 2744744 - FAX: 0842744191

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

#### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022.
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	SRTA. MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE
<b>Hecho por</b>	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
<b>Fecha</b>	14/10/2022

#### Datos de la Muestra

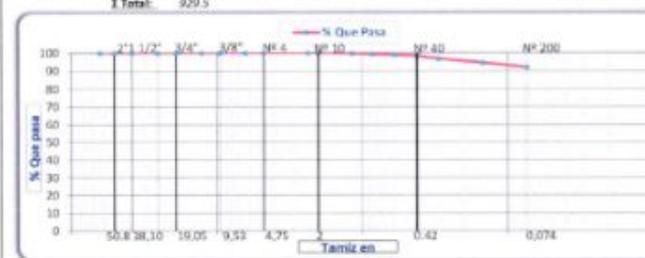
<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	
<b>Calicanta</b>	C-1 (Terreno Natural)
<b>Profundidad</b>	1.50 m.
<b>condición</b>	Aterrada

#### Datos del Equipo Calibrado

<b>Equipo</b>	TAMIZ GRANULOMÉTRICO
<b>Fabricado</b>	SEGUN NORMA ASTM E-11

#### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)				
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Gruesa	<b>Datos de ensayo</b> Peso S. Inicial: 929.5 g. Peso S. Inicial: 78.1 g. <b>Distribución:</b> Grava: 0.00 % Arena: 7.99 % Fines: 92.01 % <b>Dímetros efectivos:</b> D60: - D30: - D10: -		
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.40	0	0.0	0.0	100.0				
3/4"	19.05	0	0.0	0.0	100.0				
1/2"	12.70	0	0.0	0.0	100.0				
3/8"	9.53	0	0.0	0.0	100.0				
1/4"	4.75	0	0.0	0.0	100.0				
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.0			Fracción fina	<b>Coefficientes de uniformidad</b> Cu: - Cc: - <b>Límites de consistencia</b> LL: 34.54 LP: 21.20 IP: 13.342 <b>clasificación de suelos</b> SLUCS : CL AASHTO : A-6 (1.6)
8	3.36	0.00	0.00	0.00	100.0				
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.0				
16	1.18	2.20	0.24	0.24	99.8				
20	0.85	3.50	0.38	0.41	99.4				
30	0.60	4.50	0.48	1.10	98.9				
40	0.42	6.20	0.67	1.76	98.2				
50	0.30	13.50	1.45	3.22	96.8				
100	0.15	20.20	2.17	5.39	94.6				
200	0.07	24.20	2.60	7.99	92.0				
< 200		855.20	92.01	100.00					
<b>I Total:</b>		929.5							



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEM. JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 270483  
AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA AGUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA - CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO - 082737067 - 082-074754 - RUC : 2048831981

### MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117 )

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"

**Lugar :** PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUJ PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE

**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

**Fecha :** 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata :** C-1 (Terreno Natural)

**Profundid. :** 1.50 m.

**condicion :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado :** SEGÚN NORMA ASTM E-11

#### Datos y resultados de ensayo

DATOS			
A	Peso de la muestra seca	929.5	g
B	Peso de la muestra seca despues de lavado	74.3	g

% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)      **92.0%**

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
**DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270183  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA AGUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA - CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO - 082737067 - 082-074754 - RUC : 2048831981

### LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"

**Lugar :** PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUJ PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE

**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

**Fecha :** 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata :** C-1 (Terreno Natural)

**Profundidad :** 1.50 m.

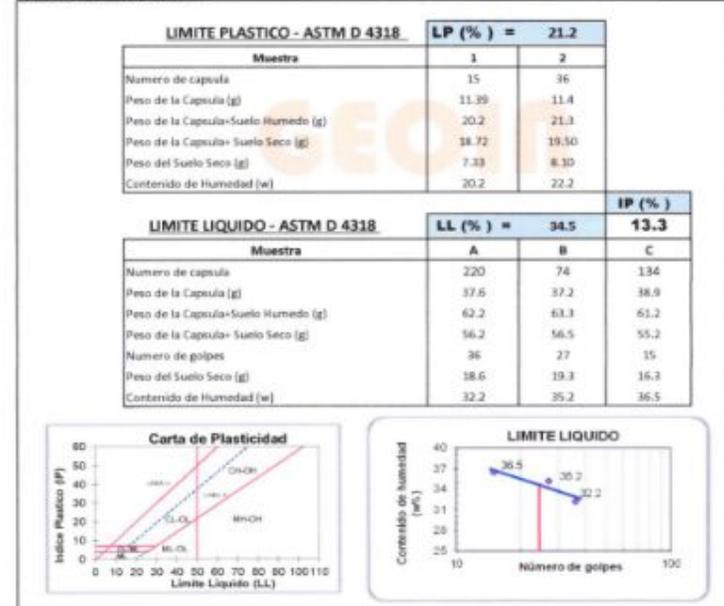
**condicion :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** CAZUELA DE CASAGRANDE

**Certificado de Calibración N° :** LI-510-2022 del 02/07/2022

#### Datos y resultados de ensayo



**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
**DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270183  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, SONDADO Y MATERIALES, ESTADOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS), CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, OPERACIONES DE ESTABILIZACIÓN, INVESTIGACION Y DISEÑO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PROFESIONAL, DISEÑO DE PUENTES, PROYECTOS DE OBRAS DE PUENTE MALDONADO, JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA, 1° CUSCO URB. MESA REDONDA A.A. CUSCO - PERÚ TEL: 052-747474 FAX: 24803196

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

#### Datos del proyecto

**Proyecto:** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CRIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAQ EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar:** PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.:** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante:** SITA, MELODY ADUI PERA NUÑEZ Y SITA, THALIA KELI **Hecho por:** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha:** 14/10/2022 **Equipo:** PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.  
**Calicote:** C-1 (Terreno Natural) **Certificado de Calibración N°:** IL-514-2022 del 07-02-2022  
**Profundidad:** 1.50 m  
**condicion:** Alterada

#### Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde: P1	Método: A molde de 4"			
Prueba N°		1	2	3	4
Numero de capas		5	5	5	5
Numero de golpes		25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)		6100	6201	6230	6210
Peso del molde (g)		4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)		1656	1757	1788	1786
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		940.45	940.5	940.5	940.5
Densidad humeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.761	1.868	1.899	1.878
<b>Humedad</b>					
N° de tara		340	279	256	166
Tara + Suelo Humedo (g)		535.20	522.20	514.20	535.20
Tara + Suelo Seco (g)		503.30	482.27	470.09	477.96
Peso de la tara		37.60	37.64	37.59	37.65
Peso del agua		31.90	39.93	44.11	57.24
Peso de suelo seco (g)		465.70	444.63	432.50	440.31
Humedad (%)		6.89	8.98	10.20	13.00
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.648	1.714	1.723	1.662
<b>Maximo Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>):</b>		<b>1.723</b>			
<b>Optimo Contenido de Humedad (%):</b>		<b>10.08</b>			



\* De la granulometria el %Ret. Acumia. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 70423  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, SONDADO Y MATERIALES, ESTADOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS), CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, OPERACIONES DE ESTABILIZACIÓN, INVESTIGACION Y DISEÑO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PROFESIONAL, DISEÑO DE PUENTES, PROYECTOS DE OBRAS DE PUENTE MALDONADO, JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA, 1° CUSCO URB. MESA REDONDA A.A. CUSCO - PERÚ TEL: 052-747474 FAX: 24803196

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

#### Datos del proyecto

**Proyecto:** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CRIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAQ EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar:** PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.:** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante:** SITA, MELODY ADUI PERA NUÑEZ Y SITA, THALIA KELI Y GUSPE CHOCOL  
**Hecho por:** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha:** 14/10/2022 **Equipo:** PRINOSA CBR  
**Calicote:** C-1 (Terreno Natural) **Certificado de Calibración N°:** LPT-108-2022 del 07/02/2022  
**Profundidad:** 1.50 m  
**condicion:** Alterada

#### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.				PENETRACIÓN							
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS: 5			CAPACIDAD DE LA CELDA							
	A	B	C	MOLDE		A		B		C	
N° DE GOLPES				PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	56	25	12	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	11485	11056	10620	0.025	0.05	15.0	15.0	22.0	22.0	30.0	30.0
Peso del Molde (g)	7358	7135	7250	0.05	1.27	30.0	50.0	40.0	40.0	21.0	21.0
Peso del Suelo Humedo (g)	4130	3921	3363	0.075	3.9	40.0	62.0	70.0	70.0	40.0	40.0
N° Tara	-	-	-	0.1	2.54	90.0	90.0	90.0	90.0	75.0	75.0
Peso Tara + Suelo Humedo (g)	265.2	288.5	265.3	0.125	3.81	170.0	170.0	170.0	170.0	90.0	90.0
Peso Tara + Suelo Seco (g)	245.4	266.8	245.9	0.2	5.08	200.0	200.0	210.0	210.0	140.0	140.0
Peso del Agua (g)	19.8	21.7	19.4	0.3	7.62	400.0	400.0	480.0	480.0	200.0	200.0
Peso de Tara (g)	48.5	52.2	53.2	0.4	10.16						
Peso del Suelo Seco (g)	296.9	214.5	292.7	0.500	32.700						
Contenido de Humedad (g)	33.08	33.30	33.07								
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.899	1.800	1.686								
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.735	1.635	1.531								

N° MOLDE	ABSORCIÓN			EXPANSIÓN (%)						
	A	B	C	FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA A DIAL	LECTURA B DIAL	N° LECTOR A	
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	11530	11122	10989				0.000°	0.200°	0.000°	1
Peso del Plato + Molde (g)	7568	7165	7259				0.000°	0.200°	0.000°	2
Peso del Suelo Humedo Entendido (g)	4172	3987	3730				0.000°	0.010°	0.000°	3
Peso del Suelo Humedo Sin Entender (g)	4130	3921	3663				0.011°	0.210°	0.000°	4
Peso del Agua Absorbida (g)	42	95	69				0.030°	0.014°	0.000°	5
Peso del Suelo Seco (g)	3752	3561	3326							
Absorción de Agua (%)	1.1	1.9	2.1							
% EXPANSIÓN							0.30	0.35	0.40	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE GEOTECNIA

**GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERITAJES Y PERICIAS PARA ALFAREROS Y FUNDACIONES PROFUNDAS - ANÁLISIS DE PUNTO - PROYECCIONES AERIAS  
 PUERTO MALDONADO - JUNCO 10 - TAMBOPATA - TELÉFONO LOS REYES 800000000 - CUIDOS - 08017001 - 08020400 - MAIL: 080001001

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)**

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THAUA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

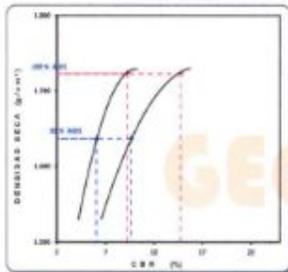
**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-1 (Terreno Natural)  
**Profundida** : 1.50 m.  
**condicion** : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo** : FRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N°** :  
 N.P. 108-2021 del 27/02/2022

**Datos y resultados de ensayo**



**DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

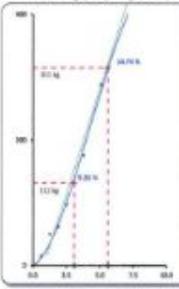
Optima Contenido de Humedad (%) : 10.08  
 Maxima Densidad Seca g/cm<sup>3</sup> : 1.723

**CALIFORNIA BEARING RATIO**

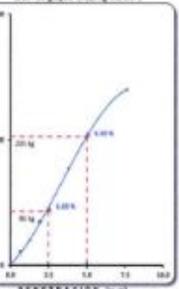
CBR A 2.5 mm (0.2") de Penetración : 9.3  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 9.3  
 CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 9.0

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración : 14.7  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 14.7  
 CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 9.6

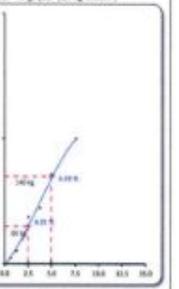
**E.C.=30 golpes (27.7 kg-cm/cm<sup>2</sup>)**



**E.C.=25 golpes (23.3 kg-cm/cm<sup>2</sup>)**



**E.C.=10 golpes (9.1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)**



Penetración Corrección de curva CBR@0.2" CBR@0.2"

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270483  
 AREA DE GEOTECNIA

**GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERITAJES Y PERICIAS PARA ALFAREROS Y FUNDACIONES PROFUNDAS - ANÁLISIS DE PUNTO - PROYECCIONES AERIAS  
 PUERTO MALDONADO - JUNCO 10 - TAMBOPATA - TELÉFONO LOS REYES 800000000 - CUIDOS - 08017001 - 08020400 - MAIL: 080001001

**PERFIL ESTRATIGRAFICO (E.050)**

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THAUA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-1 (Terreno Natural)  
**Profundida** : 1.50 m.  
**condicion** : Alterada

**Datos y resultados**

CALICATA C-1 (Terreno Natural)				
Prof.(m.)	N.F.	Clasificación	Simbología	Descripción
0.10				Suelo organico pastos y raices
0.20				
0.30				
0.35				
0.40				
0.45				
0.50				
0.55				
0.60				
0.65				
0.70				
0.75				
0.80				
0.90				
0.95				
1.00				
1.05				
1.10				
1.15				
1.20				
1.22				
1.25				
1.26				
1.30				
1.32				
1.35				
1.40				
1.45				
1.50				

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270483  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIAS SUELOS GEOTECNIA (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PROYECTOS DE OBRAS DE OBRAS CIVILES Y CONCRETO (SUELOS Y MATERIAS SUELOS) - ANÁLISIS DE SUELOS - INVESTIGACIONES GEOTECNIA  
 PUERTO MALDONADO - JU. CURCO (B) - TAMBOPATA - PERÚ (CALLE WILZA RIVERA A.9 - CURCO) - 08573987 - 085-874784 - 800 - 12460181

### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216-19, NTP 339.127)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CESTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : SRTA. MELISSA ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THAUA KELLY GUSPE CHOQUE

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicote** : C-2 (Terreno Natural)

**Profundidad** : 1.50 m.

**condicion** : Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : HORNO DIGITAL de 0°C a 300°C

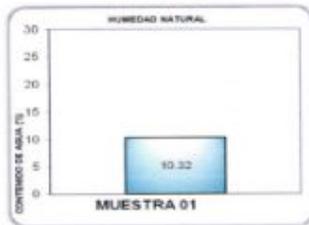
**Certificado de Calibración N°** : I.T.059.2022.07/09/2022

#### Datos y resultados de ensayo

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de Capsula		M - 01	M-02
Peso Recipiente + Suelo Natural	g	545.20	500.20
Peso Recipiente + Suelo Seco	g	494.20	453.70
Peso Recipiente	g	0.00	0.00
Peso del agua	g	51.00	46.50
Peso del Suelo Natural	g	545.20	500.20
Peso del Suelo Seco	g	494.20	453.70
Contenido de Humedad (w)	%	10.32	10.25

Contenido de Humedad: **10.29 %**



GEOIN INGENIEROS E.I.R.L.  
 "INGENIERO DEMI JOSUE CAZAS MUÑOZ"  
 INGENIERO CIVIL  
 C. P. 370484  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIAS SUELOS GEOTECNIA (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PROYECTOS DE OBRAS DE OBRAS CIVILES Y CONCRETO (SUELOS Y MATERIAS SUELOS) - ANÁLISIS DE SUELOS - INVESTIGACIONES GEOTECNIA  
 PUERTO MALDONADO - JU. CURCO (B) - TAMBOPATA - PERÚ (CALLE WILZA RIVERA A.9 - CURCO) - 08573987 - 085-874784 - 800 - 12460181

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CESTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : SRTA. MELISSA ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THAUA KELLY GUSPE CHOQUE

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicote** : C-2 (Terreno Natural)

**Profundidad** : 1.50 m.

**condicion** : Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMÉTRICO

**Protocolo** : SEGUN NORMA ASTM D-6913

#### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diám. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		Datos de ensayo
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Gruesa	Peso S. Inicial: 2055.2 g.
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Peso S. lavado: 66.6 g.
1 1/2"	38.20	0.0	0.0	0.0	100.0		<b>Distribución:</b>
1"	25.40	0	0.0	0.0	100.0		Gravil: 0.00 %
3/4"	19.05	0	0.0	0.0	100.0		Areol: 6.31 %
1/2"	12.70	0	0.0	0.0	100.0		Fino: 93.69 %
3/8"	9.53	0	0.0	0.0	100.0		<b>Dímetros efectivos:</b>
1/4"	6.35	0	0.0	0.0	100.0		D60: -
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.0		D30: -
8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.0		D10: -
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.0	<b>Coefficientes de uniformidad:</b>	
16	1.18	1.85	0.18	0.18	99.8	Cu: -	
20	0.85	3.11	0.29	0.47	99.5	Cc: -	
30	0.60	3.82	0.36	0.83	99.2	<b>Límites de consistencia:</b>	
40	0.42	5.80	0.55	1.38	98.6	LI: 35.41	
50	0.30	12.30	1.16	3.54	97.5	LP: 21.75	
100	0.15	14.60	1.76	4.30	95.7	IP: 13.057	
200	0.07	21.20	2.01	6.31	93.7	<b>clasificación de suelos:</b>	
< 200		988.60	93.69	100.00		SUCS: CL	
							AASHTO: A-6 (16)



GEOIN INGENIEROS E.I.R.L.  
 "INGENIERO DEMI JOSUE CAZAS MUÑOZ"  
 INGENIERO CIVIL  
 C. P. 370484  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y SOBRESAL PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - SIMULACRO DE PILOTO - PROYECTOS GEOTÉCNICOS  
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 118 - TAMBOPATA - CUERPO URB. MEZA REDONDA A-B - CUSCO - T: 92727067 - M: 982-674754 - RUC: 2044001961

### MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117 )

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAQ EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"

**Lugar :** PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE

**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha :** 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata :** C-2 (Terreno Natural)

**Profundid. :** 1.50 m.

**condicion :** Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo :** TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado :** SEGÚN NORMA ASTM E-11

**Datos y resultados de ensayo**

DATOS			
A	Peso de la muestra seca	1055.18	g
B	Peso de la muestra seca despues de lavado	66.58	g
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px;">                     % QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)    <b>93.7%</b> </div>			

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
"INGENIERO DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ"  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 270483  
AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y SOBRESAL PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - SIMULACRO DE PILOTO - PROYECTOS GEOTÉCNICOS  
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 118 - TAMBOPATA - CUERPO URB. MEZA REDONDA A-B - CUSCO - T: 92727067 - M: 982-674754 - RUC: 2044001961

### LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAQ EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"

**Lugar :** PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE

**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha :** 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata :** C-2 (Terreno Natural)

**Profundidad :** 1.50 m.

**condicion :** Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo :** CATINELA DE CASAGRANDE

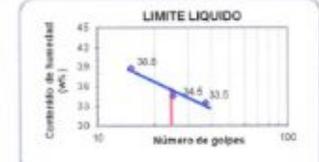
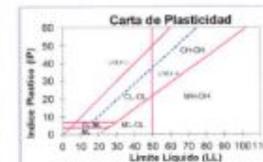
**Certificado de Calibración N° :** IL-510-2022 del 09/07/2022

**Datos y resultados de ensayo**

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318			LP (%) = 21.8
Muestra			
	1	2	
Numero de capsula	30	36	
Peso de la Capsula (g)	11.4	11.4	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	25.2	26.2	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	22.78	23.51	
Peso del Suelo Seco (g)	11.38	12.11	
Contenido de Humedad (w)	21.3	22.2	

LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318				LL (%) = 35.4	13.7
Muestra					
	A	B	C		
Numero de capsula	228	97	201		
Peso de la Capsula (g)	37.7	37.1	37.6		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	62.2	63.2	62.2		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	56.0	56.5	55.3		
Numero de golpes	37	25	15		
Peso del Suelo Seco (g)	18.4	19.4	17.7		
Contenido de Humedad (w)	33.5	34.5	38.8		



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
"INGENIERO DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ"  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 270483  
AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y SUELOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORÍA GEOTÉCNICA - PREVENCIÓN Y VIGILANCIA PARA ADQUISICIÓN Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - MONITOREO DE PUNZÓN - PROYECTOS DE OBRAS CIVILES  
 PUERTO MALDONADO - JUN COCOPUR - TAMBOPATÁ - TERCERU UNO BELLA PUEBLITA A-2 - CUSCO - PERÚ - TEL: 052-974767 - 052-974768 - RUC: J 200001061

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.** TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante :** SRTA. MELCZY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALJA KEL **Hecho por** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

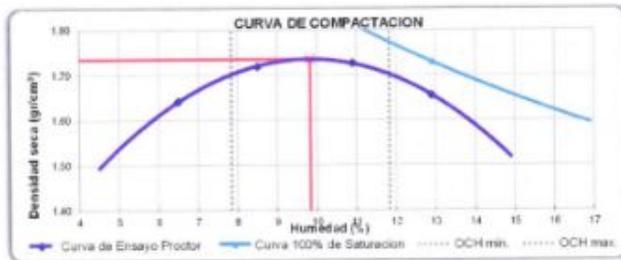
**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha** 14/10/2022 **Equipo :**  
**Calicata :** C-2 (Terreno Natural) **FINON MANUAL DE PROCTOR MOD.**  
**Profundidad :** 1.50 m. **Certificado de Calibración N° :**  
**condición :** Alterada **IL-514-2022 del 07.02.2022**

**Datos y resultados de ensayo**

Compactación	Codigo de molde : P1	Molde : A molde de 4"			
		1	2	3	4
Prueba N°		1	2	3	4
Numero de golpes		5	5	5	5
Peso suelo + molde (g)		6086	6188	6244	6201
Peso del molde (g)		4444	4444	4444	4444
Peso del suelo húmedo compactado (g)		1644	1754	1800	1757
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		940.45	940.5	940.5	940.5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.748	1.895	1.914	1.868
<b>Humedad</b>					
N° de tara		165	235	168	270
Tara + Suelo Húmedo (g)		501.20	495.20	500.20	513.20
Tara + Suelo Seco (g)		472.91	472.49	454.73	458.86
Peso de la tara		37.64	37.61	37.62	37.62
Peso del agua		28.29	32.71	45.47	54.34
Peso de suelo seco (g)		435.27	384.88	417.11	421.24
Humedad (%)		6.50	8.50	10.90	12.90
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.841	1.719	1.726	1.655

Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : **1.735**      Óptimo Contenido de Humedad (%): **9.83**



\* De la granulometría el %Ret. Acumula. 3/4" = 0% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOIN E INGENIEROS E.I.R.L.  
**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 2702483  
 ARLA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y SUELOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORÍA GEOTÉCNICA - PREVENCIÓN Y VIGILANCIA PARA ADQUISICIÓN Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - MONITOREO DE PUNZÓN - PROYECTOS DE OBRAS CIVILES  
 PUERTO MALDONADO - JUN COCOPUR - TAMBOPATÁ - TERCERU UNO BELLA PUEBLITA A-2 - CUSCO - PERÚ - TEL: 052-974767 - 052-974768 - RUC: J 200001061

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante :** SRTA. MELCZY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALJA KEL **Hecho por** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Equipo :**  
**Calicata :** C-2 (Terreno Natural) **PRENSA CBR.**  
**Profundidad :** 1.50 m. **Certificado de Calibración N° :**  
**condición :** Alterada **IFP- 108-2022 del 07/02/2022**

**Datos y resultados de ensayo**

C.B.R.				PENETRACION							
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA CELDA							
	D	E	F	MOULDE		E		F		CARGA	
N° DE GOLPES	D	E	F	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2122	2122	2122	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del Molde + Suelo Húmedo (g)	12466	12130	10558	0.025	0.03	90.0	90.0	22.0	22.0	18.0	18.0
Peso del Molde (g)	8426	8285	8070	0.05	1.27	90.0	90.0	11.2	11.2	18.0	18.0
Peso del Suelo Húmedo (g)	4034	3835	3188	0.075	1.0	90.0	90.0	9.0	9.0	45.0	45.0
N° Tara	-	-	-	0.1	2.54	130.0	130.0	90.0	90.0	58.0	58.0
Peso Tara + Suelo Húmedo (g)	211.2	200.2	211.2	0.125	3.81	230.0	230.0	120.0	120.0	70.0	70.0
Peso Tara + Suelo Seco (g)	186.2	187.2	186.9	0.2	5.08	280.0	240.0	240.0	240.0	80.0	80.0
Peso del Agua (g)	24.5	13.0	24.3	0.3	7.82	380.0	340.0	340.0	340.0	130.0	130.0
Peso de Tara (g)	50.0	54.3	51.2	0.4	10.16						
Peso del Suelo Seco (g)	146.2	132.9	145.2	0.500	12.700						
Contenido de Humedad (%)	9.85	9.81	9.81								
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.901	1.807	1.691								
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.730	1.646	1.540								

N° MOLDE	ABSORCIÓN			EXPANSIÓN (%)					
	D	E	F	FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
Peso del Suelo Húmedo + Plato + Molde (g)	12500	12189	11740			0.000*	0.000*	0.000*	1
Peso del Plato + Molde (g)	8426	8285	8070			0.000*	0.000*	0.000*	2
Peso del Suelo Húmedo Embudo (g)	4034	3904	3670			0.000*	0.000*	0.000*	3
Peso del Suelo Húmedo Sin Embudo (g)	4034	3835	3588			0.017*	0.017*	0.015*	4
Peso del Agua Absorbida (g)	40	69	82			0.017*	0.020*	0.021*	5
Peso del Suelo Seco (g)	3572	3492	3268						
Absorción de Agua (%)	1.1	2.0	2.5						
<b>N° EXPANSIÓN</b>						<b>0.33</b>	<b>0.40</b>	<b>0.42</b>	

GEOIN E INGENIEROS E.I.R.L.  
**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 2702483  
 ARLA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MEJORA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIAS PLÁSTICAS. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE SUELOS Y ROCAS. CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES. CONSULTORÍA ESPECIALIZADA. PERFORACION Y MONITOREO PARA AGUAS Y CONTAMINACIONES AMBIENTALES. PROYECTOS DE PUERTOS. PROFESIONALES REGISTRADOS.  
 PUERTO MALDONADO JR. CORREO 134 - TAMBOPATÁ - TERCER DISTRITO BELLA VISTA - CUSCO - PERÚ TEL: 051 051 2444444 FAX: 051 051 2444444

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 333.145)

**Datos del proyecto**

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCRPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CAFEÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022.  
 Lugar : PUERTO MALDONADO.  
 Dist/Prov. : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ.  
 Solicitante : SRTA. MELODY ADUI PEÑA MUÑOZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISEP CHOQUE.  
 Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ.  
 Fecha : 14/10/2022

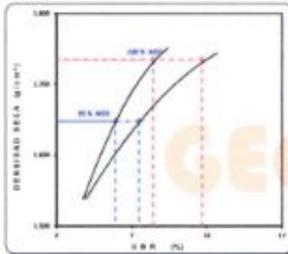
**Datos de la Muestra**

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE  
 Calicata : C-2 (Terreno Natural)  
 Profundida : 1.50 m.  
 Condición : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

Equipo : MENSIA CBR  
 Certificado de Calibración N° : NTP-108-2022 del 07/01/2022

**Datos y resultados de ensayo**



**DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.**

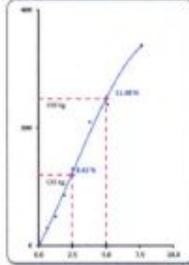
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.83  
 Máxima Densidad Seca g/cm<sup>3</sup> : 1.715

**CALIFORNIA BEARING RATIO**

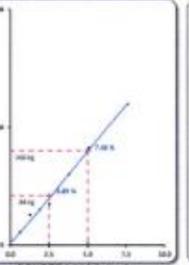
CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración  
 CBR A 100% de la Máxima Densidad Seca : 8.4  
 CBR A 95% de la Máxima Densidad Seca : 5.9

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración  
 CBR A 100% de la Máxima Densidad Seca : 11.7  
 CBR A 95% de la Máxima Densidad Seca : 7.5

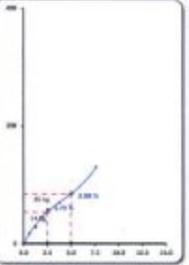
E.C = 58 golpes (27.7 kg/cm<sup>2</sup>)



E.C = 35 golpes (16.2 kg/cm<sup>2</sup>)



E.C = 12 golpes (5.1 kg/cm<sup>2</sup>)



Penetración      Corrección de curva      CBR 95%      CBR 100%

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 N.º 270148  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MEJORA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIAS PLÁSTICAS. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE SUELOS Y ROCAS. CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES. CONSULTORÍA ESPECIALIZADA. PERFORACION Y MONITOREO PARA AGUAS Y CONTAMINACIONES AMBIENTALES. PROYECTOS DE PUERTOS. PROFESIONALES REGISTRADOS.  
 PUERTO MALDONADO JR. CORREO 134 - TAMBOPATÁ - TERCER DISTRITO BELLA VISTA - CUSCO - PERÚ TEL: 051 051 2444444 FAX: 051 051 2444444

### PERFIL ESTRATIGRAFICO (E.050)

**Datos del proyecto**

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCRPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CAFEÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022.

Lugar : PUERTO MALDONADO.

Dist/Prov. : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ.

Solicitante : SRTA. MELODY ADUI PEÑA MUÑOZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISEP CHOQUE.

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ.

Fecha : 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-2 (Terreno Natural)

Profundida : 1.50 m.

Condición : Alterada

**Datos y resultados**

CALICATA C-2 (Terreno Natural)				
Prof.(m.)	N.F.	Clasificación	Simbología	Descripción
0.10				Suelo organico pastos y raices.
0.20				
0.30				
0.35				
0.40				
0.45				
0.50				
0.55				
0.60				
0.65				
0.70				
0.75				
0.80				
0.90				
0.95				
1.00				
1.05				
1.10				
1.15				
1.20				
1.22				
1.25				
1.26				
1.30				
1.32				
1.35				
1.40				
1.45				
1.50				
		CL A-6 (16)		Arcilla de Baja Plasticidad  w <sub>L</sub> : 10.285 LL : 35.4 LP : 21.8 IP : 13.7 Cu : - Cc : -

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 N.º 270148  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y OBRAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y OBRAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 C/AV. TUPAC KATIPALDI, 1100 - TAMBOPATA - TELÉFONO: 0862-874754 - FAX: 0862-874754 - WWW: 0862-874754

### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216-19, NTP 339.127)

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARINI, PUERTO MALDONADO 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : SRTA. MELDY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY OLIVERA CHOQUE

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Colecta** : C-3 (Terreno Natural)

**Profundidad** : 1.50 m.

**condición** : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

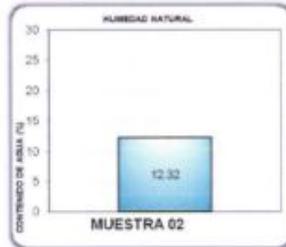
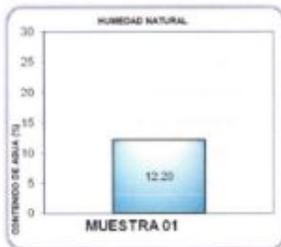
**Equipo** : HORNO DESECAJAL de 9°C a 300°C  
 Certificado de Calibración N° : LT-059-2022-0730/2022

**Datos y resultados de ensayo**

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

N° de Capsula		M - 01	M - 02
Peso Recipiente + Suelo Natural	g	489.60	500.30
Peso Recipiente + Suelo Seco	g	436.36	445.42
Peso Recipiente	g	0.00	0.00
Peso del agua	g	53.24	54.88
Peso del Suelo Natural	g	489.60	500.30
Peso del Suelo Seco	g	436.36	445.42
Contenido de Humedad (w)	%	12.20	12.32

**Contenido de Humedad: 12.26 %**



**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 170443  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y OBRAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y OBRAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 C/AV. TUPAC KATIPALDI, 1100 - TAMBOPATA - TELÉFONO: 0862-874754 - FAX: 0862-874754 - WWW: 0862-874754

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARINI, PUERTO MALDONADO 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : SRTA. MELDY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY OLIVERA CHOQUE

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Colecta** : C-3 (Terreno Natural)

**Profundidad** : 1.50 m.

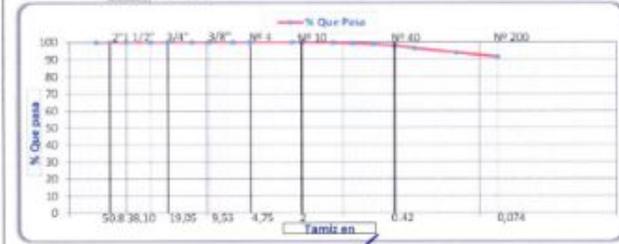
**condición** : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo** : TAREJA GRANULOMÉTRICA  
 Fabricado : SEGUN NORMA ASTM 6.11

**Datos y resultados de ensayo**

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcel (g)	Ret. Acum. (g)	Que pasa (%)		Datos de ensayo
7 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción gruesa	Peso S. Inicial: 946.1 g. Peso S. lavado: 81.4 g. <b>Distribución</b> Grava: 0.00 % Arena: 8.61 % Fines: 91.39 % <b>Dímetros efectivos</b> D60: - D30: - D10: -
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.53	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/4"	6.35	0.0	0.0	0.0	100.0		
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.0		
8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.0		
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.0	Fracción fina	<b>Coefficientes de uniformidad</b> Cu: - Cc: - <b>Límites de consistencia</b> LL: 38.00 LP: 12.75 IP: 15.246 <b>clasificación de suelos</b> SUCS : CL AASHTO : A-G [16]
20	0.85	4.20	0.44	0.68	99.3		
40	0.42	6.80	0.72	1.99	98.0		
60	0.25	15.20	1.81	3.80	96.4		
80	0.15	24.20	2.56	6.15	93.8		
100	0.07	25.20	2.45	8.61	91.4		
< 200		864.70	91.30	100.00			
<b>Σ Total:</b>		946.72					



**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 170443  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CIMENTACIÓN Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y AGUAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - MONITOREO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA  
PUERTO MALDONADO - JR. CURCO 118 - TAMBOPATA - CURCO URB. BELLA VISTA A.A.S - CURCO - 06273767 - 06274754 - RUC : 204801061

### MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117 )

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-3 (Terreno Natural)  
**Profundid. :** 1.50 m.  
**condicion :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** TAMIZ GRANULOMETRICO  
**Fabricado :** SEGÚN NORMA ASTM E-11

#### Datos y resultados de ensayo

DATOS			
A	Peso de la muestra seca	946.13	g
B	Peso de la muestra seca despues de lavado	81.43	g

% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm) 91.4%

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270483  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CIMENTACIÓN Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y AGUAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - MONITOREO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA  
PUERTO MALDONADO - JR. CURCO 118 - TAMBOPATA - CURCO URB. BELLA VISTA A.A.S - CURCO - 06273767 - 06274754 - RUC : 204801061

### LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

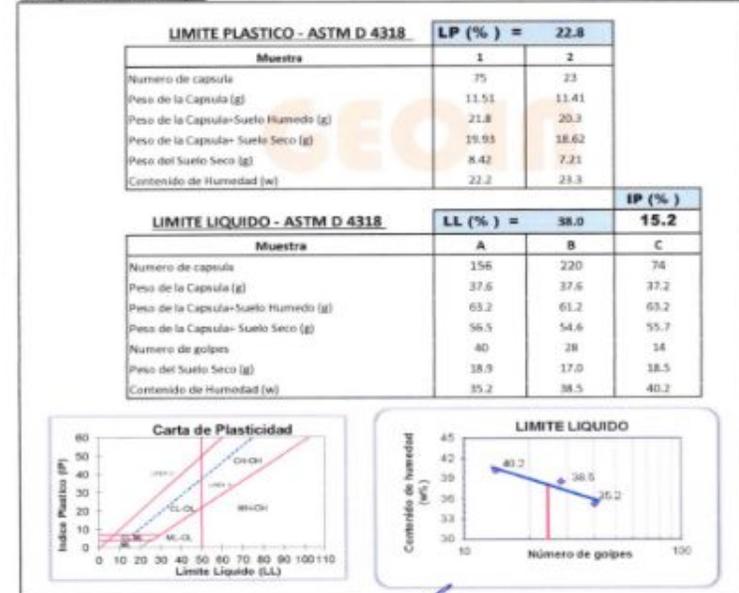
#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-3 (Terreno Natural)  
**Profundidad :** 1.50 m.  
**condicion :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** CATUJEA DE CASAGRANDE  
**Certificado de Calibración N° :** IL-510-2022 del 02/07/2022

#### Datos y resultados de ensayo



**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270483  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - OBRAS DE OBRAS DE SUELOS Y FUNDACIONES - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERITAJES Y SERVICIOS PARA INGENIEROS Y ARQUITECTOS PROFESIONALES - DISEÑO DE PROYECTOS - PERSECUICION EJECUTIVA  
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 108 - TAMBOPATA - TUBERO UNO WIZA RODRIGUEZ S. CUSCO - 05271707 - 052874754 - BUC - 20001001

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

<b>Datos del proyecto</b>			
Proyecto :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO, 2022"		
Lugar :	PUERTO MALDONADO	Dist/Prov:	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante :	SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THAIA KEL	Hecho por :	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ
<b>Datos de la Muestra</b>			
<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>		Fecha	14/10/2022
Calibrado :	C-3 (Terreno Natural)	Equipo :	PRÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
Profundidad :	1.50 m.	Certificado de Calibración N° :	LI-534-2022 del 07-02-2022
Condición :	Alterada		

<b>Datos y resultados de ensayo</b>					
Compactación	Coeficiente de molde - P1	Método : A molde de 4"			
Prueba N°		1	2	3	4
Numero de capas		5	5	5	5
Numero de golpes		25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)		6080	6250	6285	6133
Peso del molde (g)		4444	4444	4444	4444
Peso del suelo húmedo compactado (g)		1644	1805	1841	1689
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		940.45	940.5	940.5	940.5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.748	1.920	1.958	1.795
<b>Almidor</b>					
N° de tara		165	235	97	424
Tara + Suelo Húmedo (g)		502.20	510.20	500.20	500.30
Tara + Suelo Seco (g)		473.85	472.78	455.96	447.80
Peso de la tara		37.64	37.61	37.11	37.64
Peso del agua		28.35	37.42	43.24	52.50
Peso de suelo seco (g)		436.21	435.17	419.85	410.16
Humedad (%)		6.50	8.60	10.30	12.80
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.641	1.768	1.775	1.592

Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : **1.784**      Óptimo Contenido de Humedad (%) : **9.43**



\* De la granulometría el Suelo Arcilla - 3/4" = 0% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-4758

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

"DEM. DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ"  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 17039  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - OBRAS DE OBRAS DE SUELOS Y FUNDACIONES - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERITAJES Y SERVICIOS PARA INGENIEROS Y ARQUITECTOS PROFESIONALES - DISEÑO DE PROYECTOS - PERSECUICION EJECUTIVA  
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 108 - TAMBOPATA - TUBERO UNO WIZA RODRIGUEZ S. CUSCO - 05271707 - 052874754 - BUC - 20001001

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

<b>Datos del proyecto</b>	
Proyecto :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO, 2022"
Lugar :	PUERTO MALDONADO
Dist/Prov:	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante :	SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THAIA KEL Y SRTA. QUISPE CHOCQUE
Hecho por :	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ
Fecha :	14/10/2022
<b>Datos de la Muestra</b>	
<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	
Calibrado :	C-3 (Terreno Natural)
Profundidad :	1.50 m.
Condición :	Mojada
<b>Datos del Equipo Calibrado</b>	
Equipo : PRONSA CBR	
Certificado de Calibración N° : LTP-108-2022 del 07/02/2022	

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.				PENETRACION							
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA CUBA							
	G	H	I	MOJON		G		H		I	
N° DE GOLPES	16	25	32	PENETR. (mm)	PENETR. (mm)	LECTURA (kg)	CARGA (kg)	LECTURA (kg)	CARGA (kg)	LECTURA (kg)	CARGA (kg)
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2335	2122	2025	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del Molde + Suelo Húmedo (g)	13050	12120	10988	0.025	0.03	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
Peso del Molde (g)	7548	8196	7495	0.05	1.27	74.0	74.0	45.0	45.0	94.0	94.0
Peso del Suelo Húmedo (g)	4102	3524	3527	0.075	1.0	118.0	118.0	89.0	89.0	59.0	59.0
N° Tara	-	-	-	0.1	1.54	160.0	160.0	98.0	98.0	55.0	55.0
Peso Tara + Suelo Húmedo (g)	201.2	211.1	198.0	0.125	3.81	200.0	200.0	150.0	150.0	100.0	100.0
Peso Tara + Suelo Seco (g)	187.7	187.7	185.9	0.2	5.38	270.0	270.0	220.0	220.0	140.0	140.0
Peso del Agua (g)	11.5	13.6	12.7	0.3	7.62	340.0	340.0	300.0	300.0	170.0	170.0
Peso de Tara (g)	45.0	54.2	51.6	0.4	10.36						
Peso del Suelo Seco (g)	182.7	143.5	134.3	0.500	22.700						
Contenido de Humedad (%)	9.43	9.45	9.43								
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.945	1.815	1.741								
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.781	1.690	1.591								

ABSORCION				EXPANSION (%)			
N° MOLDE	G	H	I	FECHA	HORA	LECTURA (mm)	N° LECTUR A
Peso del Suelo Húmedo + Plato + Molde (g)	11088	12080	11055			0.00"	0.00"
Peso del Plato + Molde (g)	7548	8196	7458			0.00"	0.00"
Peso del Suelo Húmedo Entestado (g)	4540	3984	3596			0.00"	0.00"
Peso del Suelo Húmedo Sin Entestado (g)	4032	3934	3527			0.01"	0.01"
Peso del Agua Absorbida (g)	38	46	40			0.05"	0.02"
Peso del Suelo Seco (g)	2746	3085	3123				
Absorción de Agua (%)	1.9	1.7	2.1				
% EXPANSION						0.36	0.36

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

"DEM. DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ"  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 17039  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CARRETERO Y MATERIALS - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS REGIONAL Y NACIONAL - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS SUELOS  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BARRAJE PARA ACUÍFEROS Y DISEÑOS DE PILOTOS - PERFORACION AGROPECUARIA  
 PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA - TELÉFONO: 086 214754 FAX: 086 214754 RUC: 2046011961

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

**Datos del proyecto**

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA

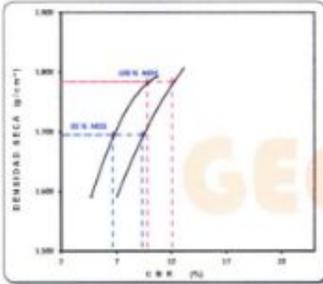
Solicitante : SRTA. MELIDY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CABAZAS MUÑOZ

Fecha : 14/10/2022

<b>Datos de la Muestra</b>	<b>Datos del Equipo Colibrado</b>
MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	Equipo : PRINSA CBR
Calicata : C-3 (Terreno Natural)	Certificado de Calibración N° : 127-108-2022 del 07/09/2022
Profundidad : 1.50 m.	
condicion : Alterada	

#### Datos y resultados de ensayo

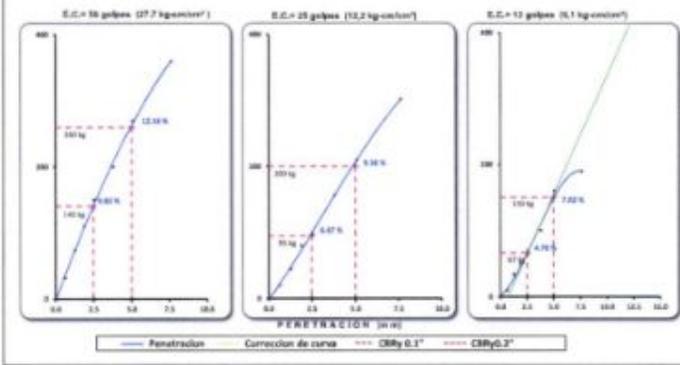


**DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.43  
 Máxima Densidad Seca g/cm³ : 1.354

**CALIFORNIA BEARING RATIO**

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración	9.8
CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca	6.7
CBR A 5 mm (0.2") de Penetración	12.1
CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca	9.4



**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
 DEMI JOSUE CABAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R.P. 270483  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CARRETERO Y MATERIALS - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS REGIONAL Y NACIONAL - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS SUELOS  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BARRAJE PARA ACUÍFEROS Y DISEÑOS DE PILOTOS - PERFORACION AGROPECUARIA  
 PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA - TELÉFONO: 086 214754 FAX: 086 214754 RUC: 2046011961

### PERFIL ESTRATIGRAFICO (E.050)

**Datos del proyecto**

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA

Solicitante : SRTA. MELIDY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CABAZAS MUÑOZ

Fecha : 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-3

Profundidad : 1.50 m.

condicion : Alterada

#### Datos y resultados

CALICATA C-3 (Terreno Natural)				
Prof(m).	N.F.	Clasificación	Simbología	Descripción
0.10				Suelo organico pastos y raices.
0.20				
0.30				
0.35				
0.40				
0.45				
0.50				
0.55				
0.60				
0.65				
0.70			CL	Arcilla de Baja Plasticidad
0.75				
0.80				
0.90				
0.95				
1.00				
1.05				
1.10				
1.15				
1.20				
1.22				
1.25				
1.26				
1.30				
1.32				
1.35				
1.40				
1.45				
1.50				

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
 DEMI JOSUE CABAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R.P. 270483  
 AREA DE GEOTECNIA

**GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y ACEROS - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y MUELAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORÍA DE INGENIERÍA - PERFORACIÓN Y GRABADO DE POZOS AGUICEROS E INTERCOMUNICACIONES PROFUNIDAS - ANÁLISIS DE POLVO - PROYECCIÓN GEOTÉCNICA  
 PUERTO MALDONADO, JR. SUZUYU 10 - TAMBOPATA - FRENTE SUR NOR OESTE S.A.S. - SUZUYU 10 - 08037007 - 08037014 - 08037015

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)**

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ANILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CAASTANA - CASCA EN LA CALLE MARIANI, PUERTO MALDONADO 2022.  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO.  
**Dpto/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : SITA, MELDY ADUI PEÑA MUÑOZ Y SITA, THANA KELLY GUSTPE CHOQUE.  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 24/03/2022

**Datos de la Muestra**

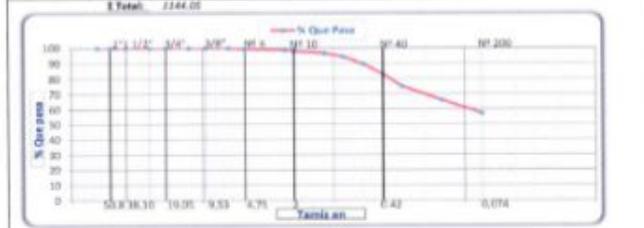
**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calibre** : C-1 = 2% DE CÁSCARA DE CAASTANA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**Condición** : Normal

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo** : TAMIZ BRANSONOMINO  
**Modelo** : BRANSONOMINO S-11

**Datos y resultados de ensayo**

Tamiz	Diám. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Grav. para (%)	Fracción (grasa)
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.53	0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.35	0	0.0	0.0	100.0	
4	4.75	8.65	0.76	0.76	99.2	
10	2.00	9.80	0.86	1.61	98.8	Fracción (fina)
20	0.85	24.20	2.12	5.54	94.5	
40	0.42	78.80	6.87	17.20	82.8	
60	0.30	90.20	7.88	25.08	74.9	
80	0.25	102.20	9.03	34.00	66.0	
100	0.07	100.40	8.78	42.79	57.2	
+200		654.50	57.21	100.00		
<b>Total</b>		<b>2144.00</b>				



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 12049  
 ÁREA DE GEOTECNIA

**GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y ACEROS - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y MUELAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORÍA DE INGENIERÍA - PERFORACIÓN Y GRABADO DE POZOS AGUICEROS E INTERCOMUNICACIONES PROFUNIDAS - ANÁLISIS DE POLVO - PROYECCIÓN GEOTÉCNICA  
 PUERTO MALDONADO, JR. SUZUYU 10 - TAMBOPATA - FRENTE SUR NOR OESTE S.A.S. - SUZUYU 10 - 08037007 - 08037014 - 08037015

**LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)**

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ANILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CAASTANA - CASCA EN LA CALLE MARIANI, PUERTO MALDONADO 2022.  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO.  
**Dpto/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : SITA, MELDY ADUI PEÑA MUÑOZ Y SITA, THANA KELLY GUSTPE CHOQUE.  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 24/03/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calibre** : C-1 = 2% DE CÁSCARA DE CAASTANA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**Condición** : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo** : CAZUELA DE CASAGRANDE  
**Certificado de Calibración N°** : IL-030-2022 del 02/03/2022

**Datos y resultados de ensayo**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318** **LP (%) = 21.8**

Muestra	1	2
Numero de capsula	75	100
Peso de la Capsula (g)	11.51	11.51
Peso de la Capsula-Suelo Humedo (g)	21.8	22.3
Peso de la Capsula-Suelo Seco (g)	19.93	20.41
Peso del Suelo Seco (g)	8.42	8.90
Contenido de Humedad (w)	22.2	21.3

**LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318** **LL (%) = 30.9** **IP (%) = 9.2**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	197	199	74
Peso de la Capsula (g)	37.6	37.6	37.2
Peso de la Capsula-Suelo Humedo (g)	60.2	61.0	39.6
Peso de la Capsula-Suelo Seco (g)	55.1	55.4	34.1
Numero de golpes	27	26	16
Peso del Suelo Seco (g)	17.5	17.8	36.9
Contenido de Humedad (w)	29.3	31.2	32.2

**Carta de Plasticidad**

**LIMITE LIQUIDO**

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 12049  
 ÁREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSTRUCCIONES ESPECIALIZADAS - FUNDACIONES Y BARRIJAS PARA SUELOS Y CONSTRUCCIONES PROFUNDALES - DISEÑO DE PUERTOS - PROTECCIÓN GEOTÉCNICA  
PUERTO MALDONADO - JR. CAJÓN DE TAMROPATA - TORREO UNA VEGA ESCOBAR S.A. (CUBO) - TELÉFONO: 0984347474 - FAX: 0984347474

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.:** TAMROPATA - TAMROPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADLUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THAJIA KEL **Hecho por:** ING. DENI JOSUE CARAZAS MUNIZ

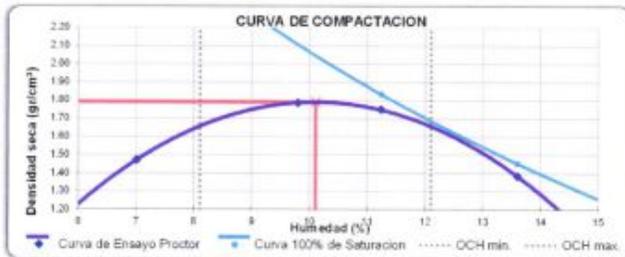
#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha:** 14/10/2022  
**Colcorte :** C-1 + 2% DE CASCARA DE CASTAÑA **Equipo :** PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.  
**Profundidad :** 1.50 m. **Certificado de Calibración N° :** LI-514-2022 del 07-02-2022  
**condición :** Alterada

#### Datos y resultados de ensayo

Compactación	Código de molde : P2			
	1	2	3	4
N° de golpes	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	5866	6234	6220	5866
Peso del molde (g)	4376	4376	4376	4376
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1492	1858	1844	1490
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.9	947.9	947.9
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.574	1.980	1.945	1.572
<b>Humedad</b>				
N° de tara	340	233	163	270
Tara + Suelo Húmedo (g)	504.50	522.20	513.20	500.20
Tara + Suelo Seco (g)	473.91	478.95	465.14	444.82
Peso de la tara	37.60	37.60	37.60	37.62
Peso del agua	30.59	43.25	48.06	55.38
Peso de suelo seco (g)	436.31	441.35	427.54	407.20
Humedad (%)	7.01	9.80	11.24	13.60
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.471	1.785	1.749	1.384

Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : **1.790**      Optimo Contenido de Humedad (%): **10.11**



\* De la granulometría el %Ret. Acum. 3/4"= 0% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DENI JOSUE CARAZAS MUNIZ  
ING. EN GEOTECNIA  
C.P. 270283  
AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSTRUCCIONES ESPECIALIZADAS - FUNDACIONES Y BARRIJAS PARA SUELOS Y CONSTRUCCIONES PROFUNDALES - DISEÑO DE PUERTOS - PROTECCIÓN GEOTÉCNICA  
PUERTO MALDONADO - JR. CAJÓN DE TAMROPATA - TORREO UNA VEGA ESCOBAR S.A. (CUBO) - TELÉFONO: 0984347474 - FAX: 0984347474

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.:** TAMROPATA - TAMROPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADLUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THAJIA KEL **Hecho por:** ING. DENI JOSUE CARAZAS MUNIZ  
**Fecha :** 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Equipo :** PRENSA CBR  
**Colcorte :** C-1 + 2% DE CASCARA DE CASTAÑA **Certificado de Calibración N° :** LPP-108-2022 del 07/01/2022  
**Profundidad :** 1.50 m.  
**condición :** Alterada

#### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.				PERETRACION			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA CUBA			
	A	B	C	MOLDE		MOLDE	
N° DE GOLPES	56	25	12	PEREZA (mm)	LECTURA (mm)	CARGA (kg)	LECTURA (mm)
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2375	2379	2372	0.000	0.000	0.0	0.0
Peso del Molde + Suelo Húmedo (g)	13852	12715	13088	0.025	0.63	90.0	90.0
Peso del Molde (g)	7338	7135	7219	0.05	1.27	90.0	90.0
Peso del Suelo Húmedo (g)	4294	4280	3829	0.075	1.9	100.0	100.0
N° Tara	-	-	-	0.1	2.56	100.0	100.0
Peso Tara + Suelo Húmedo (g)	265.2	264.2	260.4	0.125	3.81	140.0	140.0
Peso Tara + Suelo Seco (g)	245.9	246.5	241.1	0.2	5.08	100.0	100.0
Peso del Agua (g)	19.9	19.8	19.0	0.3	7.62	40.0	40.0
Peso de Tara (g)	68.8	68.1	63.1	0.4	10.25		
Peso del Suelo Seco (g)	296.5	296.3	288.1	0.500	12.700		
Contenido de Humedad (%)	10.11	10.08	10.10				
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	5.874	5.875	5.743				
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	5.791	5.791	5.601				

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	A	B	C
Peso del Suelo Húmedo + Plato + Molde (g)	11880	11216	11130
Peso del Plato + Molde (g)	7358	7135	7258
Peso del Suelo Húmedo Embalado (g)	4322	4021	3891
Peso del Suelo Húmedo Sin Embalado (g)	4294	4080	3829
Peso del Agua Absorbida (g)	28	41	62
Peso del Suelo Seco (g)	3900	3706	3476
Absorción de Agua (%)	0.7	1.1	1.8

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL		LECTURA A	N° LECTURA A
		A	B		
		0.00"	0.00"	0.00"	1
		0.00"	0.00"	0.00"	2
		0.00"	0.01"	0.00"	3
		0.01"	0.01"	0.01"	4
		0.01"	0.02"	0.01"	5
% EXPANSIÓN		0.02	0.06	0.08	

GEOECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DENI JOSUE CARAZAS MUNIZ  
ING. EN GEOTECNIA  
C.P. 270283  
AREA DE GEOTECNIA



## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, SISTEMAS GEOTECNICOS (TUBOS Y PUNZAS), CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, CONSULTORIA ESPECIALIZADA, PERFORACION Y BOMBEO DE AGUA ALTERNATIVO Y COMPLEMENTOS PROFUNDA, ANALISIS DE PAQUETES, PERFORACION ESPECIALIZADA Y PUERTO MALDONADO, EL CERCOS UN, TAMBOPATÁ, CURCO UN, RED REGIONAL S.A. CURCO - MATUCO, S. 08272787 - 08272784 - RUC: 208023101

### LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante** : SRITA, MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRITA, THAUA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS NUÑEZ  
**Fecha** : 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caliente** : C-1 + 4% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1.50 m.  
**condición** : Alterada

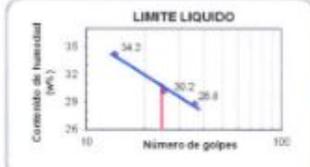
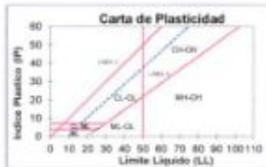
#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : CAJUELA DE CASABLANDE  
**Certificado de Calibración N°** : UL-519-2022 del 02/02/2022

#### Datos y resultados de ensayo

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318		
LP (%) = 20.9		
Muestra	1	2
Numero de capsula	15	49
Peso de la Capsula (g)	11.39	11.4
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	22.2	23.2
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	20.43	21.06
Peso del Suelo Seco (g)	9.04	9.66
Contenido de Humedad (w)	19.6	22.2

LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318			
LL (%) = 30.8      IP (%) = 9.9			
Muestra	A	B	C
Numero de capsula	19	217	142
Peso de la Capsula (g)	38.9	37.6	37.6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	61.8	62.4	60.3
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	56.7	56.7	54.5
Numero de golpes	36	25	14
Peso del Suelo Seco (g)	17.8	19.0	18.9
Contenido de Humedad (w)	28.8	30.2	34.2



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
**ING. DEMI JOSUE CARAZAS NUÑEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C. O. P. 20048  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, SISTEMAS GEOTECNICOS (TUBOS Y PUNZAS), CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, CONSULTORIA ESPECIALIZADA, PERFORACION Y BOMBEO DE AGUA ALTERNATIVO Y COMPLEMENTOS PROFUNDA, ANALISIS DE PAQUETES, PERFORACION ESPECIALIZADA Y PUERTO MALDONADO, EL CERCOS UN, TAMBOPATÁ, CURCO UN, RED REGIONAL S.A. CURCO - MATUCO, S. 08272787 - 08272784 - RUC: 208023101

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO      **Dist/Prov.** : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante** : SRITA, MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRITA, THAUA KELLY QUISPE CHOQUE

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**      **Fecha** : 14/10/2022  
**Caliente** : C-1 + 4% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1.50 m.  
**condición** : Alterada

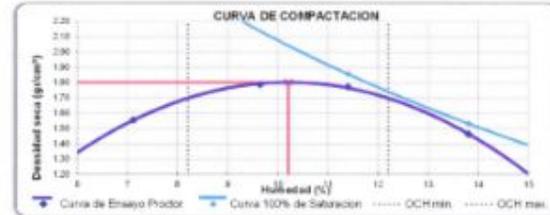
#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : MOLIN MANUAL DE PROCTOR MEC.  
**Certificado de Calibración N°** : UL-514-2022 del 02/02/2022

#### Datos y resultados de ensayo

Compactación	Carregio de suelo : P1				Módulo : 4 mod de 4"
	1	2	3	4	
Prueba N°	1	2	3	4	5
Numero de capas	5	5	5	5	5
Numero de golpes	29	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	601.2	6280	6303	601.2	601.2
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1568	1844	1868	1568	1568
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940.40	940.5	940.5	940.5	940.5
Densidad humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.667	1.981	1.970	1.667	1.667
Humedad					
N° de tara	230	104	142	87	87
Tara + Suelo Humedo (g)	501.00	500.20	522.30	522.80	522.80
Tara + Suelo Seco (g)	470.20	459.48	472.61	472.51	472.51
Peso de la tara	37.81	37.84	37.60	37.11	37.11
Peso del suelo	30.30	41.71	40.99	80.20	80.20
Peso de suelo seco (g)	432.50	421.88	435.51	434.40	434.40
Humedad (%)	7.12	9.65	11.40	13.80	13.80
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.566	1.788	1.773	1.485	1.485

Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.803      Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.21



\* De la granulación la al N°60. Azul: 0% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-6718

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
**ING. DEMI JOSUE CARAZAS NUÑEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C. O. P. 20048  
 AREA DE GEOTECNIA



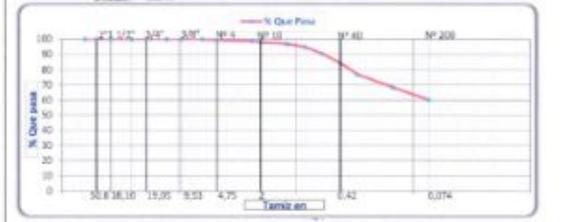
**GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - SISTEMAS GEOTECNICOS (DISEÑO Y ANÁLISIS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA AGRIPECAS Y SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS - MONITOREO DE SUELOS - INVESTIGACION AGROPECARIA  
 PUERTO MALDONADO - JR. SUCRE 108 - TAMBOPOA - TAMBORA UNO, BOLIVIA - TEL: (591) 2724 11 11 - FAX: (591) 2724 11 11

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)**

<b>Datos del proyecto</b>	
Proyecto :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CASAC EN LA CALLE MARINI, PUERTO MALDONADO 2022"
Lugar :	PUERTO MALDONADO
Dist/Prov. :	TAMBOPOA - TAMBOPOA
Solicitante :	SRTA. MELCIBY ADRIANA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELI OLIVERA CHAVEZ
Hecho por :	ING. SEMI JOSUE CANALES NUÑEZ
Fecha :	14/02/2022
<b>Datos de la Muestra</b>	
Muestra proporcionada por el solicitante :	C.L. + 8% DE CÁSCARA DE CASTAÑA
Profundidad :	1.50 m
Condición :	Alterada
<b>Datos del Equipo Calibrado</b>	
Paquete :	TAMIZ GRANULOMÉTRICO
Material :	SEGUN NORMA ASTM D 11

<b>Datos y resultados de ensayo</b>						
Tamiz	Clas. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acumul. (%)	Que pasa (%)	
2.0"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Gruesa
75"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
4.75"	11.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
2.5"	6.35	0	0.0	0.0	100.0	
1.18"	3.00	0	0.0	0.0	100.0	
0.85"	21.75	0	0.0	0.0	100.0	
0.425"	10.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.25"	6.35	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.15"	3.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Fina
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.075"	1.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
Σ Total: 100.0						



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA AGRIPECAS Y SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS  
 PUERTO MALDONADO - JR. SUCRE 108 - TAMBOPOA - TAMBORA UNO, BOLIVIA - TEL: (591) 2724 11 11 - FAX: (591) 2724 11 11

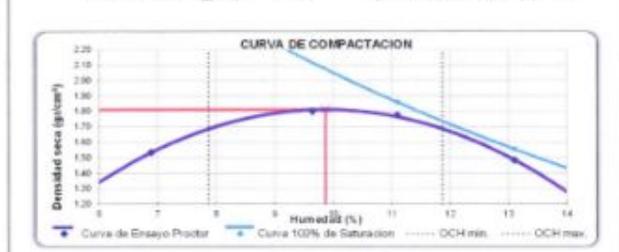
**GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - SISTEMAS GEOTECNICOS (DISEÑO Y ANÁLISIS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA AGRIPECAS Y SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS - MONITOREO DE SUELOS - INVESTIGACION AGROPECARIA  
 PUERTO MALDONADO - JR. SUCRE 108 - TAMBOPOA - TAMBORA UNO, BOLIVIA - TEL: (591) 2724 11 11 - FAX: (591) 2724 11 11

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)**

<b>Datos del proyecto</b>	
Proyecto :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CASAC EN LA CALLE MARINI, PUERTO MALDONADO 2022"
Lugar :	PUERTO MALDONADO
Dist/Prov. :	TAMBOPOA - TAMBOPOA
Solicitante :	SRTA. MELCIBY ADRIANA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELI OLIVERA CHAVEZ
<b>Datos de la Muestra</b>	
Muestra proporcionada por el solicitante :	C.L. + 8% DE CÁSCARA DE CASTAÑA
Profundidad :	1.50 m
Condición :	Alterada
<b>Datos del Equipo Calibrado</b>	
Paquete :	PROCTOR MANUAL DE PROCTOR MOD.
Certificado de Calibración N° :	LI-514-2022 del 07-02-2022

<b>Datos y resultados de ensayo</b>					
Comprobación	Código de suelo: P1	Método: A molde de 4"			
Puntuación		1	2	3	4
Numero de capas		5	5	5	5
Numero de golpes		25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)		5986	5301	5298	5021
Peso del molde (g)		4444	4444	4444	4444
Peso del suelo húmedo compactado (g)		1542	1857	1854	1577
Volumen del molde (cm³)		940.45	940.5	940.5	940.5
Densidad húmeda (g/cm³)		1.640	1.975	1.971	1.677
<b>Humedad</b>					
W de tara		97	401	586	180
Tara + Suelo Húmedo (g)		804.20	565.20	601.20	633.20
Tara + Suelo Seco (g)		567.68	518.77	544.89	564.37
Peso de la tara		37.58	37.82	37.58	38.30
Peso del agua		26.52	46.43	56.31	58.83
Peso de suelo seco (g)		529.99	481.15	507.31	525.45
Humedad (%)		0.80	0.68	1.10	1.10
Densidad Seca (g/cm³)		1.534	1.801	1.774	1.483
Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.811      Óptimo Contenido de Humedad (%): 9.88					



\* De la granulometría al 75µm, Acum. 0.0% = 0% NO requiere corrección por solera tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA AGRIPECAS Y SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS  
 PUERTO MALDONADO - JR. SUCRE 108 - TAMBOPOA - TAMBORA UNO, BOLIVIA - TEL: (591) 2724 11 11 - FAX: (591) 2724 11 11

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, ESTADÍSTICA EXPERIMENTAL, GEOLÓGICA Y AGUA, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, CONSULTORÍA ESPECIALIZADA, PERFORACION Y BOMBALAJE PARA ACUÍFEROS Y CONSTRUCCIONES PROFUNDAS, MONITOREO DE PRESIONES, PROYECTO DE DEFENSA  
 PUERTO MALDONADO, JR. CUROO 18, TAMBOPATÁ, TIGUANZA UNO, NEZA REDESAR 44, CUROO 18, 52737007, 99-294720, 99-29405101

### LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

#### Datos del proyecto

**Proyecto:** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ANILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar:** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov:** TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante:** SRA. MELCOP ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUIPPE CHOQUE  
**Hecho por:** ING. DANI JOSUE CARRAS MUÑOZ  
**Fecha:** 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caliente:** C-1 = 6% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad:** 1.50 m.  
**condición:** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo:** CAPSULA DE CASAGRANDE  
**Certificado de Calibración N°:** U-570-2022 del 01/07/2022

#### Datos y resultados de ensayo

#### LÍMITE PLÁSTICO - ASTM D 4318

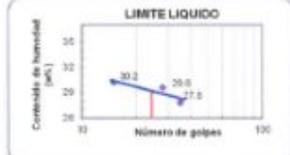
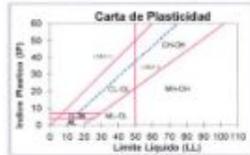
**LP (%) = 20.7**

Muestra	3		2	
	Numero de capsula	15	100	
Peso de la Capsula (g)	11.39	11.51		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	23.2	21.3		
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	21.18	19.85		
Peso del Suelo Seco (g)	9.79	8.34		
Contenido de Humedad (w)	21.2	20.2		

#### LÍMITE LÍQUIDO - ASTM D 4318

**LL (%) = 29.2**      **IP (%) = 8.5**

Muestra	A		B		C	
	Numero de capsula	233	154	201		
Peso de la Capsula (g)	17.6	17.6	17.6			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	62.2	62.2	65.2			
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	36.8	36.6	38.8			
Numero de golpes	35	28	35			
Peso del Suelo Seco (g)	19.2	19.0	21.2			
Contenido de Humedad (w)	27.8	29.6	30.2			



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

"DANI JOSUE CARRAS MUÑOZ"  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, ESTADÍSTICA EXPERIMENTAL, GEOLÓGICA Y AGUA, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, CONSULTORÍA ESPECIALIZADA, PERFORACION Y BOMBALAJE PARA ACUÍFEROS Y CONSTRUCCIONES PROFUNDAS, MONITOREO DE PRESIONES, PROYECTO DE DEFENSA  
 PUERTO MALDONADO, JR. CUROO 18, TAMBOPATÁ, TIGUANZA UNO, NEZA REDESAR 44, CUROO 18, 52737007, 99-294720, 99-29405101

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

#### Datos del proyecto

**Proyecto:** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ANILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar:** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov:** TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante:** SRA. MELCOP ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUIPPE CHOQUE  
**Hecho por:** ING. DANI JOSUE CARRAS MUÑOZ  
**Fecha:** 14/10/2022

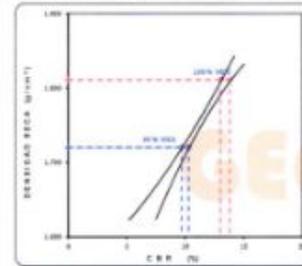
#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caliente:** C-1 = 6% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad:** 1.50 m.  
**condición:** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo:** PNEUMÁ CBR  
**Certificado de Calibración N°:** UPR-108-2022 del 01/03/2022

#### Datos y resultados de ensayo



#### DATO DEL EMBRUDO DE PROCTOR MODIFICADO

**Óptimo Contenido de Humedad (w<sub>opt</sub>):** 9.85  
**Máxima Densidad Seca (rho<sub>d\_max</sub>):** 1.811

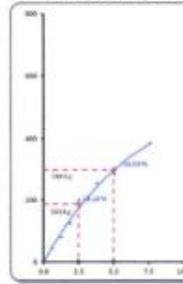
#### CALIFORNIA BEARING RATIO

**CBR a 2.5 mm (0.1") de Penetración:** 13.0  
**CBR a 100% de la Máxima Densidad Seca:** 13.0  
**CBR a 95% de la Máxima Densidad Seca:** 9.7

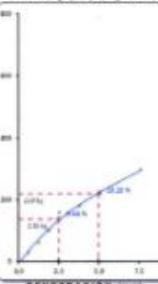
#### CBR A 5 mm (0.2") de Penetración

**CBR a 100% de la Máxima Densidad Seca:** 13.8  
**CBR a 95% de la Máxima Densidad Seca:** 10.2

#### EC = 56 golpes (27.7 kg/cm²)



#### EC = 28 golpes (13.2 kg/cm²)



#### EC = 10 golpes (5.1 kg/cm²)



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

"DANI JOSUE CARRAS MUÑOZ"  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE GEOTECNIA

**GEOIN** GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

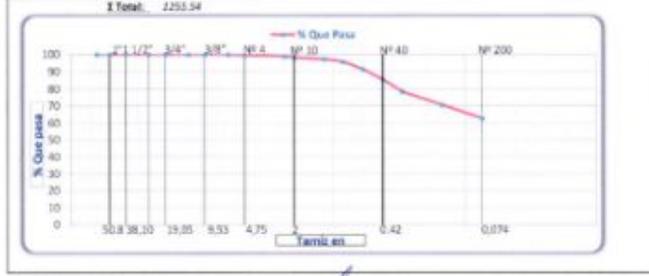
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - GEOMETRIA Y MATERIALES - ENTORNO GEOTECNICO CIVIL Y RURAL - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO DE CALIDAD DE MATERIALES - INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA AGRICULTORES Y GANADEROS PROFESIONALES - MANEJO DE PLASTOS - PRESERVACION AMBIENTAL  
 PUERTO MALDONADO - CHILE 19 - TAMBORES - CASAS UNIV. MED. RODRIGUEZ A. 4.000 - 5827197 - 5827474 - 5827198

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)**

<b>Datos del proyecto</b>	
Proyecto	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARELLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CAAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDIN, PUERTO MALDONADO 2022"
Lugar	PUERTO MALDONADO
Dpto./Prov.	TAMBOPATA - TAMBORES
Solicitante	SRA. MELISSA ADRIANA PEÑA NUÑEZ Y SRA. THALIA KELLY QUISPE CHOSQUE
Hecho por	ING. JESÚS JOSÉ CAJAZAS MUÑOZ
Fecha	16/10/2022
<b>Datos de la Muestra</b>	
Muestra proporcionada por el solicitante	Yeso
Caliente	C-2 + 2% DE CÁSCARA DE CACAO
Profundidad	1,50 m.
Usos	Aterrazo
<b>Datos del Equipo Calibrado</b>	
Equipo	TAMIZ GRANULOMÉTRICO
Fecha	16/10/2022
Equipo	LABORATORIO DE CALIDAD DE MATERIALES
Fecha	16/10/2022

**Datos y resultados de ensayo**

Tamiz	Diám. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Gruesa	
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.05	0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.70	0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.53	0	0.0	0.0	100.0		
1/4"	6.35	0	0.0	0.0	100.0		
4	4.75	6.52	0.52	0.52	99.5		Fracción Fina
8	2.36	7.40	0.59	1.11	98.9		
10	2.00	8.50	0.68	1.79	98.2		
16	1.18	11.42	0.91	2.70	97.3		
20	0.85	18.50	1.47	4.17	95.8		
30	0.60	34.50	4.34	8.51	91.5		
40	0.42	77.40	6.16	34.67	65.3		
50	0.30	85.60	6.82	21.89	78.5		
100	0.15	98.40	7.85	39.35	70.7		
200	0.07	98.40	7.85	37.20	62.8		
+200		788.50	42.80	100.00			



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 JESÚS JOSÉ CAJAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 APR. 01.16. 08.011.0114

**GEOIN** GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - GEOMETRIA Y MATERIALES - ENTORNO GEOTECNICO CIVIL Y RURAL - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO DE CALIDAD DE MATERIALES - INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA AGRICULTORES Y GANADEROS PROFESIONALES - MANEJO DE PLASTOS - PRESERVACION AMBIENTAL  
 PUERTO MALDONADO - CHILE 19 - TAMBORES - CASAS UNIV. MED. RODRIGUEZ A. 4.000 - 5827197 - 5827474 - 5827198

**LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)**

<b>Datos del proyecto</b>	
Proyecto	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARELLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CAAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDIN, PUERTO MALDONADO 2022"
Lugar	PUERTO MALDONADO
Dpto./Prov.	TAMBOPATA - TAMBORES
Solicitante	SRA. MELISSA ADRIANA PEÑA NUÑEZ Y SRA. THALIA KELLY QUISPE CHOSQUE
Hecho por	ING. JESÚS JOSÉ CAJAZAS MUÑOZ
Fecha	16/10/2022
<b>Datos de la Muestra</b>	
Muestra proporcionada por el solicitante	Yeso
Caliente	C-2 + 2% DE CÁSCARA DE CACAO
Profundidad	1,50 m.
Usos	Aterrazo
<b>Datos del Equipo Calibrado</b>	
Equipo	LABORATORIO DE CALIDAD DE MATERIALES
Fecha	16/10/2022

**Datos y resultados de ensayo**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318** **LP (%) = 22.7**

Muestra	1	2
Número de capsula	75	100
Peso de la Capsula (g)	11.35	11.51
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	20.2	21.2
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	18.40	19.38
Peso del Suelo Seco (g)	7.21	7.87
Contenido de Humedad (w)	22.2	23.2

**LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318** **LL (%) = 31.9** **IP (%) = 9.2**

Muestra	A	B	C
Número de capsula	235	154	201
Peso de la Capsula (g)	17.6	17.6	17.6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	66.5	65.5	70.0
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	59.8	58.7	61.9
Número de golpes	36	25	18
Peso del Suelo Seco (g)	22.2	21.1	24.3
Contenido de Humedad (w)	30.2	32.2	33.2

**Carta de Plasticidad**

**LIMITE LIQUIDO**

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 JESÚS JOSÉ CAJAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 APR. 01.16. 08.011.0114





## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIAS PLÁSTICAS, SISTEMAS GEOTÉCNICOS, ANÁLISIS Y DISEÑO, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, CONSULTORÍA ESPECIALIZADA, RECONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE OBRAS, CONSTRUCCIÓN PROPRIETARIA, MANEJO DE RESIDUOS, PROYECTOS GEOTÉCNICOS  
 PUERTO MALDONADO - J. LUIS DE TAMAYO - TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ

### LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022.  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante** : SITA, MELIODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SITA, THALIA KELLY QUISPE CHIQUE  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caliente** : C-1 = 4% DE CASCARA DE CACAO  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condición** : Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : LAZAROLA DE CASAGRANDE  
**Certificado de Calibración N°** : UL-330-2022-0610/07/2022

#### Datos y resultados de ensayo

#### LÍMITE PLÁSTICO - ASTM D 4318

**LP (%) = 20.8**

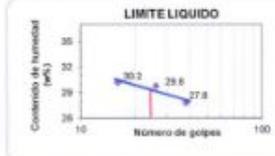
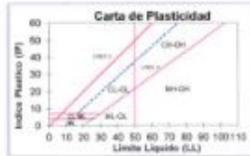
Muestra	1	2
Numero de capsula	36	49
Peso de la Capsula (g)	11.367	11.4
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	19.8	20.2
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	16.33	16.72
Peso del Suelo Seco (g)	0.94	0.32
Contenido de Humedad (w)	21.3	20.3

#### LÍMITE LIQUIDO - ASTM D 4318

**LL (%) = 29.3**

**IP (%) = 8.6**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	58	19	199
Peso de la Capsula (g)	37.2	38.9	37.6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	71.2	70.2	69.9
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	63.8	63.0	62.4
Numero de golpes	38	26	16
Peso del Suelo Seco (g)	26.6	24.1	24.8
Contenido de Humedad (w)	27.8	29.8	30.2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIAS PLÁSTICAS, SISTEMAS GEOTÉCNICOS, ANÁLISIS Y DISEÑO, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, CONSULTORÍA ESPECIALIZADA, RECONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE OBRAS, CONSTRUCCIÓN PROPRIETARIA, MANEJO DE RESIDUOS, PROYECTOS GEOTÉCNICOS  
 PUERTO MALDONADO - J. LUIS DE TAMAYO - TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022.  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante** : SITA, MELIODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SITA, THALIA KELLY QUISPE CHIQUE

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caliente** : C-1 = 4% DE CASCARA DE CACAO  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condición** : Alterada

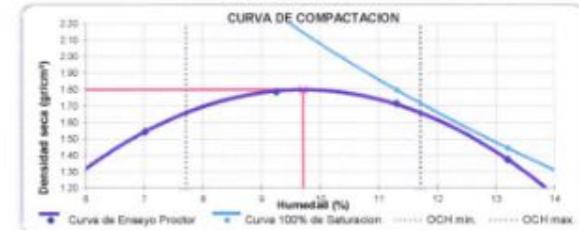
#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : PRÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.  
**Certificado de Calibración N°** : UL-516-2022-0610/07/2022

#### Datos y resultados de ensayo

Compartición	Codigo de suelo - PI	Muestra : A muestra de 4"			
Prueba N°		1	2	3	4
Numero de golpes		5	5	5	5
Numero de golpes		25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)		6000	6280	6240	5906
Peso del molde (g)		4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)		1556	1836	1796	1462
Volumen del molde (m³)		940.5	940.5	940.5	940.5
Densidad húmeda (g/cm³)		1.655	1.952	1.910	1.555
<b>Humedad</b>					
N° de tara		165	180	279	340
Tara + Suelo Humedo (g)		612.30	600.30	612.00	622.20
Tara + Suelo Seco (g)		481.11	461.24	463.84	463.69
Peso de la tara		37.84	38.00	37.84	37.50
Peso del agua		31.09	39.06	48.16	36.51
Peso de suelo seco (g)		443.47	422.32	426.20	426.06
Humedad (w)		7.01	9.25	11.30	13.20
Densidad Seca (g/m³)		1.546	1.787	1.716	1.373

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.799      Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.71



\* En la granulometría el SRet. Acumula 3/4" = 0.5% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE PRUEBAS DE SUELOS - CIMENTOS Y MATERIALES - SISTEMAS DE FUNDACIONES - SUELOS Y ROCAS - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ALUMBRADO Y ORIENTACIONES PROFUNIDAS - HONDADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOTERMICA  
 PUERTO MALDONADO JR. CUREU 10 - TAMBOFATA - TELUENO UNO, MEDIO RINCONA.A - CUREU - 06077007 - 06074704 - FAX : 06077001

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

**Datos del proyecto**

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARSDEN, PUERTO MALDONADO 2022"

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOFATA - TAMBOPATA

Solo/Wente : SRTA. MELOYD ADU PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY GUSPIS CHOQUE

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Fecha : 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Caliente : C-1 = 4% DE CASCARA DE CACAO

Profundidad : 1.50 m.

condición : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

Equipo : PRENSA CBR

Certificado de Calibración N° : ICP-108-2022 del 07/02/2022

#### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOJDE	N° DE CAPAS : 5		
	D	E	F
N° DE GOLPES	10	15	17
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2122	2122	2122
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12620	11280	11820
Peso del Molde (g)	8416	8185	8070
Peso del Suelo Humedo (g)	4194	3095	3750
N° Torno	-	-	-
Peso Torno + Suelo Humedo (g)	300.2	298.6	256.2
Peso Torno + Suelo Seco (g)	278.3	276.5	237.0
Peso del Agua (g)	21.9	22.1	19.2
Peso de Torno (g)	50.2	51.4	50.1
Peso del Suelo Seco (g)	227.9	225.1	186.8
Contenido de Humedad (g)	9.71	9.80	9.71
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.876	1.882	1.767
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.801	1.714	1.630

PENETRACION							
CAPACIDAD DE LA CUBA							
MOJDE	D		E		F		
	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.025	0.61	21.0	0.10	18.0	0.0	16.0	
0.05	1.27	86.0	0.0	51.0	11.0	21.2	
0.075	1.8	124.0	124.0	80.0	80.0	14.0	
0.1	2.52	196.0	196.0	100.0	100.0	16.0	
0.125	3.81	210.0	210.0	180.0	180.0	12.0	
0.2	5.08	260.0	260.0	180.0	180.0	18.0	
0.3	7.62	380.0	380.0	150.0	150.0	26.0	
0.4	10.15	-	-	-	-	-	
0.500	11.700	-	-	-	-	-	

ABSORCION			
N° MOJDE	D		
	D	E	F
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	11850	11330	11890
Peso del Plato + Molde (g)	8426	8185	8070
Peso del Suelo Humedo (g)	4224	4035	3810
Peso del Suelo Humedo Sin (g)	4194	3095	3750
Peso del Agua Absorbida (g)	30	40	60
Peso del Suelo Seco (g)	3823	3038	3418
Absorcion de Agua (%)	8.8	1.1	1.8

EXPANSION (%)					
FECHA	HORA	D		E	
		LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL
		0.000	0.000	0.000	1
		0.000	0.000	0.000	2
		0.000	0.000	0.000	3
		0.000	0.000	0.000	4
		0.000	0.000	0.000	5
% EXPANSION		0.32	0.34	0.40	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C. M. P. 12345  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE PRUEBAS DE SUELOS - CIMENTOS Y MATERIALES - SISTEMAS DE FUNDACIONES - SUELOS Y ROCAS - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ALUMBRADO Y ORIENTACIONES PROFUNIDAS - HONDADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOTERMICA  
 PUERTO MALDONADO JR. CUREU 10 - TAMBOFATA - TELUENO UNO, MEDIO RINCONA.A - CUREU - 06077007 - 06074704 - FAX : 06077001

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

**Datos del proyecto**

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARSDEN, PUERTO MALDONADO 2022"

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOFATA - TAMBOPATA

Solo/Wente : SRTA. MELOYD ADU PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY GUSPIS CHOQUE

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Fecha : 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Caliente : C-1 = 4% DE CASCARA DE CACAO

Profundidad : 1.50 m.

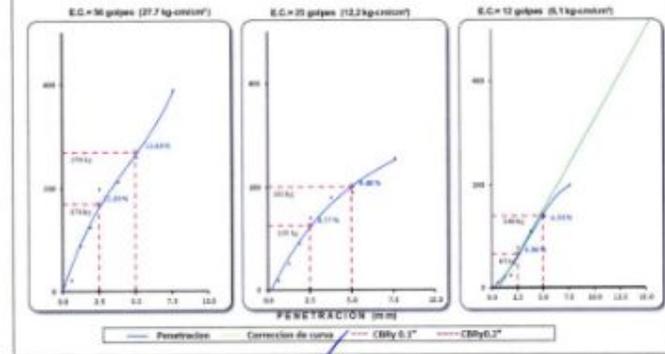
condición : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

Equipo : PRENSA CBR

Certificado de Calibración N° : ICP-108-2022 del 07/02/2022

#### Datos y resultados de ensayo



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C. M. P. 12345  
 AREA DE GEOTECNIA







## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIO ESPECIALIZADO - PERFORACION Y DISEÑO PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HENCAO DE PILOTOS - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO - JR. URUGUAY 138 - TAMBOPATA - TELÉFONO: 086 619754 - 086 619754 - 086 619754 - FAX: 086 619754

### MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117)

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO.  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE.  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

Datos de la Muestra	Datos del Equipo Calibrado
<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	<b>Equipo :</b> TAMIZ GRANULOMETRICO
<b>Calicata :</b> C-2 + 2% DE CASCARA DE CASTAÑA	<b>Fabricado :</b> SEGÚN NORMA ASTM E-11
<b>Profundid. :</b> 1.50 m.	
<b>condicion :</b> Alterada	

**Datos y resultados de ensayo**

DATOS			
A	Peso de la muestra seca	1065.1	g
B	Peso de la muestra seca despues de lavado	156.6	g
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">85.3%</span> </div>			

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. 57243  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIO ESPECIALIZADO - PERFORACION Y DISEÑO PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HENCAO DE PILOTOS - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO - JR. URUGUAY 138 - TAMBOPATA - TELÉFONO: 086 619754 - 086 619754 - 086 619754 - FAX: 086 619754

### LIMITE DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO.  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE.  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

Datos de la Muestra	Datos del Equipo Calibrado
<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	<b>Equipo :</b> CASQUETA DE CASAGRANDE
<b>Calicata :</b> C-2 + 2% DE CASCARA DE CASTAÑA	<b>Certificado de Calibración N° :</b> 11-510-2022 del 03/07/2022
<b>Profundidad :</b> 1.50 m.	
<b>condicion :</b> Alterada	

**Datos y resultados de ensayo**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318**

Muestra	LP (%) = 20.0	
	1	2
Numero de capsula	15	30
Peso de la Capsula (g)	11.39	11.4
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	21.2	20.3
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	19.58	18.70
Peso del Suelo Seco (g)	8.19	7.80
Contenido de Humedad (w)	33.8	22

**LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318**

Muestra	LL (%) = 32.3			IP (%) = 11.4
	A	B	C	
Numero de capsula	197	201	141	
Peso de la Capsula (g)	37.6	37.6	37.6	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	61.8	62.2	66.3	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	56.0	56.2	59.0	
Numero de golpes	38	26	14	
Peso del Suelo Seco (g)	18.5	18.6	21.4	
Contenido de Humedad (w)	31.2	32.0	34.2	

**Carta de Plasticidad**

**LIMITE LIQUIDO**

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. 57243  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CARRETERO Y MATERIAS - SETIEMBRE 2017 (SUELOS DEBILES Y RIGIDOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES - CONSTRUCCIONES ESPECIALIZADAS - PERFORACION Y SERVICIOS PARA AGUAS Y COMERCIALIZACION PROFESIONAL - SERVICIOS DE PLANTAS - PERFORACION ESPECIALIZADA - PUERTO MALDONADO, JR. CUROO DE TAMBOPATÁ - TELÉFONO: 081 524 800000 A.A. - CORREO: 081 524 800000 - FAX: 081 524 800000

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

**Datos del proyecto**

Proyecto : MEDIDAMENTO DE LA SUBSISTANTE DEL SUELO ARELLO INCORPORANDO CENizas DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ

Solicitante : SRA. MELDY ADRIANA PEÑA NUÑEZ Y SRA. THALIA KELLY QUISEP CHOQUE

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARRAS MUÑOZ

Fecha : 14/10/2022

<b>Datos de la Muestra</b>	<b>Datos del Equipo Calibrado</b>
MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	Envase :
Calicote : C-2 + 4% DE CASCARA DE CASTAÑA	Tamiz : GRANULOMÉTRICO
Profundidad : 1.50 m.	Fabricante :
condición : Alterada	SEGÚN NORMA ASTM E 11

#### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Dim. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)	
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Gruesa
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.70	0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.53	0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.35	0	0.0	0.0	100.0	
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.0	
8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.0	
10	2.00	56.60	0.90	0.90	99.1	Fracción Fina
16	1.18	12.40	1.05	1.95	98.0	
20	0.85	13.50	1.15	3.10	96.9	
30	0.60	24.40	2.07	5.18	94.8	
40	0.42	45.20	5.54	10.72	89.3	
50	0.30	12.40	1.05	11.77	88.2	
100	0.15	17.40	1.48	13.25	86.8	
200	0.07	20.50	1.74	14.99	85.0	
< 200		1000.30	85.01	100.00		
<b>I Total:</b>		<b>2276.7</b>				

**Datos de ensayo**

Peso S. húmedo: 1176.7 g

Peso S. lavado: 176.4 g

**Distribución**

Grava: 0.00 %

Arena: 14.99 %

Fines: 85.01 %

**Dímetros efectivos**

D60: -

D30: -

D10: -

**Coefficientes de uniformidad**

Cu: -

Cc: -

**Limites de consistencia**

LL: 31.12

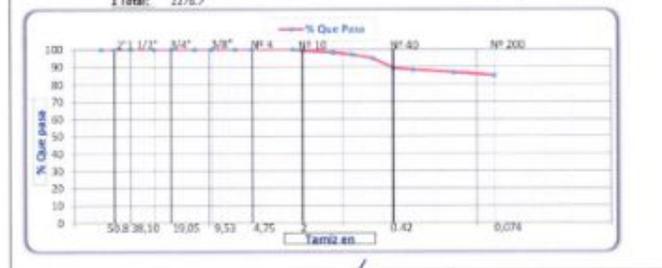
LP: 20.50

IP: 10.618

**clasificación de suelos**

SUCS: CL

AASHTO: A-6 (16)



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 "INGENIERO DEMI JOSUE CARRAS MUÑOZ"  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. 170483  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CARRETERO Y MATERIAS - SETIEMBRE 2017 (SUELOS DEBILES Y RIGIDOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES - CONSTRUCCIONES ESPECIALIZADAS - PERFORACION Y SERVICIOS PARA AGUAS Y COMERCIALIZACION PROFESIONAL - SERVICIOS DE PLANTAS - PERFORACION ESPECIALIZADA - PUERTO MALDONADO, JR. CUROO DE TAMBOPATÁ - TELÉFONO: 081 524 800000 A.A. - CORREO: 081 524 800000 - FAX: 081 524 800000

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1558-16, NTP 839.145)

**Datos del proyecto**

Proyecto : MEDIDAMENTO DE LA SUBSISTANTE DEL SUELO ARELLO INCORPORANDO CENizas DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ

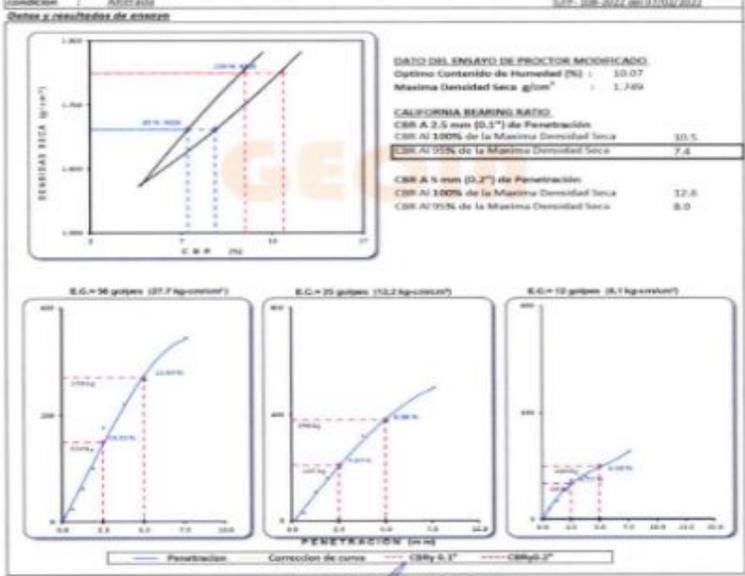
Solicitante : SRA. MELDY ADRIANA PEÑA NUÑEZ Y SRA. THALIA KELLY QUISEP CHOQUE

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARRAS MUÑOZ

Fecha : 14/10/2022

<b>Datos de la Muestra</b>	<b>Datos del Equipo Calibrado</b>
MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	Envase :
Calicote : C-2 + 2% DE CASCARA DE CASTAÑA	Prensa CBR
Profundidad : 1.50 m.	Certificado de Calibración N° :
condición : Alterada	107-108-2022 del 07/03/2022

#### Datos y resultados de ensayo



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 "INGENIERO DEMI JOSUE CARRAS MUÑOZ"  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. 170483  
 AREA DE GEOTECNIA

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS, FUNDACIONES Y MATERIALES, SISTEMAS DE FUNDACIONES, SUELOS Y FUNDACIONES DE OBRAS DE OBRAS CIVILES, CONSULTORÍA ESPECIALIZADA, PENETRACION Y SONDAJE PARA ASESORAR Y CERTIFICACIONES PROFESIONALES, INSTALACIONES DE PLANTAS, PROSECCION GEOLOGICA  
 PUERTO MALDONADO, JR. CUNDO 108 - TAMBOPATA - PERUO (CALLE MARIANO VALDIVIA) - CUNDO - 080777907 - 080807474 - 080 - 080000000

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)**

**Datos del proyecto:**  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARINO, PUERTO MALDONADO 2022"  
 Lugar : PUERTO MALDONADO  
 Dpto./Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
 Solicitante : SRTA. MELCODY ADOLFI PERA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KEL  
 Hecho por : ING. DEMISSUE CARAZAS MURILLO  
 Fecha : 14/10/2022

**Datos de la Muestra:**  
 MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE  
 Colector : C-2 + 4% DE CASCARA DE CASTAÑA  
 Profundidad : 1.50 m.  
 Condicion : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado:**  
 Equipo : PENETRA CBR  
 Certificado de Calibración N° : ITC-308-2022 (del 07/03/2022)

**Datos y resultados de ensayo**

C.B.R.			
N° DE MOJES	N° DE CAPAS : 3		
	A	B	C
N° DE GOLPES	50	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2275	2179	2172
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	31546	31320	31372
Peso del Molde (g)	7258	7145	7258
Peso del Suelo Humedo (g)	4202	2985	3763
N° Tarras			
Peso Tarras + Suelo Humedo (g)	188.5	200.0	208.3
Peso Tarras + Suelo Seco (g)	184.8	186.9	190.3
Peso del Agua (g)	13.7	13.1	18.0
Peso de Tarras (g)	48.8	50.2	51.4
Peso del Suelo Seco (g)	136.0	136.7	138.9
Contenido de Humedad (%)	33.87	33.30	38.06
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.931	1.879	1.713
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.755	1.841	1.574

PENETRACION									
CAPACIDAD DE LA CELDA									
MOJES	A			B			C		
	LECTURA DIAL	CARGA (N)	CARGA (Kg)	LECTURA DIAL	CARGA (N)	CARGA (Kg)	LECTURA DIAL	CARGA (N)	CARGA (Kg)
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.63	25.4	25.4	16.0	16.0	16.0	16.0	24.0	24.0
0.05	1.27	51.8	51.8	34.0	34.0	34.0	34.0	51.8	51.8
0.075	1.9	77.0	77.0	51.0	51.0	51.0	51.0	77.0	77.0
0.1	2.54	101.0	101.0	68.0	68.0	68.0	68.0	101.0	101.0
0.125	3.18	126.0	126.0	85.0	85.0	85.0	85.0	126.0	126.0
0.2	5.08	203.0	203.0	136.0	136.0	136.0	136.0	203.0	203.0
0.3	7.62	304.0	304.0	203.0	203.0	203.0	203.0	304.0	304.0
0.4	10.16								
0.500	12.700								

ABSORCIÓN			
N° MOJES	A		
	B	C	
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	11800	11180	11088
Peso del Plato + Molde (g)	2358	7135	7258
Peso del Suelo Humedo Entabulado (g)	4242	4243	3829
Peso del Suelo Humedo Sin Entablar (g)	4202	2985	3763
Peso del Agua Absorbida (g)	40	30	36
Peso del Suelo Seco (g)	3838	3859	3418
Absorción de Agua (%)	1.0	1.7	1.9

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 INGENIERO CIVIL  
 DEMISSUE CARAZAS MURILLO  
 C.O.P. 15028  
 AREA DE GEOTECNIA

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS, FUNDACIONES Y MATERIALES, SISTEMAS DE FUNDACIONES, SUELOS Y FUNDACIONES DE OBRAS CIVILES, CONSULTORÍA ESPECIALIZADA, PENETRACION Y SONDAJE PARA ASESORAR Y CERTIFICACIONES PROFESIONALES, INSTALACIONES DE PLANTAS, PROSECCION GEOLOGICA  
 PUERTO MALDONADO, JR. CUNDO 108 - TAMBOPATA - PERUO (CALLE MARIANO VALDIVIA) - CUNDO - 080777907 - 080807474 - 080 - 080000000

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)**

**Datos del proyecto:**  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARINO, PUERTO MALDONADO 2022"  
 Lugar : PUERTO MALDONADO  
 Dpto./Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
 Solicitante : SRTA. MELCODY ADOLFI PERA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KEL  
 Hecho por : ING. DEMISSUE CARAZAS MURILLO

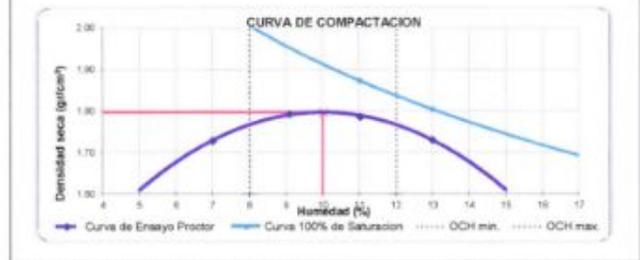
**Datos de la Muestra:**  
 MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE  
 Colector : C-2 + 4% DE CASCARA DE CASTAÑA  
 Profundidad : 1.50 m.  
 Condicion : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado:**  
 Equipo : PSOM MANUAL DE PROCTOR MOD.  
 Certificado de Calibración N° : IL-534-2022 del 07-02-2022

**Datos y resultados de ensayo**

Prueba N°	Codigo de molde : P2				Metodo : A molde de 4"			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25	25	25
Peso escala + molde (g)	6130	6230	6296	6230	6130	6230	6296	6230
Peso del molde (g)	4376	4376	4376	4376	4376	4376	4376	4376
Peso del suelo humedo compactado (g)	1754	1854	1880	1854	1754	1854	1880	1854
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947.9	947.9	947.9	947.9	947.9	947.9	947.9	947.9
Densidad humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.850	1.956	1.983	1.956	1.850	1.956	1.983	1.956
Humedad								
N° de tarras	422	191	340	250	422	191	340	250
Tarras + Suelo Humedo (g)	504.20	480.90	467.50	487.90	504.20	480.90	467.50	487.90
Tarras + Suelo Seco (g)	473.64	483.88	428.83	435.74	473.64	483.88	428.83	435.74
Peso de la tarras	37.67	37.67	37.67	37.67	37.67	37.67	37.67	37.67
Peso del agua	30.56	37.67	42.67	51.16	30.56	37.67	42.67	51.16
Peso de suelo seco (g)	435.97	443.28	387.23	388.15	435.97	443.28	387.23	388.15
Humedad (%)	7.01	9.10	11.02	13.00	7.01	9.10	11.02	13.00
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.728	1.793	1.787	1.731	1.728	1.793	1.787	1.731

Maximo Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.797      Optimo Contenido de Humedad (%): 10.01



\* De la granulometría el 3/4" es 0% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-4753

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 INGENIERO CIVIL  
 DEMISSUE CARAZAS MURILLO  
 C.O.P. 15028  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE PRUEBAS DE SUELOS - CIMENTOS Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y SUELOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 HERRERA PARRA ANTONIO - PÉREZ MALDONADO J. - BARRALES PARRA ANTONIO Y GONZALEZ GONZALEZ PROFESORAS - HERRERA DE PUECO - INGENIERA CIVIL  
 PUERTO MALDONADO - JA. CARRO 108 - TAMBOPATÁ - CANTÓN URSULA - PROVINCIA DE CAJAMA - PERÚ - 060100001 - 060100001 - 060100001 - 060100001

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

**Datos del proyecto**

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA SUBGRANADA DEL SUELO ARENOSO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CACAÑA - CACAO EN LA CALLE MARINO, PUERTO MALDONADO 2022"

Lugar : PUERTO MALDONADO

Diseño/Obra : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ

Intendente : SITA, MELDY ANA PÉREZ RUÍZ Y SITA, TANIA KELLY QUISPE CHOQUE

Hecho por : ING. DENIS JOSUE CAMAZAS MUÑOZ

Fecha : 14/02/2022

**Datos de la muestra**

INSTRUMENTA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calibrado : C/2 - 8N DE CÁSCARA DE CACAÑA

Profundidad : 1.50 m

condición : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

Equipo : PRESNA CBR

Certificado de Calibración N° : LFP-108-2022-06/07/01/2022

#### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	D	E	F
N° DE GOLPES	56	75	112
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2322	2322	2322
Peso del Molde + Suelto Humedo (g)	12430	12300	11884
Peso del Molde (g)	8425	8283	8030
Peso del Suelto Humedo (g)	4208	4015	3790
N° Tama	-	-	-
Peso Tamo + Suelto Humedo (g)	188.8	188.1	188.6
Peso Tamo + Suelto Seco (g)	185.3	186.7	175.9
Peso del Agua (g)	33.5	14.5	32.7
Peso de Tamo (g)	50.4	45.4	50.1
Peso del Suelto Seco (g)	134.9	144.3	125.7
Contenido de Humedad (g)	30.00	33.02	30.10
Densidad Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.981	1.802	1.788
Densidad Secca (g/cm <sup>3</sup> )	1.801	1.719	1.621

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	D		
	E	F	
Peso del Suelto Humedo + Plato + Molde (g)	12470	12350	12026
Peso del Plato + Molde (g)	8428	8385	8070
Peso del Suelto Humedo Embaldado (g)	4244	4065	3956
Peso del Suelto Humedo Sin Embalar (g)	4204	4015	3796
Peso del Agua Absorbida (g)	40	50	54
Peso del Suelto Seco (g)	3822	3849	3448
Absorción de Agua (%)	1.8	1.8	1.8

PÉNETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CUBA							
MOLDE	D		E		F		
	D	E	D	E	D	E	
PRUEBA (mm)	PRUEBA (mm)	LECTURA (N)	CARGA (N)	LECTURA (N)	CARGA (N)	LECTURA (N)	CARGA (kg)
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.03	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
0.05	1.17	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
0.075	1.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
0.1	2.34	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
0.125	3.21	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
0.2	5.08	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
0.3	7.82	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0
0.4	10.16						
0.5X30	12.700						

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	CUBA	LECTURA (N)	LECTURA A		N° LECTURA A
			DIAL	DIAL	
		0.000	0.000	0.000	1
		0.000	0.000	0.000	2
		0.027	0.027	0.027	3
		0.057	0.057	0.057	4
		0.107	0.107	0.107	5
% EXPANSIÓN		0.38	0.40	0.40	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 HERRERA PARRA ANTONIO  
 C. P. 060100001  
 AREA DE CAJAMA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE PRUEBAS DE SUELOS - CIMENTOS Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y SUELOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 HERRERA PARRA ANTONIO - PÉREZ MALDONADO J. - BARRALES PARRA ANTONIO Y GONZALEZ GONZALEZ PROFESORAS - HERRERA DE PUECO - INGENIERA CIVIL  
 PUERTO MALDONADO - JA. CARRO 108 - TAMBOPATÁ - CANTÓN URSULA - PROVINCIA DE CAJAMA - PERÚ - 060100001 - 060100001 - 060100001 - 060100001

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

**Datos del proyecto**

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA SUBGRANADA DEL SUELO ARENOSO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CACAÑA - CACAO EN LA CALLE MARINO, PUERTO MALDONADO 2022"

Lugar : PUERTO MALDONADO

Diseño/Obra : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ

Intendente : SITA, MELDY ANA PÉREZ RUÍZ Y SITA, TANIA KELLY QUISPE CHOQUE

Hecho por : ING. DENIS JOSUE CAMAZAS MUÑOZ

Fecha : 14/02/2022

**Datos de la muestra**

INSTRUMENTA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calibrado : C/2 - 8N DE CÁSCARA DE CACAÑA

Profundidad : 1.50 m

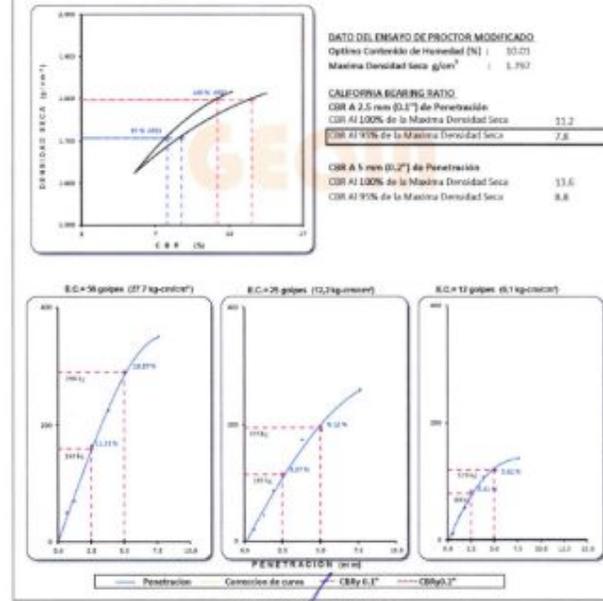
condición : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

Equipo : PRESNA CBR

Certificado de Calibración N° : LFP-108-2022-06/07/01/2022

#### Datos y resultados de ensayo



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 HERRERA PARRA ANTONIO  
 C. P. 060100001  
 AREA DE CAJAMA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ASLADO) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA PROFESIONAL - PERFORACION Y SONDAJE PARA AGUAFOS Y OBRAS DE PROFUNDIDAD - ANILLOS DE PULVERO - PROYECTOS GEOTECNICOS  
 PUERTO MALDONADO - JR. CURO 10 - TAMBOPATA - TELÉFONO 226 822420/226 822421 - 08272087 - 082-827208 - 882 - 82821740

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

**Datos del proyecto**

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA

Solicitante : SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Fecha : 14/10/2022

---

**Datos de la Muestra** **Datos del Equipo Calibrado**

Muestra proporcionada por el solicitante

Calicata : C-2 + 6% DE CASCARA DE CASTAÑA

Profundidad : 1.50 m

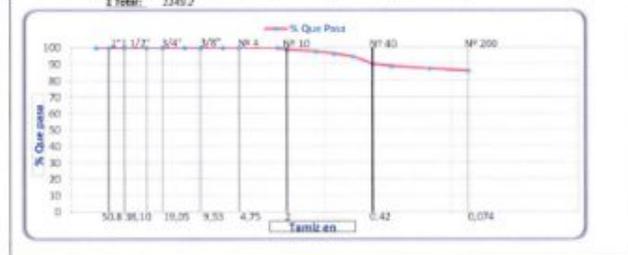
Condición : Alterada

Equipo : TAMIZ GRANULOMÉTRICO

Fabricado : SEGUN NORMA ASTM E-11

**Datos y resultados de ensayo**

Tamiz	Diám. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)	
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Gruesa
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.53	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.35	0.0	0.0	0.0	100.0	
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.0	
8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.0	
16	1.18	19.20	1.91	1.91	98.09	Fracción Fina
30	0.85	14.40	1.25	5.55	94.45	
60	0.42	52.20	4.54	9.99	90.01	
100	0.30	15.20	1.92	11.23	88.77	
200	0.15	16.30	1.42	12.64	87.36	
400	0.07	17.40	1.51	14.16	85.84	
< 200		986.53	85.84	100.00		
<b>Σ Total:</b>		2349.2				



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 INGENIERO EN GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ASLADO) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA PROFESIONAL - PERFORACION Y SONDAJE PARA AGUAFOS Y OBRAS DE PROFUNDIDAD - ANILLOS DE PULVERO - PROYECTOS GEOTECNICOS  
 PUERTO MALDONADO - JR. CURO 10 - TAMBOPATA - TELÉFONO 226 822420/226 822421 - 08272087 - 082-827208 - 882 - 82821740

### MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117)

**Datos del proyecto**

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA

Solicitante : SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Fecha : 14/10/2022

---

**Datos de la Muestra** **Datos del Equipo Calibrado**

Muestra proporcionada por el solicitante

Calicata : C-2 + 6% DE CASCARA DE CASTAÑA

Profundidad : 1.50 m

Condición : Alterada

Equipo : TAMIZ GRANULOMÉTRICO

Fabricado : SEGUN NORMA ASTM E-11

**Datos y resultados de ensayo**

DATOS			
<b>A</b>	Peso de la muestra seca	1149.2	g
<b>B</b>	Peso de la muestra seca después de lavado	162.7	g

**% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm) 85.8%**

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 INGENIERO EN GEOTECNIA

**GEOIN** GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTADOS RESISTENCIALES (SUELOS Y ACILOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBEO DE PUNOS SUBTERRÁNEOS Y OBSERVACIONES PERMANENTES - MONITOREO DE PRESIONES - PROYECTOS DE OBRAS  
 PUERTO MALDONADO, PL. CURO YB. TAMBOPATÁ - TELÉFONO (088) 426.6200 - 426.6201 - 426.6202 - 426.6203 - 426.6204 - 426.6205 - 426.6206 - 426.6207 - 426.6208 - 426.6209 - 426.6210

**LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)**

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CACAJO EN LA CALLE MARDIN, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dpto./Prov.** : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante** : SRTA. MELODY ADUJUA PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY GUISPE CHOQUE  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CAJAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicote** : C-2 - 6% DE CÁSCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condición** : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo** : CAZUELA DE CASAGRANDE  
**Certificado de Calibración N°** : LU-510-2022 del 02/07/2022

**Datos y resultados de ensayo**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318 LP (%) = 19.1**

Muestra	1	2
Numero de capsula	15	36
Peso de la Capsula (g)	11.39	11.4
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	21.2	31.3
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	10.64	19.71
Peso del Suelo Seco (g)	4.25	8.31
Contenido de Humedad (w)	18.9	19.2

**LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318 LL (%) = 29.9 IP (%) = 10.8**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	197	19	217
Peso de la Capsula (g)	37.6	38.9	37.6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	62.0	65.2	63.3
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	56.5	59.1	57.2
Numero de golpes	36	24	15
Peso del Suelo Seco (g)	19.0	30.2	19.4
Contenido de Humedad (w)	28.8	30.2	31.2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CAJAZAS MUÑOZ  
 C.P. 426.6203  
 AREA DE CALIDAD

**GEOIN** GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTADOS RESISTENCIALES (SUELOS Y ACILOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBEO DE PUNOS SUBTERRÁNEOS Y OBSERVACIONES PERMANENTES - MONITOREO DE PRESIONES - PROYECTOS DE OBRAS  
 PUERTO MALDONADO, PL. CURO YB. TAMBOPATÁ - TELÉFONO (088) 426.6200 - 426.6201 - 426.6202 - 426.6203 - 426.6204 - 426.6205 - 426.6206 - 426.6207 - 426.6208 - 426.6209 - 426.6210

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)**

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CACAJO EN LA CALLE MARDIN, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dpto./Prov.** : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante** : SRTA. MELODY ADUJUA PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY GUISPE CHOQUE  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CAJAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicote** : C-2 - 6% DE CÁSCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condición** : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo** : PRENSA CBS  
**Certificado de Calibración N°** : ITP-104-2022 del 07/03/2022

**Datos y resultados de ensayo**

N° DE MOLDE	C.B.R.		
	G	H	I
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm³)	2335	2123	2025
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	11744	11189	10389
Peso del Molde (g)	7548	8196	7619
Peso del Suelo Humedo (g)	4196	2993	2761
N° Tarea	-	-	-
Peso Tarea + Suelo Humedo (g)	200.2	222.2	186.5
Peso Tarea + Suelo Seco (g)	187.3	206.3	174.8
Peso del Agua (g)	24.1	15.9	11.5
Peso de Tarea (g)	64.8	50.1	51.2
Peso del Suelo Seco (g)	138.4	154.0	123.8
Contenido de Humedad (g)	10.22	10.18	10.20
Densidad Humeda (g/cm³)	1.393	1.062	1.708
Densidad Seca (g/cm³)	1.899	1.708	1.804

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CESTA							
MIDE		G		H		I	
PRUEBA (mm)	PRUEBA (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0.000	0.000	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0	5.0
0.005	0.01	94.0	94.0	140.0	240.0	140.0	240.0
0.01	1.27	81.0	81.0	94.0	94.0	81.0	81.0
0.015	1.8	134.0	134.0	134.0	134.0	94.0	94.0
0.1	2.54	180.0	180.0	120.0	120.0	94.0	94.0
0.125	2.81	191.0	191.0	180.0	180.0	140.0	140.0
0.2	5.08	194.0	194.0	191.0	191.0	240.0	240.0
0.3	7.62	192.0	192.0	191.0	191.0	240.0	240.0
0.4	10.16						
0.500	12.700						

N° MOLDE	ABSORCIÓN		
	G	H	I
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	11780	11110	11100
Peso del Plato + Molde (g)	7148	8196	7619
Peso del Suelo Humedo Evaporado (g)	4232	8064	3641
Peso del Suelo Humedo Sin Evaporar (g)	8196	3993	3583
Peso del Agua Absorbida (g)	26	41	60
Peso del Suelo Seco (g)	3807	3624	3220
Absorción de Agua (%)	0.9	0.1	0.8

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTURA A
		0.000	0.000	0.000	1
		0.000	0.000	0.000	2
		0.000	0.000	0.000	3
		0.000	0.000	0.000	4
		0.000	0.000	0.000	5
% EXPANSIÓN		0.38	0.44	0.48	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CAJAZAS MUÑOZ  
 C.P. 426.6203  
 AREA DE CALIDAD



**GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES, SISTEMAS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS), CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, GEOTECNIA ESPECIALIZADA, PERFORACION Y SERVICIO PARA AUTOPUERTOS Y ESTACIONAMIENTOS PROFUNDOS, MANEJO DE PULVERES, PROFESION GEOTECNIA  
 PUERTO MALDONADO - J. SUCRE UR. TAMBOPATÁ - TAMBOPATA - TAMBOPATA

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)**

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CACAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDIW, PUERTO MALDONADO 2022.  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO.  
**Diseño/Proy. :** TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ.  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE.  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ.  
**Fecha :** 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-2 + 2% DE CÁSCARA DE CACAÑO  
**Profundidad :** 1.50 m.  
**condicion :** Alterada

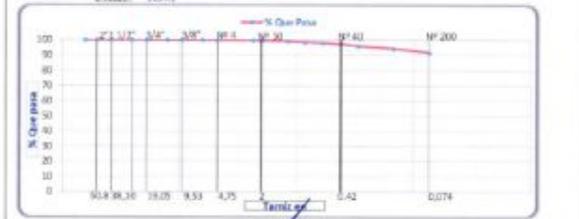
**Datos del Equipo Calibrado**

**Factor :**  
**Calibrado :**  
**Fabricado :**  
**SEGÚN NORMA ASTM E-11**

**Datos y resultados de ensayo**

Tamiz	Dim. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)	
3 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Gruesa
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	0	0.0	0.0	100.0	
5/8"	15.75	0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.35	0	0.0	0.0	100.0	
4	4.75	2.50	0.19	0.29	99.8	
8	2.50	1.20	0.11	0.29	99.7	
20	2.50	2.50	0.22	0.51	99.5	Fracción Fina
40	1.18	5.40	0.48	0.99	99.0	
60	0.85	8.70	0.57	1.56	98.4	
80	0.60	8.90	0.42	1.98	98.0	
100	0.42	9.00	0.79	2.20	97.2	
150	0.30	13.40	1.18	3.38	96.6	
200	0.15	20.90	1.76	5.12	94.3	
250	0.07	29.90	2.54	7.66	91.7	
<200		1061.20	91.72	100.00		
<b>Σ Total:</b>		<b>1134.7</b>				

**Datos de ensayo**  
 Peso S. Inicial: 1134.1 g  
 Peso S. Secado: 93.9 g  
**Distribución:**  
 Gruesa: 0.29 %  
 Ancho: 8.20 %  
 Fines: 91.72 %  
**Diámetros selectivos:**  
 D<sub>60</sub>: -  
 D<sub>30</sub>: -  
 D<sub>10</sub>: -  
**Coefficientes de uniformidad:**  
 C<sub>u</sub>: -  
 C<sub>w</sub>: -  
**Límites de consistencia:**  
 LL: 22.53  
 LP: 20.75  
 IP: 12.119  
**clasificación de suelos:**  
 SUCS: CL  
 AASHTO: A-6 (16)



**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE GEOTECNIA

**GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES, SISTEMAS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS), CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, GEOTECNIA ESPECIALIZADA, PERFORACION Y SERVICIO PARA AUTOPUERTOS Y ESTACIONAMIENTOS PROFUNDOS, MANEJO DE PULVERES, PROFESION GEOTECNIA  
 PUERTO MALDONADO - J. SUCRE UR. TAMBOPATÁ - TAMBOPATA - TAMBOPATA

**MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117)**

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CACAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDIW, PUERTO MALDONADO 2022.  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO.  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ.  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE.  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ.  
**Fecha :** 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-2 + 2% DE CÁSCARA DE CACAÑO  
**Profundidad :** 1.50 m.  
**condicion :** Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo :**  
**TAMIZ GRANULOMETRICO**  
**Fabricado :**  
**SEGÚN NORMA ASTM E-11**

**Datos y resultados de ensayo**

DATOS			
A	Peso de la muestra seca	1134.1	g
B	Peso de la muestra seca después de lavado	93.9	g
<b>% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)</b>		<b>91.7%</b>	

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

DEMOS...  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 20489  
 AREA DE GEOTECNIA



## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MEDICIÓN DE SUELOS - CONCRETO Y EMPALME - ESTADOS GEOTECNICOS (SUELOS Y SUELOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 FORMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE MEZCLAS PARA CONCRETOS Y CONCRETOS PREFORMADOS - MEZCLAS DE PLANTAS - RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS  
 Y PUERTOS MALDONADO JR. CUNCO 139 - TAMBOPATÁ - TAMBORA - LIMA - PERÚ - TEL: 011 4263 4767 - FAX: 011 4263 4767

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

**Datos del proyecto**

Proyecto : MEDICIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ANILLO INCORPORANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CACAÑA - CACAO EN LA CALLE MENDOZA, PUERTO MALDONADO 2022

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOPATÁ - TAMBOPATA

Solicitante : SITA, MELGODY ALDO PERLA NIÑO Y SITA, THAIA KELLY GUINPE CHOQUE

Hecho por : ING. DENI LUISA CARRAS MUÑOZ

Fecha : 16/10/2022

**Datos de la Muestra**

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicote : C-2 - 2% DE CÁSCARA DE CACAÑO

Profundidad : 1.50 m

condición : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

Equipo : PRINSA CBR

Certificado de Calibración N° : 149-106-3011 del 07/07/2022

#### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	A	B	C
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2175	2179	2172
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12710	12225	12100
Peso del Molde (g)	7358	7135	7295
Peso del Suelo Humedo (g)	4352	4890	4841
M <sup>2</sup> Tarea			
Peso Tarea + Suelo Humedo (g)	108.2	203.0	208.4
Peso Tarea + Suelo Seco (g)	104.6	185.5	187.3
Peso del Agua (g)	3.6	17.5	15.0
Peso de Tarea (g)	40.3	50.2	54.5
Peso del Suelo Seco (g)	134.1	136.3	132.8
Contenido de Humedad (g)	0.34	0.09	0.00
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.003	1.873	1.768
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.829	1.738	1.611

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CEDA							
MOLDE		A	B	C			
PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.63	38.0	38.0	38.0	24.0	20.0	20.0
0.05	3.27	50.0	50.0	40.0	60.0	55.0	55.0
0.075	5.9	200.0	200.0	80.0	90.0	80.0	80.0
0.1	7.34	300.0	300.0	120.0	100.0	80.0	80.0
0.125	8.85	310.0	310.0	150.0	100.0	80.0	80.0
0.2	5.68	375.0	375.0	200.0	200.0	80.0	80.0
0.3	7.62	380.0	380.0	280.0	280.0	120.0	120.0
0.4	10.16						
0.500	32.700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	A	B	C
	Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	11750	12280
Peso del Plato + Molde (g)	7358	7135	7239
Peso del Suelo Humedo Embalado (g)	4391	4345	4913
Peso del Suelo Humedo Sin Embalado (g)	4252	4080	4841
Peso del Agua Absorbida (g)	80	45	70
Peso del Suelo Seco (g)	2957	2743	3498
Absorción de Agua (%)	1.0	1.7	2.0

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTURAS
		0.000	0.000	0.000	1
		0.007	0.004	0.004	2
		0.007	0.004	0.007	3
		0.037	0.040	0.017	4
		0.037	0.037	0.037	5
% EXPANSIÓN		0.20	0.30	0.34	

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
 DENI LUISA CARRAS MUÑOZ  
 INGENIERA CIVIL  
 N.º P. 270483  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MEDICIÓN DE SUELOS - CONCRETO Y EMPALME - ESTADOS GEOTECNICOS (SUELOS Y SUELOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 FORMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE MEZCLAS PARA CONCRETOS Y CONCRETOS PREFORMADOS - MEZCLAS DE PLANTAS - RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS  
 Y PUERTOS MALDONADO JR. CUNCO 139 - TAMBOPATÁ - TAMBORA - LIMA - PERÚ - TEL: 011 4263 4767 - FAX: 011 4263 4767

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

**Datos del proyecto**

Proyecto : MEDICIÓN DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ANILLO INCORPORANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CACAÑA - CACAO EN LA CALLE MENDOZA, PUERTO MALDONADO 2022

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOPATÁ - TAMBOPATA

Solicitante : SITA, MELGODY ALDO PERLA NIÑO Y SITA, THAIA KELLY GUINPE CHOQUE

Hecho por : ING. DENI LUISA CARRAS MUÑOZ

Fecha : 16/10/2022

**Datos de la Muestra**

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicote : C-2 - 2% DE CÁSCARA DE CACAÑO

Profundidad : 1.50 m

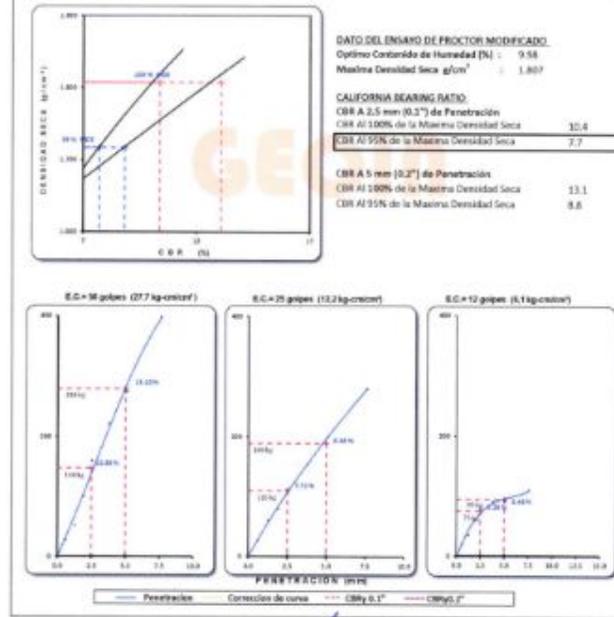
condición : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

Equipo : PRINSA CBR

Certificado de Calibración N° : 149-106-3011 del 07/07/2022

#### Datos y resultados de ensayo



**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
 DENI LUISA CARRAS MUÑOZ  
 INGENIERA CIVIL  
 N.º P. 270483  
 AREA DE GEOTECNIA



## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTADOS RESISTENTES (SUELOS Y ACILOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 INGENIERIA ESPECIALIZADA - FORMACION Y DESARROLLO PROFESIONAL Y COMERCIALIZACION - SERVICIOS DE PROYECTO - INVESTIGACION CIENTIFICA  
 PUERTO MALDONADO JR. SUILO 114 - TAMBOPATA - CANTON LOS RIOS, BOLIVIA - CIUDAD : SUITE 1007 - TEL: 554-57474 - FAX : 554-57101

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA CAJAO EN LA CALLE MARDIN, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO **Dist/Prov:** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THAIA KELU **Hecho por:** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** Fecha: 24/10/2022 **Datos del Equipo Calibrado**  
**Calicote :** C-2 + 4% DE CASCARA DE CACAO **Equipo :** PISON MANUAL DE PROCTOR MOD.  
**Profundidad :** 1.50 m. **Certificado de Calibración N° :**  
**condición :** Alterada **LI-514-2022 del 07-02-2022**

#### Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde: P1	Método : A molde de 4"			
		1	2	3	4
Prueba N°					
Numero de capas		5	5	5	5
Numero de golpes		25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)		6154	6275	6310	6255
Peso del molde (g)		4444	4444	4444	4444
Peso del suelo húmedo compactado (g)		1710	1831	1866	1811
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		940.45	940.5	940.5	940.5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.818	1.947	1.984	1.926
<b>Humedad</b>					
N° de tara		417	279	256	166
Tara + Suelo Húmedo (g)		533.50	524.40	512.20	522.20
Tara + Suelo Seco (g)		500.54	483.39	483.63	464.19
Peso de la tara		37.62	37.64	37.59	37.65
Peso del agua		32.96	41.01	48.57	58.01
Peso de suelo seco (g)		462.92	445.75	426.04	426.54
Humedad (%)		7.12	9.20	11.40	13.60
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.697	1.783	1.781	1.696

Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : **1.793**      Óptimo Contenido de Humedad (%) : **10.33**



\* De la granulometría el N° 40, Acumula: 3/4" = 0.3% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTADOS RESISTENTES (SUELOS Y ACILOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 INGENIERIA ESPECIALIZADA - FORMACION Y DESARROLLO PROFESIONAL Y COMERCIALIZACION - SERVICIOS DE PROYECTO - INVESTIGACION CIENTIFICA  
 PUERTO MALDONADO JR. SUILO 114 - TAMBOPATA - CANTON LOS RIOS, BOLIVIA - CIUDAD : SUITE 1007 - TEL: 554-57474 - FAX : 554-57101

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

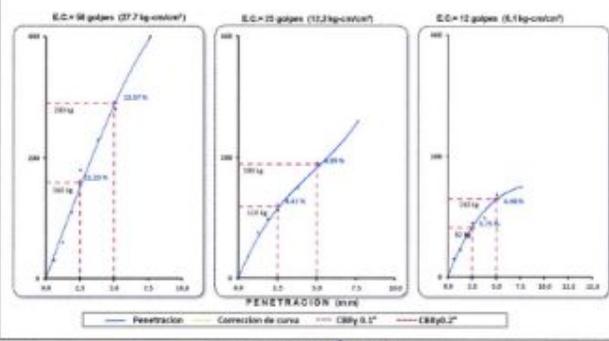
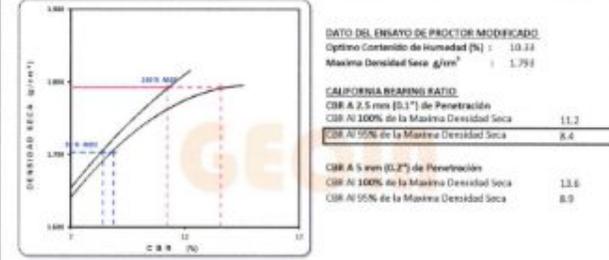
#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CAJAO EN LA CALLE MARDIN, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov:** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THAIA KELU **QUEPUE CHOCQUE**  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 24/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Datos del Equipo Calibrado**  
**Calicote :** C-2 + 4% DE CASCARA DE CACAO **Acido :**  
**Profundidad :** 1.50 m. **Certificado de Calibración N° :**  
**condición :** Alterada **LI-514-2022 del 07/02/2022**

#### Datos y resultados de ensayo



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN BARRIOS, CONCRETO Y MATERIALES, SERVICIOS GEOTECNICOS (DESIGN Y ANALISIS), CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, CONSULTORIA ESPECIALIZADA EN PERFORACION Y BOMBEO PARA ACUÍFEROS Y SUBSISTEMAS PROFUNDOS, BOMBEO DE FLUIDOS, PROYECTOS DE GEOTECNIA  
PUERTO MALDONADO, JR. CURO URB. TAMBOPATA, TELERMO LOS RIOS RODRIGUEZ A.S. - CURO | 982 27987 | 982 274784 | 982 27481191

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : SRTA. MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 14/10/2022

#### Datos de la muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-2 - SIL DE CÁSCARA DE CACAO  
**Profundidad** : 1.50 m.  
**condición** : Alterada

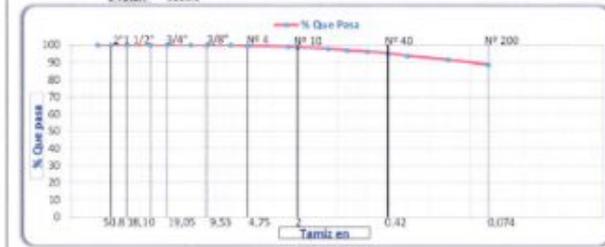
#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMÉTRICO  
**Modelado** : SEGÚN NORMA ASTM E-11

#### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Dim. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		
2.12"	53.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fración Gruesa	
7"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.05	0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.70	0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.53	0	0.0	0.0	100.0		
1/4"	6.35	0	0.0	0.0	100.0		
4	4.76	6.40	0.57	0.57	99.4		Fración fina
8	2.36	4.25	0.38	0.95	99.1		
10	2.00	5.80	0.52	1.47	98.5		
16	1.18	8.00	0.77	2.24	97.8		
20	0.85	9.80	0.86	3.10	96.9		
30	0.60	6.50	0.58	3.68	96.3		
40	0.42	11.40	1.02	4.70	95.3		
50	0.30	16.90	1.51	6.22	93.8		
100	0.15	24.40	2.19	8.40	91.6		
200	0.07	33.50	3.00	11.41	88.6		
< 200		88.80	88.59	100.00			

I Total: 2216.2



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
C.P. 27083  
ÁREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN BARRIOS, CONCRETO Y MATERIALES, SERVICIOS GEOTECNICOS (DESIGN Y ANALISIS), CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES, CONSULTORIA ESPECIALIZADA EN PERFORACION Y BOMBEO PARA ACUÍFEROS Y SUBSISTEMAS PROFUNDOS, BOMBEO DE FLUIDOS, PROYECTOS DE GEOTECNIA  
PUERTO MALDONADO, JR. CURO URB. TAMBOPATA, TELERMO LOS RIOS RODRIGUEZ A.S. - CURO | 982 27987 | 982 274784 | 982 27481191

### MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117 )

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : SRTA. MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 14/10/2022

#### Datos de la muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-2 + 6% DE CÁSCARA DE CACAO  
**Profundidad** : 1.50 m.  
**condición** : Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMÉTRICO  
**Fabricado** : SEGÚN NORMA ASTM E-11

#### Datos y resultados de ensayo

DATOS			
A	Peso de la muestra seca	1116.1	g
B	Peso de la muestra seca después de lavado	127.3	g
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <b>% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm) 88.6%</b> </div>			

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
C.P. 27083  
ÁREA DE GEOTECNIA

**GEOIN** GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MATERIAS DE SUELO - CONCRETO Y ARRIBALES - ESTIMOS BASTIDORES (SUELOS Y PISOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 PERITAJERIA ESPECIALIZADA - PREPARACION Y DESARROLLO PARA SOPORTES Y CONCRETACION PROFUNDA - BARRIDO DE PALETES - PROFUNDIZACION GEOTECNICA  
 PUERTO MALDONADO JR. CESAR 18 - TAMBOPAHA - TERCER DESETIEMBRE 2002 - 00277107 - 0 84547474 - REC - 04000101

**LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)**

**Datos del proyecto**

Proyecto	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022"
Lugar	PUERTO MALDONADO
Dist/Prov.	TAMBOPATA - TAMBOPAHA
Señalante	SITA, MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SITA, THALIA KELLY QUISEP CHOGUE
Hecho por	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha	14/02/2022

**Datos de la muestra**

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	Equipo
Calibre	CAZUELA DE CASAGRANDE
Profundidad	Certificado de Calibración N°:
condicion	LU 510-2022 del 02/07/2022

**Datos y resultados de ensayo**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318** **LP (%) = 19.3**

Muestra	1	2
Numero de capsula	15	150
Peso de la Capsula (g)	11.39	11.51
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	23.8	20.4
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	18.47	18.93
Peso del Suelo Seco (g)	7.08	7.42
Contenido de Humedad (w)	38.8	19.8

**LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318** **LL (%) = 28.5** **IP (%) = 9.2**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	206	223	234
Peso de la Capsula (g)	37.6	37.6	37.6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	63.5	61.8	60.2
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	58.1	56.4	55.0
Numero de golpes	36	28	18
Peso del Suelo Seco (g)	20.5	18.8	17.3
Contenido de Humedad (w)	26.5	28.8	30.2

**Carta de Plasticidad**

**LIMITE LIQUIDO**

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 24249  
 AREA DE COLTICHIA

**GEOIN** GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MATERIAS DE SUELO - CONCRETO Y ARRIBALES - ESTIMOS BASTIDORES (SUELOS Y PISOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 PERITAJERIA ESPECIALIZADA - PREPARACION Y DESARROLLO PARA SOPORTES Y CONCRETACION PROFUNDA - BARRIDO DE PALETES - PROFUNDIZACION GEOTECNICA  
 PUERTO MALDONADO JR. CESAR 18 - TAMBOPAHA - TERCER DESETIEMBRE 2002 - 00277107 - 0 84547474 - REC - 04000101

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)**

**Datos del proyecto**

Proyecto	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022"		
Lugar	PUERTO MALDONADO	Dist/Prov.	TAMBOPATA - TAMBOPAHA
Señalante	SITA, MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SITA, THALIA KELLY QUISEP CHOGUE	Hecho por	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Datos de la muestra**

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	Fecha	14/02/2022	Datos del Equipo Calibrado	
Calibre	C 1 + 8% DE CASCARA DE CACAO		SITA MARCONI DE PROCTOR MOD.	
Profundidad	1.50 m.		Certificado de Calibración N°:	
condicion	Alterada		LU 514-2022 del 07/01/2022	

**Datos y resultados de ensayo**

Característica	Código de suelo - P2	Método - A evento de 4'			
Prueba N°	1	2	3	4	
Numero de capas	5	5	5	5	
Numero de golpes	25	25	25	25	
Peso suelo + molde (g)	6140	6010	6295	6260	
Peso del molde (g)	4378	4378	4378	4378	
Peso del suelo humedo compactado (g)	1762	1632	1899	1882	
Volumen del molde (cm³)	947.9	947.9	947.9	947.9	
Densidad humeda (g/cm³)	1.861	1.935	1.993	1.989	
Humedad					
N° de tara	206	198	401	198	
Tara + Suelo Humedo (g)	488.90	500.20	486.90	500.30	
Tara + Suelo Seco (g)	455.87	462.01	442.02	447.07	
Peso de la tara	37.59	37.66	37.62	37.64	
Peso del agua	32.63	36.19	44.48	53.25	
Peso del suelo seco (g)	418.28	424.36	434.45	439.43	
Humedad (w)	7.80	8.00	11.00	13.00	
Densidad seca (g/cm³)	1.726	1.778	1.795	1.792	

Maxima Densidad Seca (g/cm³): **1.797** Optimo Contenido de Humedad (w): **10.78**



\* De la granulometría al ítem Acenta, 3/4" = 0% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D 4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 24249  
 AREA DE COLTICHIA

**GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS INGENIERIA Y SOCIALES - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 FORMAS PARA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y MUESTREO PARA ALUMINOS Y CONCRETOS POR PROFUNDIDAD - HORMIGON DE PLANTAS - PRESIONES DE SOPORTE  
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 100 - TAMBOPATA - TAMBORA UNO, MEZA REDONDA A-D - CUSCO - PERU T +51 94 874794 FAX + 51 94 874791

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)**

**Datos del proyecto**  
 Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CERIZAS DE CASCARA DE CACAÑA - CACAQ EN LA CALLE MARINI, PUERTO MALDONADO 2022.  
 Lugar : PUERTO MALDONADO  
 Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
 Solicitante : DTA, MELISSA JULIA MUÑOZ Y DTA, THAIA KELLY QUIROGA CHOCUE  
 Hecho por : ING. DENI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 Fecha : 14/10/2022

**Datos de la Muestra** **Datos del Equipo Calibrado**  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Calibrante : C-2 + 6% DE CASCARA DE CACAQ  
 Profundidad : 1.50 m.  
 Usos/Usos : Albarada  
 Equipo : PRINSA CBR  
 Certificado de Calibración N° :  
 NTP-339-2022-06-07-02/2022

**Datos y resultados de ensayo**

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS (i)		
	ii	iii	iv
N° DE GOLPES	56	23	11
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	23076	2322	2004
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	11750	12210	11050
Peso del Molde (g)	7540	8196	3009
Peso del Suelo Humedo (g)	4210	4014	8001
N° Tarea	-	-	-
Peso Tarea + Suelo Humedo (g)	213.3	200.7	206.6
Peso Tarea + Suelo Seco (g)	205.4	205.5	190.4
Peso del Agua (g)	11.9	14.7	15.8
Peso de Tarea (g)	48.8	49.8	44.5
Peso del Suelo Seco (g)	146.6	155.7	146.1
Contenido de Humedad (g)	10.78	10.80	10.79
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.996	1.891	1.777
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.802	1.937	1.603

PENETRACION							
CAPACIDAD DE LA OLDA							
MOLDE	G	H	I	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0.025	0.03	40.0	40.0	40.0	30.0	40.0	18.0
0.05	1.77	80.0	80.0	78.0	78.0	40.0	40.0
0.075	3.9	120.0	120.0	120.0	120.0	75.0	70.0
0.1	7.54	160.0	160.0	151.0	151.0	100.0	90.0
0.125	1.81	180.0	180.0	180.0	180.0	110.0	110.0
0.2	5.08	180.0	180.0	200.0	200.0	140.0	130.0
0.3	7.62	180.0	180.0	240.0	240.0	160.0	160.0
0.4	10.15						
0.500	12.700						

ABSORCION			
N° MOLDE	G	H	I
Peso del Plato + Molde (g)	7548	8196	3043
Peso del Suelo Humedo Embobido (g)	4232	4019	3043
Peso del Suelo Humedo Sin Embobido (g)	4202	4014	3000
Peso del Agua Absorbida (g)	40	45	52
Peso del Suelo Seco (g)	2790	3623	3241
Absorción de Agua (%)	0.8	1.2	1.6

EXPANSION (%)					
FORMA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTURA
		0.000*	0.000*	0.000*	1
		0.000*	0.000*	0.000*	2
		0.000*	0.000*	0.000*	3
		0.000*	0.000*	0.000*	4
		0.000*	0.000*	0.000*	5
N EXPANSION		0.00	0.00	0.00	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DENI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO EN CIVIL  
 C.I.P. 370283  
 AREA DE GEOTECNIA

**GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

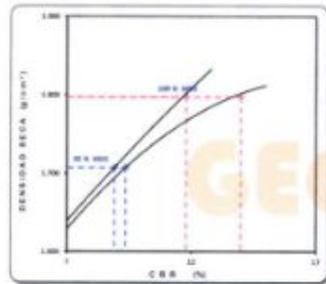
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS INGENIERIA Y SOCIALES - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 FORMAS PARA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y MUESTREO PARA ALUMINOS Y CONCRETOS POR PROFUNDIDAD - HORMIGON DE PLANTAS - PRESIONES DE SOPORTE  
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 100 - TAMBOPATA - TAMBORA UNO, MEZA REDONDA A-D - CUSCO - PERU T +51 94 874794 FAX + 51 94 874791

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)**

**Datos del proyecto**  
 Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CERIZAS DE CASCARA DE CACAÑA - CACAQ EN LA CALLE MARINI, PUERTO MALDONADO 2022.  
 Lugar : PUERTO MALDONADO  
 Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
 Solicitante : DTA, MELISSA JULIA MUÑOZ Y DTA, THAIA KELLY QUIROGA CHOCUE  
 Hecho por : ING. DENI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 Fecha : 14/10/2022

**Datos de la Muestra** **Datos del Equipo Calibrado**  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Calibrante : C-2 + 6% DE CASCARA DE CACAQ  
 Profundidad : 1.50 m.  
 Usos/Usos : Albarada  
 Equipo : PRINSA CBR  
 Certificado de Calibración N° :  
 NTP-339-2022-06-07-02/2022

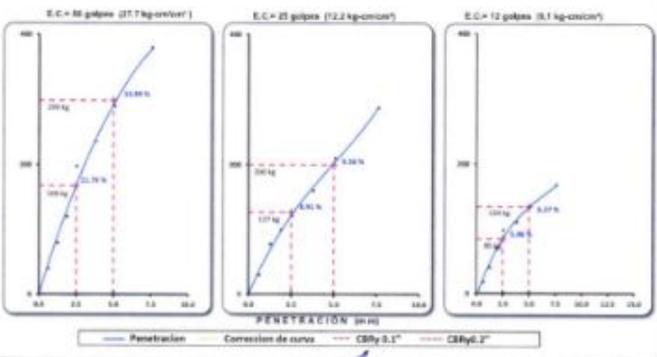
**Datos y resultados de ensayo**



**DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.78  
 Máxima Densidad Seca g/cm<sup>3</sup> : 1.93

**CALIFORNIA BEARING RATIO**  
 CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración  
 CBR A: 100% de la Máxima Densidad Seca : 11.8  
 CBR A: 95% de la Máxima Densidad Seca : 9.9

**CBR A 5 mm (0.2") de Penetración**  
 CBR A: 100% de la Máxima Densidad Seca : 14.0  
 CBR A: 95% de la Máxima Densidad Seca : 9.4



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DENI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO EN CIVIL  
 C.I.P. 370283  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y ACEROS - MATERIAS PLÁSTICAS - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS AVANZADOS Y BÁSICOS - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 SERVICIOS ESPECIALIZADOS EN FUNDACIONES Y OBRAS DE OBRAS DE ACEROS Y CONCRETOS REFORZADOS - MONITOREO DE OBRAS - CONSULTORIOS DE OBRAS  
**PUERTO MALDONADO, JA. CUBO DE TAMBOPATÁ - CUARDO SUR MEDIO REGIONAL A - 02002 - TELÉFONO: 02927 02 000 0000 - FAX: 02927 02 000 0001**

### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216-19, NTP 339.127)

#### Datos del proyecto

Proyecto :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CEMENTO DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDIN PUERTO MALDONADO 2022"
Lugar :	PUERTO MALDONADO
Dist/Prov. :	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante :	SITA, MELDY ADRI POÑA MUÑOZ Y SITA, THAJA KELLY QUISPE CHOQUE
Hecho por :	ING. DENI JOSÉ CARAZAS MUÑOZ
Fecha :	14/02/2022

#### Datos de la muestra

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	
Colecta :	C-8 + 2% DE CÁSCARA DE CASTAÑA
Profundidad :	1,50 m.
condición :	Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

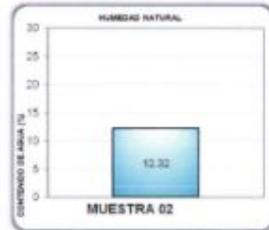
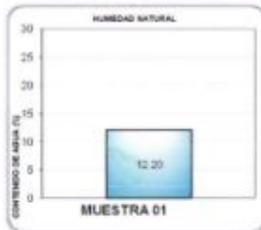
Equipo :	BOBINO DIGITAL de 0°C a 300°C
Certificado de Calibración N° :	LI-039-2022-07/04/2022

#### Datos y resultados de ensayo

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de Capsula	M-01	M-02
Peso Recipiente + Suelo Natural	g 429.50	500.30
Peso Recipiente + Suelo Seco	g 436.36	445.42
Peso Recipiente	g 0.00	0.00
Peso del agua	g 55.24	54.88
Peso del Suelo Natural	g 409.80	500.30
Peso del Suelo Seco	g 436.36	445.42
Contenido de Humedad (w)	% 12.20	12.32

Contenido de Humedad: 12.25 %



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DENI JOSÉ CARAZAS MUÑOZ  
INGENIERO CIVIL  
ÁREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y ACEROS - MATERIAS PLÁSTICAS - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS AVANZADOS Y BÁSICOS - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 SERVICIOS ESPECIALIZADOS EN FUNDACIONES Y OBRAS DE OBRAS DE ACEROS Y CONCRETOS REFORZADOS - MONITOREO DE OBRAS - CONSULTORIOS DE OBRAS  
**PUERTO MALDONADO, JA. CUBO DE TAMBOPATÁ - CUARDO SUR MEDIO REGIONAL A - 02002 - TELÉFONO: 02927 02 000 0000 - FAX: 02927 02 000 0001**

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

#### Datos del proyecto

Proyecto :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CEMENTO DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDIN PUERTO MALDONADO 2022"
Lugar :	PUERTO MALDONADO
Dist/Prov. :	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante :	SITA, MELDY ADRI POÑA MUÑOZ Y SITA, THAJA KELLY QUISPE CHOQUE
Hecho por :	ING. DENI JOSÉ CARAZAS MUÑOZ
Fecha :	14/02/2022

#### Datos de la muestra

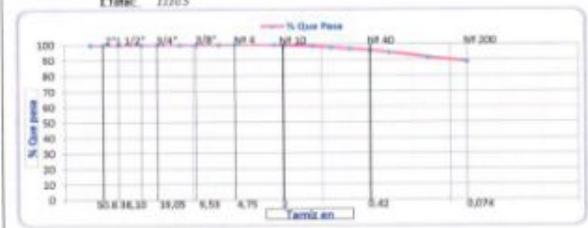
<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	
Colecta :	C-8 + 2% DE CÁSCARA DE CASTAÑA
Profundidad :	1,50 m.
condición :	Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

Equipo :	BOBINO DIGITAL de 0°C a 300°C
Certificado de Calibración N° :	LI-039-2022-07/04/2022

#### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diám. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Porc. (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)	Fración	Datos de ensayo
2.1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Gruesa	Peso S. Inicial: 1120.5 g Peso S. Inicial: 121.9 g Distribución: Grava: 0.00 % Arena: 35.98 % Fines: 89.02 % Diámetros efectivos: D <sub>60</sub> : - D <sub>30</sub> : - D <sub>10</sub> : - Coeficientes de uniformidad: Cu: - Cc: - Límites de consistencia: LL: 51.02 LP: 20.50 PI: 11.523 clasificación de suelos: SUCS: CL AASHTO: A-6 (16)
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0		
1.1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Fina	
3/8"	9.53	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/4"	6.35	0.0	0.0	0.0	100.0		
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.0		
8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.0		
10	2.00	3.50	0.30	0.30	99.7		
16	1.18	6.50	0.58	1.08	98.9		
30	0.85	8.50	0.77	1.85	98.2		
30	0.60	10.20	0.92	2.76	97.2		
40	0.42	11.20	1.00	3.77	96.2		
50	0.30	15.80	1.42	5.20	94.8		
100	0.15	18.80	1.68	6.88	93.1		
200	0.07	30.00	2.70	10.58	89.0		
< 300		108.00	9.62	10.90			
<b>Total:</b>					1120.5		



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DENI JOSÉ CARAZAS MUÑOZ  
INGENIERO CIVIL  
ÁREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - DEFENSAS GEOTECNOLÓGICAS (SUELOS Y SUELOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORÍA ESPECIALIZADA, ASISTENTE Y SUPLENTE PARA DISEÑO Y ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL - SERVICIO DE PLANEACIÓN - PROYECTOS DE OBRAS CIVILES  
 PUERTO MALDONADO - JR. CUBO 18 - TAMBOPATA - CUROO UNIV. WETA RESERVA A.A. - URB. VENTURA - 10 060 47474 - WVA - 099777777

### MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117)

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO.  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISEP CHOQUE  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-3 + 2% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundid. :** 1.50 m.  
**condicion :** Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo :** TAMIZ GRANULOMETRICO  
**Fabricado :** SEGUN NORMA ASTM E-11

**Datos y resultados de ensayo**

DATOS			
<b>A</b>	Peso de la muestra seca	1110.5	g
<b>B</b>	Peso de la muestra seca despues de lavado	121.9	g

<b>% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)</b>	<b>89.0%</b>
--	--------------

  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - DEFENSAS GEOTECNOLÓGICAS (SUELOS Y SUELOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORÍA ESPECIALIZADA, ASISTENTE Y SUPLENTE PARA DISEÑO Y ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL - SERVICIO DE PLANEACIÓN - PROYECTOS DE OBRAS CIVILES  
 PUERTO MALDONADO - JR. CUBO 18 - TAMBOPATA - CUROO UNIV. WETA RESERVA A.A. - URB. VENTURA - 10 060 47474 - WVA - 099777777

### LIMITE DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO.  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISEP CHOQUE  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-3 + 2% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad :** 1.50 m.  
**condicion :** Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo :** CAZUELA DE CASAI PANDE  
**Certificado de Calibración N° :** 11.510-2022 del 02/07/2022

**Datos y resultados de ensayo**

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318		LP (%) = 20.5	
Muestra	1	2	
Numero de capsula	73	75	
Peso de la Capsula (g)	11.41	11.51	
Peso de la Capsula-Suelo Humedo (g)	20.2	21.3	
Peso de la Capsula-Suelo Seco (g)	16.05	16.70	
Peso del Suelo Seco (g)	7.24	8.38	
Contenido de Humedad (w)	21.4	19.6	

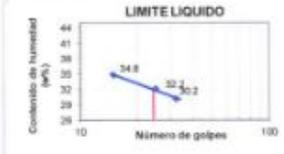
  

LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318		LL (%) = 32.0			IP (%) = 11.5
Muestra	A	B	C		
Numero de capsula	19	180	191		
Peso de la Capsula (g)	38.9	38.9	37.6		
Peso de la Capsula-Suelo Humedo (g)	63.5	60.2	59.6		
Peso de la Capsula-Suelo Seco (g)	57.8	55.0	55.9		
Numero de golpes	32	25	15		
Peso del Suelo Seco (g)	58.9	55.1	55.3		
Contenido de Humedad (w)	30.2	32.2	34.8		



**Carta de Plasticidad**



**LIMITE LIQUIDO**

  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS - CONCRETO Y HORMIGÓN - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - DISEÑO DE CALZADAS DE BARRAS DUALES  
SISTEMAS DE CONTENCIONES - PAVIMENTOS Y ANÁLISIS PARA ACCIDENTES Y DISEÑO DE OBRAS DE OBRAS DE SUELOS - INVESTIGACIONES GEOTECNICAS  
PUERTO MALDONADO DE PUERTO TRAFALGAR, TUBOEN LAS MERCEDES A LA CIUDADELA - 060777007 - 060474704 - 0601 - 060000000

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO AROLLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO, Dept/Prov. TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante** : SRITA. MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRITA. THALIA KEL. Hecho por: ING. JONAS JOSUE CARABALLO SUAREZ

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** Fecha: 14/10/2022  
**Calicote** : C-3 + 2% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1.50 m.  
**Condición** : Alterada

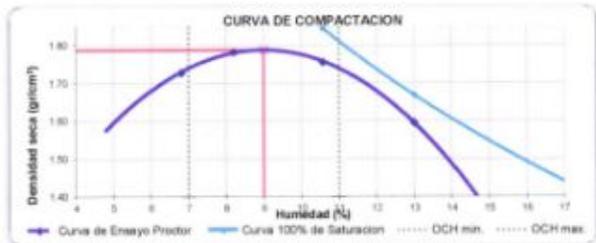
#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : PSÓN MANIJA DE PROCTOR MOD.  
**Certificado de Calibración N°** : SI-514-2022 del 07-02-2022

#### Datos y resultados de ensayo

Compactación	Código de molde : P1		Método : A molde de 4"			
	1	2	3	4	5	6
Placas N°	1	2	3	4	5	6
Número de capas	5	5	5	5	5	5
Número de golpes	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6180	6258	6270	6140		
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444		
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1736	1814	1826	1696		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940.45	940.5	940.5	940.5		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.846	1.929	1.942	1.803		
Humedad						
N° de tara	340	199	401	190		
Tara + Suelo Húmedo (g)	498.50	500.20	498.50	467.50		
Tara + Suelo Seco (g)	468.15	465.14	445.40	418.19		
Peso de la tara	37.60	37.64	37.62	38.00		
Peso del agua	29.35	35.06	43.10	49.31		
Peso de suelo seco (g)	431.55	427.50	407.78	379.27		
Humedad (%)	6.80	8.20	10.57	13.00		
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.728	1.783	1.756	1.596		

Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : **1.788**      Óptimo Contenido de Humedad (%) : **9.00**



\* De la granulometría el Nfret. Acum. 3/4" = 0% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-4753

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. JONAS JOSUE CARABALLO SUAREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C. N. 2.702.63  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS - CONCRETO Y HORMIGÓN - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - DISEÑO DE CALZADAS DE BARRAS DUALES  
SISTEMAS DE CONTENCIONES - PAVIMENTOS Y ANÁLISIS PARA ACCIDENTES Y DISEÑO DE OBRAS DE OBRAS DE SUELOS - INVESTIGACIONES GEOTECNICAS  
PUERTO MALDONADO DE PUERTO TRAFALGAR, TUBOEN LAS MERCEDES A LA CIUDADELA - 060777007 - 060474704 - 0601 - 060000000

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO AROLLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO, Dept/Prov. TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante** : SRITA. MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRITA. THALIA KEL. Hecho por: ING. JONAS JOSUE CARABALLO SUAREZ  
**Fecha** : 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** Fecha: 14/10/2022  
**Calicote** : C-3 + 2% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1.50 m.  
**Condición** : Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : PSÓN MANIJA DE PROCTOR MOD.  
**Certificado de Calibración N°** : SI-514-2022 del 07-02-2022

#### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.				PENETRACIÓN						
N° DE MOLEDE	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA CESTA						
	A	B	C	MOLEDE A		MOLEDE B		MOLEDE C		
				PROBETA (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
Volumen de Muestra (cm <sup>3</sup> )	2175	2175	2175	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del Muestra + Suelo Húmedo (g)	21025	21759	22050	0.025	0.55	19.0	85.0	19.0	19.0	30.0
Peso del Muestra (g)	7708	7235	7704	0.05	1.27	40.0	60.0	39.0	39.0	60.0
Peso del Suelo Húmedo (g)	4752	4805	4700	0.075	1.9	100.0	110.0	100.0	100.0	100.0
N° Tara	-	-	-	0.1	2.36	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
Peso Tara + Suelo Húmedo (g)	198.8	200.1	199.9	0.125	3.81	300.0	310.0	300.0	300.0	300.0
Peso Tara + Suelo Seco (g)	186.5	187.7	187.2	0.2	4.88	380.0	380.0	370.0	370.0	380.0
Peso del Agua (g)	11.3	12.4	12.7	0.3	7.82	380.0	380.0	380.0	380.0	380.0
Peso de Tara (g)	50.2	48.6	46.1	0.4	10.16					
Peso del Suelo Seco (g)	136.3	138.9	140.7	0.500	11.700					
Contenido de Humedad (%)	9.00	8.90	9.00							
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.915	1.852	1.743							
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.743	1.700	1.600							

N° MOLEDE	ABSORCIÓN			EXPANSIÓN (%)					
	A	B	C	FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTOR
Peso del Suelo Húmedo + Placa + Muestra (g)	12040	11230	11100			0.007	0.007	0.007	1
Peso del Placa + Muestra (g)	7250	7135	7150			0.007	0.007	0.007	2
Peso del Suelo Húmedo Saturado (g)	4380	4085	3945			0.007	0.007	0.007	3
Peso del Suelo Húmedo Sin Tardar (g)	4202	4003	3795			0.010	0.007	0.007	4
Peso del Agua Absorbida (g)	30	30	30			0.010	0.007	0.007	5
Peso del Suelo Seco (g)	3902	3799	3678						
Absorción de Agua (%)	0.8	1.3	1.4			% EXPANSIÓN	0.36	0.42	0.48

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. JONAS JOSUE CARABALLO SUAREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C. N. 2.702.63  
 AREA DE GEOTECNIA



## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (OBRAS Y OBRAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBALAJE PARA ALUMBRADO Y SANEAMIENTO PROFESIONALES - MONITOREO DE PUENTES - PROYECTACION GEOTECNICA - PUERTO MALDONADO - JR. CAJON DE TAMBOPATA - TORQUEO SAN MIGUEL RODRIGUEZ - CUSCO - 060270067 - 060271474 - RUC : 200001780

### MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist./Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-3 + 4% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad :** 1.50 m.  
**condicion :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** TAMIZ GRANULOMETRICO  
**Fabricado :** SEGÚN NORMA ASTM E-11

#### Datos y resultados de ensayo

##### DATOS

<b>A</b>	Peso de la muestra seca	1145	g
<b>B</b>	Peso de la muestra seca despues de lavado	144.7	g

% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm) **87.4%**

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 170487  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (OBRAS Y OBRAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBALAJE PARA ALUMBRADO Y SANEAMIENTO PROFESIONALES - MONITOREO DE PUENTES - PROYECTACION GEOTECNICA - PUERTO MALDONADO - JR. CAJON DE TAMBOPATA - TORQUEO SAN MIGUEL RODRIGUEZ - CUSCO - 060270067 - 060271474 - RUC : 200001780

### LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 335.125)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist./Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-3 + 4% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad :** 1.50 m.  
**condicion :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Fecha :** CALIBRAJE DE CALIBRACION  
**Certificado de Calibración N° :** 11-510-2012-0610707/0302

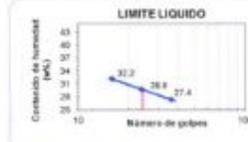
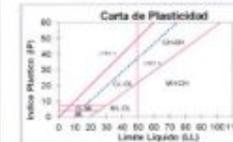
#### Datos y resultados de ensayo

##### LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318 LP (%) = 20.1

Muestra	LP (%) = 20.1	
	1	2
Numero de capada	75	100
Peso de la Capula (g)	11.51	11.51
Peso de la Capula-Suelo Humedo (g)	21.2	21.2
Peso de la Capula-Suelo Seco (g)	19.60	20.47
Peso del Suelo Seco (g)	8.09	8.96
Contenido de Humedad (w)	19.8	20.4

##### LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318 LL (%) = 29.6 **9.5**

Muestra	LL (%) = 29.6 <b>9.5</b>		
	A	B	C
Numero de capada	256	76	230
Peso de la Capula (g)	57.6	47.2	47.4
Peso de la Capula-Suelo Humedo (g)	62.5	61.2	60.1
Peso de la Capula-Suelo Seco (g)	57.1	55.7	54.8
Numero de golpes	16	26	16
Peso del Suelo Seco (g)	18.5	18.5	17.1
Contenido de Humedad (w)	27.6	29.6	32.2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 170487  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

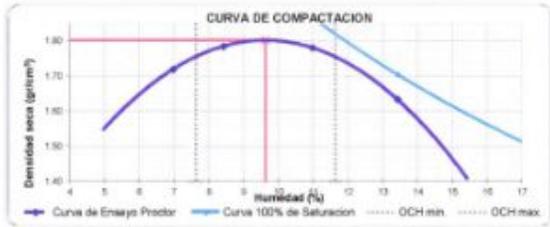
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L. - AV. SAN CARLOS DE CALABO DE BARRIO VIEJO  
CORRECCION Y RECONSTRUCCION DE PUERTOS MALDONADO Y TAMBOPATÁ - PUERTO MALDONADO - PUERTO MALDONADO  
PUERTO MALDONADO (LA CAJON DE TAMBOPATA) - TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ (LA CAJON DE TAMBOPATA) - TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ (LA CAJON DE TAMBOPATA)

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

<b>Datos del proyecto:</b>			
Proyecto :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL PUERTO MALDONADO INCORPORANDO CENizas DE CASCARA DE CASTAÑA CASAO EN LA CALLE MADRID, PUERTO MALDONADO 2022"		
Lugar :	PUERTO MALDONADO	Dist/Prov. :	TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ
Indicativo :	SETA, MELICÓN ADRI, PEÑA NUÑEZ Y SETA, THALIA KEI	Fecha por :	ING. JUAN CARLOS MORALES
<b>Datos de la Muestra</b>		<b>Datos del Equipo Calibrado</b>	
MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	Fecha	Equipo :	
Colvete :	C-3 + 8% DE CASCARA DE CASTAÑA	PESON MANUAL DE PROCTOR MOLE	
Profundidad :	1.50 m.	Certificado de Calibración N° :	
condición :	Alterada	L1.524.2022 del 07-02-2022	

<b>Datos y resultados de ensayo</b>				
Compartición	Código de molde : P2		Método : A. molde de 4"	
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6120	6210	6250	6133
Peso del molde (g)	4370	4376	4376	4376
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1744	1834	1874	1757
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.9	947.9	947.9
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.840	1.935	1.977	1.854
<b>Humedad</b>				
N° de tara	428	400	270	166
Tara + Suelo Húmedo (g)	504.20	498.50	499.80	500.00
Tara + Suelo Seco (g)	473.76	462.71	454.07	448.25
Peso de la tara	37.65	37.61	37.62	37.65
Peso del agua	30.44	35.79	45.73	54.71
Peso de suelo seco (g)	436.13	425.10	416.45	407.64
Humedad (%)	6.98	8.42	10.98	13.42
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.720	1.785	1.781	1.634

Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : **1.802**      Óptimo Contenido de Humedad (%): **9.83**



<sup>4</sup> De la granulometría el 80% Acorta, 3/0% 0% NO requiere compactación por sobre tamaño según ASTM D-4718

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
ING. JUAN CARLOS MORALES  
ING. THALIA KEI  
ING. MELICÓN ADRI  
ING. PEÑA NUÑEZ  
AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L. - AV. SAN CARLOS DE CALABO DE BARRIO VIEJO  
CORRECCION Y RECONSTRUCCION DE PUERTOS MALDONADO Y TAMBOPATÁ - PUERTO MALDONADO - PUERTO MALDONADO  
PUERTO MALDONADO (LA CAJON DE TAMBOPATA) - TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ (LA CAJON DE TAMBOPATA) - TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ (LA CAJON DE TAMBOPATA)

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

<b>Datos del proyecto:</b>	
Proyecto :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL PUERTO MALDONADO INCORPORANDO CENizas DE CASCARA DE CASTAÑA - CASAO EN LA CALLE MADRID, PUERTO MALDONADO 2022"
Lugar :	PUERTO MALDONADO
Dist/Prov. :	TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ
Indicativo :	SETA, MELICÓN ADRI, PEÑA NUÑEZ Y SETA, THALIA KEI DE PLANTAS
Fecha por :	ING. JUAN CARLOS MORALES
Fecha :	14/10/2022
<b>Datos de la Muestra</b>	
MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	Datos del Equipo Calibrado
Colvete :	C-3 + 8% DE CASCARA DE CASTAÑA
Profundidad :	1.50 m.
condición :	Alterada
Equipo :	
SUELO 100	
Certificado de Calibración N° :	
L2-108-2022 del 07/02/2022	

<b>Datos y resultados de ensayo</b>										
<b>C.B.R.</b>			<b>FENETRACION</b>							
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA OLDA						
	D	E	F	MOLDE		D		E		F
N° DE GOLPES	50	25	12	PENETR (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (N)	LECTURA DIAL	CARGA (N)	LECTURA DIAL	CARGA (N)
Valores de Molde (pp <sup>4</sup> )	2322	2322	2322	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del Molde + Suelo Húmedo (g)	12420	12280	11805	0.025	0.63	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Peso del Molde (g)	8435	8285	8070	0.03	1.27	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Peso del Suelo Húmedo (g)	4185	4095	3735	0.075	1.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
N° Tara	-	-	-	0.1	1.58	170.0	170.0	170.0	170.0	170.0
Peso Tara + Suelo Húmedo (g)	386.2	388.5	370.2	0.125	1.81	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
Peso Tara + Suelo Seco (g)	387.0	383.5	387.8	0.2	0.08	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
Peso del Agua (g)	13.2	13.0	13.4	0.3	7.62	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
Peso de Tara (g)	48.5	46.2	46.5	0.4	10.16					
Peso del Suelo Seco (g)	338.5	337.3	341.3	0.500	12.700					
Contenido de Humedad (%)	6.50	6.80	6.50							
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.976	1.882	1.780							
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.805	1.717	1.607							
<b>ABSORCION</b>				<b>EXPANSION (%)</b>						
N° MOLDE	D	E	F	FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA A DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA A	
Peso del Suelo Húmedo + Plato + Molde (g)	12655	12220	13150							
Peso del Plato + Molde (g)	8435	8285	8070							
Peso del Suelo Húmedo Embebido (g)	4220	4035	5080							
Peso del Suelo Húmedo Embebido (g)	4204	3995	5076							
Peso del Agua Absorbida (g)	33	40	80							
Peso del Suelo Seco (g)	3830	3645	3412							
Absorción de Agua (%)	8.9	1.1	1.8							
						% EXPANSION	0.38	0.40	0.41	

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
ING. JUAN CARLOS MORALES  
ING. THALIA KEI  
ING. MELICÓN ADRI  
ING. PEÑA NUÑEZ  
AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MEJORA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y MANTENIMIENTO DE SONDAJOS Y CORRIENTES PROFUNDAS - MUESTREO DE SUELOS - FUNDACIONES PROFUNDAS  
PUERTO MALDONADO - CALLE DE TAMBORETA - CARGO UNO MED. REGIONALES - OFICINA - 48819788 - 880-014734 - 880-01481781

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 1012"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dpto/Prov. :** TAMBORETA - TAMBORETA  
**Solicitante :** SRA. MELISSA ADRIANA NUÑEZ Y SRA. THAIZA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por :** ING. DEMELCIOUS CARABAL MUÑOZ  
**Fecha :** 14/03/2022

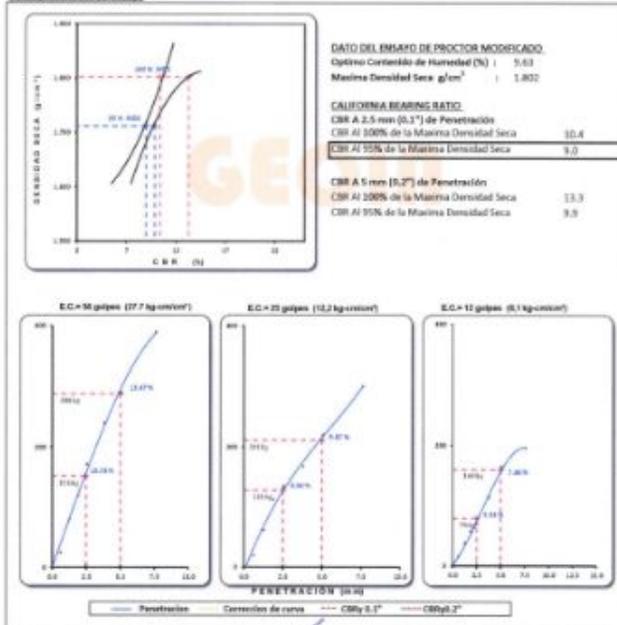
#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caracter :** C.B. - 2% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad :** 1.50m  
**condición :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** FITEPSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :**  
107 - 2017.06.07/03/2022

#### Datos y resultados de ensayo



GEOIN INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMELCIOUS CARABAL MUÑOZ  
CALLE DE TAMBORETA  
PUERTO MALDONADO  
AREA DE INVESTIGACION

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MEJORA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y MANTENIMIENTO DE SONDAJOS Y CORRIENTES PROFUNDAS - MUESTREO DE SUELOS - FUNDACIONES PROFUNDAS  
PUERTO MALDONADO - CALLE DE TAMBORETA - CARGO UNO MED. REGIONALES - OFICINA - 48819788 - 880-014734 - 880-01481781

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 1012"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dpto/Prov. :** TAMBORETA - TAMBORETA  
**Solicitante :** SRA. MELISSA ADRIANA NUÑEZ Y SRA. THAIZA KELLY QUISPE CHOQUE  
**Hecho por :** ING. DEMELCIOUS CARABAL MUÑOZ  
**Fecha :** 14/03/2022

#### Datos de la Muestra

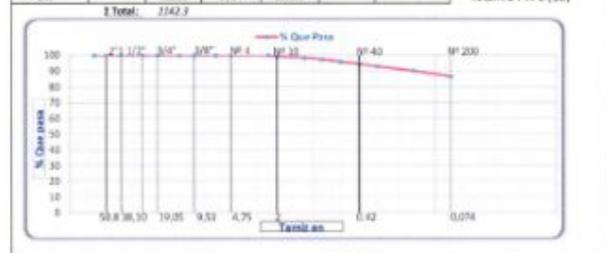
**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caracter :** C.B. - 2% DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad :** 1.50m  
**condición :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :**  
**Certificado de Calibración N° :**  
107 - 2017.06.07/03/2022

#### Datos y resultados de ensayo

Tamaño	Diám. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Gruesa	<b>Datos de ensayo</b> Peso S. Húmedo: 1342.3 g Peso S. Seco: 151.7 g <b>Distribución</b> Grava: 0.00 % Arena: 11.46 % Fines: 88.54 % <b>Diámetros efectivos</b> D <sub>60</sub> : - D <sub>10</sub> : -
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.05	0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.50	0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.53	0	0.0	0.0	100.0		
1/4"	6.35	0	0.0	0.0	100.0		
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.0		
4	2.36	0.00	0.00	0.00	100.0		
10	2.00	8.90	0.78	0.78	99.2	Fracción Fina	<b>Coefficientes de uniformidad</b> C <sub>u</sub> : - C <sub>c</sub> : - <b>Límites de consistencia</b> LL: 28.06 LP: 19.90 IP: 8.162 <b>clasificación de suelos</b> SUCS : CL AASHTO : A-6 (15)
16	1.18	10.33	0.89	1.67	98.3		
20	0.85	12.33	1.07	2.74	97.3		
40	0.42	16.80	1.43	5.90	94.5		
60	0.25	18.50	1.52	7.12	92.9		
100	0.15	22.20	2.82	9.98	90.1		
200	0.075	40.23	3.02	13.84	86.5		
< 200		188.80	86.54	100.00			
<b>Total:</b>		<b>2342.3</b>					



GEOIN INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMELCIOUS CARABAL MUÑOZ  
CALLE DE TAMBORETA  
PUERTO MALDONADO  
AREA DE INVESTIGACION



## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETOS Y MATERIALES - ESTACION AERONAUTICA DE PUERTO MALDONADO - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA - FUNDACION Y MONITOREO PARA ASISTENTES Y CONSULTORES PROFESIONALES - MONITOREO DE PUERTOS - PROTECCION GEOTECNICA  
 PUERTO MALDONADO - JR. CUBA 10 - TAMBOPOA - TELEFONO (065) 6200000 - FAX (065) 6200000 - WWW.GEOIN.COM

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

**Datos del proyecto**

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARENOSO INCORPORANDO CENizas DE CASCARA DE CASTAÑA CAJADO EN LA CALLE MARIANI, PUERTO MALDONADO 2022

Lugar : PUERTO MALDONADO, Depto/Prov. TAMBOPOA - TAMBOPOATA

Solicitante : SITA, MELISSA AZUL ZEÑA NUÑEZ Y SITA, THALIA KELL MECHO PAR

---

**Datos de la Muestra**

AMUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE Fecha : 15/10/2022 Equipo :

Calicata : C-3 + 8% DE CASCARA DE CASTAÑA NORMA MANUAL DE PROCTOR MOD.

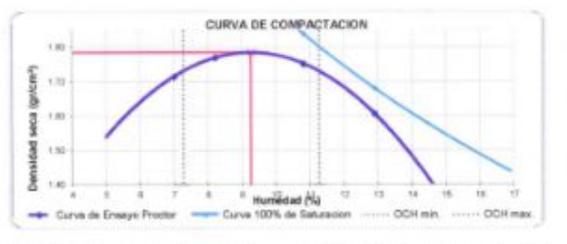
Profundidad : 1.50 m. Certificado de Calibración N° :

condición : Alterada U-514-2022 del 07/02/2022

**Datos y resultados de ensayo**

Compaction	C (Válida de molde - P1)		Método : A molde de 4"	
Prueba N°	1	2	3	4
Norma de capas	5	5	5	5
Norma de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6170	6245	6270	6190
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1726	1801	1826	1706
Volumen del molde (cm³)	940.45	940.5	940.5	940.5
Densidad húmeda (g/cm³)	1.835	1.915	1.942	1.854
Humedad	191	284	279	296
Tara + Suelo Húmedo (g)	499.83	500.20	511.20	522.20
Tara + Suelo Seco (g)	499.28	495.15	495.04	496.83
Peso de la tara	37.51	37.68	37.54	37.59
Peso del agua	29.52	35.05	46.16	56.37
Peso de suelo seco (g)	421.67	427.50	427.40	426.24
Humedad (%)	7.00	8.20	10.80	12.90
Densidad Seca (g/cm³)	1.715	1.770	1.752	1.807

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.784      Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.25



\* De la granulometría el Silt, Arcilla, <math>U\_c < 0.5</math>. NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DAMI MARCE CABALLAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 270287  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETOS Y MATERIALES - ESTACION AERONAUTICA DE PUERTO MALDONADO - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA - FUNDACION Y MONITOREO PARA ASISTENTES Y CONSULTORES PROFESIONALES - MONITOREO DE PUERTOS - PROTECCION GEOTECNICA  
 PUERTO MALDONADO - JR. CUBA 10 - TAMBOPOA - TELEFONO (065) 6200000 - FAX (065) 6200000 - WWW.GEOIN.COM

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

**Datos del proyecto**

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARENOSO INCORPORANDO CENizas DE CASCARA DE CASTAÑA CAJADO EN LA CALLE MARIANI, PUERTO MALDONADO 2022

Lugar : PUERTO MALDONADO

Dist/Prov. : TAMBOPOATA - TAMBOPOATA

Solicitante : SITA, MELISSA AZUL ZEÑA NUÑEZ Y SITA, THALIA KELL MECHO PAR

Hecho por : ING. DAMI MARCE CABALLAS MUÑOZ

Fecha : 24/10/2022

**Datos de la Muestra**

MEUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE Equipo :

Calicata : C-3 - EN DE CASCARA DE CASTAÑA PRECISA CBR

Profundidad : 1.50 m. Certificado de Calibración N° :

condición : Alterada UTP-339-2022 del 07/02/2022

**Datos y resultados de ensayo**

C.B.R.				PENETRACION								
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA CELDA								
	S	H	I	MOLDE		S		H		I		
N° DE GOLPES	S	H	I	PENETR. (mm)	LECTURA (mm)	CARGA (kg)						
Volumen de Molde (cm³)	56	25	32	0.000	0.000	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Peso del Molde + Suelo Húmedo (g)	2165	2122	2026	0.025	0.43	39.0	39.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Peso del Molde (g)	7548	8196	7459	0.05	1.27	76.0	76.0	80.0	80.0	87.0	87.0	87.0
Peso del Suelo Húmedo (g)	4106	2634	8126	0.075	1.9	121.0	121.0	120.0	120.0	90.0	90.0	90.0
N° Tara	-	-	-	0.1	2.54	199.0	199.0	199.0	199.0	80.0	80.0	80.0
Peso Tara + Suelo Húmedo (g)	298.6	201.2	223.2	0.125	3.81	258.0	258.0	270.0	270.0	120.0	120.0	120.0
Peso Tara + Suelo Seco (g)	186.0	188.3	187.3	0.2	5.08	495.0	495.0	521.0	521.0	170.0	170.0	170.0
Peso del Agua (g)	112.6	112.9	113.7	0.3	7.62	499.0	499.0	499.0	499.0	150.0	150.0	150.0
Peso de Tara (g)	50.1	46.4	45.6	0.4	10.16	-	-	-	-	-	-	-
Peso del Suelo Seco (g)	335.8	338.8	147.9	0.500	12.700	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	9.26	9.80	9.25									
Densidad Húmeda (g/cm³)	1.951	1.854	1.740									
Densidad Seca (g/cm³)	1.785	1.690	1.593									

ABSORCION				EXPANSION (%)					
N° MOLDE	S			HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTURA A.	
	S	H	I						
Peso del Suelo Húmedo + Plato + Molde (g)	13680	12165	12020		0.000	0.000	0.000	1	
Peso del Plato + Molde (g)	7548	8196	7459		0.000	0.000	0.000	2	
Peso del Suelo Húmedo Imbibido (g)	4112	3969	3561		0.000	0.000	0.000	3	
Peso del Suelo Húmedo Sin Imbibido (g)	8306	8934	8526		0.000	0.000	0.000	4	
Peso del Agua Absorbida (g)	26	35	35		0.000	0.000	0.000	5	
Peso del Suelo Seco (g)	3758	3989	3227						
Absorción de Agua (%)	0.7	1.0	1.1						
% EXPANSION					0.36	0.42	0.46		

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DAMI MARCE CABALLAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 270287  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MEZCLAS DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - SISTEMAS DE FUNDACIONES (VALLES Y BARRIO) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 FUNDACIONES PROFUNIDAS, FUNDACIONES Y GENERAL DE OBRAS CIVILES Y FUNDACIONES PROFUNIDAS - MONITOREO DE PUERTOS - FUNDACIONES PROFUNIDAS  
 PUERTO MALDONADO JR. CUNDO 10 - TAMBOPAHA - TUBOS DE MEDICION A.A. - CUNDO - 08071987 - 08071988 - 08071989

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBGRANTE DEL SUELO ARENOSO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACHO EN LA CALLE MARIANI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPAHA - TAMBOPAHA  
**Solicitante :** SITA, MELISSA ADRIANA NUÑEZ Y SITA, THANA KELLY GUSPE CHOCQUE  
**Hecho por :** ING. DENNIS CARAZAS NUÑEZ  
**Fecha :** 06/03/2022

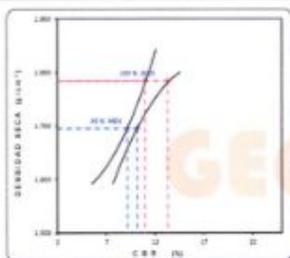
#### Datos de la muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caliburo :** C.3 - EN DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad :** 1.50 m  
**condición :** ARENOSA

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** TRINIA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** ICF-108-2021 del 07/07/2022

#### Datos y resultados de ensayo



#### DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

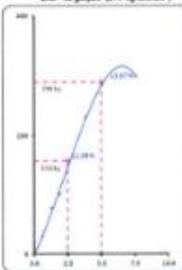
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.26  
 Máxima Densidad Seca g/cm³ : 1.784

#### CALIFORNIA BEARING RATIO

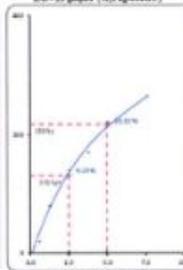
CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración : 11.0  
 CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca : 9.2

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración : 13.3  
 CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca : 10.2

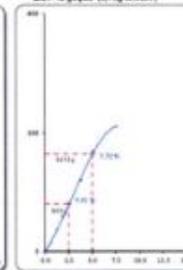
E.C. = 90 golpes (27.7 kg/cm²)



E.C. = 20 golpes (12.2 kg/cm²)



E.C. = 10 golpes (6.1 kg/cm²)



— Penetración — Corrección de curva — CBR 0.1" — CBR 0.2"

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DENNIS CARAZAS NUÑEZ  
 ING. CIVIL Nº 24311  
 A.M.C. - C. E. C. S. C. H. A.

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MEZCLAS DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - SISTEMAS DE FUNDACIONES (VALLES Y BARRIO) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 FUNDACIONES PROFUNIDAS, FUNDACIONES Y GENERAL DE OBRAS CIVILES Y FUNDACIONES PROFUNIDAS - MONITOREO DE PUERTOS - FUNDACIONES PROFUNIDAS  
 PUERTO MALDONADO JR. CUNDO 10 - TAMBOPAHA - TUBOS DE MEDICION A.A. - CUNDO - 08071987 - 08071988 - 08071989

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBGRANTE DEL SUELO ARENOSO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACHO EN LA CALLE MARIANI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPAHA - TAMBOPAHA  
**Solicitante :** SITA, MELISSA ADRIANA NUÑEZ Y SITA, THANA KELLY GUSPE CHOCQUE  
**Hecho por :** ING. DENNIS CARAZAS NUÑEZ  
**Fecha :** 06/03/2022

#### Datos de la muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caliburo :** C.3 - EN DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad :** 1.50 m  
**condición :** ARENOSA

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** TAMIZ GRANULOMÉTRICO  
**Intervenido :** ICF N° 10708-AUTM 0.11

#### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diám. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		Datos de ensayo	
3 1/2"	89.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Chuzca	Datos de ensayo	
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0		Peso S. líquido: 105.3 g	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		Distribución:	
1"	25.40	0	0.0	0.0	100.0		Gravel: 0.00 %	
3/4"	19.05	0	0.0	0.0	100.0		Armed: 10.40 %	
1/2"	12.70	0	0.0	0.0	100.0		Fines: 89.54 %	
3/8"	9.53	0	0.0	0.0	100.0		<b>Dímetros efectivos</b>	
1/4"	6.35	0	0.0	0.0	100.0		D60 -	
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.0		D30 -	
8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.0		D15 -	
10	2.00	10.20	1.02	1.02	99.0	Fracción Fina	<b>Coefficientes de uniformidad</b>	
15	1.18	9.80	0.88	1.90	98.0		Co -	
20	0.85	8.50	0.85	2.84	97.2		Co -	
30	0.60	6.80	0.68	3.51	96.5		<b>Límites de consistencia</b>	
40	0.42	10.00	1.00	4.51	95.5			LL: 32.11
50	0.30	13.20	1.31	5.82	94.2			LP: 21.80
100	0.15	21.40	2.13	7.95	92.0		IP: 10.306	<b>clasificación de suelos</b>
200	0.07	25.36	2.53	10.44	89.5		SUCS: CL	
+200		89.60	89.54	100.00			AASHTO: A-6 (16)	
<b>T Total:</b>		<b>1004.7</b>						



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DENNIS CARAZAS NUÑEZ  
 ING. CIVIL Nº 24311  
 A.M.C. - C. E. C. S. C. H. A.





## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - SISTEMAS DE PROTECCIÓN SUELOS Y MURAS - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO ESPECIALIZADO - INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA ASESORIA Y CONSULTORÍAS PROFESIONALES - MONITOREO DE PUNTO - PROYECTOS DE OBRAS  
 PUERTO MALDONADO - JR. SUCRE 128 - MALDONADO - GUAYMAS DEL NEOQUENO A.S. - GUAYMAS - 58070787 - 02 988 674781 - WWW.GEOTECNIAE.IR.L

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBALCANTE DEL SUELO ARELLO INCORPORANDO CEMAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dpto/Prov.** : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante** : SRA. MELGOTY AGUI PEÑA MUÑOZ Y SRA. THALIA KELLY QUISPE CHOCUE  
**Hecho por** : ING. DENS JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 14/03/2022

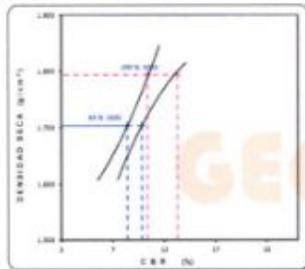
**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caricamento** : C-3 = 2% DE CASCARA DE CACAO  
**Profundidad** : 1.30 m.  
**Condición** : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo** : PRINSA CBR  
**Certificado de Calibración N°** : ICF-306-2021 del 07/01/2022

**Datos y resultados de ensayo**

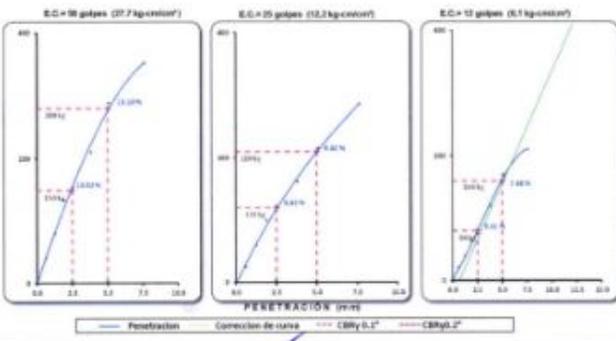


**DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.03  
 Máxima Densidad Seca  $g/cm^3$  : 1.704

**CALIFORNIA BEARING RATIO**

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración  
 CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca : 10.6  
 CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca : 8.4

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración  
 CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca : 13.3  
 CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca : 9.8



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DENS JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C. P. 770243  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - SISTEMAS DE PROTECCIÓN SUELOS Y MURAS - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO ESPECIALIZADO - INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA ASESORIA Y CONSULTORÍAS PROFESIONALES - MONITOREO DE PUNTO - PROYECTOS DE OBRAS  
 PUERTO MALDONADO - JR. SUCRE 128 - MALDONADO - GUAYMAS DEL NEOQUENO A.S. - GUAYMAS - 58070787 - 02 988 674781 - WWW.GEOTECNIAE.IR.L

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBALCANTE DEL SUELO ARELLO INCORPORANDO CEMAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dpto/Prov.** : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ  
**Solicitante** : SRA. MELGOTY AGUI PEÑA MUÑOZ Y SRA. THALIA KELLY QUISPE CHOCUE  
**Hecho por** : ING. DENS JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 14/03/2022

**Datos de la Muestra**

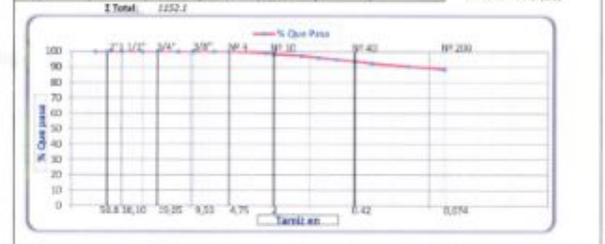
**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caricamento** : C-3 = 2% DE CASCARA DE CACAO  
**Profundidad** : 1.30 m.  
**Condición** : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo** : BALANZA GRANULOMÉTRICA  
**Abrastado** : 0.075 mm (ASTM 20) U.S.

**Datos y resultados de ensayo**

Tamaño	Diám. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Fracción (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (g)		
2.0"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Gruesa	<b>Datos de ensayo</b> Peso S. Inicial: 1152.1 g Peso S. Levado: 120.0 g <b>Distribución</b> Grueso: 0.00 % Arenas: 11.36 % Finos: 88.64 % <b>Diagramas efectivos</b> D60 : - D30 : - D15 : - <b>Coefficiente de uniformidad</b> Cu : - Cc : - <b>Límites de consistencia</b> LL : 90.15 PL : 30.05 PI : 60.099 <b>Clasificación de suelos</b> SUICS : CL AASHTO : A-6 (16)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0		
4.75"	120.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
7.5"	190.5	0.0	0.0	0.0	100.0		
12"	304.8	0.0	0.0	0.0	100.0		
19"	482.7	0.0	0.0	0.0	100.0		
25"	635.0	0.0	0.0	0.0	100.0	Fracción Fina	
30"	762.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
37.5"	952.5	0.0	0.0	0.0	100.0		
47.5"	1207.5	0.0	0.0	0.0	100.0		
60"	1524.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
75"	1905.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
90"	2295.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
105"	2685.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
120"	3075.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
150"	3843.75	0.0	0.0	0.0	100.0		
>200"	5081.25	88.64	100.00	100.00	11.36		
<b>T Total</b>		<b>1222.1</b>					



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DENS JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C. P. 770243

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETOS Y MATERIALES - SISTEMAS DE FUNDACIONES (SUELOS Y MUROS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERMISOS Y HOMOLOGACIONES PROFESIONALES - FUNDACIONES PROFUNDAS - SUELOS DE PLASTO - PROYECTOS DE OBRAS  
PUERTO MALDONADO - CHUBUT - ARGENTINA - TELEFONO: 02952-471967 - 02952-471974 - FAX: 02952-471967

### MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117)

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISEP CHOQUE  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

Datos de la Muestra	Datos del Equipo Calibrado
<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	<b>Equipo :</b>
<b>Calicata :</b> C-3 + 4% DE CASCARA DE CACAO	TAMIZ GRANULOMETRICO
<b>Profundid. :</b> 1.50 m.	<b>Fabricado :</b>
<b>condicion :</b> Alterado	SEGUN NORMA ASTM E-11

**Datos y resultados de ensayo**

DATOS			
<b>A</b>	Peso de la muestra seca	1152.1	g
<b>B</b>	Peso de la muestra seca despues de lavado	130.9	g
<b>% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)      88.6%</b>			

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
MISMO NOMBRE CIVIL  
C.P. 3702823  
AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETOS Y MATERIALES - SISTEMAS DE FUNDACIONES (SUELOS Y MUROS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERMISOS Y HOMOLOGACIONES PROFESIONALES - FUNDACIONES PROFUNDAS - SUELOS DE PLASTO - PROYECTOS DE OBRAS  
PUERTO MALDONADO - CHUBUT - ARGENTINA - TELEFONO: 02952-471967 - 02952-471974 - FAX: 02952-471967

### LIMITE DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISEP CHOQUE  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 14/10/2022

Datos de la Muestra	Datos del Equipo Calibrado
<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	<b>Equipo :</b>
<b>Calicata :</b> C-3 + 4% DE CASCARA DE CACAO	CAZUELA DE CASAGRANDE
<b>Profundidad :</b> 1.50 m.	<b>Certificado de Calibración N° :</b>
<b>condicion :</b> Alterado	LL-510-2022-0810/07/2022

**Datos y resultados de ensayo**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318      LP (%) = 20.1**

Muestra	1	2
Numero de capsula	59	75
Peso de la Capsula (g)	11.5	11.31
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	21.6	23.6
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	19.93	21.56
Peso del Suelo Seco (g)	8.43	10.25
Contenido de Humedad (w)	19.8	20.1

**LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318      LL (%) = 30.1      IP (%) = 10.1**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	164	142	228
Peso de la Capsula (g)	17.6	17.8	17.7
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	62.2	61.2	56.6
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	56.7	55.7	52.0
Numero de golpes	35	26	14
Peso del Suelo Seco (g)	19.1	18.1	14.3
Contenido de Humedad (w)	28.8	30.2	32.2

**Carta de Plasticidad**

**LIMITE LIQUIDO**

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
MISMO NOMBRE CIVIL  
C.P. 3702823  
AREA DE GEOTECNIA



## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOMETRÍA Y MATERIALES - SISTEMAS GEOTECNICO-AEREALES Y MARCOS - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSEJO REGULADOR DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE LA REPUBLICA Y CONSEJO REGULADOR PROFESIONAL - ANGEAR DE PUERTO MALDONADO - PUERTO MALDONADO  
PUERTO MALDONADO - JR. SURCO 130 - TAMBOPATÁ - TELÉFONO: 0984 2000000 - FAX: 0984 2000000 - WWW: 0984200000

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022.  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO.  
**Dpto./Prov.** : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ.  
**Solicitante** : SITA, MELDOY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SITA, THALIA KELLY GUISPE CHOQUE.  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARABAS MUÑOZ.  
**Fecha** : 14/10/2022.

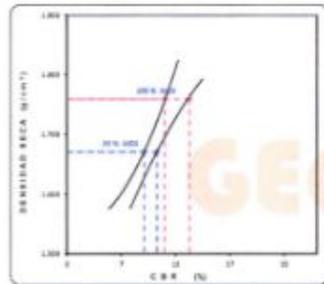
#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caliente** : C-3 (4N) DE CÁSCARA DE CACAO  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condición** : Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N°** : NTP 339.2022 del 07/09/2022

#### Datos y resultados de ensayo



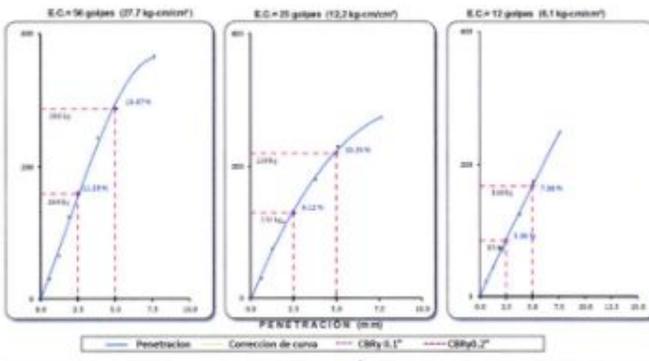
#### DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.09  
Máxima Densidad Seca g/cm<sup>3</sup> : 1.710

#### CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración : 11.0  
CBR A 100% de la Máxima Densidad Seca : 11.0  
CBR A 95% de la Máxima Densidad Seca : 9.1

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración : 13.3  
CBR A 100% de la Máxima Densidad Seca : 13.3  
CBR A 95% de la Máxima Densidad Seca : 10.3



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

"INGENIERO DEMI JOSUE CARABAS MUÑOZ"  
INGENIERO CIVIL  
V. O. N.º 14.847  
ÁREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOMETRÍA Y MATERIALES - SISTEMAS GEOTECNICO-AEREALES Y MARCOS - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSEJO REGULADOR DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE LA REPUBLICA Y CONSEJO REGULADOR PROFESIONAL - ANGEAR DE PUERTO MALDONADO - PUERTO MALDONADO  
PUERTO MALDONADO - JR. SURCO 130 - TAMBOPATÁ - TELÉFONO: 0984 2000000 - FAX: 0984 2000000 - WWW: 0984200000

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

#### Datos del proyecto

**Proyecto** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARCONI, PUERTO MALDONADO 2022.  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO.  
**Dpto./Prov.** : TAMBOPATÁ - TAMBOPATÁ.  
**Solicitante** : SITA, MELDOY ADRI PEÑA NUÑEZ Y SITA, THALIA KELLY GUISPE CHOQUE.  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARABAS MUÑOZ.  
**Fecha** : 14/10/2022.

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Caliente** : C-3 (4N) DE CÁSCARA DE CACAO  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condición** : Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMÉTRICO  
**Fabricante** : SIEGMA NORMA ASTM S 11

#### Datos y resultados de ensayo

Tamaño	Diámetro (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Pasado (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (g)	Fracción	Datos de ensayo
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	1000		
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	1000		
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	1000		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	1000		
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	1000		
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	1000		
3/8"	9.51	0.0	0.0	0.0	1000		
1/4"	6.35	0.0	0.0	0.0	1000		
4	4.75	0.00	0.00	0.00	1000		
8	2.36	10.30	0.96	0.96	99.0		
10	2.00	12.40	1.17	2.13	97.9		
15	1.18	6.90	0.64	2.87	97.0		
20	0.85	6.60	0.63	3.50	96.1		
30	0.60	10.40	0.98	4.48	95.1		
40	0.42	11.80	1.10	5.58	94.0		
50	0.30	12.40	1.17	6.75	93.3		
100	0.15	54.00	5.10	12.25	87.8		
200	0.07	61.20	5.78	18.00	82.0		
< 200		888.10	82.00	100.00			
<b>T Total</b>		3059.2					



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

"INGENIERO DEMI JOSUE CARABAS MUÑOZ"  
INGENIERO CIVIL  
V. O. N.º 14.847  
ÁREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (BUELOS Y BANCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBEO PARA ACUÍFEROS Y OBTENCIÓN DE PROFUNDAS - REMEDIACIÓN DE PLOTES - PROYECCIÓN GEOTÉCNICA  
PUERTO MALDONADO - JI. CUSCO 138 - TAMBOPATA - TUBOS DE VIG. MESA REDONDA S.A. - CUSCO - 06237897 - 062-874764 - 844 - 34883191

### MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"

**Lugar :** PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE

**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha :** 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata :** C-3 + 6% DE CASCARA DE CACAO

**Profundid. :** 1.50 m.

**condicion :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado :** SEGÚN NORMA ASTM E-11

#### Datos y resultados de ensayo

DATOS			
A	Peso de la muestra seca	1059.2	E
B	Peso de la muestra seca despues de lavado	190.7	E
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px;">                     % QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)      <b>82.0%</b> </div>			

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 27028  
AREA DE GEOTECNIA

## GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (BUELOS Y BANCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBEO PARA ACUÍFEROS Y OBTENCIÓN DE PROFUNDAS - REMEDIACIÓN DE PLOTES - PROYECCIÓN GEOTÉCNICA  
PUERTO MALDONADO - JI. CUSCO 138 - TAMBOPATA - TUBOS DE VIG. MESA REDONDA S.A. - CUSCO - 06237897 - 062-874764 - 844 - 34883191

### LIMITE DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"

**Lugar :** PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante :** SRTA. MELODY ADUI PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KELLY QUISPE CHOQUE

**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha :** 14/10/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata :** C-3 + 6% DE CASCARA DE CACAO

**Profundidad :** 1.50 m.

**condicion :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** CAPSULA DE CASAGRANDE

**Certificado de Calibración N° :** LL-510-2022 del 03/07/2022

#### Datos y resultados de ensayo



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 27028  
AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS DE FUNDACIONES (SUELOS Y PISOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - INVESTIGACIÓN Y DISEÑO PARA AUTOPistas Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PROFESIONAL - LABORIOS DE PLANTAS - PROYECTOS DE REDES  
PUERTO MALDONADO - JR. CUNCO 138 - TAMBOPATA - CUENCO UNA VEGA RECIBIDA A. CUBO - 063731067 - 063247434 - RUC : 200001981

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO **Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADIL PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KEL **Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha** 14/02/2022 **Equipo :** PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.  
**Calicote :** C-3 + 6% DE CASCARA DE CACAO **Certificado de Calibración N° :** IL-514-2022 del 07-02-2022  
**Profundidad :** 1,50 m.  
**condición :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

#### Datos y resultados de ensayo

Comportación	Codigo de ensayo : P1				Método : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5				
Numero de golpes	25	25	25	25				
Peso suelo + molde (g)	6154	6255	6289	6200				
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444				
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1710	1811	1845	1756				
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940.45	940.5	940.5	940.5				
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.818	1.926	1.962	1.867				
<b>Humedad</b>								
N° de tara	417	189	166	256				
Tara + Suelo Húmedo (g)	488.50	502.20	511.20	513.20				
Tara + Suelo Seco (g)	459.59	466.99	467.37	463.46				
Peso de la tara	37.62	37.64	37.65	37.59				
Peso del agua	28.91	35.21	43.83	48.74				
Peso de suelo seco (g)	421.97	429.35	429.72	425.87				
Humedad (%)	6.85	8.20	10.20	11.68				
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.702	1.780	1.780	1.672				

Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : **1.799**      Optimo Contenido de Humedad (%) : **9.12**



\* De la granulometría el %Ret. Acum. 3/6" = 0% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 170483  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS DE FUNDACIONES (SUELOS Y PISOS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - INVESTIGACIÓN Y DISEÑO PARA AUTOPistas Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PROFESIONAL - LABORIOS DE PLANTAS - PROYECTOS DE REDES  
PUERTO MALDONADO - JR. CUNCO 138 - TAMBOPATA - CUENCO UNA VEGA RECIBIDA A. CUBO - 063731067 - 063247434 - RUC : 200001981

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

#### Datos del proyecto

**Proyecto :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO **Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTA. MELODY ADIL PEÑA NUÑEZ Y SRTA. THALIA KEL Y SRTA. OSWALDO  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ  
**Fecha :** 14/02/2022

#### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha** 14/02/2022 **Equipo :** PENEIRA CBR  
**Calicote :** C-3 + 6% DE CASCARA DE CACAO **Certificado de Calibración N° :** IEF-108-2022 del 07/02/2022  
**Profundidad :** 1,50 m.  
**condición :** Alterada

#### Datos del Equipo Calibrado

#### Datos y resultados de ensayo

N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	G	H	I
N° DE GOLPES	56	35	32
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	7305	2322	2028
Peso del Molde + Suelo Húmedo (g)	11700	11160	13025
Peso del Molde (g)	7548	8196	7459
Peso del Suelo Húmedo (g)	4152	2964	3566
N° Tara	-	-	-
Peso Tara + Suelo Húmedo (g)	200.2	212.2	213.3
Peso Tara + Suelo Seco (g)	187.2	258.8	198.3
Peso del Agua (g)	12.5	15.4	15.2
Peso de Tara (g)	50.2	55.2	55.2
Peso del Suelo Seco (g)	137.5	147.6	144.9
Contenido de Humedad (%)	9.12	9.11	9.10
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.572	1.868	1.760
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.408	1.712	1.613

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE	G		H		I		
	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.025	0.62	38.0	28.0	40.0	40.0	30.0	
0.05	1.27	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
0.075	1.9	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	
0.1	2.54	170.0	142.0	142.0	80.0	90.0	
0.125	3.81	210.0	180.0	180.0	130.0	130.0	
0.2	5.08	280.0	210.0	210.0	170.0	170.0	
0.3	7.62	380.0	280.0	280.0	280.0	280.0	
0.4	10.16						
0.500	12.700						

N° MOLDE	ABSORCIÓN		
	G	H	I
Peso del Suelo Húmedo + Plato + Molde (g)	11730	12200	13080
Peso del Plato + Molde (g)	7548	8196	7459
Peso del Suelo Húmedo Embebido (g)	4182	4006	3629
Peso del Suelo Húmedo Sin Embeber (g)	4152	3954	3566
Peso del Agua Absorbida (g)	30	40	63
Peso del Suelo Seco (g)	3805	3633	3209
Absorción de Agua (%)	0.8	1.1	1.9

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTURAS
		0.000"	0.000"	0.000"	1
		0.001"	0.001"	0.004"	2
		0.005"	0.008"	0.011"	3
		0.011"	0.014"	0.017"	4
		0.020"	0.021"	0.021"	5
N° EXPANSIÓN		0.38	0.44	0.42	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 170483  
 AREA DE GEOTECNIA

## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - FUNDACIONES Y ASFALTADOS - SISTEMAS DE FUNDACIONES ANCLAS Y BARRAS - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 LABORATORIO DE ESTADÍSTICA - PLANIFICACIÓN Y MONITAJE PARA ACUÍFEROS Y CONTAMINACIÓN PROFUNDA - ANÁLISIS DE PILOTOS - PROYECCIÓN GEOTÉRMICA  
 PUERTO MALDONADO - JR. CURCO 138 - TAMBOPATA - CURCO UNO, NEZA, RESERVA A-6 - CIUDAD - 866737607 - 866-074754 - 866-24663191

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022.  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO.  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** SRTS. MILDYD ADRI PEÑA SUÑEZ Y SRTA. THAJA KELLY GUSPEL CHOCQUE.  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ.  
**Fecha :** 14/03/2022

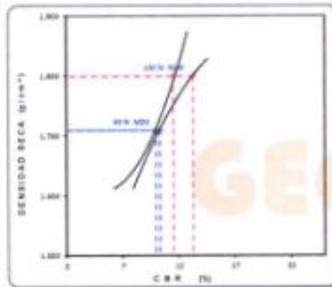
**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicrato :** C-3 + 6% DE CASCARA DE CACAO  
**Profundidad :** 1.50 m.  
**condición :** Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** ICF-108-2022 del 07/03/2022

**Datos y resultados de ensayo**

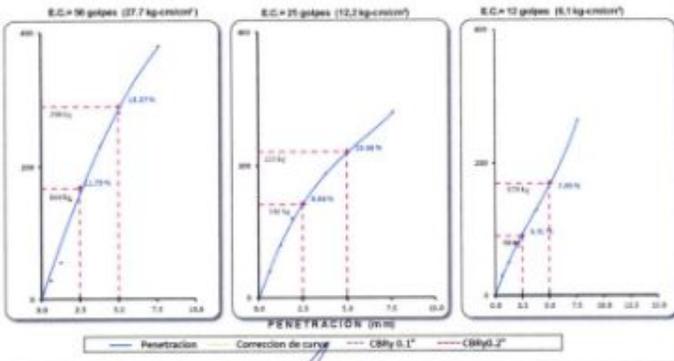


**DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.12  
 Máxima Densidad Seca g/cm³ : 1.790

**CALIFORNIA BEARING RATIO**

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración	11.5
CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca	10.0

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración	53.3
CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca	53.3
CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca	50.3



GEOTECNIA E INGENIEROS S.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO S.R.L.  
 C.P. 370243  
 AREA DE GEOTECNIA

# ANEXO 5:

## Confiabilidad



**PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 510 - 2022**

Librería PP

Página 1 de 2

Expediente : 016-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-07

El Equipo de medición con el modelo y número de serie mencionados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y Chile.

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE (LIMITE DE CONSISTENCIA)  
Marca de Copia : NO INDICA  
Modelo de Copia : NO INDICA  
Serie de Copia : NO INDICA

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS  
03 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
Por Comparación con Instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4131

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RE DE REY	INSZE	DM71 - C-0136 - 2021	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23.5	24.3
Humedad %	88	88

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel: 292-6106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Librería PP

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-060-2022**

Página 1 de 3

Expediente : 016-2022  
Fecha de Emisión : 2022-02-09

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue reformada según la Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

2. Instrumento de Medición : BALANZA  
Marca : OHAUS  
Modelo : SPJ6001  
Número de Serie : B421629135

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Alcance de Indicación : 6 000 g  
División de Escala : 0,1 g  
División de Escala Real (d) : 0,1 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : NO INDICA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2022-02-03

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010: Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración  
LABORATORIO de GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06 P06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel: 292-6106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



**PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio PP

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 513 - 2022**

Página 1 de 2

Expediente : 016-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-07  
1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, ensayado y certificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : MOLDE CBR  
Marca : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Materia : FIERRO  
Color : PLATEADO

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS  
03 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D1583

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INFUSE	0821 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

Condiciones Ambientales	INICIAL		FINAL	
	Temperatura °C	75.4	75.4	75.4
Humedad %	75	75	75	75

7. Observaciones  
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Laboratorio PP

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-059-2022**

Página 1 de 1

Expediente : 016-2022  
Fecha de Emisión : 2022-02-09  
1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores declarados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

2. Instrumento de Medición : BALANZA  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
Número de Serie : 8341377206  
Alcance de Indicación : 30 kg  
División de Escala de Verificación (  $e$  ) : 1 g  
División de Escala Real (  $d$  ) : 1 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : NO INDICA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2022-02-03

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de producción o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 1da Edición, 2010, Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración  
LABORATORIO de GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 512 - 2022

Página 1 de 2

Expediente : 016-2022
Fecha de emisión : 2022-02-07
Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

El Equipo de medición con el modelo y número de serie... ha sido calibrado... verificando usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR 6"
Marca : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Material : FERRO
Color : PLATEADO

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración...

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento...

Lugar y fecha de Calibración: JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS 03 - FEBRERO - 2022

Método de Calibración: Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557

Table with 4 columns: INSTRUMENTO, MARCA, CERTIFICADO, TRAZABILIDAD. Row 1: PIE DE REY, INSUZE, DME1 - C - 0136 - 2021, INACAL - DM

Table with 2 columns: INICIAL, FINAL. Rows: Temperatura °C (29.1, 28.7), Humedad % (77, 76)

Observaciones: Los resultados de las mediciones registradas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 108 - 2022

Página 1 de 2

Expediente : 016-2022
Fecha de emisión : 2022-02-07
Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

El Equipo de medición con el modelo y número de serie... ha sido calibrado... verificando usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Descripción del Equipo : PRENSA CBR
Marca de Prensa : ASA INSTRUMENTS
Modelo de Prensa : BTCBR-1
Serie de Prensa : 13312
Código de Identificación :
Marca de Celda : ZEMIC
Modelo de Celda : HC-C3-6.0t-4B
Serie de Celda : M20012894
Capacidad de Celda : 6t

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración...

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento...

Lugar y fecha de Calibración: JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS 03 - FEBRERO - 2022

Método de Calibración: La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

Table with 4 columns: INSTRUMENTO, MARCA, CERTIFICADO, TRAZABILIDAD. Row 1: CELDA DE CARGA, MARCA, CCP - 064 - 001 - 2021, SISTEMA INTERNACIONAL

Table with 2 columns: INICIAL, FINAL. Rows: Temperatura °C (26.2, 26.2), Humedad % (59, 56)

Resultados de la Medición: Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

Observaciones: Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631



**PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio FF

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 514 - 2022**

Página 1 de 2

Expediente : 016-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-07  
1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : **MARTILLO PROCTOR**

Capacidad : 10 lb  
Marca : NO INDICA  
Serie : 1783  
Material : FIERRO  
Color : PLATEADO

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS  
03 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 690 - ASTM D 1557

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSURE	DM21 - C - 0138 - 2021	INACAL - DM
CINTA METRICA	STANLEY	L - 5442 - 2021	INACAL - DM
BALANZA	KEWELL	LM - 002 - 2022	PUNTO DE PRECIÓN

Condiciones Ambientales		
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	28.3	29.0
Humedad %	74	75

7. Observaciones  
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio FF

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 059 - 2022**

Página 1 de 4

Expediente : 016-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-07  
1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : **ESTUFA**

Indicación : DIGITAL  
Marca del Equipo : AAA INSTRUMENTS  
Modelo del Equipo : STHX-3A  
Serie del Equipo : 14417  
Capacidad del Equipo : 227 L  
Marca de indicador : AUTCOMP  
Modelo de indicador : TCD  
Serie de indicador : NO INDICA  
Temperatura calibrada : 110 °C

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS  
03 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración IC-016 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLEY	0603-TRES-C-2021	INACAL - DM

Condiciones Ambientales		
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27.9	28.0
Humedad %	60	60

7. Observaciones  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

# ANEXO 6:

## Dosificación de resultados de antecedentes

ANEXO 8: CUADRO DE PORCENTAJE DE DOSIFICACIÓN Y RESULTADOS									
"Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascaras de castaña – cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"									
AUTORES: Peña Nuñez, Melody Aduj Y Quispe Choque, Thalia Kelly									
	AUTOR	TITULO	Año	Materia agregado	Porcentajes de adición (%)	Índice de plasticidad (%)	Óptimo contenido de humedad (%)	Maxima densidad seca(%)	California Bearing Ratio (CBR)
Tesis Internacionales	BONILLA RAMIREZ, JIMENEZ RAMOS Y PARAMO GARCIA	ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CONDICIONES MECÁNICAS DEL MATERIAL GRANULAR TIPO AFIRMADO CON ADICIÓN CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	2019	Cenizas caña de gabazo	Muestra patrón	18.00	16.63	1.73	1.60
					4.00	16.00	20.33	1.74	2.45
					5.00	16.00	21.67	1.84	4.00
					8.00	16.00	22.83	1.86	7.30
	HERNANDEZ, Andrés y HERRERA, María	Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcilloso-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarrilla de café (Colombia)	2019	Cascara de café	Muestra patrón	18.00	16.63	1.63	1.60
					4.00	16.00	20.33	1.56	2.45
					5.00	16.00	21.67	1.56	4.00
					8.00	16.00	22.83	1.55	7.30
	CLAVERIA Andre, TRIANA, Daniel & VARON Yenny	Caracterización de comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizando con cenizas de arroz y bagazo de caña como material para subrasante (Colombia)	2018	Ceniza de cascarrilla de arroz y bagazo	Muestra patrón	35.58	39.27	1.15	76.67
					5.00	0.00	38.69	1.11	62.28
					10.00	0.00	54.00	0.98	83.00
					15.00	0.00	47.61	0.96	99.13
Tesis Nacionales	Hoyle Vega, Rodríguez Lopez	Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de musa paradisiaca y cenizas de hojas eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019	2019	Cenizas de fibras de raquis y cenizas de hojas de Eucaliptus	Muestra patrón	13.46	8.80	1.86	6.76
					5.00	18.10	9.40	1.93	7.41
					10.00	0.00	10.90	2.00	11.24
					15.00	0.00	8.90	2.12	15.12
	QUISPE John, TARIFA Wilson	Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cascara de castaña	2021	ceniza de cascara de castaña y cal	Muestra patrón	8.10	8.00		6.53
					5.00	7.51	9.80	1.45	23.20
					15.00	7.41	9.90	1.90	24.00
					8.00	7.30	9.33	2.12	25.00
	LOPEZ Barbarán	Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de caña de azúcar en el tramo de Piñar-Marian de Independencia.	2018	Ceniza de caña de azúcar	Muestra patrón	23.18	14.27	1.62	3.92
					5.00	26.45	17.67	1.66	6.68
					10.00	36.72	20.83	1.60	10.93
					15.00	27.50	25.07	1.89	15.18
Artículos en otros idiomas	Adriani & Yuliet & Permana	Characterization of the geotechnical behavior of soils of volcanic origin stabilizers with coconut ash and coffee disc	2018	cenizas de fibras de coco	Muestra patrón	0.00	39.27	1.07	76.67
					5.00	0.00	38.14	1.03	70.22
					15.00	0.00	51.17	0.99	85.32
					20.00	0.00	42.10	0.99	101.55
	Soni, Varshney	Investigating the suitability of coconut husk ash as a road soil stabilizer	2021	Ceniza de cáscara de arroz	Muestra patrón	19.00	13.80	0.00	13.00
					2.50	17.90	16.40	0.00	10.00
					7.50	16.58	15.00	0.00	20.00
					12.50	0.00	19.00	0.00	11.00
	Wang, Kumar y Lynam	The physical, mechanical and microstructural properties of expansive Moreland clay stabilized with lignin	2018	Rice Husk Ash	Muestra patrón		18.30		6.89
					5.00		15.10		6.12
					10.00		18.50		8.10
					15.00		21.10		5.95
Artículos	Liset Olano, Marin Bardales, Benites Chero	Ot: 10.47864/SE(51)2021p68-76_127 INCREMENTO DEL VALOR DE SOPORTE DEL SUELO ADICIONANDO ECO ESTABILIZANTE A PARTIR DE CENIZAS CASCARILLA DE CAFÉ ARÁBICA	2019	(ceniza de cascarrillas de café)	muestra patrón	48.50	10.79		2.45
					10.00	47.80	29.80		20.00
					15.00	40.00	27.40		27.00
					20.00	41.00	30.30		10.12
					25.00	36.20	27.50		14.01
	MONCALEANO	Análise da relação de suporte e resistência à compressão de um solo argiloso no caminho da Libéria no município de Votá Cundinamarca estabilizada com café com casca de cinzas	2021	cenizas de cascarrillas de granos de café	4%	241.36			10.25
					6%	305.91			11.63
					8%	326.31			13.56

# ANEXO 7: Procedimientos



# ANEXO 8: Análisis de Costos

## **CONSTANCIA**

**EL QUE SUSCRIBE:**

**ING. VICTOR HUGO CARAZAS MAYANGA** GERENTE GENERAL

**CERTIFICA:**

Que la Srta. **Melody Aduj Peña Nuñez**, identificado con **DNI N° 71584698** y la Srta. **Thalia Kelly Quispe Choque**, identificado con **DNI N° 71728686** Viene realizando ensayos de laboratorio para la tesis **"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAO EN LA CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"** en el laboratorio de mecánica de suelos **GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.** con **RUC: 20490031961** domicilio fiscal: **JR. CUSCO N° 138 - PTO. MALDONADO** desde el 12 de setiembre del 2022 hasta la fecha.

Se expide el siguiente certificado a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

  
GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
VICTOR HUGO CARAZAS MAYANGA  
RUC: 20490031961  
CIP: 108123  
AREA DE GEOTECNIA

Puerto Maldonado, 17 de setiembre del 2022

# ANEXO 10: Normativa

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA CE.010**  
**PAVIMENTOS URBANOS**



LIMA – PERÚ  
2010

PUBLICACIÓN OFICIAL

1. NORMA C-010 PAVIMENTOS URBANOS
2. ASTM

3.2. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO

3.2.1 Las técnicas de investigación en el campo, aplicables al EMS para DP, son los indicados en la Tabla 1

TABLA 1

NORMA	DENOMINACIÓN
MTC E 101 – 2000	Pozos, calicatas, trincheras y zanjas
NTP 339.129:1998	SUELOS. Método de Prueba Estándar para el Contenido de Humedad del Suelo y Roca In-situ por Métodos Nucleares (poca profundidad)
NTP 339.143:1999	SUELOS. Método de Ensayo Estándar para la Densidad y el Peso Unitario del Suelo In-situ Mediante el Método del Cono de Arena.
NTP 339.144:1999	SUELOS. Método de Ensayo Estándar para la Densidad In-situ de Suelo y Suelo-Agregado por medio de Métodos Nucleares (Profundidad Superficial).
ASTM D4944	Determinación de la humedad en suelos por medio de la presión del gas generado por carburo de calcio.
NTP 339.150:2001	SUELOS. Descripción e Identificación de Suelos. Procedimiento Visual-Manual.
NTP 339.161:2001	SUELOS. Práctica para la Investigación y Muestreo de Suelos por Perforaciones con Barrena.
NTP 339.169:2002	SUELOS. Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubos de Pared Delgada
NTP 339.172:2002	SUELOS. Método de prueba normalizada para el contenido de humedad de suelo y roca in situ por métodos nucleares (poca profundidad).
NTP 339.175:2002	SUELOS. Método de Ensayo Normalizado In-situ para CBR (California Bearing Ratio-Relación del Valor Soporte) de Suelos
ASTM D 6951	Método Estándar de Ensayo para el Uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en Aplicaciones Superficiales de Pavimentos

3.2.2 El número de puntos de investigación será de acuerdo con el tipo de vía según se indica en la Tabla 2, con un mínimo de tres (03):

TABLA 2

TIPO DE VÍA	NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800



4  
Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org

NORMAS ASTM

Normas ASTM



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles



## MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016



## ANEXO 11:

Plano de Ubicación a la  
calle Abraham Mardini.

Plano de Ubicación a la calle Abraham Mardini.



# ANEXOS 12: Panel Fotográfico



Recojo de las cascaras de castana y cacao de la Empresa I.E.R.L ASCAR



Eliminación impurezas extendiéndolo en un yute de 3 metros para una mejor selección de muestras de cascara de castaña y cascara de cacao.



Eliminación impurezas con agua con lejía y cepillos para la mejor selección de muestras de cascara de castaña y cacao extendiéndolo en un yute de 3 metros.



Secado de las muestras de cascara de castaña y cacao extendiéndolo en un yute de 3 metros bajo techo por 3 días.



Horno de la Empresa I.E.R.L ASCART



Cascaras de Castaña y Cacao para ser incineradas en el horno de la Empresa I.E.R.L ASCART.



. Calzineracion de las cascaras de cacao.



Calzineracion de las cascaras de castaña



Ubicación y excavado de la Calicata C-01



Extracción de muestra, profundidad de 1.50 m. (Calicata – 01)



Ubicación y excavado de la Calicata C-02.



Extracción de muestra, profundidad de 1.50 m. (Calicata – 02).



Ubicación y excavado de la Calicata C-03



Extracción de muestra, profundidad de 1.50 m. (Calicata – 03).



Materiales y equipos para el análisis granulométrico.



Extracción de muestra, profundidad de 1.50 m. (Calicata – 03).



Equipos y vertido de la muestra lavada en tamices.



Tamizado y pesado de la muestra por cada # de malla pasante.



Muestra tamizado y ensayo de límite plástico.



Procedimiento del ensayo de limite liquido (Casagrande).



Muestras de suelo para ensayo de Proctor modificado C-01.



Compactado y pesado del ensayo de Proctor modificado.



Sumergido respectivo de moldes de CBR.



Precisos momentos de la penetración de molde CBR.



Muestras de suelo con cenizas de cascara de castaña y con cenizas de cascara de cacao para Proctor modificado.



Muestra de suelo y 2%, 4% y 6% para cenizas de cascara de cacao y castaña para el ensayó de CBR.



Moldes de CBR con la adición de CC Castaña y CC Cacao  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Ensayo de Límite líquido del suelo con adición de cenizas de cascara de castaña



Ensayo de Límite líquido del suelo con la adición de cenizas de cascara de castaña y cenizas de cascara de cacao por separado.



Taras con la mezcla del suelo natural adicionando cenizas de cascara de cacao – castaña para el límite líquido.



Taras con suelos del límite plástico en el horno.



Ensayo con la adición de las cenizas para el Proctor modificado



Ensayo de Proctor modificado con las adiciones por separado de las cenizas de cascara de castaña-cacao.



Moldes de para los ensayos de CBR



Ensayo para la determinación del contenido de humedad natural.

**ANEXO 13:**  
**Certificación de Cenizas**  
**de cascara de cacao y**  
**castaña.**

**ANEXO 14:**  
**Propiedades físicas y**  
**químicas de la ceniza de**  
**cascara de castaña y**  
**ceniza de cacao.**



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Fecha de Emisión : 20/09/2022  
Certificado N° : 1900  
Realizado por : Tsc. M.R.S.

**CALCINACION DE ORGANICO (PERDIDA POR IGNICION)**  
MÉTODO - (NORMA AASHTO T-267) (MTC E.114)

PROYECTO : TEND "MEJORAMIENTO DE LA SUBGRANTE DEL SUELO ARECILOSO INCORPORANDO CENIZA DE CAJAMA  
DE CASTAÑA - CAJALO, EN CALLE MARSH, PUERTO MALDONADO 2022"

SUBCACIÓN : Puerto Maldonado - Madre de Dios.

MATERIAL : CASCARA DE CASTAÑA

Solicitan : THALJA KELLY GUISPE CHOGUE

LADO :

MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ

MUESTRA : M - 1

Fecha : 07 Septiembre 2022

ESTRATO :

Motivo : Ensayos Químicos

PROP. 346

Muestrado por : El Peticionario

Revisado por : H. Ruiz

**DATOS DE LA MUESTRA**

Temperatura Aplicada °C	400° C	Errores N°			
Tiempo de ignición de la muestra	5.00 horas	1			Promedio
Peso de muestra antes de ignición	g	3.365			
Peso de muestra después de ignición	g	3.305			
Peso de muestra calcinada	g	3.090			
Peso del plato	g				
Peso del residual anverso / Ceniza	g	0.305			
Contenido de Ceniza en la muestra	%	9.06			9.06

Propiedad: Propiedad: 20/09/2022

**OBSERVACIONES:**

- Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra analizada, que entrega el laboratorio por el cliente.
- Este resultado de representación parcial a total de este documento en la subtitulación escrita de HRUIZ(GEOPAV) INGENIERIA SAC.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



*[Handwritten Signature]*  
Hruiz-Geopav  
INGENIERIA SAC  
CIP 12883



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Fecha de Emisión : 20/09/2022  
Certificado N° : 1900  
Realizado por : Tsc. M.R.S.

**CALCINACION DE ORGANICO (PERDIDA POR IGNICION)**  
MÉTODO - (NORMA AASHTO T-267) (MTC E.114)

PROYECTO : TEND "MEJORAMIENTO DE LA SUBGRANTE DEL SUELO ARECILOSO INCORPORANDO CENIZA DE CAJAMA  
DE CASTAÑA - CAJALO, EN CALLE MARSH, PUERTO MALDONADO 2022"

SUBCACIÓN : Puerto Maldonado - Madre de Dios.

MATERIAL : CASCARA DE CAJAMA

Solicitan : THALJA KELLY GUISPE CHOGUE

LADO :

MELODY ADRI PEÑA NUÑEZ

MUESTRA : M - 1

Fecha : 07 Septiembre 2022

ESTRATO :

Motivo : Ensayos Químicos

Muestrado por : El Peticionario

Revisado por : H. Ruiz

**DATOS DE LA MUESTRA**

Temperatura Aplicada °C	400° C	Errores N°			
Tiempo de ignición de la muestra	5.00 horas	1			Promedio
Peso de muestra antes de ignición	g	3.195			
Peso de muestra después de ignición	g	2.712			
Peso de muestra calcinada	g	2.583			
Peso del plato	g				
Peso del residual anverso / Ceniza	g	0.712			
Contenido de Ceniza en la muestra	%	9.04			9.04

Propiedad: Propiedad: 20/09/2022

**OBSERVACIONES:**

- Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra analizada, que entrega el laboratorio por el cliente.
- Este resultado de representación parcial a total de este documento en la subtitulación escrita de HRUIZ(GEOPAV) INGENIERIA SAC.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



*[Handwritten Signature]*  
Hruiz-Geopav  
INGENIERIA SAC  
CIP 12883



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Fecha de Emisión: 08/03/2022  
Certificado N°: 1987  
Revisado por: Tsc. R.A.L.

**CONTENIDO DE HIERRO - ALUMINIO - POTASIO EN CENIZAS**  
(COMPOSICION QUIMICA ANALITICA CUANTITATIVA 5ta EDICION)

PROYECTO: TESIS "MEJORAMIENTO DE LA SUBSISTANTE DEL SUELO ARELLOSO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAQ, EN CALLE MARCONI, PUESTO MALDONADO 2022"

MATERIA: CENIZAS DE CASCARA DE CACAQ

UBICACION: Puerto Maldonado - Madre de Dios

AN: 2022

LABO: 01

CAJETA: 01

MUESTRO: M-2

PROF. 202

Solicitante: TITULAR ISSLY GUERRA CHOCQUE  
INGENIERO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Fecha: 27 Setiembre 2022

Muestra: Ensayos Químicos

Muestreado por: El Patricionario

Revisado por: H. Ruiz

**RESULTADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

% Contenido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	8.820
% Contenido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	7.440
% Contenido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	12.850

NOTA: Los Ensayos fueron realizados de acuerdo a lo descrito en la bibliografía en: Composición Química Analítica Cuantitativa, R.A. Florschütz, A.J. Bernard, P.E. Sturrock, y Química Analítica de "Arthur I. Vogel" Volumen I, Y Análisis del Agua, Jean Paulin Sica, Edición.

**OBSERVACIONES**

Los resultados reflejados en este informe son solo referenciales a la muestra presentada, que entrega el solicitante por su cuenta. Este informe de resultados personal es válido en este documento de conformidad con el Reglamento de HRUIZ-GEOPAV INGENIEROS SAC. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados expresados en este documento.



*Hugo Raúl Perdomo Pizarro*  
Hugo Raúl Perdomo Pizarro  
INGENIERO CIVIL  
CIP 128583



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Fecha de Emisión: 08/03/2022  
Certificado N°: 1987  
Revisado por: Tsc. R.A.L.

**CONTENIDO DE SILICE - CALCIO - MAGNESIO EN CENIZAS**  
(COMPOSICION QUIMICA ANALITICA CUANTITATIVA 5ta EDICION)

PROYECTO: TESIS "MEJORAMIENTO DE LA SUBSISTANTE DEL SUELO ARELLOSO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA - CACAQ, EN CALLE MARCONI, PUESTO MALDONADO 2022"

MATERIA: CENIZAS DE CASCARA DE CACAQ

UBICACION: Puerto Maldonado - Madre de Dios

AN: 2022

LABO: 01

CAJETA: 01

MUESTRO: M-2

PROF. 202

Solicitante: TITULAR ISSLY GUERRA CHOCQUE  
INGENIERO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Fecha: 27 Setiembre 2022

Muestra: Ensayos Químicos

Muestreado por: El Patricionario

Revisado por: H. Ruiz

**RESULTADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

% Contenido de Silice (SiO <sub>2</sub> )	63.900
% Contenido de Calcio (CaO)	1.720
% Contenido de Magnesio (MgO)	10.890

NOTA: Los Ensayos fueron realizados de acuerdo a lo descrito en la bibliografía en: Composición Química Analítica Cuantitativa, R.A. Florschütz, A.J. Bernard, P.E. Sturrock, y Química Analítica de "Arthur I. Vogel" Volumen I, Y Análisis del Agua, Jean Paulin Sica, Edición.

**OBSERVACIONES**

Los resultados reflejados en este informe son solo referenciales a la muestra presentada, que entrega el solicitante por su cuenta. Este informe de resultados personal es válido en este documento de conformidad con el Reglamento de HRUIZ-GEOPAV INGENIEROS SAC. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados expresados en este documento.



*Hugo Raúl Perdomo Pizarro*  
Hugo Raúl Perdomo Pizarro  
INGENIERO CIVIL  
CIP 128583



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Fecha de Emisión: 09/09/2022  
Certificado N°: 1989  
Revisado por: Tsc. R.H.L.

**CONTENIDO DE HIERRO - ALUMINIO - POTASIO EN CENIZAS**  
(COMPOSICION QUIMICA ANALITICA CUANTITATIVA 5ta EDICION)

PROYECTO: TIPO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAMANTE DEL SUELO ARELLINO INCORPORANDO CENIZAS DE CACAÑA DE CASTAÑA - CACAÑO, EN CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"

MATERIAL: CENIZAS DE CACAÑA DE CASTAÑA

UBICACION: Puerto Maldonado - Madre de Dios

IMP: ..

LABO: ..

CALETA: ..

MUESTRA: M - 1

PROJ. (N): ..

Solicitante: TRUJILLO RESULT GROUP CHILE  
INGENIERO AGUIRRE HUÍZ

Fecha: 07 Septiembre 2022

Método: Ensayos Químicos

Muestreado por: El Laboratorio

Revisado por: H. Ruiz

**RESULTADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

% Contenido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.228
% Contenido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	24.776
% Contenido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	18.880

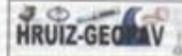
NOTA: Los Ensayos fueron realizados de acuerdo a lo descrito en la bibliografía en: Composición Química Analítica Cuantitativa, H.A. Fleuchta, A.J. Bernard, P.E. Starnock, y Química Analítica de "Arthur I. Vogel Volumen I, Y Análisis del Agua, Jean Rudler 5ta. Edición.

**Observaciones**

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra presentada, que entrega el laboratorio por el cliente. Toda información de reproducción parcial o total de este documento es la responsabilidad exclusiva de HRUIZ-GEOPAV S.A.S. (C.V.). El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



*Hugo Ruiz*  
Hugo Ruiz Pineda Pasquet  
INGENIERO CIVIL  
CIP 128858



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Fecha de Emisión: 09/09/2022  
Certificado N°: 1989  
Revisado por: Tsc. R.H.L.

**CONTENIDO DE SILICE - CALCIO - MAGNESIO EN CENIZAS**  
(COMPOSICION QUIMICA ANALITICA CUANTITATIVA 5ta EDICION)

PROYECTO: TIPO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAMANTE DEL SUELO ARELLINO INCORPORANDO CENIZAS DE CACAÑA DE CASTAÑA - CACAÑO, EN CALLE MARDINI, PUERTO MALDONADO 2022"

MATERIAL: CENIZAS DE CACAÑA DE CASTAÑA

UBICACION: Puerto Maldonado - Madre de Dios

IMP: ..

LABO: ..

CALETA: ..

MUESTRA: M - 1

PROJ. (N): ..

Solicitante: TRUJILLO RESULT GROUP CHILE  
INGENIERO AGUIRRE HUÍZ

Fecha: 07 Septiembre 2022

Método: Ensayos Químicos

Muestreado por: El Laboratorio

Revisado por: H. Ruiz

**RESULTADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

% Contenido de Silice (SiO <sub>2</sub> )	44.128
% Contenido de Calcio (CaO)	8.996
% Contenido de Magnesio (MgO)	7.447

NOTA: Los Ensayos fueron realizados de acuerdo a lo descrito en la bibliografía en: Composición Química Analítica Cuantitativa, H.A. Fleuchta, A.J. Bernard, P.E. Starnock, y Química Analítica de "Arthur I. Vogel Volumen I, Y Análisis del Agua, Jean Rudler 5ta. Edición.

**Observaciones**

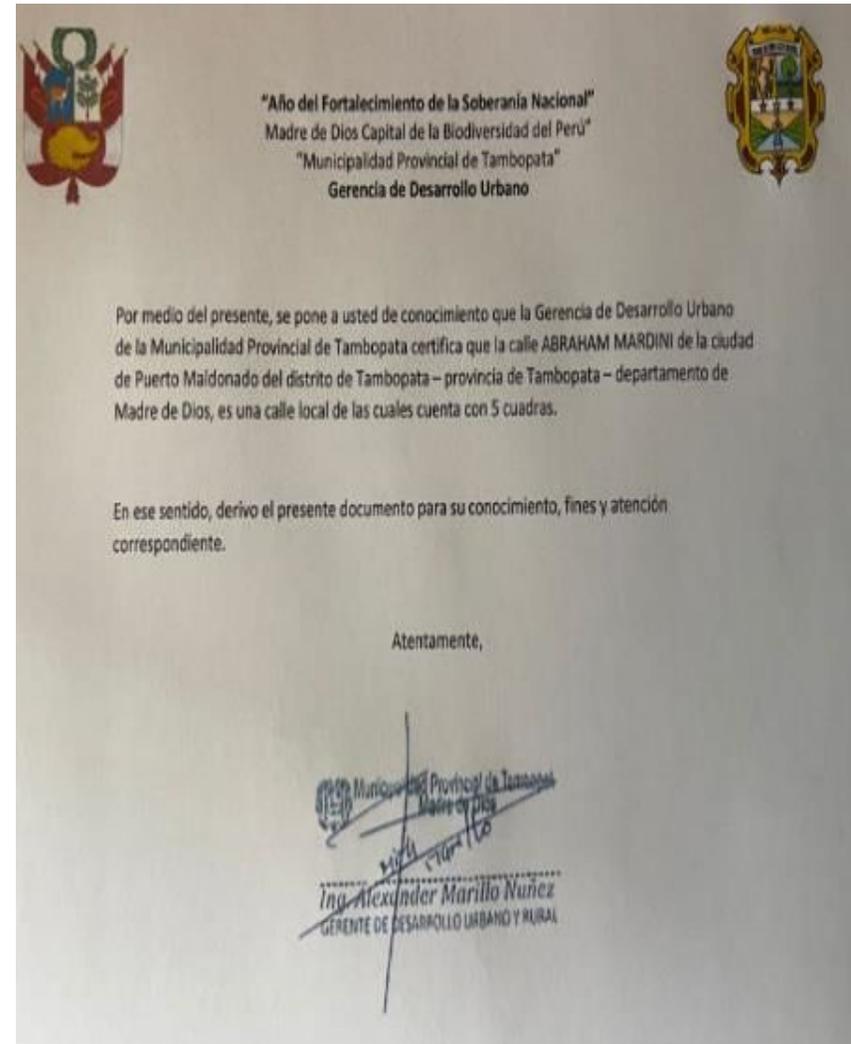
Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra presentada, que entrega el laboratorio por el cliente. Toda información de reproducción parcial o total de este documento es la responsabilidad exclusiva de HRUIZ-GEOPAV S.A.S. (C.V.). El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



*Hugo Ruiz*  
Hugo Ruiz Pineda Pasquet  
INGENIERO CIVIL  
CIP 128858

**ANEXO 15:  
Solicitud a la  
Municipalidad de  
Tambopata para la  
extracción de las  
Calicatas.**

**ANEXO 16:  
Certificación del tipo de  
Vía por la Municipalidad  
de Tambopata.**



# ANEXO 17: Tratamiento del Producto.

**TRATAMIENTO DEL PRODUCTO**

TITULO: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña – cacao. Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022"

ELABORADO: Peña Nuñez, Melody Aduj Y Quispe Choque, Thalia Kelly

UBICACION: Calle Mardini en Puerto Maldonado-Madre de Dios

FECHA	HORA	DESCRIPCIÓN
05/09/2022	1:00 p. m.	Visita a la planta procesadora de la empresa el bosque E.I.R.L en busca de la cáscara de cacao y castaña
05/09/2022	1:40 a. m.	Se Traslada el producto en este caso que son las cascara de castaña y cacao, del punto de recolección hacia el establecimiento donde se realizara la selección del producto.
09/09/2022	6:00 p.m.	Se procederá a lavar la cascará de cacao y castaña con agua y lejía
09/09/2022	6:00 p.m.	Se realizará la eliminación de impurezas con cepillos y escobillas extendiéndolo en un polietileno para una mejor selección de muestras y con un tamizado que pase la malla 200.
09/09/2022	7:00 p.m.	Se enviará a triturar las cáscaras de cacao y castaña en particulas de hasta 1 a 1/2 pulgadas para acelerar el secado al aire fresco bajo techo.
10/09/2022	5:00 a.m.	Se extenderá en yute de 6 metros tanto para la cascará de cacao y castaña para el debido secado con yute de las cascara de castaña y cacao a un ambiente libre bajo techo.
10/09/2022	1:00 p.m.	Se realizará el debido seguimiento para ver su proceso de secado uniforme
10/09/2022	6:00 p.m.	Se realizará el debido seguimiento para ver su proceso de secado uniforme
10/09/2022	6:00 p.m.	Se realizará el traslado de las cascara a un ambiente cerrado por las noches si es que presenta lluvias intensas
12/09/2022	7:00 p. m.	Se enviará una proporción favorable de cascará de castaña y cacao al laboratorio para la certificación de las cenizas.
13/09/2022	1:00 p.m.	Recojo de la certificación de los resultados de las cenizas a que temperatura a cuantas horas estas se calcinan en su totalidad
15/09/2022	1:00 p.m.	Se realizará un documento para poder utilizar los hornos de la empresa procesadora el bosque
17/09/2022	8:30 a.m.	Se proceda al traslado de las cascara de cacao y castaña a la empresa procesadora el bosque en baldes grandes de pintura a la espera para introducirlo al horno
17/09/2022	10:00 a.m.	Para el Inicio de obtención de ceniza de castaña mediante los resultados del laboratorio se tomarán a que temperatura (grados) y a cuantos minutos aproximados en horno para la

		totalidad de calcinación de las cascara de castaña, de las cuales la aproximación es de 2 a 3 horas a 550°C y 800°C.
17/09/2022	1:00 p.m	Se procederá a su extracción de las cenizas de castaña del horno
17/09/2022	2:00 p.m	Para el Inicio de obtención de ceniza de cacao mediante los resultados del laboratorio se tomarán a que temperatura (grados) y a cuantos minutos aproximados en horno para la totalidad de calcinación de las cascara de cacao
17/09/2022	5:30 a. m.	Se procederá a su extracción de las cenizas de cacao del horno
19/09/2022	12:00 p.m	se procederá ir a la municipalidad provincial de Tambopata para pedir el debido permiso mediante una solicitud para realizar las extracciones las muestras en la calle Mardini
19/09/2022	3:00 p. m.	Traslado de la ceniza de cascara de castaña y cacao al laboratorio GEODIN (carasas)
20/09/2022	12:00 p.m	se procederá ir la institución de Emapad para que nos brinde la información de las redes y desagüe para así no dañar sus instalaciones al momento de la extracción de las muestras
20/09/2022	3:00 p. m.	Almacenamiento de la ceniza en una fuente cerrada
20/09/2022	5:30 p.m.	Descubrimiento de la ceniza de castaña y caco, lista para realizar los ensayos en laboratorio
20/09/2022	9:00 a. m.	Inicio de los ensayos dentro del laboratorio para el proyecto de investigación.
25/09/2022	8:00 a.m.	se procederá ir al lugar donde se realizará el alquiler de equipos y maquinarias
25/09/2022	10:00 a.m	Se realizará la extracción de las 3 calicatas de manera correcta
25/09/2022	1:00 p.m.	
<b>OBSERVACIÓN</b>		

**ANEXO 18:  
Prueba de Hipótesis  
SSPS.**

Resultado: CBR-CACAO.sav [Documento] - IBM SPSS Statistics Viewer

Archivo Edición Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Manejo de datos Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Resultados  
 Registro  
 Unidireccional  
 Tabla  
 Notas  
 Conjunto de datos  
 Descriptivos  
 ANOVA  
 Pruebas post hoc  
 Tabla  
 Comparador  
 Subconjuntos  
 Tabla  
 CBR

```

GET
FILE='F:\PRUEBA DE HIPOTESIS\05_CBR\C.B.R - CACAO.sav'.
DATASET NAME ConjuntoDatos1 WINDOW=FRONT.
OMNIBUS CBR BY Dosificación
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TOUKEY ALPHA(0.05).
  
```

**Unidireccional**

[ConjuntoDatos1] F:\PRUEBA DE HIPOTESIS\05\_CBR\C.B.R - CACAO.sav

**Descriptivos**

CBR	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	6.1967	.41595	.34039	5.1436	7.2297	5.99	6.67
2	3	8.6700	.35000	.26237	7.2806	8.9394	7.72	8.42
4	3	8.7700	.35000	.26237	7.9068	9.6334	8.42	9.12
6	3	9.3200	.55561	.32679	7.9468	10.7102	8.91	9.94
Total	12	8.6917	1.29559	.37141	7.2742	8.9391	5.99	9.94

**ANOVA**

CBR	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18.755	3	6.252	30.748	.030
Dentro de grupos	1.453	8	.182		
Total	19.209	11			

**Pruebas post hoc**

**Comparaciones múltiples**

Variante dependiente: CBR

HSD Tukey

i) Dosificación	j) Dosificación	Diferencia de medias (i-j)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	2	-1.87333 <sup>a</sup>	.34930	.003	-2.5679	-.7589
	4	-2.57333 <sup>a</sup>	.34930	.000	-3.6076	-1.4390
	6	-3.12333 <sup>a</sup>	.34930	.000	-4.2479	-2.0188
2	4	-1.87333 <sup>a</sup>	.34930	.003	-.1680	-2.5787

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Escribe aquí para buscar

Luzia termina

13:10 14/11/2022

CBR- CENIZAS DE CASCARA DE CACAO.

Resultado CBR-CASTAÑA.sps [Documento2] - IBM SPSS Statistics Viewer

Archivo Edición Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Diagrama de flujo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Resultado
 

- Registros
- Unidireccional
  - Título
  - Notas
  - Conjunto de datos
  - Descriptivos
  - ANOVA
  - Pruebas post hoc
    - Título
    - Comparador
    - Subconjuntos
    - Título
    - CBR

```
GET
FILE='F:\PRUEBA DE HIPOTESIS\05_CBR\C.R.R - CASTAÑA.sav'.
DATASET NAME ConjuntoDatos1 WINDOW=FRONT.
OMENAS CBR BY Desaficiencia
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TKUY ALPHA(0.05).
```

**Unidireccional**

[ConjuntoDatos1] F:\PRUEBA DE HIPOTESIS\05\_CBR\C.R.R - CASTAÑA.sav

**Descriptivos**

CBR

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	6.1967	.41585	.24009	5.1838	7.2297	5.89	6.67
2	3	6.0467	.66531	.38412	6.3940	9.6994	7.37	8.70
4	3	6.7500	.8643	.49661	6.6175	10.8925	7.80	9.47
6	3	6.9900	.82529	.47648	6.9269	11.0301	6.97	9.69
Total	12	7.9933	1.29326	.37333	7.1718	8.8156	5.89	9.69

**ANOVA**

CBR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14.331	3	4.777	9.398	.035
Dentro de grupos	4.067	8	.508		
Total	18.398	11			

**Pruebas post hoc**

**Comparaciones múltiples**

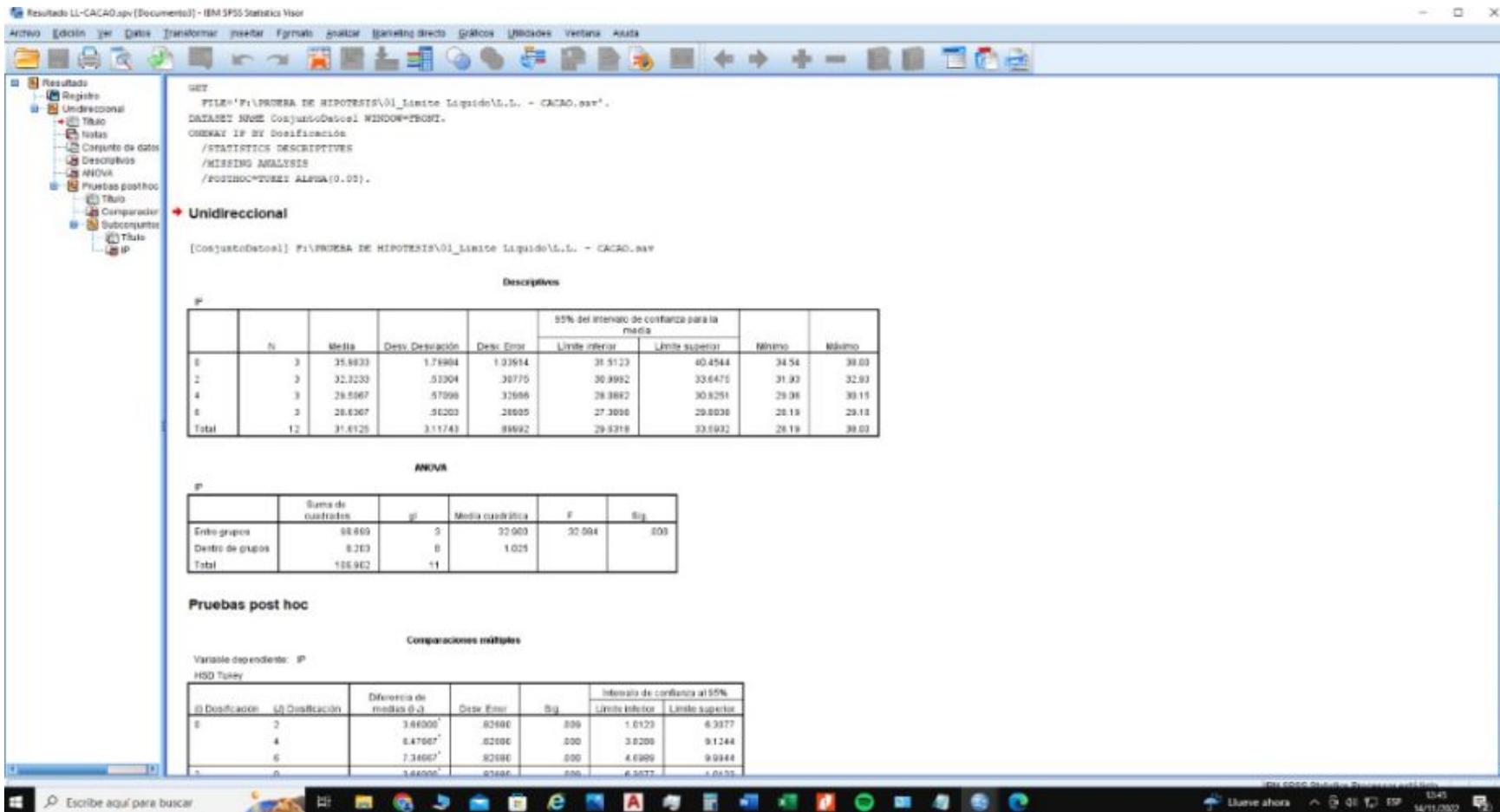
Variable dependiente: CBR

HSD Tukey

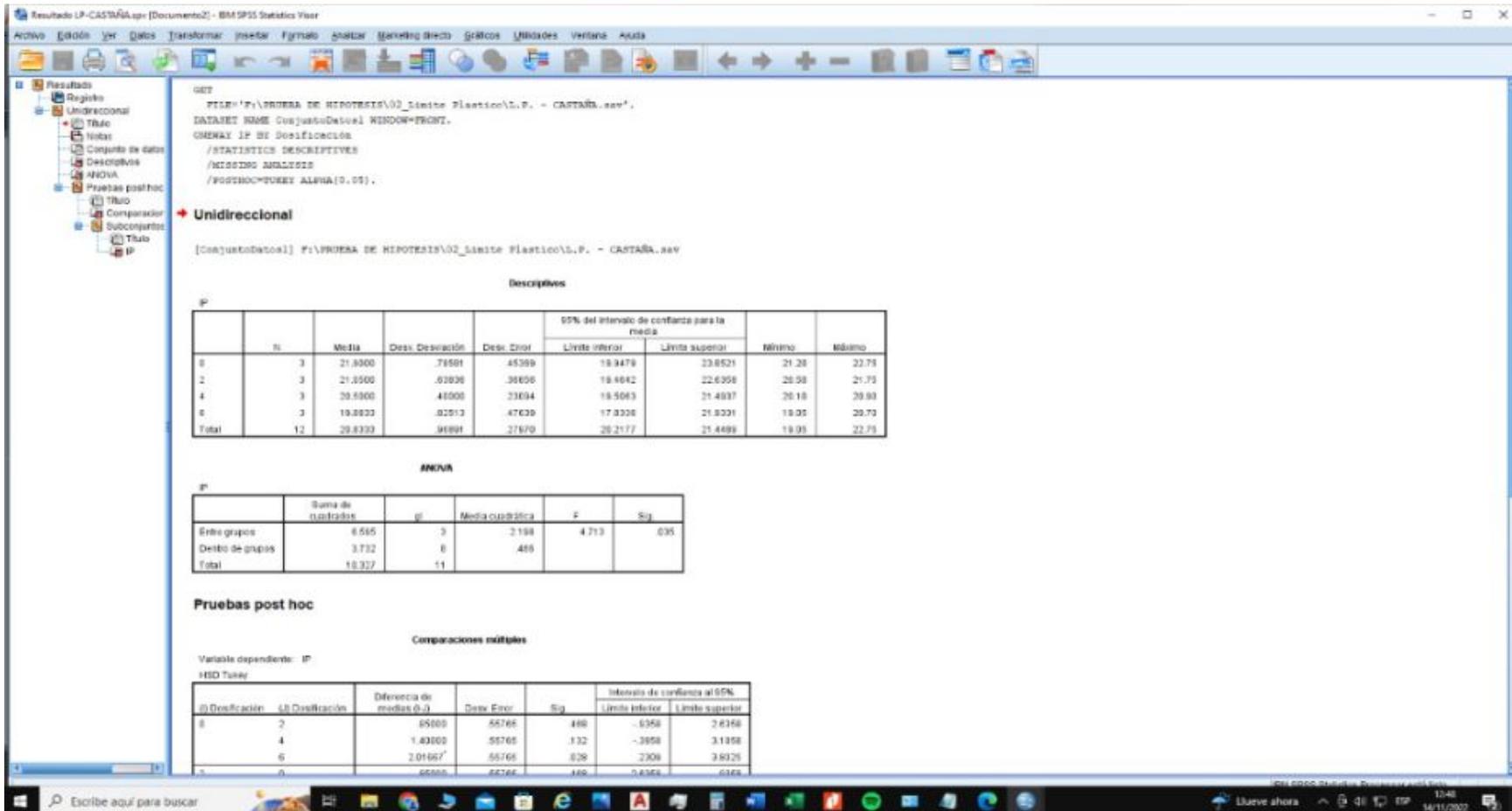
i) Desaficiencia	j) Desaficiencia	Diferencia de medias (i-j)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	2	-1.85003	.58218	.852	-3.7143	.0143
0	4	-2.55333	.58218	.810	-4.4177	-.6990
0	6	-2.76333	.58218	.896	-4.6477	-.8790
2	4	-1.88667	.58218	.883	-3.7443	-.0283

11:11 14/11/2022

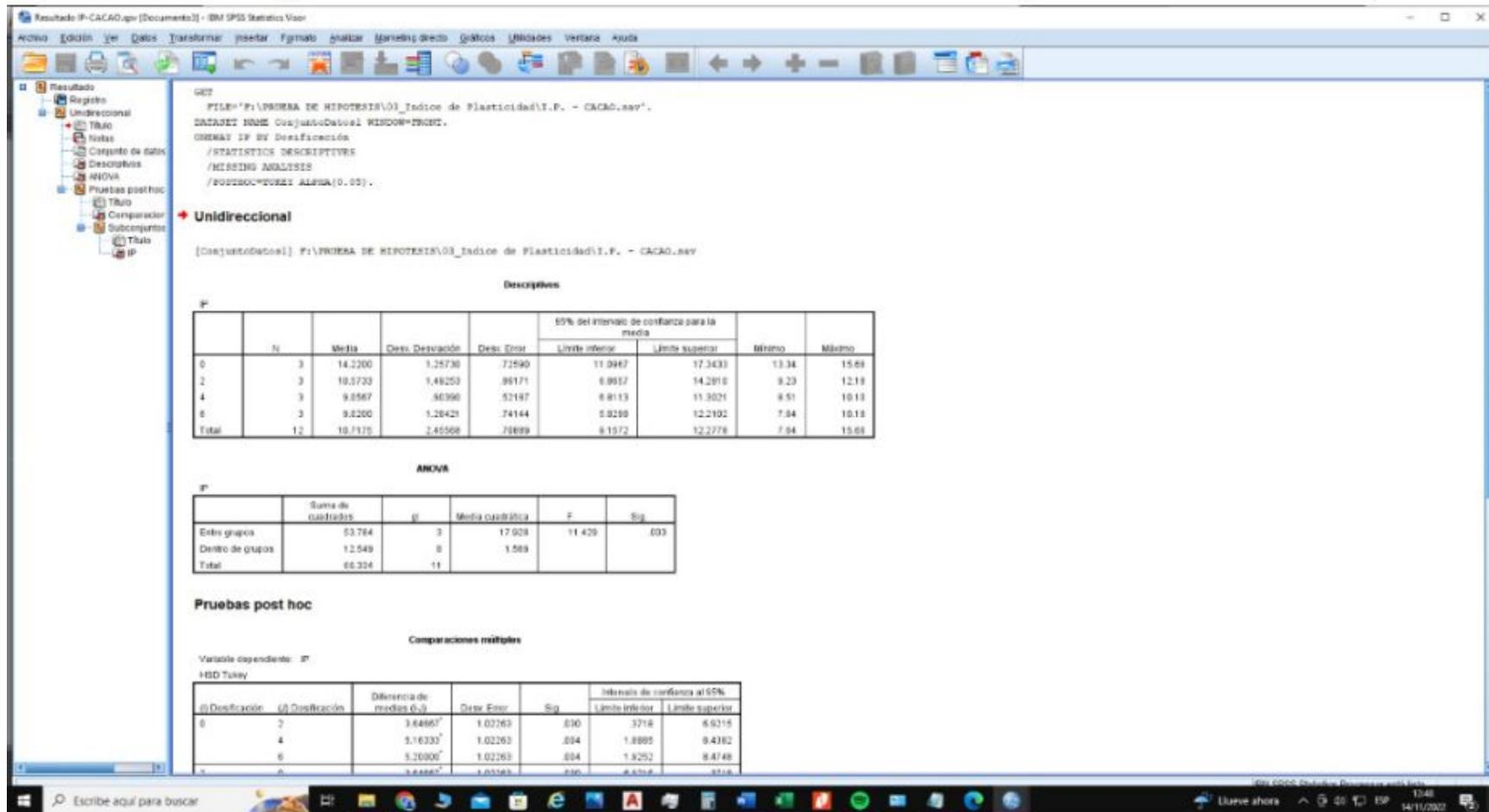
CBR- CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA.



LIMITE LIQUIDO - CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA.



LIMITE PLASTICO - CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA.



INDICE DE PLASTICIDAD- CENIZAS DE CASCARA DE CACAO.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Mejoramiento de la subrasante del suelo arcilloso incorporando cenizas de cascara de castaña - cacao en Calle Mardini, Puerto Maldonado - 2022", cuyos autores son PEÑA NUÑEZ MELODY ADUJ, QUISPE CHOQUE THALIA KELLY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 23 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 09389936 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 23- 11-2022 11:15:50

Código documento Trilce: TRI - 0451380