



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivo organosilanos y cal, carretera Charamaya – Puno – 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Mamani Charalla, Doris (orcid.org/0009-0009-1907-9410)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (orcid.org/0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024

Dedicatoria

Dedico esta Tesis a mis padres Luis Mamani y Benedicta Charalla, por su apoyo incondicional, moral y económico, pues sin ello hubiera sido muy difícil realizarme profesionalmente.

Asimismo, a mi esposo Edson, por su cariño, amor y sus palabras de aliento, haciéndome saber en todo momento mi capacidad profesional.

A mi amada hija Ariana Antonella, por ser mi motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

Agradecimiento

Agradezco a mi Universidad por haberme acogido desde el inicio de mi formación profesional, así como también a los diferentes maestros que no solamente nos inculcaron valores, sino que me transmitieron sus conocimientos.

A mi familia, amigos y compañeros, quienes con su apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

A mi esposo e hija, por su paciencia y comprensión en el proceso de la elaboración de la presente tesis.

Finalmente, a mi asesor Dr. Omart Demetrio Tello Malpartida y todas las personas que de una u otra manera me apoyaron en la realización de esta Tesis.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO, 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 titulada: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA – PUNO – 2023.", cuyo autor es MAMANI CHARALLA DORIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, 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 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, 30 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO DNI: 08644876 ORCID: 0000-0002-5043-6510	Firmado electrónicamente por: OTELLOM el 28-05- 2024 23:17:57

Código documento Trilce: TRI - 0743723



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MAMANI CHARALLA DORIS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA – PUNO – 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
MAMANI CHARALLA DORIS DNI: 75022657 ORCID: 0009-0009-1907-9410	Firmado electrónicamente por: DMAMANICH el 02-06-2024 17:38:03

Código documento Trilce: INV - 1603951



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Tipo y diseño de investigación	27
3.2 Variables y operacionalización.....	28
3.3 Población, muestra y muestreo.....	28
3.4 Técnicas e instrumentos recolección de datos	30
3.5 Procedimientos.....	33
3.6 Método de análisis de datos	129
3.7 Aspectos éticos	130
IV. RESULTADOS	131
V. DISCUSIÓN.....	141

VI. CONCLUSIONES.....	144
VII. RECOMENDACIONES	146
REFERENCIAS	147
ANEXOS	154

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación AASHTO:	13
Tabla 2. Clasificación SUCS:	14
Tabla 3. Clasificación AASHTO - SUCS	14
Tabla 4. Categorías de Subrasante	15
Tabla 5. N° de calicatas	15
Tabla 6. N° de ensayos MR y CBR	16
Tabla 7. Clasificación de aditivos estabilizadores	17
Tabla 8. Aportes a las propiedades físicas y mecánicas	25
Tabla 9. Cantidad de ensayos	29
Tabla 10. Lista de Expertos	31
Tabla 11. Análisis granulométrico	40
Tabla 12. Limite líquido	41
Tabla 13. Limite plástico	42
Tabla 14. Índice de Plasticidad	42
Tabla 15. Contenido de humedad natural	43
Tabla 16. Índice de Plasticidad	45
Tabla 17. Comprobación de Agua y Organosilanos	47
Tabla 18. Control de pH del suelo	47
Tabla 19. Proporción suelo cal	49
Tabla 20. Control de pH de cal	50
Tabla 21. Relación humedad - densidad proctor	54
Tabla 22. Deformación controlada	60
Tabla 23. Deformación controlada	61
Tabla 24. Comprobación de agua y organosilanos	64
Tabla 25. Control de pH del suelo	64
Tabla 26. Proporción suelo cal	64
Tabla 27. Control de pH de cal	65
Tabla 28. Análisis granulométrico	66
Tabla 29. Limite líquido	67
Tabla 30. Limite plástico	67
Tabla 31. Índice de plasticidad	68
Tabla 32. Contenido de humedad natural	69

Tabla 33. Relación humedad - densidad proctor	69
Tabla 34. C.S. con 56 golpes	71
Tabla 35. Expansión con 56 golpes	71
Tabla 36. Penetración con 56 golpes	72
Tabla 37. C.S. con 25 golpes	73
Tabla 38. Expansión con 25 golpes	73
Tabla 39. Penetración con 25 golpes	74
Tabla 40. C.S. con 12 golpes	75
Tabla 41. Expansión con 12 golpes	75
Tabla 42. Penetración con 12 golpes	76
Tabla 43. CBR al 95% y 100%	77
Tabla 44. Deformación controlada	78
Tabla 45. Deformación controlada	79
Tabla 46. Análisis granulométrico	82
Tabla 47. Limite liquido	83
Tabla 48. Limite plástico	83
Tabla 49. Índice de Plasticidad	84
Tabla 50. Relación humedad - densidad proctor	85
Tabla 51. C.S. con 56 golpes	87
Tabla 52. Expansión con 56 golpes	87
Tabla 53. Penetración con 56 golpes	88
Tabla 54. C.S. con 25 golpes	89
Tabla 55. Expansión con 25 golpes	89
Tabla 56. Penetración con 25 golpes	90
Tabla 57. C.S. con 12 golpes	91
Tabla 58. Expansión con 12 golpes	91
Tabla 59. Penetración con 12 golpes	92
Tabla 60. CBR al 95% y 100%	93
Tabla 61. Deformación controlada	94
Tabla 62. Deformación controlada	95
Tabla 63. Análisis granulométrico	98
Tabla 64. Limite liquido	99
Tabla 65. Limite plástico	99

Tabla 66. Índice de plasticidad	100
Tabla 67. Relación humedad - densidad proctor	101
Tabla 68. C.S. con 56 golpes	103
Tabla 69. Expansión con 56 golpes	103
Tabla 70. Penetración con 56 golpes	104
Tabla 71. C.S. con 25 golpes	105
Tabla 72. Expansión con 25 golpes	105
Tabla 73. Penetración con 25 golpes	106
Tabla 74. C.S. con 12 golpes	107
Tabla 75. Expansión con 12 golpes	107
Tabla 76. Penetración con 12 golpes	108
Tabla 77. CBR al 95% y 100%	109
Tabla 78. Deformación controlada	110
Tabla 79. Deformación controlada	111
Tabla 80. Análisis granulométrico	114
Tabla 81. Limite liquido	115
Tabla 82. Limite plástico	115
Tabla 83. Índice de Plasticidad	116
Tabla 84. Relación humedad - densidad proctor	117
Tabla 85. C.S. con 56 golpes	119
Tabla 86. Expansión con 56 golpes	119
Tabla 87. Penetración con 56 golpes	120
Tabla 88. C.S. con 25 golpes	121
Tabla 89. Expansión con 25 golpes	121
Tabla 90. Penetración con 25 golpes	122
Tabla 91. C.S. con 12 golpes	123
Tabla 92. Expansión con 12 golpes	123
Tabla 93. Penetración con 12 golpes	124
Tabla 94. CBR al 95% y 100%	125
Tabla 95. Deformación controlada	126
Tabla 96. Deformación controlada	127
Tabla 97. Índice de Plasticidad	131
Tabla 98. Prueba de normalidad	132

Tabla 99. Máxima Densidad Seca	133
Tabla 100. Prueba de normalidad	134
Tabla 101. Capacidad de Soporte	135
Tabla 102. Categoría de Subrasantes.....	135
Tabla 103. Prueba de normalidad.	137
Tabla 104. Resistencia a la Compresión no Confinada	138
Tabla 105. Categoría de la Resistencia a Compresión no confinada	139
Tabla 106. Prueba de normalidad	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Material organosilanos.....	19
Figura 2. Suelo no tratado.....	20
Figura 3. Suelo tratado con organosilanos.....	20
Figura 4. Comparación de suelo tratado y no tratado.....	21
Figura 5. Conjunto de tipos de cal.....	22
Figura 6. Material de cal.....	23
Figura 7. Grafico del IP.....	25
Figura 8. Material organosilanos.....	33
Figura 9. Impermeabilización a Nivel Molecular.....	34
Figura 10. Material de cal.....	34
Figura 11. Ubicación de la carretera: C.P. Charamaya.....	35
Figura 12. Ubicación de calicata.....	36
Figura 13. Inicio de calicata.....	36
Figura 14. Realización de calicata.....	36
Figura 15. Extracción de material.....	37
Figura 16. Traslado de material.....	37
Figura 17. Cuarteo de material.....	38
Figura 18. Peso de la muestra.....	38
Figura 19. Colocación de material en tamices.....	39
Figura 20. Tamizado de material.....	39
Figura 21. Cuantificación del tamaño de las muestras.....	39
Figura 22. Cuantificación del tamaño de las muestras.....	40
Figura 23. Limite liquido.....	44
Figura 24. Limite plástico.....	44
Figura 25. Extracción de organosilanos 1 ml.....	45
Figura 26. Muestra de agua 10 ml.....	46
Figura 27. Formación de solución a transparente.....	46
Figura 28. Determinación de porcentaje de cal.....	47
Figura 29. Muestra de agua de 1000 g.....	48
Figura 30. Muestra de cal 2 g.....	48
Figura 31. Mezcla de agua y cal.....	48
Figura 32. Comprobación de pH de cal.....	48

Figura 33. Determinación de porcentaje de cal	49
Figura 34. Material tamizado por $\frac{3}{4}$ "	51
Figura 35. Moldes (equipo de ensayo)	51
Figura 36. Cuarteo de material	51
Figura 37. Relleno de capa N° 01	52
Figura 38. 25 golpes por capa con martillo	52
Figura 39. Retiro de material excedente	52
Figura 40. Pesando el material	53
Figura 41. Colocación de espécimen al horno	53
Figura 42. Material tamizado por $\frac{3}{4}$ "	55
Figura 43. Moldes (equipo de ensayo)	56
Figura 44. Golpes de 12, 25 y 56.....	56
Figura 45. Material excedente.....	56
Figura 46. Limpieza de material restante	57
Figura 47. Pesando el espécimen	57
Figura 48. Tanque de saturación	57
Figura 49. Máquina de Compresión	58
Figura 50. Colocación de espécimen al horno.....	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva granulométrica	41
Gráfico 2. Diagrama de fluidez – limite liquido.....	42
Gráfico 3. Optimo % de cal	49
Gráfico 4. Relación humedad – peso unitario	54
Gráfico 5. Esfuerzo vs. deformación.....	60
Gráfico 6. Esfuerzo vs. deformación.....	62
Gráfico 7. Deformación controlada	62
Gráfico 8. Circulo de mohr	63
Gráfico 9. Optimo % de cal	65
Gráfico 10. Curva granulométrica	66
Gráfico 11. Diagrama de fluidez – limite liquido.....	68
Gráfico 12. Relación humedad – peso unitario	70
Gráfico 13. CBR con 56 Golpes.....	72
Gráfico 14. CBR con 25 Golpes.....	74
Gráfico 15. CBR con 12 Golpes.....	76
Gráfico 16. Curva de compactación	77
Gráfico 17. Peso unitario seco vs. CBR	77
Gráfico 18. Esfuerzo vs. deformación	79
Gráfico 19. Esfuerzo vs. deformación	80
Gráfico 20. Deformación controlada	80
Gráfico 21. Circulo de mohr	81
Gráfico 22. Curva de granulometría	82
Gráfico 23. Diagrama de Fluidez – Limite Liquido.....	84
Gráfico 24. Relación humedad peso unitario	85
Gráfico 25. CBR con 56 golpes	88
Gráfico 26.CBR con 25 golpes	90
Gráfico 27. CBR con 12 golpes	92
Gráfico 28. Relación humedad – peso unitario	93
Gráfico 29. Peso unitario v.s. CBR	93
Gráfico 30. Esfuerzo vs. deformación	95
Gráfico 31. Esfuerzo vs. deformación	96
Gráfico 32. Deformación controlada	96

Gráfico 33. Circulo de mohr	97
Gráfico 34. Curva granulométrica	98
Gráfico 35. Diagrama de fluidez – limite liquido.....	100
Gráfico 36. Relación humedad – peso unitario	101
Gráfico 37. CBR con 56 golpes	104
Gráfico 38. CBR con 25 golpes	106
Gráfico 39. CBR con 12 golpes	108
Gráfico 40. Curva de compactación	109
Gráfico 41. Peso unitario v.s. CBR	109
Gráfico 42. Esfuerzo vs. deformación	111
Gráfico 43. Esfuerzo vs. deformación	112
Gráfico 44. Deformación controlada	112
Gráfico 45. Circulo de mohr	113
Gráfico 46. Curva granulométrica	114
Gráfico 47. Diagrama de fluidez – limite liquido.....	116
Gráfico 48. Relación humedad – peso unitario	117
Gráfico 49. CBR con 56 golpes	120
Gráfico 50. CBR con 25 golpes	122
Gráfico 51. CBR con 12 golpes	124
Gráfico 52. Curva de compactación	125
Gráfico 53. Peso unitario seco vs. CBR	125
Gráfico 54. Esfuerzo vs. deformación	127
Gráfico 55. Esfuerzo vs. deformación	128
Gráfico 56. Deformación controlada	128
Gráfico 57. Circulo de mohr	129
Gráfico 58. Índice de Plasticidad	131
Gráfico 59. Promedio de la MDS, PUS y OCH	133
Gráfico 60. Capacidad de Soporte al 95% y 100%	135
Gráfico 61. Capacidad de Soporte al 95%	138

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar cómo influyen los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023. El tipo de Investigación por propósito fue tipo aplicada, por enfoque cuantitativo, de un nivel explicativo y de diseño cuasi - experimental. La población estuvo conformada por la subrasante de la carretera Charamaya – Puno y la muestra fue obtenida entre el KM 12+250 al KM 15+250 y el muestreo fue no probabilístico. Conforme a los resultados en la relación al IP la Df3 obtuvo 5% presentando mejores resultados. En la MDS la Df2 presentó un incremento respecto al suelo patrón a un 0.017 % obteniendo un 1.822 gr/cm³. Luego la capacidad de soporte mejora con la dosificación Df2 al 95% obteniendo un 42.80% de CBR y con la Df3 al 100% obtuvo 53% de CBR y para la resistencia a la compresión no confinada la Df1 fue la que presentó mayor aumento de resistencia obteniendo un +3.70 kg/cm². Finalmente se recomienda utilizar la Df3 porque mejora en general las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la carretera Charamaya – Puno.

Palabras Clave: Subrasante de suelos cohesivos, CBR, Máxima Densidad Seca, cal, organosilanos.

Abstract

The objective of this research was to determine the influence of organosilane additives and lime as a reinforcement system on the physical and mechanical properties of the subgrade, Charamaya highway, Puno - 2023. The type of research by purpose was applied, quantitative approach, explanatory level and quasi-experimental design. The population was conformed by the subgrade of the Charamaya - Puno road and the sample was obtained between KM 12+250 to KM 15+250 and the sampling was non-probabilistic. According to the results in relation to the PI, Df3 obtained 5%, presenting better results. In the MDS the Df2 presented an increase with respect to the standard soil at 0.017% obtaining 1.822 gr/cm³. Then the bearing capacity improved with the Df2 dosage at 95% obtaining 42.80% of CBR and with the Df3 at 100% obtained 53% of CBR and for the unconfined compressive strength the Df1 was the one that presented the greatest increase in strength obtaining +3.70 kg/cm². Finally, it is recommended to use Df3 because it improves in general the physical and mechanical properties of the subgrade of the Charamaya - Puno road.

Key words: Cohesive soil subgrade, CBR, Maximum Dry Density, lime, organosilanes.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la importancia al transporte es cada vez mayor en el país, tanto como en los países desarrollados e industrializados por lo que es considerado necesaria y básica, además existen distintos problemas en la vía una de ellas es en la subrasante, esto debido a los distintos tipos de terrenos donde existe baja resistencia, con baja capacidad portante entre otros que se encuentra en una construcción de vía.

A nivel Mundial según Moridpour et al. (2020), un diseño de la carretera se considera un factor importante para mantener la infraestructura urbana y en efecto la importancia de los usuarios de tener en cuenta la seguridad. El desarrollo de transporte ha obligado al mundo a centrarse en monitorear las superficies de las carreteras y garantizar una red de transporte sostenible, ya que viene desarrollándose tecnología con más información y los sensores ha llevado al desarrollo de sistemas avanzados para monitorear las superficies de las autopistas. Romero (2022), en nuestro País varía y muestra diferentes tipos de suelo en términos de infraestructura vial ya que el suelo de soporte de la carretera es la subrasante que soporta una construcción de pavimento que consta de bases granulares, a lo largo de este tiempo vienen surgiendo diversas técnicas para prevenir o reducir lo mínimo posible de problemas que presenta la subrasante y el subsuelo debe tener propiedades mecánicas que le permitan soportar las cargas del pavimento y la calzada.

Sin embargo Castro y Navarro (2019), la arcilla que se encuentra en varias jurisdicciones de la región generalmente tiene un bajo contenido de CBR que no cumple con los requisitos de soporte de carga. Ante esta situación, es necesario encontrar una solución que permita el desarrollo de infraestructura aun cuando las arcillas altamente plásticas se adapten al terreno mejorando las propiedades mecánicas del subsuelo se puede preparar un proyecto de camino a nivel afirmado en esta zona. Así como también O'Diana (2016), indica que la demanda principal del transporte va en aumento y junto a eso la necesidad de materiales que sean competentes y de calidad para una buena construcción, siendo generalmente difícil y costosa la obtención de estos materiales, ante ello en este tipo de situaciones lo que se buscan son alternativas viables y económicas estabilizando los suelos con

estabilizantes como el organosilanos, cal y entre otros agentes estabilizadores para mejorar la calidad del suelo y sea óptima para su uso ante ello una buena construcción vial.

Esta investigación tiene como finalidad determinar propiedades físicas, mecánicas de una subrasante, algunas investigaciones mediante pruebas en laboratorio muestran que tiene baja capacidad portante, el cual se busca una solución. Donde en esta investigación de (Hurtado 2020), indica que actualmente existen diversas formas de mejora del suelo mediante nuevos métodos, tal y como se propone en esta investigación, que pretenden alcanzar niveles superiores a los del suelo natural mediante el uso de aditivos, así como el organosilanos y cal, cuando hablamos de suelos con estas características, estamos hablando de su composición a través de sus partículas. Casa y Tapia (2022), realiza estudios de análisis en las propiedades de un suelo cohesivo determinado y la aplicación de cloruro de sodio – sal, óxido de calcio –cal es asegurar la posibilidad a lograr una estabilización de los suelo arcilloso, ya que estos aditivos químicos que al ser añadido a un suelo arcilloso, pueden mejorar propiedades de límites de consistencia, máxima densidad seca, OCH, etc., y hacerlos mejor estables.

Se tiene como planteamiento del **problema general**: Pg: ¿De qué manera los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen en las propiedades físicas y mecánicas en la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023?, siguientemente como **problemas específicos**: Pe 1: ¿De qué manera los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen en el índice de plasticidad en la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023?, Pe 2: ¿Cómo evaluar la máxima densidad seca con los aditivos organosilanos y cal en las propiedades mecánicas de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023?, Pe 3: ¿Determinar la influencia de aditivos organosilanos y cal en la capacidad de soporte para la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023?, Pe 4:¿Cómo evaluar los aditivos organosilanos y cal en la resistencia a la compresión para el sistema de reforzamiento de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023?.

La **justificación practica** en este proyecto de investigación con los aditivos organosilanos y cal para el sistema de reforzamiento es brindar una solución al

problema y mejorar la resistencia en una subrasante por problemas de la deformabilidad, sensibilidad y permeabilidad al agua-H₂O y darle mayor vida útil.

En la **justificación social** es que la vía de la carretera Charamaya – Puno no es pavimentada y es concurrentemente transitada el cual se requiere brindar mejoras en la carretera el cual favorece a la población habitante en la zona, la comunicación, el tránsito, mejoras en el tiempo de recorrido sobre todo el comercio de la zona. En la **justificación metodológica** se presenta una alternativa de mejorar el sistema de reforzamiento con la combinación de los aditivos organosilanos y cal con los diferentes indicadores para el mejoramiento de volumen de relleno en arcillas expansivas, siendo importante conocer los parámetros, materiales y aplicaciones del material en la subrasante el cual se obtiene mayor conocimiento sobre el tema para el cual es favorable este desarrollo que requiere esta investigación. Así mismo la **justificación teórica** actualmente para la construcción de inversiones viales en la región se basa en la dificultad de encontrar el material adecuado para reemplazar la subrasante deficiente o inadecuada que a corto plazo presenta deterioros en la capa de rodadura esto también a causa de cambios climatológicos como lluvias, aunque a la fecha existen diversos materiales que se utilizan como estabilizadores, así como el cemento, pet, cloruro de sodio, teniendo cada técnica de desarrollo. El organosilanos y cal posee especificaciones y procedimientos de acuerdo con los indicadores y ensayos el cual se rige por la norma ASTM – AASHTO y a la guía de manual de carretera del MTC. respecto a la **justificación económica** este proyecto de investigación busca dar una mejor optimización al suelo de la subrasante mediante un sistema de reforzamiento con aditivos químicos, contribuyendo a la reducción en costos ante su producción y el debido mantenimiento de la vía no pavimentada.

El **objetivo general** planteado es: Og: Determinar cómo influyen los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023, luego se plantean **objetivos específicos**: Oe 1: Evaluar de qué manera los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen en el índice de plasticidad de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023, Oe 2: Evaluar la máxima densidad seca con aditivos organosilanos y cal en las propiedades mecánicas de la

subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023, Oe 3: Determinar la influencia con la aplicación de aditivos organosilanos y cal en la capacidad de soporte para la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023, Oe 4: Evaluar de qué manera influyen los aditivos organosilanos y cal en la resistencia a la compresión para el sistema de reforzamiento de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023.

En la presente investigación se plantea la **hipótesis general**: Hg: Los resultados son óptimamente favorable con los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023, por lo siguiente se plántela algunas **hipótesis específicas**: He 1: Los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen significativamente en el índice de plasticidad de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023, He 2: Los resultados obtenidos de la máxima densidad seca con aditivos organosilanos y cal en las propiedades mecánicas de la subrasante son adecuadamente favorables para la carretera Charamaya, Puno – 2023, He 3: Se determina la influencia de los aditivos organosilanos y cal en la capacidad de soporte lo cual es óptimo para la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023, He 4: Se obtiene resultados satisfactoriamente de los aditivos organosilanos y cal en la resistencia a la compresión para el sistema de reforzamiento de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En relación con este tema tenemos los antecedentes a nivel internacional encontrados en los trabajos de investigación:

Según Loja y Palacios (2023), de acuerdo a lo investigado planteo como **objetivo** analizar la factibilidad económica y técnica mediante la aplicación de aditivo formado por organosilanos en la estabilización de materiales provenientes de la mina San Pedro perteneciente al cantón Guachapala, con **tipo** de investigación es aplicada el cual realiza sus ensayos respectivos, en el **nivel** de investigación; es explicativo, como **diseño** de investigación; es experimental, en la **población** fueron las vías rurales presentes en la zona de cuenca - Ecuador, **muestra** el suelo que es conformado por arcilla y **muestreo** fue por conveniencia, en el **procedimiento** prueba el potencial de resistencia con los materiales utilizando en la subrasante y la subbase con la adición de aditivo organosilano para su uso en las carreteras, los principales **resultados** el IP tiene cambios notorios con la dosificación de 0.5 kg de organosilano reduce un 5.76% y con 1 kg de organosilano reduce un 8.79%, 1%kg de organosilanos + 1% cemento hace 10.36% muy diferente al terreno natural que dio como resultado un IP de 25.06%, posterior a ello en el CBR dio 95% con la adición de 1 kg/m³ organosilano + 1% cemento con un buen resultado de 23% además con 0.5 kg de organosilano dio un CBR de 6% luego con 1kg de organosilano en un CBR dio un 10.25% diferente al terreno natural con CBR que dio un 4.2% una permeabilidad relativamente baja donde solo llegó a la saturación de la muestra. En **conclusión**, se determinó que el terreno natural de estudio es relativamente bajo y que la implementación del aditivo resulto ser optimo y rentable con una mayor inversión inicial, además con una duración en la capa de rodadura prolongado en lo que resulta los costos a largo plazo.

Según Portaluppi (2019), en su trabajo de investigación con **objetivo**: Estudio del comportamiento mecánico de suelos arcillosos del bajo chaco estabilizados con cal a partir de ensayos cíclicos para su aplicación en obras viales con un **tipo** de investigación aplicada, y como **nivel** de investigación explicativo, y diseño de investigación experimental, en cuanto a **población** es chaco, San Lorenzo - Paraguay, **muestra** el suelo que es conformado por arcilla y **muestreo** fue por conveniencia, en cuanto al procedimiento se realiza con la preparación de

espécimen obtenidos en campo luego con la mezcla, la compactación, el desmolde, el menaje y el curado de los mismos luego para pruebas de durabilidad se utilizó cilindros de acero luego se hicieron pruebas con contenido de puzola con 10%, 20% y 30% con ello se logró la determinación de aporte, los principales **resultados**; la relación de suelo-cal resulto ser adecuada al comportamiento mecánico en la compresión de resistencia simple o no confinada donde además permite la correlación de módulo resiliente – Mr realizando ensayos con pesos de 17kN/m³, 18kN/m³ y 19kN/m³ con 5%, 8% y 11% de cal, por consiguiente se visualizó que con mayor incremento de cal el Mr de las mezclas mejora considerablemente con rangos de 200MPa a 450MPa y en esfuerzos desviadores es de 18kpa a 250kpa. En **conclusión**, con la adición de cal en la resistencia a compresión simple o no confinada se obtuvo una calificación de muy firme según las especificaciones de la norma, donde se vio mayor aumento visible con la cal es con la aplicación del 5% y 8% en cuanto a la aplicación de cal de 11% son menos significativos.

Según Restrepo y Lorena (2022), en su trabajo de investigación cuyo **objetivo** fue analizar la estabilización de los suelos mediante el uso de cal como alternativa para mejorar el estado de las vías terciarias y rurales del país, **nivel** analítico, como **diseño** experimental, la **población** corresponde al municipio de Palermo, Departamento de Huila, Colombia, **muestra** intencional y **muestreo** La vía terciaria comprende de Guasimos, Palermo - Neiva no cuenta con rodadura de asfalto, en el **procedimiento** en resumen de estos métodos se implementan con productos de origen químico o natural son empleados en suelos pobres como la subrasante son candidatos a no ser pavimentados y el cual permite controlar los cambios de volumen al aplicar 4% cal a un suelo de expansión a magnífica y el IP que sufren las arcillas, los **resultados** son que en diferentes proporciones de cal entre 5%, 8% y 11% en suelo y cal con diferentes temperaturas de curado después de siete días en una densidad 18 KN/m³, hace un efecto de temperatura y cura los suelos dispersos en la estabilización con suelo - cal, el cual se observa un incremento en el coeficiente de resistencia al incrementar el cal en más dosificaciones, con el 11% cal considerando el contenido de humedad disminuye el peso mismo acumulado favoreciendo a la durabilidad y cambios climáticos en cuanto a la resistencia a la compresión inconfiada con adición de 10% cal es mayor a el RCI de 5% cal. En **conclusión**, El estabilizador cal mejora las propiedades físicas y químicas propias

en suelos expansivos que muestra resultados significativos reduciendo el IP del suelo natural, lo que refleja una reducción de porcentajes del hinchamiento del suelo en los días de funcionamiento, así como la humedad y nivel freático, incrementado una larga vida útil de la rodadura.

Según Brioso (2021), de acuerdo a lo investigado planteo como **objetivo** como influye el material organosilanos con material granular de cantera en la carretera Pipus, con **tipo** de investigación es aplicada el cual realiza sus ensayos respectivos, en el **nivel** de investigación; es descriptivo, como **diseño** de investigación; es experimental, en la **población** fue entre tres canteras de diferentes kilómetros de la carretera Pipus - Chontapampa, **muestra** la cantera está ubicada en el Km. 5+860 y km. 5+930 y **muestreo** es la selección al azar, en el **procedimiento** se realizó la extracción de material de las diferentes canteras seleccionadas de la vía no pavimentada, luego de los respectivos procedimientos en laboratorio se procede a la mezcla del material con el aditivo organosilanos para poder realizar los ensayos de LL, LP, IP y CBR **resultados** de acuerdo a las dosificaciones ejecutadas de 0.75 lt/m³, 1.00 lt/m³ y 1.5 lt/m³ de organosilanos, muestra resultados en el CBR con la dosificación de 0.75 lt/m³ un CBR de 214.53%, con la dosificación de 1.00 lt/m³ un CBR de 247.49% y con la dosificación de 1.5 lt/m³ un CBR de 277.65%. En **conclusión**, se verifica la capacidad portante del suelo que incrementa desde la primera dosificación aplicada de 0.75 lt/m³ de organosilanos al 100%.

Según Rodríguez (2018), de acuerdo a lo investigado planteo como **objetivo** Evaluar el material organosilano en el comportamiento mecánico, en la **población** fueron las vías presentes en la zona de Bogotá, Colombia, **muestra** el suelo que es conformado por arcilla, en el **procedimiento** considerando el material de organosilanos un agente estabilizante se logra cuantificar de forma correcta a través de los ensayos y proceder con las pruebas en laboratorio uno de ellos en la resistencia a compresión inconfiada y capacidad portante, los principales **resultados** cada probeta se fabricó con una cantidad de agua que es óptima según la cantidad calculada y curada en cierta temperatura, se procedió con la realización de 4 probetas para realizar los ensayos correspondientes; en el ensayo de resistencia a compresión inconfiada de acuerdo al cuadro de esquema de falla en

el esfuerzo de 0.013 km/cm³ y con un 2.7 % de deformación unitaria, en el ensayo de CBR el proceso de inmersión fue durante 7 días con las penetraciones de 0.1” y 0.2” mm de 10, 25 y 56 golpes. En **conclusión**, se determinó que la aplicación del material ripio con la adición de organosilanos influye en el comportamiento mecánico el cual tiene la capacidad de ser implementado en una infraestructura vial.

Según Sarango (2019), de acuerdo a lo investigado planteo como **objetivo** estabilizar la capa de subbase de un tramo de 1+600 km de largo de la vía E182, Carchi - Ecuador, en la **población** fueron la vía colectora Carchi - Ecuador, **muestra** el suelo que es conformado por arcilla, en el **procedimiento** se realizó ensayos de CBR, proctor y resistencia de corte con 3 muestras obtenidas de la subbase estos ensayos fueron realizados con la aplicación de aditivo organosilano, los principales **resultados** en cuanto a las dosificaciones trabajadas fueron con 0.5 kg/m³, 0.25 kg/m³ y 0.35 kg/m³ de aditivo organosilano y 1% de cemento, de acuerdo a los ensayos realizados de proctor en la densidad máxima densidad seca dio un 1.925 kg/m³ y 8.6% de humedad óptima, en el ensayo de resistencia compresión simple o no confinada se determinó el módulo resiliente 110.62 MPa con la adición de 0.5 kg/m³. En **conclusión**, según los resultados de módulo de resiliente el promedio de rango se encuentra dentro de 103.35 MPa - 119.10 MPa el cual determinaron de forma confiable donde funciona adecuadamente en una estabilización de suelo.

En antecedentes nacionales se encuentra con los trabajos de investigación:

Según Martínez (2020), de acuerdo a lo investigado con **objetivo**; determinar la influencia del aditivo organosilanos en la estabilización un suelo cohesivo a nivel de subrasante, con el **tipo** de investigación que es aplicada, de un **nivel** de investigación es explicativo, como **diseño** de investigación corresponde a lo experimental, cuya **población** es del distrito de Chilca, Huancayo - Junín, **muestra** el suelo conformado por arcilla, **en el** tipo de **muestreo** corresponde al no probabilístico, en el **procedimiento** en general es necesario estudiar el impacto al iniciar la hidratación del suelo, esto para un suelo dado, siguiendo el proceso descrito, hay un contenido de humedad inicial llamado "óptimo" que da la máxima peso específico, de **resultados** se puede decir que influye la aplicación de

organosilano significativamente ya que incrementa el % de CBR y al incrementar una gran cantidad de dosis de organosilano el 2% es el menor error de estándar, para suelos finos el error máximo en el CBR es igual al 2%; en el Tratamiento 1 con una dosis de 0.5kg/m³ de organosilano presenta un CBR de 14.84 +/-0.048%, en el Tratamiento 2 con una dosis de 1kg/m³ de organosilanos presenta un CBR de 24,94 +/-0.557% y Tratamiento 3 con una dosis de 1.5kg/m³ presenta un CBR de 46.24+/- 0.740%. por lo tanto, todos son significativos. En **conclusión**, en suelos cohesivos para una buena estabilización tiene una mayor influencia con el aditivo organosilano, inadecuados o pobres a una buena subrasante y a la obtención de una mejor subrasante depende de la dosis de aditivo y también reduce su permeabilidad y expansibilidad. Es recomendable realizar más estudios sobre la estabilización de suelo en subrasantes. También se podrían realizar algunas combinaciones, tales como las siguientes: suelo con aditivo organosilano con adición de cemento, suelo con aditivo organosilano con adición de cal, en caso del aditivo cal no debe de emplearse más del 8% en un suelo, porque aumenta la resistencia, pero también un índice de plasticidad.

Según Berrospi (2023), de acuerdo a lo investigado cuyo **objetivo** fue determinar la influencia de aditivos Proes y Terrasil en la capacidad de soporte del CBR, expansión, la absorción de agua y ascensión en suelos arcillosos de una subrasante vía no pavimentada con acceso por la localidad de nuevo Tawantinsuyo, 2022, con el **tipo** de investigación el cual es aplicada, de un **nivel** de investigación corresponde a lo explicativo, como diseño de investigación es experimental, cuya **población** se compone del km 5 + 070 del tramo la carretera de acceso a la zona de Nuevo Tawantinsuyo, Irazola - Padre Abad - Ucayali, en la **muestra** la elección es realizada de acuerdo a suelos y pavimentos del manual de carreteras, en el **procedimiento** sobre capacidad del soporte – expansión, son realizados por el ensayo CBR según el MTC E132 y ensayo de capilaridad de acuerdo al ensayo para piedra natural, por la norma Española UNE EN 13755-2008. Los ensayos que se realizaron para suelo tipo CH (clasificación SUCS) de la subrasante, **resultados** en relación a la dosificación del aditivo líquido cementado y Terrasil, que es superior a la del aditivo químico Terrasil y cemento; una dosis de un 0,30 ml/cm³ de aditivo proes líquido + 45 kg/m³ en cemento, que alcanzó su máxima capacidad portante y logró un CBR del 47%. así mismo, con esta dosis, la

expansión del suelo se redujo aún más en comparación con el suelo natural no tratado, hasta el 3,51 %, el suelo sin tratamiento y con 1.00 Kg/m³ de aditivo organosilano + 2.25% de cemento, se tiene un óptimo resultado el cual logra la reducción al 29.91 % la ascensión capilar del suelo sin ningún tratamiento, por lo que se logra reducir a un 15.91% con la misma dosificación la absorción de agua del suelo sin tratamiento. En **conclusión**, se determina la aplicación de los productos Proes y Terrasil con la adición de cemento aumenta en lo esencial mayor capacidad de carga (CBR) y reduce la expansión de un suelo y la reducción de agua.

Según Casa y Tapia (2022), en su trabajo de investigación el **objetivo** fue determinar la variación de las propiedades físico-mecánicas de un suelo arcilloso con Oxido de Calcio (Cal) al 10 % comparado con Cloruro de Sodio al 10%, 12% y 14% para subrasante Vía Urbana C.C. Pillao Matao - San Jerónimo – Cusco, con el **tipo** de investigación determinada por la naturaleza del objeto el cual es cuantitativa, es de **nivel** descriptivo y correlacional, como **diseño** de investigación es experimental, cuya **población** vía de Pillao Matao, San Jeronimo, Cusco y **muestra** el suelo que es conformado por arcilla y **muestreo** es no probabilístico, en el **procedimiento** fue el reconocimiento de terreno, luego se evalúa el sitio y se inicia con la delimitación de terreno posteriormente se procede con la excavación in situ para examinar cada muestra e indica ser suelo arcilloso, en AASHTO de la clasificación a-6 y el SUCS de la clasificación CL dado que al ser extraído en cada una de las muestras es arcilloso y con cada una de las calicatas se realiza varios ensayos en laboratorio, donde cuantifica la resistencia de la subrasante logrando obtener resultados a las que se ha añadido una cantidad de dosis según los indicadores, en los **resultados** obtenidos después de 6 ensayos en laboratorio donde se hace una comparación concluyendo que la muestra arcillosa que se adiciono con 12% de sal de mareas y la adición de cal al 10% hace un incremento notorio en la capacidad portante en un promedio de 49.66 % con relación al suelo natural del terreno. En **conclusión**, se determinó que la muestra obtenida resulto ser mejor en la subrasante ante las aplicaciones de los aditivos y mejoras las características físico mecánicas de suelo existente.

Según Lozano y Ramos (2019), en su trabajo de investigación el **objetivo** fue estudiar las propiedades físico mecánicas de un suelo de subrasante, mediante el uso de aditivos alternativos y convencionales como la cal, con un **tipo** de investigación que es aplicada, un **nivel** de investigación que es explicativo, como **diseño** de investigación es experimental, cuya **población** todas las calles, Chilca - Huancayo - Junín, en **muestra** es no probabilística y **muestreo** todos los ensayos observados que fueron manipulados en laboratorio, en el **procedimiento** se realiza por 3 etapas; las recolecciones de muestras, la preparación de materiales con dosificaciones de acuerdo a los indicadores y lograr mejorar el suelo, posterior a ellos se procede con la realización de los diferentes ensayos el cual nos brinda datos estadísticos que son tomados en cuenta, los **resultados** respecto al % de aplicación de organosilano logra incrementar un % de CBR y el suelo sin un estabilizante logra un CBR de 5.53 +/- 0.048% el cual se eleva a un 43.36 +/-2.092% con 1.5 kg/m³ de organosilano. En **conclusión**, en la evidencia obtenida en investigaciones del suelo para tener una buena estabilización se propone nuevas alternativas como los aditivos de cal, organosilano, cemento y otros, las propiedades físicas – mecánicas logradas variaron en cada uno de los porcentajes de concentraciones con diferentes aditivos. Esto permitió clasificar de manera más óptima el comportamiento de cada mezcla para determinar cuál funcionó mejor.

Según Tacca (2021), de acuerdo a lo investigado se tuvo como **objetivo** poder estabilizar el suelo arcilloso con adición de cal para mejorar la subrasante en la vía de evitamiento, Abancay, Apurímac 2021, con el **tipo** de investigación que es aplicativo, de un **nivel**; explicativo, como **diseño** de investigación es experimental, cuya **población** es la vía de evitamiento – Abancay y en la **muestra** corresponde al km 2+950 hasta km 3+450 de la carretera y **muestreo** es de tipo no probabilístico, en el **procedimiento** las fichas e instrumentos fueron utilizados conforme a las normas por lo segundo se hizo una recolección de material y la cal que fueron trasladados al laboratorio, procedente a eso se realizó los distintos ensayos que involucra la investigación y conforme a ellos la recolección de datos estadísticos. Los **resultados** confiables son: análisis de las propiedades físicas en granulometría - límites de Atterberg - Proctor modificada y prueba CBR. Con base en los resultados obtenidos, se determina la máxima densidad seca de cal para la estabilización del suelo a diferentes concentraciones porcentuales (4%, 8% y 12%),

el del 8% para estabilizar el suelo es considerable en la diferencia del 4% respecto a la humedad óptima, en cambio del 8% al 12% no se encuentra mucha diferencia. En **conclusión**, se determina que la dosificación implica al tipo de suelo y que los resultados son óptimos para su uso en una subrasante en cuanto a la capacidad de soporte con el 12% muestra un CBR de 95.01% de 28%, con el 8% muestra un CBR de 95.01% de 24.95% y con 4% muestra un CBR de 95.01% de 19.02%.

Según Hurtado (2020), en su trabajo de investigación como **objetivo** determinar la influencia de la aplicación organosilano en el comportamiento mecánico físico de la subrasante en la Av. Los Geranios, de un **nivel** de investigación es explicativo, como **diseño** de investigación fue experimental, en la **población**; Av. Geranios - Huaral, **muestra**; se consideró los KM de 5,6 y 7 de la Av. Geranios - Huaral. y **muestreo**; no probabilístico, en el **procedimiento**; se realiza una breve la obtención de material y la inspección de instrumento que cuenta las condiciones correspondientes consiguientemente el estudio el cual es trasladado en recipientes y ser trasladados a laboratorio para realizar los respectivos ensayos con la aplicación de aditivo organosilano, los **resultados**: se encontraron mejoras en la subrasante tanto físico – mecánico se acuerdo a las dosis de organosilanos, como el más óptimo fue con la dosificación de 0.18 que alcanza un 2.6 de IP y en el Ptor Mfdo se tiene un OCH de 8.9, en el CBR alcanzo el 95% de 12.1. En **conclusión**, con el estabilizador organosilano en una subrasante se obtuvo mejoras en el comportamiento físico – mecánico, además de acuerdo a las dosis propuestos con el 0.08 se obtuvo la disminución de 6.2 en el IP viendo un descenso de 3.8, con el 0.13 se obtuvo la disminución de 5.7 viendo un descenso de 4.3 y con el 0.28 se obtuvo la disminución de 2.6 viendo un descenso de 7.4.

En bases teóricas de investigación se toma la importancia del tipo de suelo que se encuentra en la zona donde se realizó estudios de acuerdo a lo normativo e investigación con los diferentes ensayos elaborados adicionando los aditivos de organosilanos y cal.

Suelo: conformado con diferentes tipos de capas, un ambiente natural el cual posee minerales como agua, materia orgánica y aire el cual cumple funciones vitales a lo largo de nuestras vidas. También consta de importantes clasificaciones y características para la construcción de vía para ello cuenta con una determinación de propiedades de diseño, calculo y estructura de un pavimento como lo son también principales factores la exploración y análisis (MTC SP, 2014, p. 25).

En las siguientes tablas se observa las clasificaciones de AASHTO – SUCS.

Clasificación de suelos AASHTO: Comprende de 7 grupos de análisis granulométrico, limite plástico - líquido y el IP. En la siguiente Tabla 1. Clasificación de AASHTO se muestra que diferencia la clasificación general, el grupo de tipo de suelo, porcentaje máximo que pasa por la malla, características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40, tipos de material principales, características como subgrado entre los materiales granulares y limoso – arcilloso.

Tabla 1. Clasificación AASHTO:

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo:	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5 A-7-6
% que pasa: N° 10 N° 40 N° 200)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx				- - 36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 LL IP											41 mín (2) 11 mín
T. de Material principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

Fuente: (MTC SP, 2014, p. 34)

Clasificación de suelo SUCS: Determina el material en tipos de acuerdo a la malla N° 200 si son partículas gruesos o finos según la siguiente Tabla 2. Clasificación de SUCS muestra el tipo de suelo, prefijo, subgrupo y sufijo.

Tabla 2. Clasificación SUCS:

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Graba	G	Bien gradada	W
Arena	S	Pobremente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite liquido alto >50	L
Turba	Pt	Limite liquido bajo <50	H

Fuente: Garzón, Garrido y Hidalgo (2017)

En la Tabla 3. Clasificación AASHTO – SUCS muestra la correlación de tipos de suelos.

Tabla 3. Clasificación AASHTO - SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM D-2487
A-1-a	GW,GP,GM,SW,SP,SM
A-1-b	GM,GP,SM,SP
A-2	GW,GC,SM,SC
A-3	SP
A-4	CL,ML
A-5	ML,MH,CH
A-6	CL,CH
A-7	OH,MH,CH

Fuente: (MTC SP, 2014, p. 33)

El afirmado de acuerdo a Miranda (2022), es una vía no pavimentada compuesta por diferentes capas granulares, la principal función es servir como capa de rodadura soportando cargas de tráfico, respecto al material para su conformación es extraído de acuerdo a la zona o sitios cercanos que cuenten con material apropiado pudiendo ser agregado de cerros o ríos de acuerdo a lo requerido con las especificaciones establecidas.

La subrasante tomando en cuenta Osorez (2023), una de las capas de suelo del pavimento donde es formado por corte y relleno por el movimiento de tierra, también tiene una gran importancia para; la base del afirmado, la capa de rodadura o pavimento y cuya función principal es soportar cargas de la estructura de la vía y el tránsito que ejerce sobre el afirmado o pavimento; en la siguiente Tabla 4. Categorías de Subrasante se muestra el porcentaje mínimo y máximo de una subrasante adecuada, en la Tabla 5. N° de calicatas indica la exploración mínima de profundidad y km al realizar una calicata.

Tabla 4. Categorías de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S_0 : S. inadecuada	CBR < 3%
S_1 : S. insuficiente	CBR \geq 3% a CBR < 6%
S_2 : S. regular	CBR \geq 6% a CBR < 10%
S_3 : S. buena	CBR \geq 10% a CBR < 20%
S_4 : S. Muy buena	CBR \geq 20% a CBR < 30%
S_5 : S. Excelente	CBR \geq 30%

Fuente: (MTC SP, 2014, p. 35)

Tabla 5. N° de calicatas

Tipo de Carreteras	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas
Autopistas	1.50 m	Calzada 2 carriles: 4 Ctas x km x sentido. Calzada 3 carriles: 4 Ctas x km x sentido. Calzada 4 carriles: 6 Ctas x km x sentido.
Duales o Multicarril	1.50 m	Calzada 2 carriles: 4 Ctas x km x sentido. Calzada 3 carriles: 4 Ctas x km x sentido. Calzada 4 carriles: 6 Ctas x km x sentido.
Primera Clase	1.50 m	4 Ctas x km
Segunda Clase	1.50 m	3 Ctas x km
Tercera Clase	1.50 m	2 Ctas x km
Bajo Volumen de Tránsito	1.50 m	1 Ctas x km

Fuente: (MTC SP, 2014, p. 26).

Plantea Osoro (2023), una vez obtenido los materiales se tendrán muestras representativas ubicadas mediante UTM, donde el CBR y el Mr de una subrasante es de vital importancia siendo necesario saber de una subrasante su comportamiento físico-mecánico el cual es determinado según la siguiente Tabla 6. N° de ensayos MR y CBR donde muestra el tipo de carretera y los números de ensayos de MR y CBR especificando cada cierto km para los diferentes números de carriles.

Tabla 6. N° de ensayos MR y CBR

Tipo de Carretera	N° de MR y CBR
Autopistas	<ul style="list-style-type: none"> • Calz. 2 carriles: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido. • Calz. 3 carriles: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido. • Calz. 4 carriles: 1 MR cada 1 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido.
Duales o Multicarril	<ul style="list-style-type: none"> • Calz. 2 carriles: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido. • Calz. 3 carriles: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido. • Calz. 4 carriles: 1 MR cada 1 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido.
Primera Clase	<ul style="list-style-type: none"> • 1 MR cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Segunda Clase	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km un CBR
Tercera Clase	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km un CBR
IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km un CBR

Fuente: (MTC SP, 2014, p. 28)

Estabilización física: Existen diferentes métodos y para lograr mejorarlo inicia en el cambio de las propiedades en función a las mezclas de suelos (Lozano y Ramos, 2019).

Estabilización mecánica: Es el que toma en gran consideración las mezclas de componentes químicos para mejorar la resistencia, capacidad portante, densidad y otros en los diferentes tipos de suelo (Lozano y Ramos, 2019).

Estabilización química de suelo: Donde se emplea un producto químico con el que se trata un suelo acorde a las especificaciones técnicas del tipo de producto a utilizar a través de los procedimientos mecánicos que mayormente son utilizados en la subrasante de suelo pobre o inadecuado, consistiendo en mejorar las características físicas-mecánicas entre ellos la deformabilidad, la comprensibilidad, la resistencia al esfuerzo cortante, humedad y otros, tratando de hallar óptimos resultados en el esfuerzo, la deformación de suelo y la estructura colocada sobre ellos (MEF, 2015, p. 17).

En la Tabla 7. Clasificación de aditivos estabilizadores se observa los distintos tipos de estabilizantes como; absorbentes de agua, derivado de petróleo, no derivados del petróleo, electroquímicos, polímeros sintéticos, aditivos de arcilla y cementales.

Tabla 7. *Clasificación de aditivos estabilizadores*

Absorbentes de agua	<ul style="list-style-type: none"> • cloruro de calcio • cloruro de sodio • cloruro de magnesio
Derivado de petróleo	<ul style="list-style-type: none"> • emulsión asfáltica • líquidos asfálticos • emulsiones de asfalto modificado
No derivados del petróleo	<ul style="list-style-type: none"> • grasa de animales lignosulfatos • melaza-azúcar de beterraga • emulsiones de aceite de tallo • aceites vegetales
Electroquímicos	<ul style="list-style-type: none"> • enzimas • productos iónicos • aceite asulfonatos
Polímeros sintéticos	<ul style="list-style-type: none"> • Acetato polivinílico • Vinil acrílico
Aditivos de Arcilla	<ul style="list-style-type: none"> • Bentonita • Montmorillonita
Cementales	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento • CaI

Fuente; (MEF, 2015, p. 18)

Estabilización de suelo con organosilanos: El aditivo organosilanos otorga características beneficiosas; es estable a la radiación ultravioleta, soluble al agua, es estable al calor, reacciona con los silicatos al suelo, entre otros, pero sobre todo es principalmente un estabilizador del suelo químicamente como permeablemente, y es un óptimo impermeabilizante reduciendo problemas de hinchamiento provocando el aumento del CBR y así aumenta la capacidad portante, densidad y durabilidad, manteniendo la transpiración y la disminución del IP (Loayza, 2021).

Según los estudios de Villegas (2021), gracias a su composición prolonga una vida larga a la vía, donde este producto es manejable para la aplicación en una infraestructura vial mejorando la adherencia y eliminando el índice de plasticidad del suelo.

Brioso (2021), comparte la información de que el aditivo organosilanos no solo eliminara el agua, sino que también eliminara espacios vacíos luego de ser compactados, esto permite que soporte cargas durante una vida útil de la carretera a nivel afirmado.

Organosilanos: En esta investigación de Barbieri et al., (2021), el aditivo organosilano reacciona con los silicatos presentes naturalmente en la superficie del agregado formando enlaces polares covalentes químicos. De acuerdo a Daniels y Hourani (2012), el injerto de organosilano en suelos produce una modificación casi permanente puesto que fueron probados en laboratorio evaluando la compactación, resistencia, hinchamiento y pruebas hidráulicas de varios suelos el cual obtuvo resultados moderados a largo plazo.

Se muestra en la Figura 1. Material organosilano de nombre comercial "terrasil" el cual es un producto que también mejora el Mr, mejora los datos de densidad y compactación en obra y evapora el agua de manera que expulsa el agua reduciendo el IP de los suelos, este material está formado por el 100% de organosilanos el cual aporta ventajas para una buena estabilidad al suelo. Además, para que este producto se active en su aplicación al suelo debe de ser probado con

una pequeña muestra de material el cual indica según la Ficha Técnica N° 20 adjuntada en el Anexo N° 25 donde indica realizar una prueba con 1 ml de organosilanos y 10 ml de agua, esto para comprobar si la solución se convierte a transparente o blanquecina con un tiempo de espera de 20 min.



Figura 1. Material organosilanos

En cuanto a las características físicas del material organosilanos son la siguiente:

- Forma : Líquida
- Color : Rojizo pálido
- Punto de inflamación : >90°C (Recipiente Cerrado)
- Punto de Ebullición : 200°C
- Densidad : No Explosivo
- Viscosidad (25°C) : 1,04 g/ml

Optimasoil (2014), indica algunos beneficios del aditivo organosilano el cual logra este producto en una estabilización de suelo como por ejemplo:

- El suelo tratado consigue características hidrófobas de forma permanente.
- El suelo mantiene la transpiración (expulsa el agua en forma de vapor).
- El Hinchamiento se reduce.

- Se mejoran los datos de densidad y compactación en obra.
- Es posible reducir el consumo de agua necesaria para la compactación del material.

Brem (2015), Posee grupos de silanol, que reaccionan con los silicatos presentes en el suelo, donde transforma la superficie y confiriéndoles propiedades hidrófobas permanentes. De esa forma expulsara el agua en forma de evaporación, impermeabilizándolo y evitando los problemas derivados de la presencia de la misma. Se observa en la Figura 2. Suelo no tratado, donde la superficie hidrófila grupo OH se encuentra con agua retenida en el suelo, en la Figura 3. Suelo tratado con organosilanos, donde la superficie hidrófoba grupo Si-O-Si de siloxano; conformado por **silicio**, **oxígeno** y **alcano**, se encuentra expulsando el agua hacia la superficie de esta forma se encuentra con la eliminación de agua y en la Figura 4. Comparación de suelo tratado y no tratado se observa la diferencia de aplicación de aditivo en el suelo.



Figura 2. Suelo no tratado

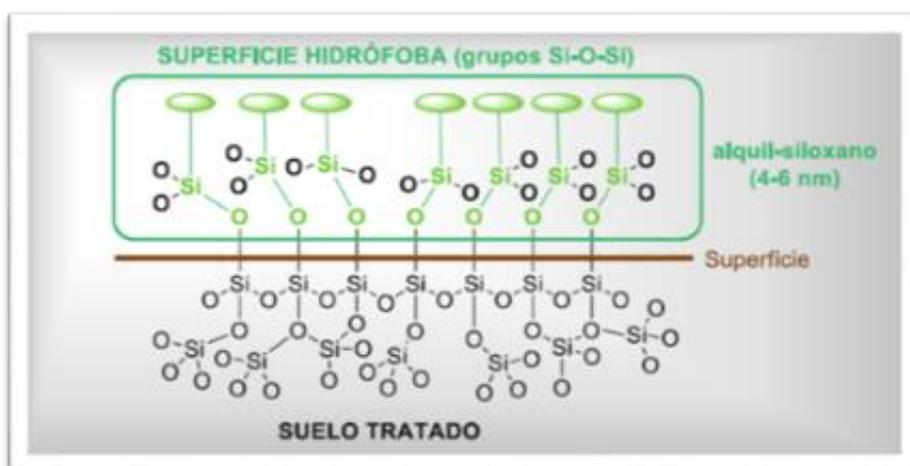


Figura 3. Suelo tratado con organosilanos

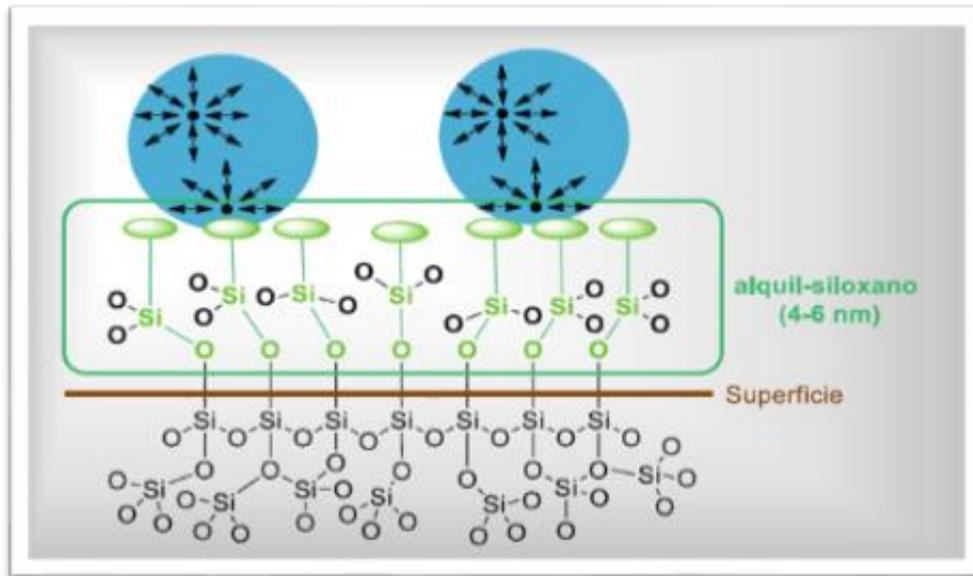


Figura 4. Comparación de suelo tratado y no tratado

Para el uso del aditivo organosilanos en esta investigación se hizo aplicaciones de diferentes dosificaciones como se detalla de la siguiente manera:

- Df0 = Dosificación Suelo patron 0%
- Df1 = Dosificación de organosilanos 0.7%.
- Df2 = Dosificación de organosilanos 1.3%.
- Df3 = Dosificación de organosilanos 1.8%.

Se adjunta la Ficha Técnica N° 20 de organosilano en el anexo N° 25

Estabilización de suelo con cal: se puede trabajar de manera óptima con la cal en suelos con presencia de arcilla ya que la disminución del índice de plasticidad es notoria teniendo una trabajabilidad mayor, logrando adecuadas superficies y también una disminución de plazo en nivel constructivo, tiene definidas aplicaciones para el mejoramiento de sub-bases y subrasantes, la cal produce una mayor cementación el cual mejora la resistencia, la durabilidad, soportando cambios climáticos, entre otros, así mismo se tiene en cuenta la cantidad de dosificación para lograr óptimos resultados (Fonseca, Piratova y Piratova, 2019).

En cuanto a Kelechava (2021), la cal ha ido mejorando desde tiempos antiguos hacia los tiempos actuales en los que nos encontramos, tal es así como la variedad que existe de diferentes tipos de cal y el uso de este material en diferentes maneras satisfaciendo diferentes objetivos, debido a la sustancia química que posee tiene la facilidad de interactuar con el suelo que son aptos para la aplicación de carga como lo es la construcción de vía. Podemos observar la [Figura 5](#). Conjunto de tipos de cal que señala la diferencia entre cal aérea y cal hidráulica.

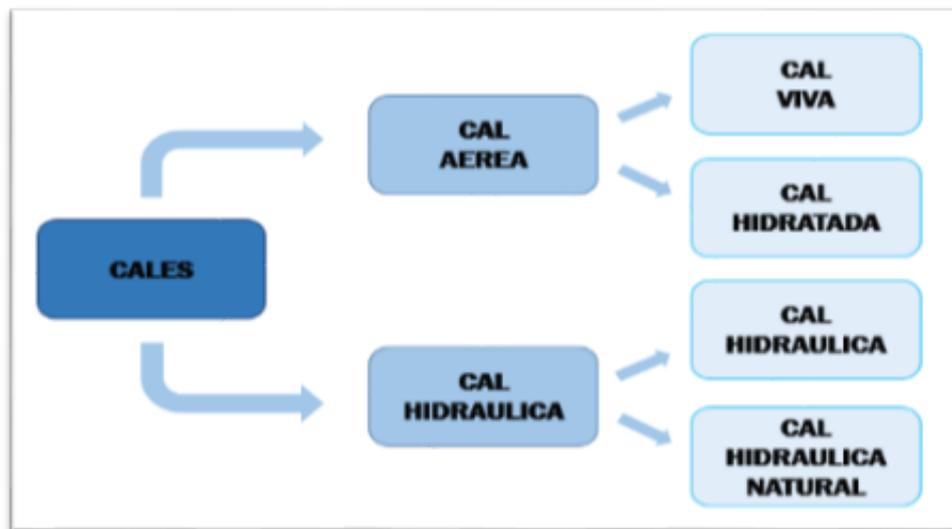


Figura 5. Conjunto de tipos de cal

Según Haas y Ritter (2019), el suelo mejora con la cal viva proporcionando un comportamiento a largo plazo y prolongando futuros mantenimientos de la carretera, donde la aplicación de cal genera estabilidad alta y a largo plazo, este material mejora y solidifica distintos tipos de suelos siempre en cuando haya presencia de material arcilloso como una de ellas la subrasante, el tratamiento de suelo con cal contribuye a la conservación de recursos.

Cal: Este producto de nombre comercial “CALIDRA” como muestra la [Figura 6](#). Material de cal es un producto de cal viva donde este material puede ser utilizada en terrenos donde no cumplen con especificaciones técnicas y con condiciones geométricas inadecuadas, el cual este material genera solución a una construcción de una vía inadecuada a una estructura de vía adecuada.



Figura 6. Material de cal

De acuerdo a la norma internacional ASTM C977-18 (2018), la cal viva actúa sobre suelos arcillosos haciendo que la construcción de la infraestructura de la vía sea adecuada la cal hace que las partículas de arcilla finamente divididas se aglomeren en partículas más gruesas que mejoran las propiedades de carga.

Para el control de pH del suelo la NTP 339.176 (2002), determina de como hallar el valor de pH en suelo y la determinación de porcentaje de cal y se realiza con la porción de cal + suelo patrón, esto en una disolución con agua destilada el cual se mide con el medidor multiparametro con un reposo de 1 hora donde la estabilidad y reactividad de la cal viva de este material no es agresivo ni peligroso y absorbe el dióxido de carbono del aire y conforma carbonato de calcio, reaccionando con el agua luego pasa a formar compuestos hidratados y produce alcalina, este producto requiere estar almacenado en lugares secos, también señalado en la Ficha Técnica N° 21 que se encuentra en el anexo N° 26.

Características físicas y químicas de la cal viva:

- Estado Físico : Polvo Sólido
- Color : Blanco
- Olor : Inodoro
- Estabilidad : Reactivo
- Flamabilidad : No es Flamable
- Explosividad : No Explota
- Punto de Ignición : No Combustible
- Punto de Fusión : 580°C (1076°F) Se Deshidrata a esta Temperatura

Según Calcinor (2023), indica algunos beneficios medioambientales originarios por la cal mostrando una de las razones importantes de este producto es la siguiente:

- Son utilizados para tratamientos de control de pH.
- Muestra durabilidad en la estructura después de la compactación.
- Ayuda a reducir espacios vacíos.
- Garantiza la reducción de mantenimiento en una construcción de carretera.

Para el uso del aditivo cal en esta investigación se hizo la adición del 5% (dosificación que es determinada según las pruebas que fueron realizadas del pH al suelo) el cual fue aplicada en las diferentes dosificaciones de organosilanos como se detalla de la siguiente manera:

- Df0 = Dosificación Suelo patron 0%
- Df1 = Dosificación de organosilanos 0.7% más cal 5%
- Df2 = Dosificación de organosilanos 1.3% más cal 5%
- Df3 = Dosificación de organosilanos 1.8% más cal 5%

Se adjunta la Ficha Técnica N° 21 de cal en el anexo N° 26

En la Tabla 8. Aportes a las propiedades físicas y mecánicas muestra la diferencia entre propiedades físicas y propiedades mecánicas, esto nos ayudará en este procedimiento de la investigación que será puesto a prueba mediante laboratorio.

Tabla 8. Aportes a las propiedades físicas y mecánicas

Propiedades físicas	Propiedades mecánicas
depende del tamaño de extensión y material determina la distribución geométrica, homogénea, heterogénea e isotrópicas.	Afecta a la resistencia mecánica y capacidad, posee un material relacionados con sus posibilidades de transmitir y resistir fuerzas y deformaciones.
Granulometría	Proctor
LL	CBR
IP	Abrasión

Fuente: Golfín (2019)

Índice de plasticidad (%) de norma ASTM D 4318 (MTC E110 y E111); nos da la cantidad de humedad y la cantidad de plástico que posee permitiendo clasificar un suelo, cuando un suelo arcilloso es alto en el índice de plasticidad y cuando es poco arcilloso (Eddyhrbs, 2023). En la Figura 7. Grafico del IP muestra la diferencia de arcillas inorgánicas, limos inorgánicos y arcillas orgánicas en el mínimo y máximo.

Se representa:

$$IP = LL - LP$$

IP=Índice de Plasticidad.

LL=Límite Líquido.

LP=Límite Plástico.

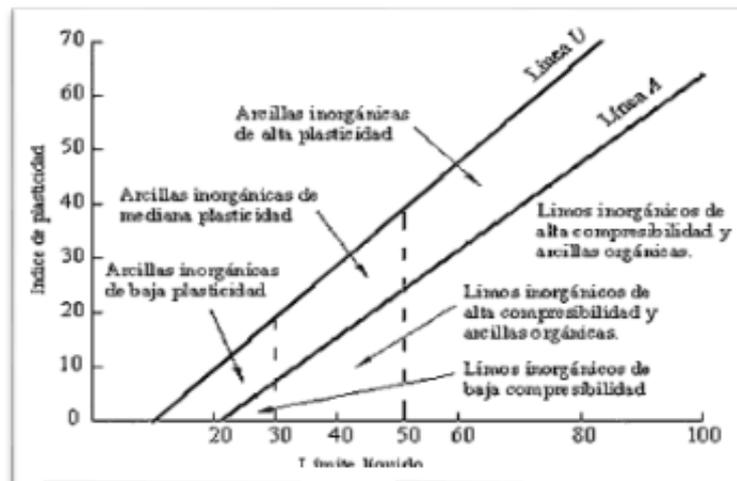


Figura 7. Grafico del IP

Máxima densidad seca (gr/cm³) de norma relación humedad – densidad proctor ASTM D 1557-12; es de acuerdo a la medida de nivel de compactación refiriéndose a la desaparición de áreas vacías en los determinados suelos, puede ser por compactación de proctor estándar o compactación por proctor modificado, ambos ayudan a determinar el OCH para una buena compactación máxima es decir una máxima densidad seca (Maximum Dry Density Of Soil And Optimum Moisture Content Test, 2020).

Capacidad de soporte (%) de norma ASTM D1883-21; Bearing Capacity (2023) se refiere a la máxima carga que un determinado suelo puede soportar. Un suelo que es sometida a un esfuerzo vertical de acuerdo a la construcción de estructura de una vía que no presente peligro como asentamientos entre otros (Capacidad de soporte - Geotecnia y Mecánica de Suelos, 2023).

Resistencia a la compresión no confinada (%) de norma ASTM D 5102 y D 5102 M-22; se define como el esfuerzo de la compresión de la capacidad de un material que soporta la carga de una estructura, para saber la fractura o la deformación de un material se aplica una fuerza inferior y superior el cual es un estado limitado a la tensión que conduce a la falla de un material ya sea por falla dúctil o falla frágil de rotura de la propagación de grietas (Sabhadiya, 2022).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Por enfoque: Plantea Hernandez (2014, p. 4), puesto a que en cuantitativo es basado en aspectos numéricos y análisis estadísticos, en efecto probar datos de la hipótesis y con ello a la definición de variables.

Cabe considerar que esta investigación utilizo el enfoque **cuantitativo** dado que se tomó en cuenta la interpretación de datos numéricos y poder comprobar la hipótesis planteada.

Por propósito: En la opinión de Heinemann (2003, p. 253), una investigación aplicada consta en gran parte al planteamiento teórico inicial de la investigación porque con ello se aplicó y se realiza nuevos estudios.

De esta manera se realizará de manera **aplicativo**, debido a los antecedentes en la zona y buscando soluciones, el cual se realizó estudios de acuerdo a los procedimientos y aplicando conocimientos en esta investigación.

3.1.2. Nivel de investigación

Para Pereyra (2020, p. 23), se encuentra diferentes niveles de investigación, en el nivel explicativo profundiza la representación de conocimientos estudiando la realidad social, los fenómenos y hechos que son sometidos a análisis de datos entre las variables seleccionadas, justificando la relación de variables que puedan existir.

De este modo se aplicó el nivel de investigación **explicativo** para estudiar las variables independientes como lo son el organosilanos y cal y analizar la causa y consecuencia un suelo arcilloso.

3.1.3. Diseño de investigación

Según Reyes (2022, p. 94), se realiza mediante la planificación de acción, realidad del conocimiento y la realización, en el diseño experimental es una investigación objetiva, sistemática y controlada y predice los fenómenos a examinar la causalidad entre las variables.

De esta manera se aplicó en la investigación de un diseño **experimental** tomando en cuenta la variable independiente el cual se trabajará con diferentes dosificaciones de organosilanos y cal. Además, las muestras obtenidas no serán aleatorias por lo que será un **cuasi-experimental** en el diseño.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1. variable independiente: Sistema de Reforzamiento con adición de organosilanos y cal.

Para Mosquera y Gil (2018, p. 309), es aquello que se realiza tratamiento que se puede experimentar y que el investigador pueda modificar, manipular y analizar entre la reacción de un químico y un suelo para luego cambiar las propiedades del suelo.

3.2.2. variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.

Según Lim (2014), para mejorar la estabilización de un suelo se determina con las propiedades físicas según el tipo de suelo en el terreno y el estudio de las propiedades mecánicas con la incorporación de aditivos químicos o natural.

La **matriz de operacionalización** se encuentra en el anexo N° 02.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según Moguel (2005, p. 80), se refiere a los factores que varían en los objetos de la población también se puede especificar algunas condiciones de medición ya que se debe a cambios en las características peculiares de individuos u objetos.

En conclusión, nuestra **población** está conformado por el material extraído de la calicata realizado en la carretera Charamaya lo cual fueron trasladados en 10 saquillos cada uno con un aproximado de 8 kilos con el cual fue realizado 73 ensayos en laboratorio de índice de plasticidad, máxima densidad seca, capacidad de soporte y resistencia a compresión no confinada utilizando las normas vigentes, manuales y tablas mencionas en esta investigación.

3.3.2. Muestra

De acuerdo a Moguel (2005, p. 82), refleja las características que define la población de la cual es necesario tomar una muestra representativa para obtener datos específicos de la misma.

Por lo tanto, la obtención de **muestra** está conformado por el material extraído de la calicata el cual se realizó 73 ensayos en laboratorio donde se aplica el aditivo organosilano de 0.7%, 1.3% y 1.8% y la cal de 5%. Para cada uno de los ensayos, considerando las normas de análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422 - 63), límites de consistencia: determinación de IP (ASTM D 4318 - MTC E110 y E111), máxima densidad seca, relación humedad – densidad proctor (ASTM D 1557-12 (2021)), capacidad de soporte (CBR) (ASTM D 1883-21), resistencia a la compresión no-confinada de mezclas compactadas de suelo y cal (ASTM D 5102 y D 5102 M-22) así como también manual de carreteras.

En la Tabla 9. Cantidad de ensayos se observa a detalle los ensayos a realizarse, así como la cantidad de ensayos según las dosificaciones indicadas.

Tabla 9. *Cantidad de ensayos*

Ensayos	Norma	Control/ Patron	Dosf. N° 01	Dosf. N° 02	Dosf. N° 03	Total
Índice de plasticidad	LL	Determinación del LL y LP de los suelos NTP 339.129 (ASTM D-4318 - MTC E110 y MTC E111).	3	3	3	12
	LP		3	3	3	12
Proctor modificado	OCH	Ensayo de Compactación (Proctor Modificado) NTP- 339.141. (ASTM D 1557 - MTC E115).	3	3	3	12
	Máxima Densidad Seca		3	3	3	12
CBR	Capacidad de Soporte	Ensayo California Bearing Ratio	3	3	3	12

Resistencia a la compresión	(CBR) NTP 339.145:1999 (ASTM 1883-73 - MTC E 132)	3	3	3	3	12
Total de ensayos a realizar						72

Fuente: elaboración propia

3.3.3. Muestreo

Para Ávila (2006, p. 89), el muestreo no probabilístico comprende por los procedimientos de muestreo intencional y accidental, es el proceso de selección de las unidades no dependerá de la probabilidad sino de las particularidades de las unidades.

De acuerdo a esta investigación se aplicó el muestreo **no probabilístico**, por consecuente se realizará las exploraciones en la subrasante de acuerdo a lo normativo.

3.4 Técnicas e instrumentos recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Teniendo en cuenta a Alan y Cortez (2018, p. 74), sobre la observación directa del objeto o fenómeno que es estudiado en donde el investigador tiene un contacto directo con la dominación del comportamiento del fenómeno con un investigador especialista que verifique y lidera la observación.

Por lo que se aplicó la **observación directa** donde el especialista verificara y recopilara toda la información de la elaboración de los ensayos con las diferentes dosificaciones ya mencionadas.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo a Gómez (2006, p. 122), en los instrumentos que recopilan los datos numéricos el cual se basa en registro sistemático – valido – confiable el cual posee una secuencia ordenada. Para la obtención de datos mediante los ensayos hechos en el laboratorio se hizo uso de los instrumentos y a continuación se menciona las fichas técnicas:

Ficha Técnica N°01 : Control de pH (Proporción Suelo – Cal) (Anexo N° 06)

Ficha Técnica N°02 : Índice de Plasticidad (Límites De Consistencia) (Anexo N° 7)

Ficha Técnica N°03 : Máxima Densidad Seca (Relación Humedad - Densidad Proctor) (Anexo N° 08)

Ficha Técnica N°04 : Capacidad de Soporte (Valor De Soporte De California (CBR)) (Anexo N° 09)

Ficha Técnica N°05 : Resistencia a la compresión (Resistencia a la Compresión No Confinada) (Anexo N° 10)

3.4.3. Validación de Instrumento

Para Hernandez (2014, p. 298), sobre la validez del contenido de datos es asegurar la dimensión de los instrumentos sean representativas el cual es referida a la certeza de recopilación de datos, se obtiene mediante la opinión de los expertos por el dominio de variables

Por lo tanto, se llevó por el **juicio de expertos** por lo que evaluaron la validación de instrumentos y consiguientemente evaluarán las variables estudiadas. Como muestra la Tabla 10. Lista de expertos donde se menciona a los expertos.

Tabla 10. *Lista de Expertos*

Ítem	Nombre y apellidos	Profesión	Colegiatura	Experiencia laboral
01	ING. PERCY MATEO SONCCO PAREDES	ING. CIVIL	CIP: 115232	Más de 5 años
02	ING. RODRIGO EFRAIN MAMANI QUISPE	ING. CIVIL	CIP: 243256	Más de 5 años
03	ING. ABEL MARON CALLO	ING. CIVIL	CIP: 184198	Más de 5 años

Fuente: Elaboración Propia

La validación por juicio de expertos se encuentra en los anexos:

- Anexo N° 03: experto N° 01
- Anexo N° 04: experto N° 02
- Anexo N° 05: experto N° 03

3.4.4. Confiabilidad de resultados

De acuerdo a Hernandez (2014, p. 205), es la aplicación de instrumento que generara resultados coherentes, los expertos serán encargados de verificar y analizar los resultados confiables estos son desarrollados en el laboratorio.

La confiabilidad de cada uno de los resultados de acuerdo a lo indicado serán los más exactos posibles y confiables por ello se presenta los certificados de calibración de instrumentos:

Certificado de los equipos que son utilizados:

Certificado de Calibración N°06: Maquina de Ensayo Uniaxial (Prensa Manual Multiusos) (Anexo N° 11)

Certificado de Calibración N°07: Tamiz (3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°100, N°140 y N°200. (Anexo N° 12)

Certificado de Calibración N°08: Equipo de Limite Liquido (Anexo N° 13)

Certificado de Calibración N°09: Pie de Rey (Vernier) (Anexo N° 14)

Certificado de Calibración N°10: Balanza Electrónica (30000 g) (Anexo N° 15)

Certificado de Calibración N°11: Balanza Electrónica (620 g) (Anexo N° 16)

Certificado de Calibración N°12: Horno de Secado (Anexo N° 17)

Certificado de Calibración N°13: Molde Proctor Modificado (Anexo N° 18)

Certificado de Calibración N°14: Martillo Proctor Modificado (Anexo N° 19)

Certificado de Calibración N°15: Molde para Compactación CBR (Anexo N° 20)

Certificado de Calibración N°16: Disco Espaciador (Anexo N° 21)

Certificado de Calibración N°17: Placa de Expansión para CBR (Anexo N° 22)

Certificado de Calibración N°18: Juego de Pesas Abierta y Cerrada (Anexo N° 23)

Certificado de Calibración N°19: Dial (Anexo N° 24)

3.5 Procedimientos

En el procedimiento se conforman por las siguientes etapas:

ETAPA N° 01 RECOLECCIÓN DE MATERIALES

Se hace la adquisición de Aditivos estabilizadores para el desarrollo de la investigación:

- **Organosilanos:** de nombre comercial “terrasil” el cual es un producto que también mejora el Mr, mejora los datos de densidad y compactación en obra y evapora el agua de manera que expulsa el agua reduciendo el IP de los suelos, este material está formado por el 100% de organosilanos el cual aporta ventajas para una buena estabilidad al suelo, así como se observa en la Figura 8. Material de Organosilanos y Figura 9. Impermeabilización a Nivel Molecular.

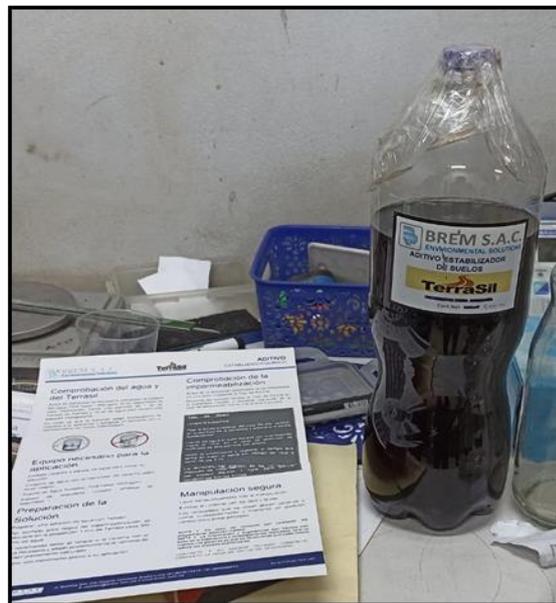


Figura 8. Material organosilanos

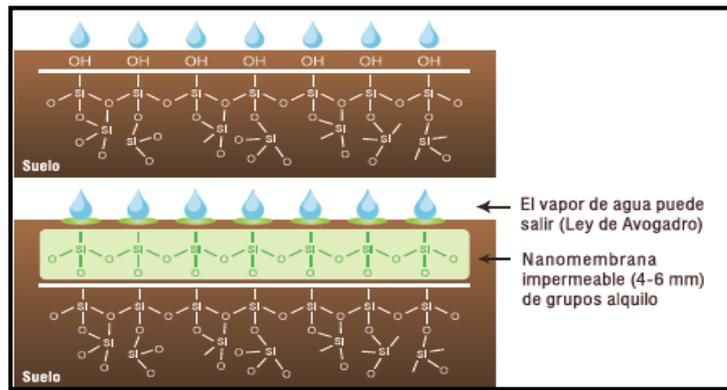


Figura 9. Impermeabilización a Nivel Molecular

Se adjunta la Ficha Técnica N° 20 de organosilano en el anexo N° 25

- Cal:** es un producto de cal viva donde este material puede ser utilizada en terrenos donde no cumplen con especificaciones técnicas y con condiciones geométricas inadecuadas, el cual este material genera solución a una construcción de una vía inadecuada a una estructura de vía adecuada, el cual se muestra en la Figura 10. Material de cal producto de nombre comercial “CALIDRA”.

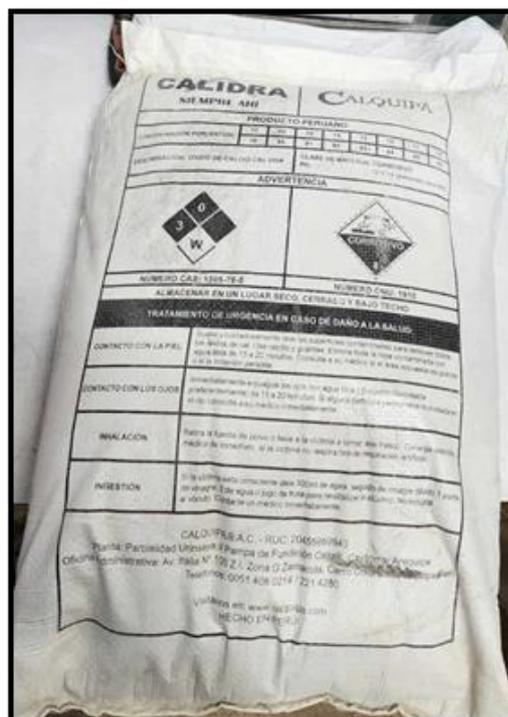


Figura 10. Material de cal

Se adjunta la Ficha Técnica N° 21 de cal en el anexo N° 26

ETAPA N° 02: OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

En función a lo planteado a este tema consideraremos el uso de las tablas; tabla 1. C. AASHTO, tabla 2. C. SUCS, tabla 3. C. AASHTO - SUCS, tabla 5. (N° de calicatas) y tabla 6. (N° de Ensayos MR y CBR).

En la Figura 11. se muestra la ubicación de la carretera C.P. Charamaya:



Figura 11. Ubicación de la carretera: C.P. Charamaya

Por lo tanto, se hizo la selección de terreno entre el km 12+250 al km 15+250 de todo el tramo del C.P. de Charamaya, procediendo con la delimitación de terreno al margen derecho de la carretera e inmediatamente se continúa con la realización de calicata de acuerdo a la tabla 2. C. SUCS, tabla 3. C. AASHTO – SUCS.

También se puede observar en la Figura 12. Ubicación de calicata donde se señala el punto de estudio, en la Figura 13. Inicio de calicata se realiza la excavación para la extracción de muestra y en la Figura 14. Realización de calicata se utilizó el apoyo de una maquinaria.



Figura 12. Ubicación de calicata



Figura 13. Inicio de calicata



Figura 14. Realización de calicata

Luego se hizo la extracción de material colocando en 10 saquillos con 8 kilos aproximadamente como muestra la Figura 15. Extracción de material y posterior a ello el traslado para realizar los estudios correspondientes al laboratorio como muestra la Figura 16. Traslado de material.



Figura 15. Extracción de material



Figura 16. Traslado de material

ETAPA N° 03: PREPARACIÓN DE ESPÉCIMEN EN LABORATORIO

se realizó la caracterización de material para realizar los ensayos de acuerdo a los procedimientos correspondientes con el material obtenida y trasladada al laboratorio.

- **Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422-63)**

Para realizar el ensayo de granulometría se tomó una porción de material iniciando con el cuarteo como muestra la Figura 17. y posterior a ello se coloca en una tara ya pesada el cual se observa en la Figura 18. Peso de la muestra, luego de coloca el material en los tamices como en la Figura 19. y Figura 20. Esto para cuantificar el tamaño de la muestra el cual de observa en la Figura 21. y Figura 22.



Figura 17. Cuarteo de material



Figura 18. Peso de la muestra



Figura 19. Colocación de material en tamices



Figura 20. Tamizado de material



Figura 21. Cuantificación del tamaño de las muestras



Figura 22. Cuantificación del tamaño de las muestras

Se muestra los datos obtenidos del ensayo de análisis granulométrico con los diferentes tamaños de malla y obtención de datos en cada tamiz retenido una cantidad de muestra como se observa en la Tabla 11. Análisis granulométrico:

Tabla 11. Análisis granulométrico

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100
1"	25.400	22.6	0.71	0.71	99.29
3/4"	19.000	16.88	0.53	1.25	98.75
1/2"	12.500	18.58	0.59	1.84	98.16
3/8"	9.500	39.41	1.25	3.08	96.92
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	7.14	0.23	3.31	96.69
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	47.98	1.52	4.83	95.17
N° 16	1.190				
N° 20	0.840	25.55	0.81	5.63	94.37
N° 30	0.600				
N° 40	0.425	29.94	0.95	6.58	93.42
N° 50	0.300				
N° 60	0.250	68.34	2.16	8.74	91.26
N° 100	0.150	48.78	1.54	10.28	89.72
N° 200	0.075	115.37	3.65	13.93	86.07
< N° 200	FONDO	2721.43	86.07	100	

Fuente: Elaboración propia

Se observa el Gráfico 1. Curva granulométrica del porcentaje de material que pasa por cada tamiz.

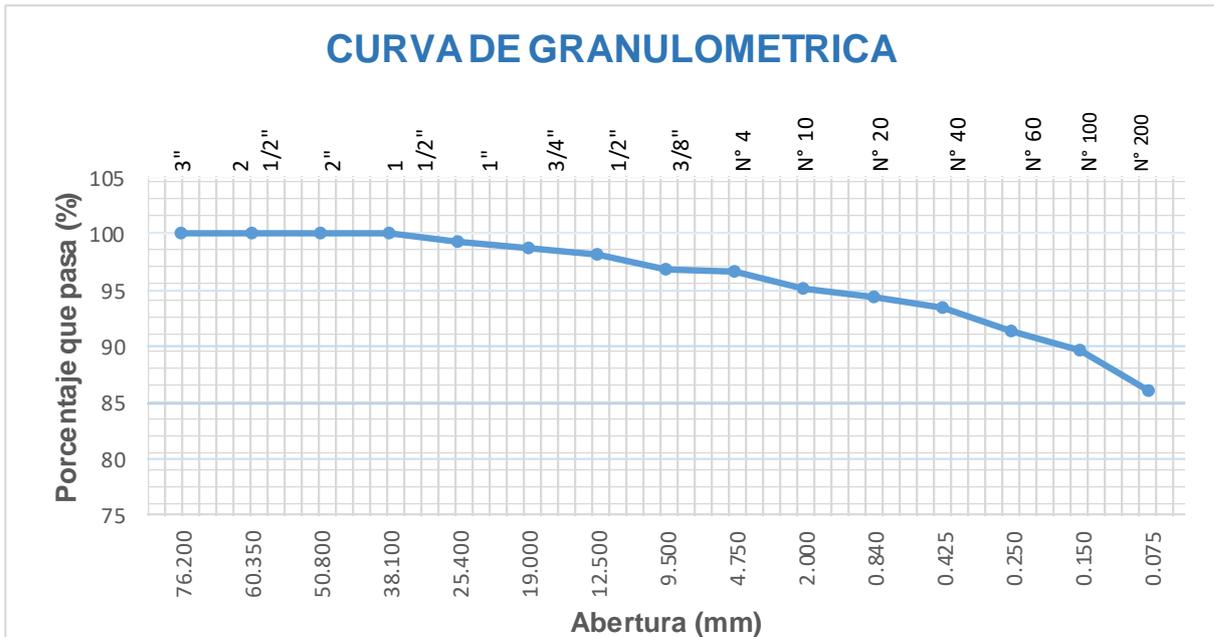


Gráfico 1. Curva granulométrica

- **Límites de consistencia:**

Determinación de LL y LP (ASTM D 4318) (MTC E110 y E111)

Se muestra los datos obtenidos del LL según la Tabla 12. El cual nos brinda como resultado el contenido de humedad.

Tabla 12. Limite liquido

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)			
	Nº	LC - 06	LC - 07	LC - 08
Nº DE TARA				
M.TARA	g	46.83	45.95	42.95
M.TARA+SUELO HUMEDO	g	67.34	62.04	56.7
M.TARA+SUELO SECO	g	61.75	57.75	53.09
M.AGUA	g	5.59	4.49	3.61
M.SUELO SECO	g	14.92	11.8	10.14
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.5	36.4	35.6
NUMERO DE GOLPES	Nº	15	25	37

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra la Tabla 13. de los datos obtenidos del LP el cual nos brinda el % promedio del contenido de humedad.

Tabla 13. Limite plástico

DESCRIPCION	N°	LIMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)		
		LC - 09	LC - 10	
M.TARA	g	46.39	49.02	
M.TARA+SUELO HUMEDO	g	48.89	52.38	
M.TARA+SUELO SECO	g	48.44	51.78	
M.AGUA	g	0.45	0.60	
M.SUELO SECO	g	2.05	2.76	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.0	21.7	LP=21.85

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 2. de diagrama de fluidez donde la relación del contenido de humedad y el número de golpes nos muestra la curva de fluidez.

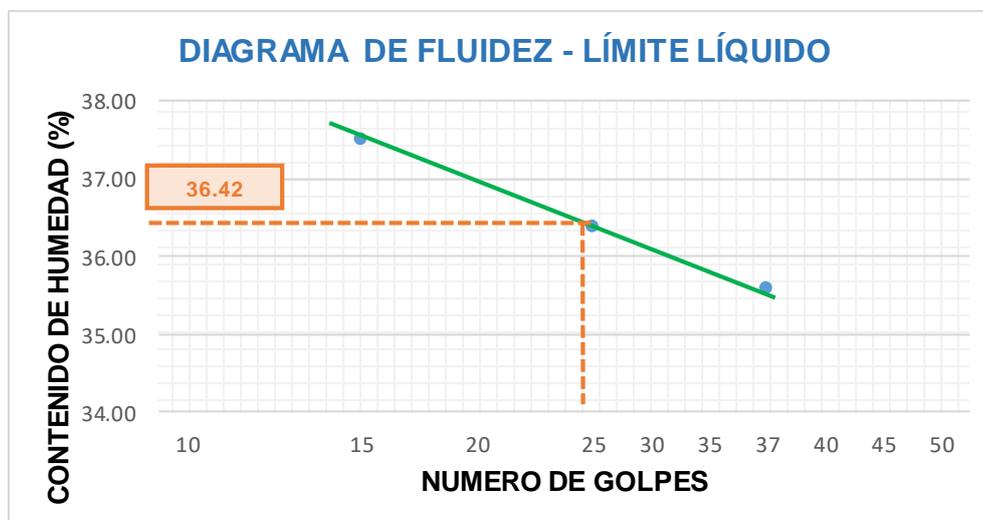


Gráfico 2. Diagrama de fluidez – limite liquido

- **Determinación del IP:**

Promedio de % del IP entre el LL y el LP como muestra la Tabla 14.

Tabla 14. Índice de Plasticidad

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LL	36
LP	22
INDICE DE PLASTICIDAD	14

Fuente: Elaboración Propia

- **Contenido de humedad:**

(**ASTM D 2216 - 19**) : Se hace el cálculo del promedio del OCH en % tal como indica la Tabla 15.

Tabla 15. *Contenido de humedad natural*

DESCRIPCION		1	2	3
N° DE TARA		CH - 04	CH - 05	CH - 06
M.TARA	g	71.43	72.05	74.93
M.TARA+SUELO HUMEDO	g	386.98	337.54	444.05
M.TARA+SUELO SECO	g	330.02	290.51	376.19
M.AGUA	g	56.96	47.03	67.86
M.SUELO SECO	g	258.59	218.46	301.26
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.0	21.53	22.53
PROMEDIO	(%)		22.0	

Fuente: Elaboración Propia

ETAPA N° 04: ENSAYOS EN LABORATORIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

Se realizó los ensayos en laboratorio de la empresa LABORATORIO G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR teniendo en cuenta la V.I. con las diferentes dosificaciones de los aditivos organosilanos y cal.

- **Determinación de LL y LP (ASTM D 4318) (MTC E110 y E111)**

Para la realizar los ensayos de limite líquido y limite plástico se realizó una mezcla de material con una porción de agua como muestra la Figura 23. Limite líquido y Figura 24. Limite plástico.



Figura 23. Limite liquido



Figura 24. Limite plástico

- **Determinación del IP ((NTP 339.129) (ASTM D 4318) (MTC E110 y E111));**
es el promedio de % del IP entre el LL y el LP como muestra la Tabla 16.

Tabla 16. Índice de Plasticidad

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LL	36
LP	22
INDICE DE PLASTICIDAD	14

Fuente: Elaboración Propia

- **Control de organosilano**

Seguidamente se realizó la comprobación de agua y del organosilanos según la ficha técnica N° 20 adjuntada en el anexo N° 25 donde indica realizar una prueba con 1 ml de organosilanos y 10 ml de agua, esto para comprobar si la solución se convierte a transparente o blanquecina con un tiempo de espera de 20 min tal como muestra la Figura 25. Extracción de organosilanos 1 ml, Figura 26. Muestra de agua 10 ml y Figura 27. Formación de solución a transparente.



Figura 25. Extracción de organosilanos 1 ml



Figura 26. Muestra de agua 10 ml



Figura 27. Formación de solución a transparente.

En conclusión, la prueba realizada de comprobación de agua y organosilanos es óptimo para el estudio de esta investigación tal como muestra la Tabla 17. Donde se realizó la comprobación de aditivo organosilano.

Tabla 17. Comprobación de Agua y Organosilanos

Ítem	Materiales	Cantidad	Tiempo de Espera	Resultados
1	Agua	10 ml	20 min	solución Trasparente OPTIMO
2	Organosilanos	1 ml		

Fuente: Elaboración Propia

• **Control de pH del suelo ((NTP 339.176-2002) (Revisada el 2015))**

Según la norma se determinó el valor de pH en suelo y la determinación de porcentaje de cal y se realizó con la porción de cal + suelo patrón, esto en una disolución con agua destilada el cual se mide con el medidor multiparametro con un reposo de 1 hora como muestra la Figura 28. Determinación del % de cal y la Tabla 18. Control de pH del suelo que fue aplicado con diferentes % de cal.



Figura 28. Determinación de porcentaje de cal

Tabla 18. Control de pH del suelo

ÍTEM	% DE CAL	UND	Nº SEGÚN COLOR	SEGUN TABLA DE PH
prueba N° 01	2%	Unid.pH	11.80	ALCALINO
prueba N° 02	3%	Unid.pH	12.10	ALCALINO
prueba N° 03	4%	Unid.pH	12.20	ALCALINO
prueba N° 04	5%	Unid.pH	12.40	ALCALINO
prueba N° 05	6%	Unid.pH	12.80	ALCALINO
prueba N° 06	8%	Unid.pH	12.85	ALCALINO
prueba N° 07	10%	Unid.pH	12.92	ALCALINO



Fuente: Elaboración Propia

- Control de pH de cal: Norma (ASTM D6276-19):** Se realiza el control de pH de cal que será utilizado para la estabilización del suelo, donde se realiza una comprobación de pH adecuada para el uso con material en suelos esto se realiza con el instrumento de medidor multiparametro colocado en un envase con 1000 g de agua y 2 g de cal donde se realiza una mezcla y con un tiempo de espera de 1 hora así como se observa en la Figura 29. aplicación de la muestra de agua de 1000 g, Figura 30. Muestra de cal 2 g, Figura 31. Mezcla de agua y cal, Figura 32. Comprobación de pH de cal y Figura 33. Determinación de porcentaje de cal.



Figura 29. Muestra de agua de 1000 g



Figura 30. Muestra de cal 2 g



Figura 31. Mezcla de agua y cal



Figura 32. Comprobación de pH de cal



Figura 33. Determinación de porcentaje de cal

Calculo de proporción suelo-cal con los diferentes porcentajes de cal así como muestra la Tabla 19. también podemos apreciar el Gráfico 3. Donde muestra el óptimo % de cal para el uso en esta investigación y Tabla 20. Control de pH de cal se realiza la comprobación del % de cal adecuada.

Tabla 19. Proporción suelo cal

PESO DE SUELO	% CAL	PESO DE CAL	pH
(g)	%	(g)	(pH)
25.00	2.00	0.50	11.80
25.01	3.00	0.75	12.10
25.00	4.00	1.00	12.20
24.99	5.00	1.25	12.40
25.01	6.00	1.50	12.80
25.00	8.00	2.00	12.85
25.01	10.00	2.50	12.92
--	--	--	2.00

Fuente: Elaboración Propia

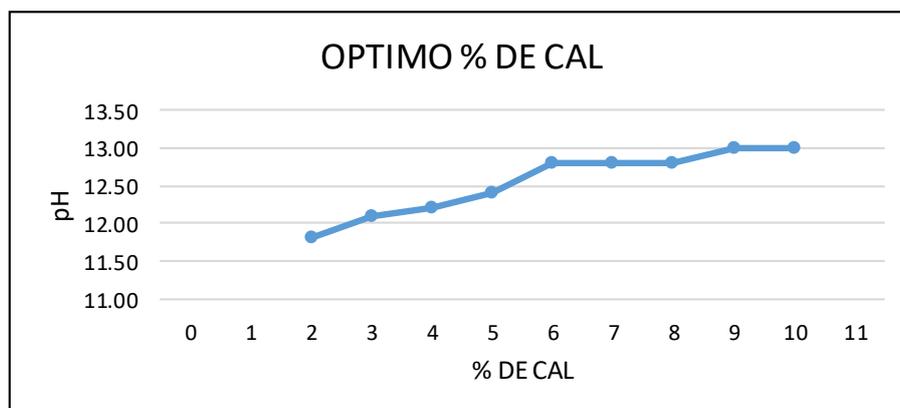


Gráfico 3. Optimo % de cal

Tabla 20. Control de pH de cal

Ítem	Materiales	Cantidad	% cal	Tiempo de Espera	Resultados
1	Agua	1000 g	5%	1 hora	12.40 Ph (OPTIMO)
2	Cal	2 g			

Fuente: Elaboración Propia

En conclusión, muestra un resultado de 12.40 de pH siendo optimo el material para el uso de estudios en suelos.

Las muestras extraídas de material serán utilizadas para las dosificaciones de la variable independiente con una dosificación del 5% de cal.

- Suelo patron
 - Dosificación de organosilanos 0.7% + 5% de cal
 - Dosificación de organosilanos 1.3% + 5% de cal
 - Dosificación de organosilanos 1.8% + 5% de cal
- **Máxima Densidad Seca** Relación Humedad – Densidad Proctor (**ASTM D 1557-12) - (2021)**

Fue realizado por el método “A” de 05 capas y con 25 golpes por capa. Luego se procedió a realizar el ensayo con los equipos y materiales, posterior a ello se toma el material tamizado por $\frac{3}{4}$ como la [Figura 34.](#) y [Figura 35.](#) Del equipo que será utilizado para este ensayo, luego preparando 4 especímenes seguidamente se humedece el espécimen y se hizo el cuarteo en 5 divisiones, así como se observa en la [Figura 36.](#), en la [Figura 37.](#) se ve el inició a colocar la capa N° 01 en el molde dando 25 golpes por capa con el martillo manual y así sucesivamente hasta la capa N° 05 como muestra la [Figura 38.](#), una vez completado las capas en el molde se procede a quitar la extensión metálica y con la ayuda de un enrasador metálico se retira el exceso de material para que de esa manera quede uniforme se muestra en la [Figura 39.](#) Retiro de material excedente, luego se procede a pesar donde se muestra en la [Figura 40.](#) una vez culminado se extrae el espécimen del molde de la parte del centro y finalmente se lleva al horno para saber el peso de la muestra seca el cual muestra la [Figura 41.](#)



Figura 34. Material tamizado por $\frac{3}{4}$ "



Figura 35. Moldes (equipo de ensayo)



Figura 36. Cuarteo de material



Figura 37. Relleno de capa N° 01



Figura 38. 25 golpes por capa con martillo



Figura 39. Retiro de material excedente



Figura 40. Pesando el material



Figura 41. Colocación de espécimen al horno

En la Tabla 21. Relación humedad - densidad proctor se muestra el cálculo de los datos obtenidos donde se halla el % de humedad y densidad del suelo seco en g/cm^3 , en el Gráfico 4. En relación al peso unitario y contenido de humedad se halla la curva de compactación.

Tabla 21. Relación humedad - densidad proctor

DESCRIPCIÓN		RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR			
Masa del Suelo Húmedo+ Molde	g	5592	5640	5660	5664
Masa del Molde	g	3680	3680	3680	3680
Masa del Suelo Húmedo	g/cm³	1912	1960	1980	1984
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm³	2.053	2.104	2.126	2.13
Capsula N°	N°	TP - 03	TP - 06	TP - 07	TP - 10
Masa de la Capsula	g	41.65	43	46.77	48.99
Suelo Húmedo + Capsula	g	360.85	279.73	277.2	342.53
Masa del Suelo Seco + Capsula	g	320.02	246.03	241.6	292.12
Masa del Agua	g	40.83	33.7	35.6	50.41
Masa del Suelo Seco	g	278.37	203.03	194.83	243.13
Humedad (%)	(%)	14.67%	16.60%	18.27%	20.73%
Promedio de Humedad (%)	(%)	14.67%	16.60%	18.27%	20.73%
Densidad del Suelo Seco	g/cm³	1.790	1.804	1.797	1.764
Peso Unitario Seco	kN/m³	17.55	17.7	17.62	17.3

Fuente: Elaboración Propia

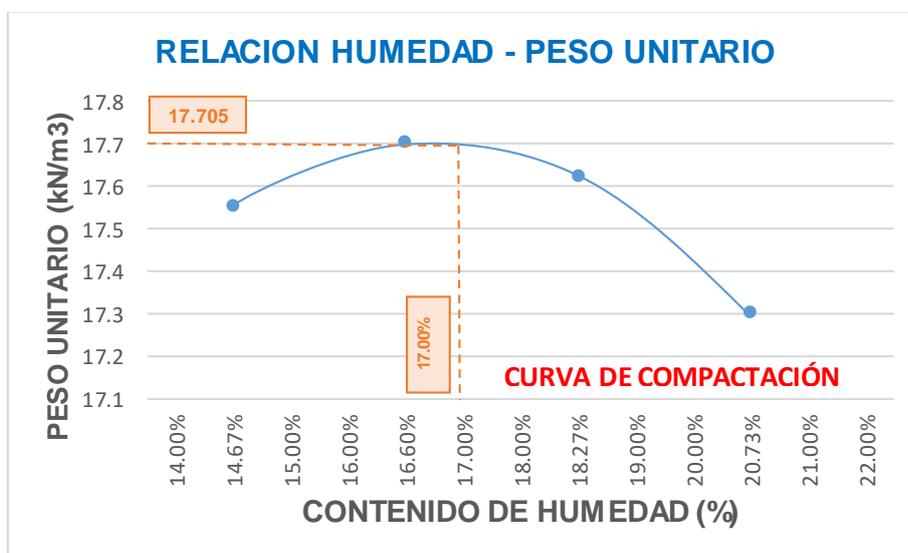


Gráfico 4. Relación humedad – peso unitario

- **Capacidad de soporte: Ensayo (CBR) (ASTMD1883-21) (ASTM-D1883-21)**

En este ensayo realizamos la expansión y penetración del suelo patron, al iniciar contamos con los equipos y material correspondiente, tomamos medidas del molde de altura y diámetro posterior a ello se tiende a pesar, tomamos el material como en la Figura 42. Material tamizado por ¾" el cual se humedece el material luego posterior a ello se muestra la Figura 43. Moldes (equipo de ensayo) donde se tiende a pesar y a colocar el material en el molde con una altura aproximada de 7cm luego

se coloca el disco espaciador y añadimos la extensión procediendo a apoyar en la mesa de compactación para realizar los 56 golpes con el martillo manual repitiendo el procedimiento con 25 y 12 golpes como muestra la [Figura 44.](#), luego se quitó la extensión metálica y con la ayuda de un enrasador metálico se retiró el exceso de material mostrado en la [Figura 45.](#) material excedente en la [Figura 46.](#) Muestra la limpieza del material restante, se voltea el molde y se retira el espaciador para poder pesar el espécimen en la báscula como la [Figura 47.](#), se mide el grosor del espaciador y se mide para restar al volumen del molde, en la base del molde y superficie del espécimen se coloca un papel filtro seguidamente se coloca la placa base perforado con vástago colocamos el mitrometro con el tripie haciendo coincidir con el vástago del espécimen, posterior a ello se sumerge en el tanque de saturación como se observa en la [Figura 48.](#) y realizamos la primera lectura de dial donde se hizo la continuación hasta el cuarto día y observamos que ya no hubo cambio de valor procediendo a retirar del tanque de saturación, retiramos la placa base y dejamos escurrir durante unos cuantos minutos e inmediatamente se puso el molde con base encima del plato de apoyo de carga de la prensa multiensayos y se deja caer el pistón de penetración en el orificio central luego se toma las lecturas una vez culminado se extrae el espécimen del molde de la parte del centro y finalmente se lleva al horno para saber el peso de la muestra seca como muestra la [Figura 49.](#) y [Figura 50.](#) Colocación de espécimen al horno.



Figura 42. Material tamizado por $\frac{3}{4}$ "



Figura 43. Moldes (equipo de ensayo)



Figura 44. Golpes de 12, 25 y 56



Figura 45. Material excedente



Figura 46. Limpieza de material restante



Figura 47. Pesando el espécimen



Figura 48. Tanque de saturación



Figura 49. Máquina de Compresión



Figura 50. Colocación de espécimen al horno

Luego de tomar los datos se realizaron los cálculos con el N° de golpes por capa para el soporte de california.

- **Resistencia a la compresión no confinada:**

Se hizo con el Ensayo de Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (**ASTM D 5102 y D 5102 M-22**) también se realizó con la norma (**ASTM D 2166 y D 2166 M-16**)

Para realizar el ensayo se necesita la máquina de compresión, luego tomamos la medida de tres partes de la probeta que son superior, medio e inferior también es importante el peso del espécimen, luego colocamos la probeta con el espécimen en la máquina de compresión se obtiene los tiempos y las lecturas hasta que presento una deformación y se rompe la probeta seguidamente se mide el ángulo de rotura del espécimen y así sucesivamente obteniendo los datos y realizando los gráficos. En la Tabla 22. Se calcula la deformación controlada del espécimen – A del suelo patron hallando el esfuerzo desviador, en el Gráfico 5. Muestra la curva de esfuerzo y deformación del espécimen – A, en la Tabla 23. se calcula la deformación controlada del espécimen – B del suelo patron hallando el esfuerzo desviador y en el Gráfico 6. Muestra la curva de esfuerzo y deformación del espécimen – B, se muestra el Gráfico 7. De la deformación controlada en relación al esfuerzo y deformación luego se halla el circulo de mohr con el esfuerzo cortante y el esfuerzo normal como se observa en el Gráfico 8.

Tabla 22. Deformación controlada

DEFORMACIÓN CONTROLADA							
ESPECIMEN - A							
MADURACION : 1 D - % CAL - 0% ORGANOSILANO (PATRON)							
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Área Corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla
(0.01 mm)	ϵ [$\Delta H/H_0$]	1- ϵ	Ac (cm ²)	P (kg)	σ (Kg/cm ²)	σ (Kpa)	ϵ %
0	0.00000	1.00000	78.70	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00048	0.99952	78.74	3.30	0.04	4.11	0.05
20	0.00097	0.99903	78.77	5.10	0.06	6.35	0.10
30	0.00145	0.99855	78.81	5.50	0.07	6.84	0.15
40	0.00194	0.99806	78.85	7.60	0.10	9.45	0.19
50	0.00242	0.99758	78.89	8.70	0.11	10.82	0.24
60	0.00291	0.99709	78.93	12.30	0.16	15.28	0.29
70	0.00339	0.99661	79.97	15.80	0.20	19.62	0.34
80	0.00388	0.99612	79.00	19.80	0.25	24.58	0.39
90	0.00436	0.99564	79.04	22.00	0.28	27.30	0.44
100	0.00485	0.99515	79.08	26.90	0.34	33.36	0.48
125	0.00606	0.99394	79.18	40.50	0.51	50.16	0.61
150	0.00727	0.99273	79.27	55.70	0.70	68.90	0.73
175	0.00849	0.99151	79.37	74.40	0.94	91.93	0.85
200	0.00970	0.99030	79.47	88.90	1.12	109.71	0.97
225	0.01091	0.98909	79.57	98.70	1.24	121.65	1.09
250	0.01212	0.98788	79.66	104.10	1.31	128.15	1.21
275	0.01334	0.98666	79.76	105.20	1.32	129.34	1.33
300	0.01455	0.98545	79.86	97.00	1.21	119.12	1.45
350	0.01697	0.98303	80.06	85.10	1.06	104.25	1.70
400	0.01940	0.98060	80.25	74.30	0.93	90.79	1.94
450	0.02182	0.97818	80.45	62.10	0.77	75.70	2.18

Fuente: Elaboración Propia

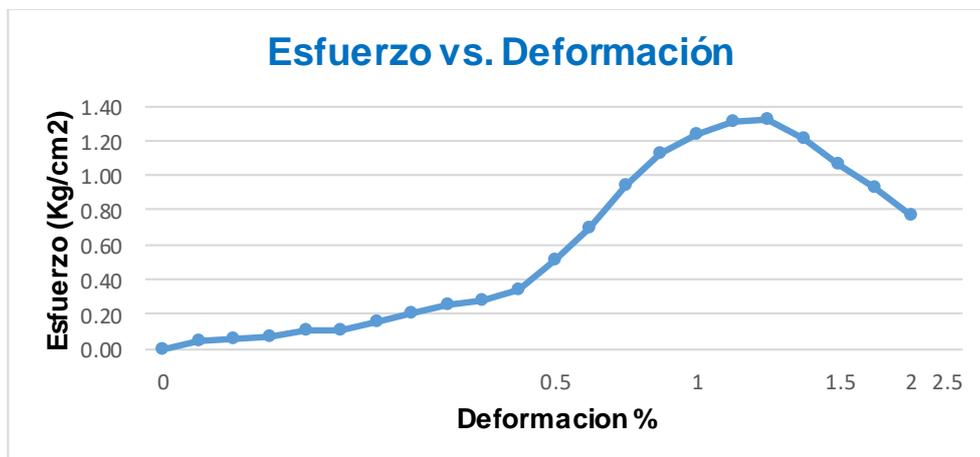


Gráfico 5. Esfuerzo vs. deformación

Tabla 23. Deformación controlada

DEFORMACIÓN CONTROLADA							
ESPECIMEN - B							
MADURACIÓN : 1 D - % CAL - 0% ORGANOSILANO (PATRON)							
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain ϵ	1 - Def. Unit. 1- ϵ	Área Corregida Ac (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla $\epsilon \%$
(0.01 mm)	$[\Delta H/H_0]$				σ (Kg/cm ²)	σ (Kpa)	
0	0.00000	1.00000	79.17	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00048	0.99952	79.21	3.00	0.04	3.71	0.05
20	0.00097	0.99903	79.25	6.10	0.08	7.55	0.10
30	0.00145	0.99855	79.28	10.40	0.13	12.86	0.15
40	0.00194	0.99806	79.32	15.40	0.19	19.04	0.19
50	0.00242	0.99758	79.36	21.30	0.27	26.32	0.24
60	0.00291	0.99709	79.40	30.10	0.38	37.18	0.29
70	0.00339	0.99661	79.44	37.90	0.48	46.79	0.34
80	0.00388	0.99612	79.48	44.40	0.56	54.78	0.39
90	0.00436	0.99564	79.52	52.90	0.67	65.24	0.44
100	0.00485	0.99515	79.56	60.50	0.76	74.58	0.48
125	0.00606	0.99394	79.65	79.10	0.99	97.39	0.61
150	0.00727	0.99273	79.75	95.70	1.20	117.68	0.73
175	0.00849	0.99151	79.85	108.50	1.36	133.26	0.85
200	0.00970	0.99030	79.94	115.40	1.44	141.56	0.97
225	0.01091	0.98909	80.04	114.60	1.43	140.41	1.09
250	0.01212	0.98788	80.14	111.60	1.39	136.56	1.21
275	0.01334	0.98666	80.24	105.80	1.32	129.31	1.33
300	0.01455	0.98545	80.34	99.50	1.24	121.46	1.45
350	0.01697	0.98303	80.54	82.00	1.02	99.85	1.70
400	0.01940	0.98060	80.74	65.80	0.82	79.92	1.94
450	0.02182	0.97818	80.94	51.40	0.64	62.28	2.18
500	0.02425	0.97575	81.14	43.10	0.53	52.09	2.42
600	0.02910	0.97090	81.54	29.70	0.36	35.72	2.91

Fuente: Elaboración Propia

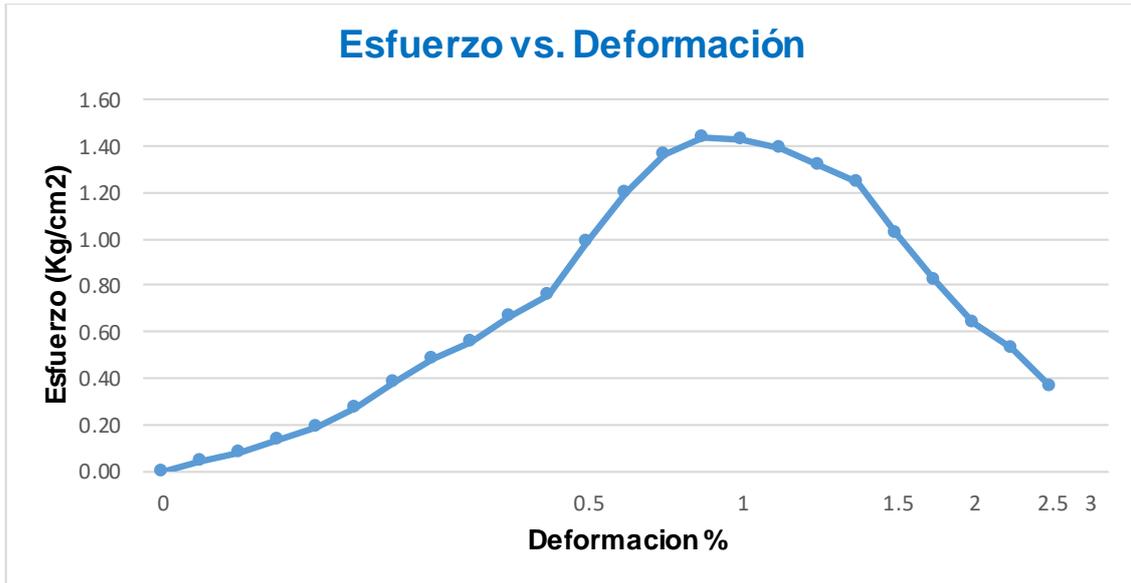


Gráfico 6. Esfuerzo vs. deformación

Cuadro del cálculo de deformación controlada:

RESISTENCIA DE COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	Presión and Bias	Módulo de Young´s E
Qu p=1.35 kg/cm ² (132.36 Kpa)	Cu: Su: 0.675 kg/cm ² (66.18 Kpa)	% Diff = (9.02)	Es=(11713.29)

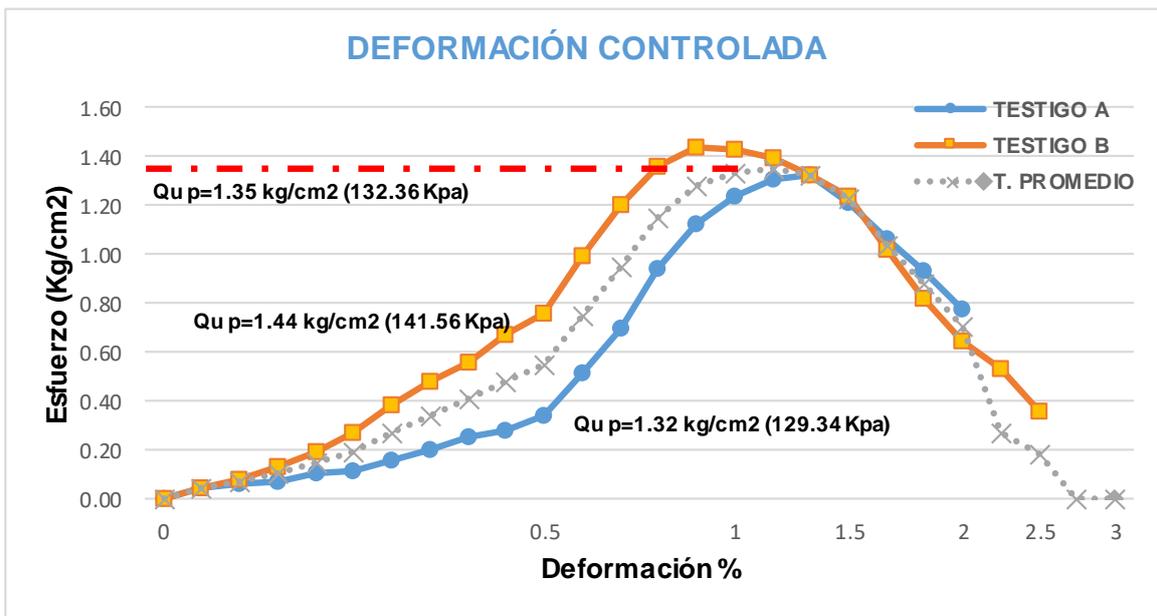


Gráfico 7. Deformación controlada

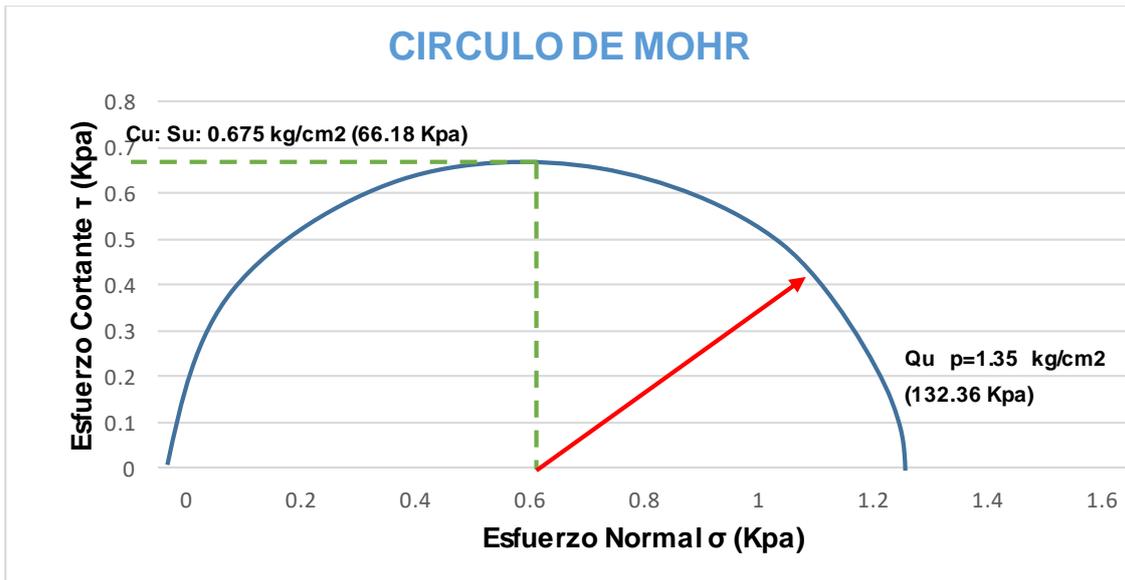


Gráfico 8. Circulo de mohr

ETAPA N° 05: ANÁLISIS, RECOLECCIÓN DE DATOS Y CALCULO

Se realizó la determinación de cálculo de todos los ensayos realizados de acuerdo a la VD con la consideración de la VI.

- **Control de organosilano** como muestra la Tabla 24. Se hizo una comprobación de material para el uso de este aditivo en esta investigación.

Tabla 24. Comprobación de agua y organosilanos

Ítem	Materiales	Cantidad	Tiempo de Espera	Resultados
1	Agua	10 ml	20 min	solución
2	Organosilanos	1 ml		Trasparente OPTIMO

Fuente: Elaboración Propia

- **Control de pH del suelo (NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015))** como muestra la Tabla 25. Se hizo un control de pH de cal para hallar el % adecuado en donde la Tabla 26. Muestra el pH adecuada como también en el Gráfico 9. y la Tabla 27. indicando que el porcentaje de cal adecuado es de 5% con un pH de 12.40 y poder ser usada en esta investigación.

Tabla 25. Control de pH del suelo

ÍTEM	% DE CAL	UND	N° SEGÚN COLOR	SEGUN TABLA DE PH
prueba N° 01	2%	Unid. pH	11.80	ALCALINO
prueba N° 02	3%	Unid. pH	12.10	ALCALINO
prueba N° 03	4%	Unid. pH	12.20	ALCALINO
prueba N° 04	5%	Unid. pH	12.40	ALCALINO
prueba N° 05	6%	Unid. pH	12.80	ALCALINO
prueba N° 06	8%	Unid. pH	12.85	ALCALINO
prueba N° 07	10%	Unid. pH	12.92	ALCALINO



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. Proporción suelo cal

PESO DE SUELO	% CAL	PESO DE CAL	pH
(g)	%	(g)	(pH)
25.00	2.00	0.50	11.80
25.01	3.00	0.75	12.10
25.00	4.00	1.00	12.20
24.99	5.00	1.25	12.40
25.01	6.00	1.50	12.80
25.00	8.00	2.00	12.85
25.01	10.00	2.50	12.92
--	--	--	2.00

Fuente: Elaboración Propia

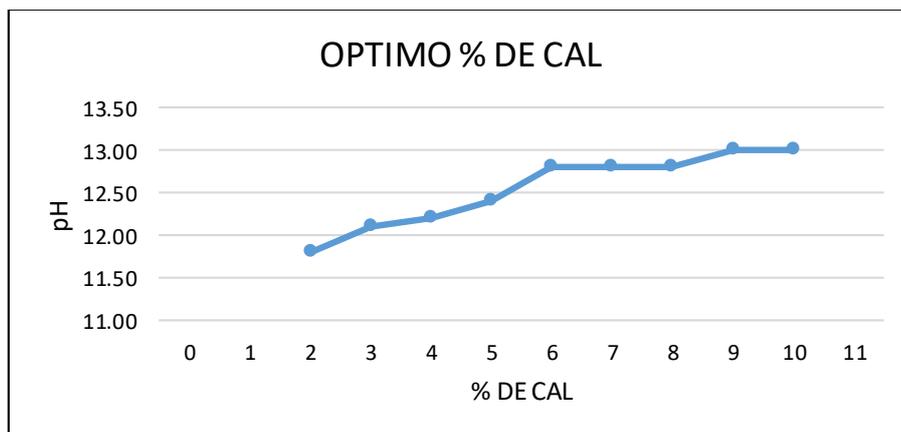


Gráfico 9. Optimo % de cal

Tabla 27. Control de pH de cal

Ítem	Materiales	Cantidad	% cal	Tiempo de Espera	Resultados
1	Agua	1000 g	5%	1 hora	12.40 Ph (OPTIMO)
2	Cal	2 g			

Fuente: Elaboración Propia

El primer ensayo realizado corresponde a la **SUELO PATRON** Donde se realizó lo siguiente:

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422 - 63)
 - ✓ Límites de consistencia: Determinación del IP (ASTM D 4318 - MTC E110 y E111)
 - ✓ Máxima Densidad Seca: Relación Humedad – Densidad Proctor (ASTM D 1557-12 (2021))
 - ✓ Capacidad de soporte: Ensayo de (CBR) (ASTM D1883-21)
 - ✓ Resistencia a la compresión: se hizo con el Ensayo de Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (ASTM D 5102 y D 5102 M-22)
- **Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422 - 63)**

Se muestra los datos obtenidos del ensayo de análisis granulométrico con los diferentes tamaños de malla y obtención de datos en cada tamiz retenido una

cantidad de muestra como se observa en la Tabla 28. Análisis granulométrico, también se observa el Gráfico 10. Curva granulométrica del porcentaje de material que pasa por cada tamiz.

Tabla 28. Análisis granulométrico

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100
1"	25.400	22.6	0.71	0.71	99.29
3/4"	19.000	16.88	0.53	1.25	98.75
1/2"	12.500	18.58	0.59	1.84	98.16
3/8"	9.500	39.41	1.25	3.08	96.92
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	7.14	0.23	3.31	96.69
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	47.98	1.52	4.83	95.17
N° 16	1.190				
N° 20	0.840	25.55	0.81	5.63	94.37
N° 30	0.600				
N° 40	0.425	29.94	0.95	6.58	93.42
N° 50	0.300				
N° 60	0.250	68.34	2.16	8.74	91.26
N° 100	0.150	48.78	1.54	10.28	89.72
N° 200	0.075	115.37	3.65	13.93	86.07
< N° 200	FONDO	2721.43	86.07	100	

Fuente: Elaboración propia

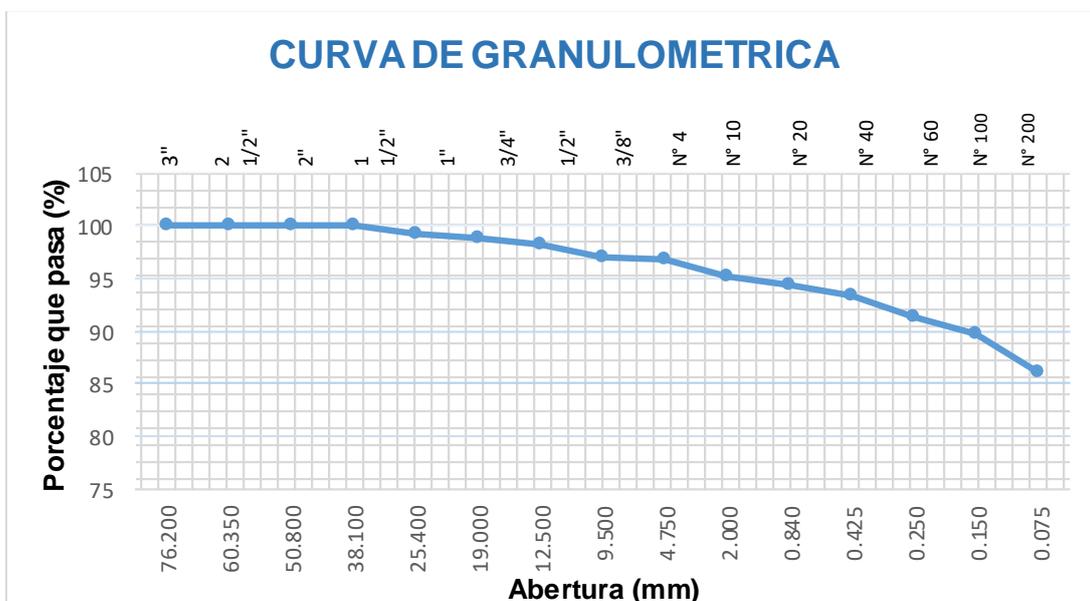


Gráfico 10. Curva granulométrica

- **Límites de consistencia:**

Determinación del IP (**ASTM D-4318 - MTC E110 y E111**)

Se muestra los datos obtenidos del LL según la Tabla 29. El cual nos brinda como resultado el contenido de humedad.

Tabla 29. Limite liquido

DESCRIPCION	N°	LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)		
		LC - 06	LC - 07	LC - 08
N° DE TARA				
M.DE LA TARA	g	46.83	45.95	42.95
M.TARA+SUELO HUMEDO	g	67.34	62.04	56.7
M.TARA+SUELO SECO	g	61.75	57.75	53.09
MASA DE AGUA	g	5.59	4.49	3.61
MASA DEL SUELO SECO	g	14.92	11.8	10.14
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.5	36.4	35.6
NUMERO DE GOLPES	N°	15	25	37

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra la Tabla 30. de los datos obtenidos del LP el cual nos brinda el % promedio del contenido de humedad.

Tabla 30. Limite plástico

DESCRIPCION	N°	LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)		
		LC - 09	LC - 10	
N° DE TARA				
M.DE LA TARA	g	46.39	49.02	
M.TARA+SUELO HUMEDO	g	48.89	52.38	
M.TARA+SUELO SECO	g	48.44	51.78	
M.DE AGUA	g	0.45	0.60	
M. DEL SUELO SECO	g	2.05	2.76	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.0	21.7	LP=21.85

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 11. de diagrama de fluidez donde la relación del contenido de humedad y el número de golpes nos muestra la curva de fluidez.

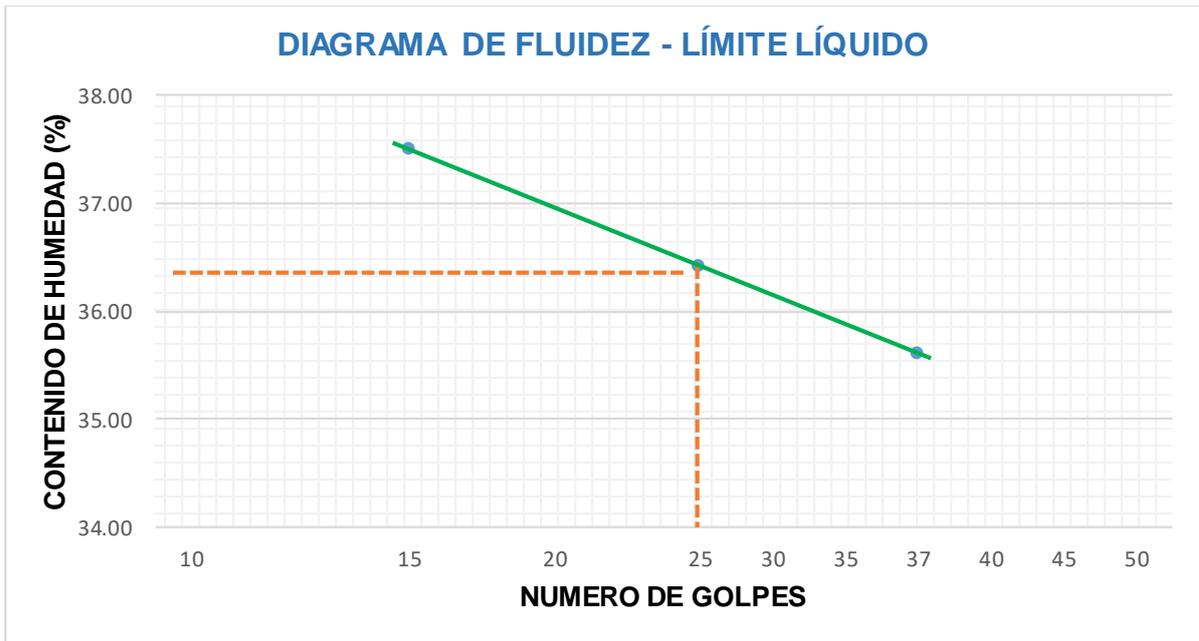


Gráfico 11. Diagrama de fluidez – limite liquido

- **Determinación del IP:**

Promedio de % del IP entre el LL y el LP como muestra la Tabla 31.

Tabla 31. Índice de plasticidad

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LL	36
LP	22
INDICE DE PLASTICIDAD	14

Fuente: Elaboración Propia

- **Contenido de humedad**

(**ASTM D 2216 - 19**) : Se hace el cálculo del promedio del OCH en % tal como indica la Tabla 15.

Tabla 32. Contenido de humedad natural

DESCRIPCION		1	2	3
N° DE TARA		CH - 04	CH - 05	CH - 06
M.DE LA TARA	g	71.43	72.05	74.93
M.TARA+SUELO HUMEDO	g	386.98	337.54	444.05
M.TARA+SUELO SECO	g	330.02	290.51	376.19
M.DE AGUA	g	56.96	47.03	67.86
MASA DEL SUELO SECO	g	258.59	218.46	301.26
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.0	21.53	22.53
PROMEDIO	(%)		22.0	

Fuente: Elaboración Propia

- Máxima Densidad Seca:**

Relación Humedad – Densidad Proctor (**ASTM D 1557-12 (2021)**); En la Tabla 33. Relación humedad - densidad proctor se muestra el cálculo de los datos obtenidos donde se halla el % de humedad y densidad del suelo seco en g/cm³, en el Gráfico 12. En relación al peso unitario y contenido de humedad se halla la curva de compactación.

Tabla 33. Relación humedad - densidad proctor

DESCRIPCIÓN		RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR			
Masa del Suelo Húmedo+Molde	g	5592	5640	5660	5664
M.del Molde	g	3680	3680	3680	3680
M.del Suelo Húmedo	g/cm³	1912	1960	1980	1984
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm³	2.053	2.104	2.126	2.13
Capsula N°	N°	TP - 03	TP - 06	TP - 07	TP - 10
M.de la Capsula	g	41.65	43	46.77	48.99
Suelo Húmedo + Capsula	g	360.85	279.73	277.2	342.53
M.del Suelo Seco + Capsula	g	320.02	246.03	241.6	292.12
M.del Agua	g	40.83	33.7	35.6	50.41
M.del Suelo Seco	g	278.37	203.03	194.83	243.13
Humedad (%)	(%)	14.67%	16.60%	18.27%	20.73%
Promedio de Humedad (%)	(%)	14.67%	16.60%	18.27%	20.73%
Densidad del Suelo Seco	g/cm³	1.790	1.804	1.797	1.764
Peso Unitario Seco	kN/m³	17.55	17.7	17.62	17.3

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro de relación humedad – peso unitario:

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D 1557-12	PESO UNITARIO SECO	1.805 gr/cc	17.705 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	17.00%	17.00%

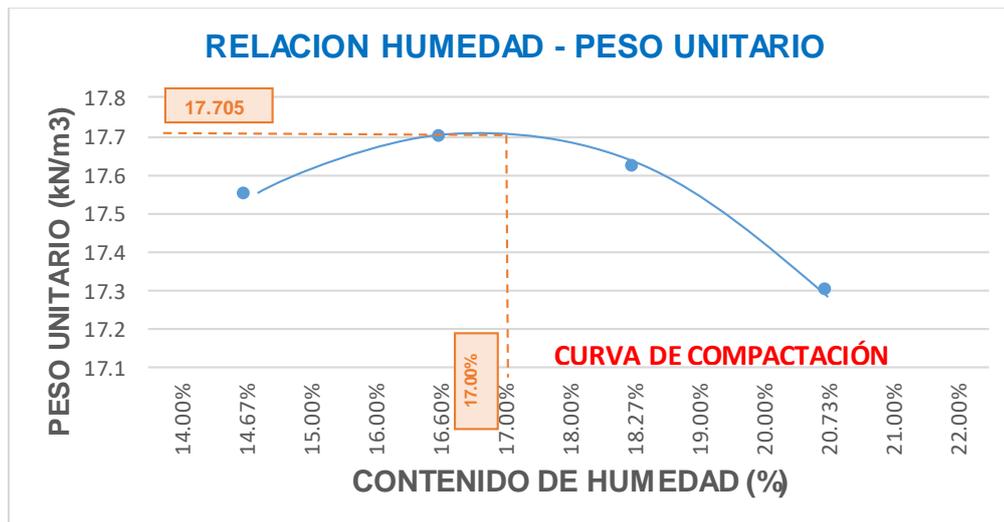


Gráfico 12. Relación humedad – peso unitario

- **Capacidad de soporte: Ensayo (CBR) (ASTM D 1883-21)**

Se realiza cálculos como muestra la Tabla 34. de 56 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 35. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 36., el Gráfico 13. Muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR. Este procedimiento se repite con 25 golpes y se realiza cálculos como muestra la Tabla 37. de 26 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 38. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 39., el Gráfico 14. Muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR. y termina con 12 golpes el cual se realiza cálculos como muestra la Tabla 40. de 26 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 41. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 42., el Gráfico 15. Muestra la relación de

esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR, luego se procede a graficar la curva de compactación como se observa en el Gráfico 16. y en la Tabla 43. muestra resultados del CBR al 95% y al 100% obtenidos por el Gráfico 17. datos hallados en relación del CBR corregido y el PUS.

Tabla 34. C.S. con 56 golpes

56 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	A-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	56	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
M. Suelo Húmedo + Molde	g	12574	12710
M. Molde	g	8170	8170
M. Suelo Húmedo	g/cm3	4404	4540
Volumen del Suelo	cm3	2080	2080
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	2.117	2.183
Capsula N°	N°	PC - 1	PC - 2
M. Capsula	g	45.45	45.83
Suelo Húmedo + Capsula	g	258.20	298.49
M. Suelo Seco + Capsula	g	250.41	256.46
M. Agua	g	34.79	42.03
M. Suelo Seco	g	204.96	210.63
Humedad (%)	(%)	16.98%	19.95%
Promedio de Humedad (%)	(%)	16.98%	19.95%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.810	1.819
Peso Unitario Seco	kN/m3	17.750	17.843

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35. Expansión con 56 golpes

EXPANSIÓN 56 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	119.00	0.00	0.00
1er Día	24:00:00	155.00	0.91	0.72
2do Día	48:00:00	179.00	1.52	1.20
3er Día	72:00:00	201.00	2.08	1.64
4to Día	96:00:00	237.00	3.00	2.36

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36. Penetración con 56 golpes

PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar kg- F/cm2/ Mpa	MOLDE N° A - 1			CBR Corr. (%)
mm	Pulg.			Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	
0.00	0.000	0:00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		44.5	2.30	0.23	
1.27	0.050	01:00		103.5	5.35	0.52	
1.90	0.075	01:30		159.4	8.24	0.81	
2.54	0.100	02:00	70.31/6.9	218.5	11.29	1.11	15.94
3.17	0.125	02:30		267.5	13.82	1.36	
3.81	0.150	03:00		319.4	16.51	1.62	
5.08	0.200	04:00	105.46/10.35	400.5	20.70	2.03	19.32
6.35	0.250	05:00		471.7	24.38	2.39	
7.62	0.300	06:00		527.7	27.27	2.67	
8.89	0.350	07:00		582.0	30.07	2.95	
10.16	0.400	08:00		640.6	33.11	3.25	
11.43	0.450	09:00		689.0	35.61	3.49	
12.70	0.500	10:00		730.7	37.76	3.70	

Fuente: Elaboración Propia

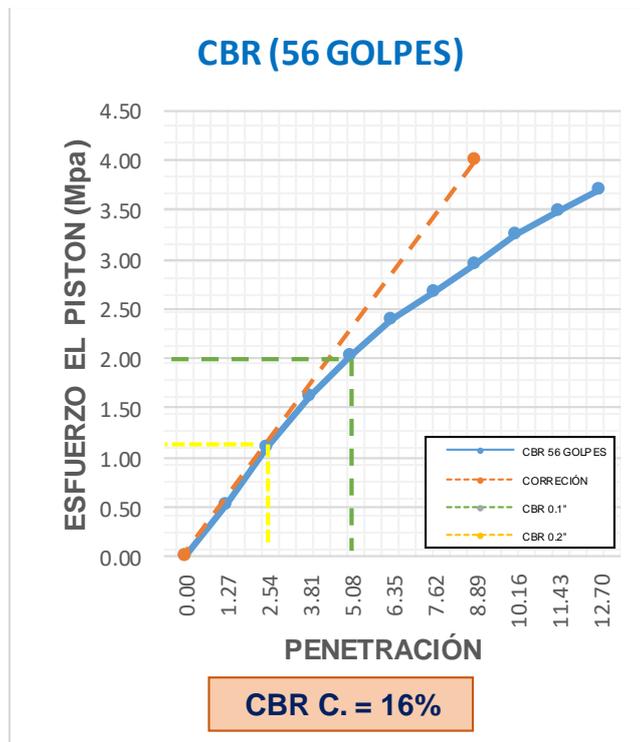


Gráfico 13. CBR con 56 Golpes

Tabla 37. C.S. con 25 golpes

25 GOPES			
DESCRIPCION	COD.	N-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	25	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
M.Suelo Húmedo + Molde	g	11720	11930
M.Molde	g	7570	7570
M.Suelo Húmedo	g/cm3	4150	4360
Volumen del Suelo	cm3	2062	2062
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	2.012	2.114
Capsula N°	N°	PC - 3	PC - 4
M.de la Capsula	g	51.3	46.27
Suelo Húmedo + Capsula	g	352.99	287.65
M.Suelo Seco + Capsula	g	309.08	251.29
M.Agua	g	43.91	36.36
M.Suelo Seco	g	257.78	205.02
Humedad (%)	(%)	17.04%	17.73%
Promedio de Humedad (%)	(%)	17.04%	17.73%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.720	1.796
Peso Unitario Seco	kN/m3	16.863	17.611

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. Expansión con 25 golpes

EXPANSIÓN 25 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	556.00	0.00	0.00
1er Día	24:00:00	611.00	1.40	1.10
2do Día	48:00:00	672.00	2.95	2.32
3er Día	72:00:00	690.00	3.40	2.68
4to Día	96:00:00	720.00	4.17	3.28

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Penetración con 25 golpes

PENETRACION		Tiempo	Carga Estándar kg- F/cm2/ Mpa	MOLDE N° N - 1			
mm	Pulg.			Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0.000	0:00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		22.4	1.16	0.11	
1.27	0.050	01:00		60.5	3.13	0.31	
1.90	0.075	01:30		95.3	4.93	0.48	
2.54	0.100	02:00	70.31 /6.9	133.4	6.89	0.68	11.16
3.17	0.125	02:30		167.2	8.64	0.85	
3.81	0.150	03:00		207.4	10.72	1.05	
5.08	0.200	04:00	105.46 /10.35	276.0	14.26	1.40	12.56
6.35	0.250	05:00		323.0	16.96	1.64	
7.62	0.300	06:00		384.4	19.86	1.95	
8.89	0.350	07:00		446.7	23.08	2.26	
10.16	0.400	08:00		499.1	25.79	2.53	
11.43	0.450	09:00		546.6	28.25	2.77	
12.70	0.500	10:00		586.0	30.28	2.97	

Fuente: Elaboración Propia

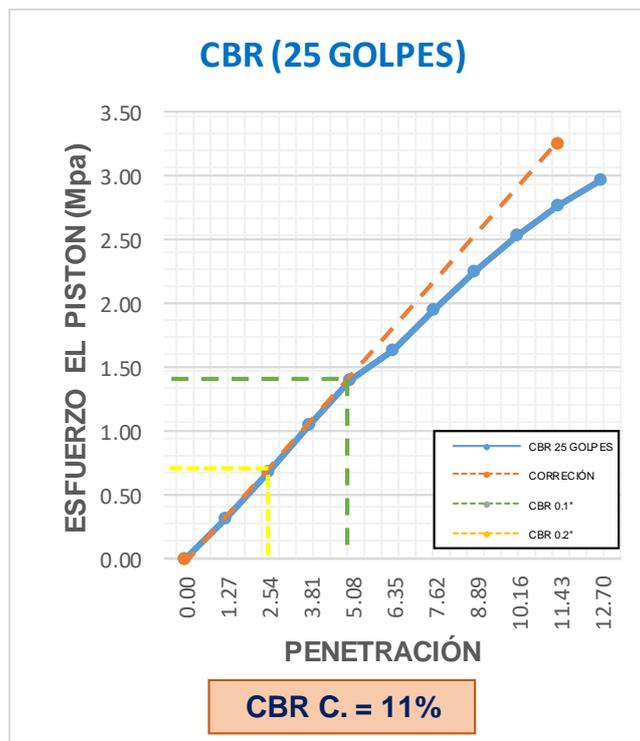


Gráfico 14. CBR con 25 Golpes

Tabla 40. C.S. con 12 golpes

12 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	Q-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	12	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
M.Suelo Húmedo + Molde	g	10610	11030
M.Molde	g	6810	6810
M.Suelo Húmedo	g/cm3	3800	4220
Volumen del Suelo	cm3	2080	2080
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	1.827	2.029
Capsula N°	N°	PC - 5	PC - 6
M.Capsula	g	46.66	47.32
Suelo Húmedo + Capsula	g	318.75	323.89
M.Suelo Seco + Capsula	g	279.4	270.14
M.Agua	g	39.35	59.75
M.Suelo Seco	g	232.74	222.82
Humedad (%)	(%)	16.91%	26.82%
Promedio de Humedad (%)	(%)	16.91%	26.82%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.562	1.600
Peso Unitario Seco	kN/m3	15.323	15.687

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41. Expansión con 12 golpes

EXPANSIÓN				
12 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	503.00	0.00	0.00
1er Día	24:00:00	601.00	2.49	1.96
2do Día	48:00:00	681.00	4.52	3.56
3er Día	72:00:00	765.00	6.65	5.24
4to Día	96:00:00	798.00	7.49	5.90

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42. Penetración con 12 golpes

12 GOLPES							
PENETRACION			Carga Estándar kg- F/cm2/ Mpa	MOLDE N° Q - 1			CBR Corr. (%)
mm	Pulg.	Tiempo		Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	
0.00	0.000	0:00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		22.9	1.18	0.12	
1.27	0.050	01:00		47.9	2.48	0.24	
1.90	0.075	01:30		73.5	3.80	0.37	
2.54	0.100	02:00	70.31	97.2	5.02	0.49	6.52
3.17	0.125	02:30	/6.9	120.5	6.23	0.61	
3.81	0.150	03:00		140.7	7.27	0.71	
5.08	0.200	04:00	105.46	180.1	9.31	0.91	8.02
6.35	0.250	05:00	/10.35	213.7	11.04	1.08	
7.62	0.300	06:00		245.1	12.66	1.24	
8.89	0.350	07:00		275.1	14.22	1.39	
10.16	0.400	08:00		300.6	15.54	1.52	
11.43	0.450	09:00		322.6	16.62	1.63	
12.70	0.500	10:00		341.4	17.64	1.73	

Fuente: Elaboración Propia

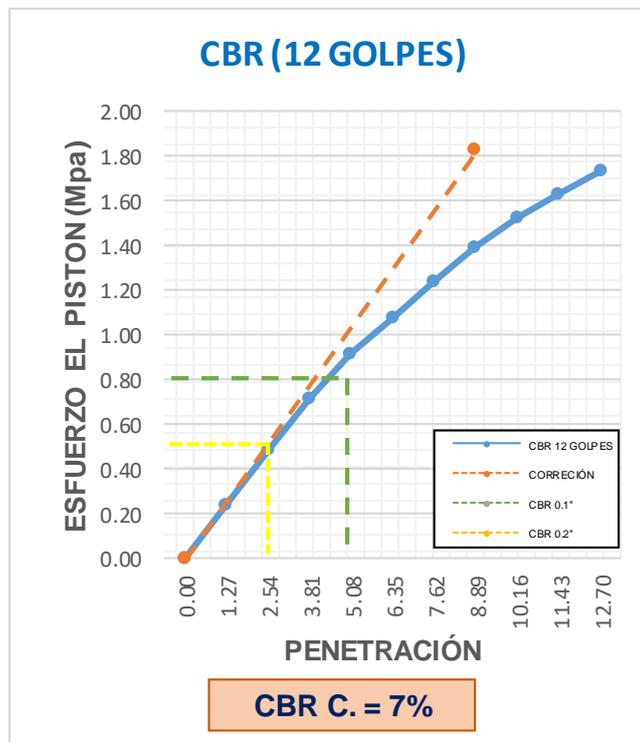


Gráfico 15. CBR con 12 Golpes

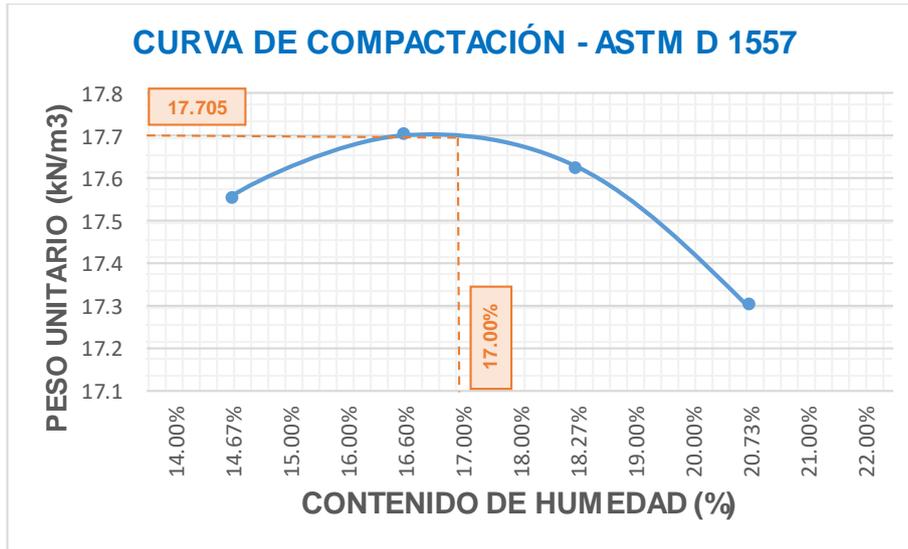


Gráfico 16. Curva de compactación

Tabla 43. CBR al 95% y 100%

CBR (100% DE MDS) 0.1"	%	15.70%	CBR (100% DE MDS) 0.2"	%	19.00%
CBR (95% DE MDS) 0.1"	%	11.00%	CBR (95% DE MDS) 0.2"	%	12.40%

Fuente: Elaboración Propia

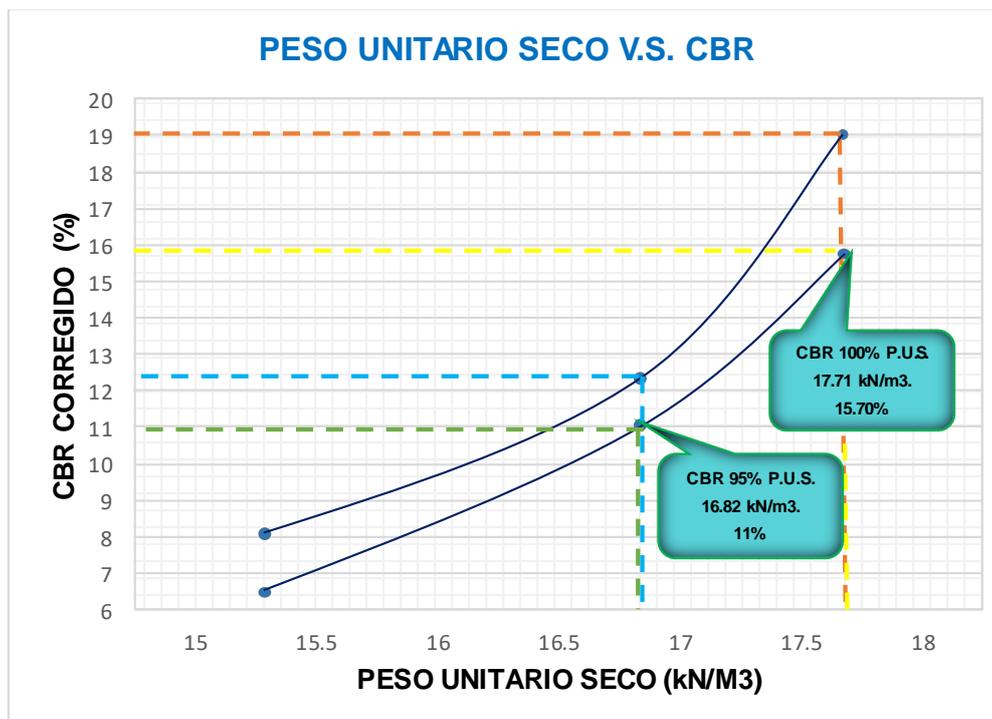


Gráfico 17. Peso unitario seco vs. CBR

- **Resistencia a la compresión:** Se hizo con el Ensayo de Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (**ASTM D 5102 y D 5102 M - 22**) también se realizó con la norma ASTM Standard **ASTM D 2166 y D2166 M**

En la Tabla 44. se calcula la deformación controlada del espécimen – A del suelo patron hallando el esfuerzo desviador, en el Gráfico 18. Muestra la curva de esfuerzo y deformación del espécimen – A, en la Tabla 45. se calcula la deformación controlada del espécimen – B del suelo patron hallando el esfuerzo desviador y en el Gráfico 19. Muestra la curva de esfuerzo y deformación del espécimen – B, se muestra el Gráfico 20. De la deformación controlada en relación al esfuerzo y deformación, luego se halla el circulo de mohr con el esfuerzo cortante y el esfuerzo normal como se observa en el Gráfico 21.

Tabla 44. Deformación controlada

DEFORMACION CONTROLADA							
ESPECIMEN - A							
MADURACION : 1 D - % CAL - 0% ORGANOSILANO (PATRON)							
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Área Corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla
(0.01 mm)	ϵ [$\Delta H/H_0$]	1- ϵ	Ac (cm ²)	P (kg)	σ (Kg/cm ²)	σ (Kpa)	ϵ %
0	0.00000	1.00000	78.70	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00048	0.99952	78.74	3.30	0.04	4.11	0.05
20	0.00097	0.99903	78.77	5.10	0.06	6.35	0.10
30	0.00145	0.99855	78.81	5.50	0.07	6.84	0.15
40	0.00194	0.99806	78.85	7.60	0.10	9.45	0.19
50	0.00242	0.99758	78.89	8.70	0.11	10.82	0.24
60	0.00291	0.99709	78.93	12.30	0.16	15.28	0.29
70	0.00339	0.99661	79.97	15.80	0.20	19.62	0.34
80	0.00388	0.99612	79.00	19.80	0.25	24.58	0.39
90	0.00436	0.99564	79.04	22.00	0.28	27.30	0.44
100	0.00485	0.99515	79.08	26.90	0.34	33.36	0.48
125	0.00606	0.99394	79.18	40.50	0.51	50.16	0.61
150	0.00727	0.99273	79.27	55.70	0.70	68.90	0.73
175	0.00849	0.99151	79.37	74.40	0.94	91.93	0.85
200	0.00970	0.99030	79.47	88.90	1.12	109.71	0.97
225	0.01091	0.98909	79.57	98.70	1.24	121.65	1.09
250	0.01212	0.98788	79.66	104.10	1.31	128.15	1.21
275	0.01334	0.98666	79.76	105.20	1.32	129.34	1.33
300	0.01455	0.98545	79.86	97.00	1.21	119.12	1.45
350	0.01697	0.98303	80.06	85.10	1.06	104.25	1.70
400	0.01940	0.98060	80.25	74.30	0.93	90.79	1.94
450	0.02182	0.97818	80.45	62.10	0.77	75.70	2.18

Fuente: Elaboración Propia

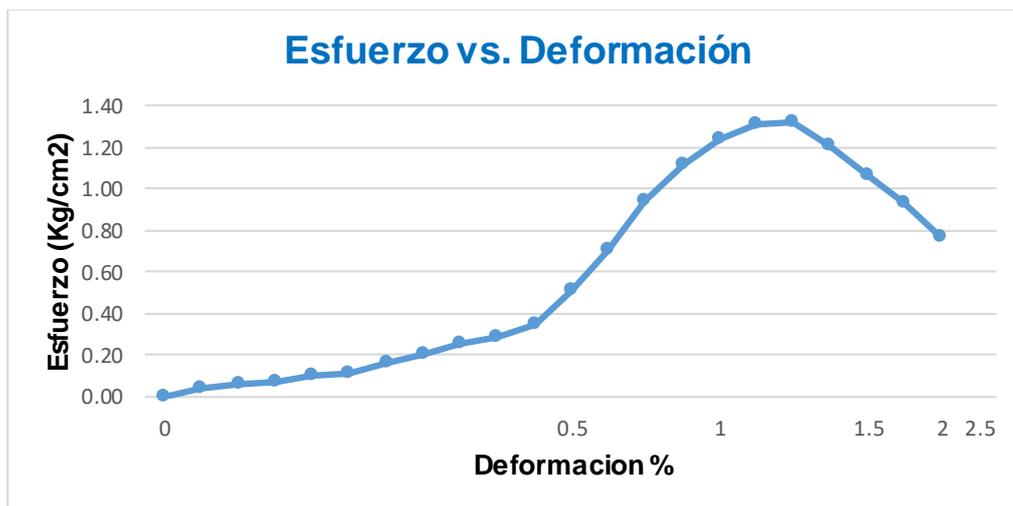


Gráfico 18. Esfuerzo vs. deformación

Tabla 45. Deformación controlada

DEFORMACIÓN CONTROLADA							
ESPECIMEN - B							
MADURACION : 1 D - % CAL - 0% ORGANOSILANO (PATRON)							
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Área Corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla
(0.01 mm)	ϵ [$\Delta H/H_0$]	1- ϵ	Ac (cm ²)	P (kg)	σ (Kg/cm ²)	σ (Kpa)	ϵ %
0	0.00000	1.00000	79.17	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00048	0.99952	79.21	3.00	0.04	3.71	0.05
20	0.00097	0.99903	79.25	6.10	0.08	7.55	0.10
30	0.00145	0.99855	79.28	10.40	0.13	12.86	0.15
40	0.00194	0.99806	79.32	15.40	0.19	19.04	0.19
50	0.00242	0.99758	79.36	21.30	0.27	26.32	0.24
60	0.00291	0.99709	79.40	30.10	0.38	37.18	0.29
70	0.00339	0.99661	79.44	37.90	0.48	46.79	0.34
80	0.00388	0.99612	79.48	44.40	0.56	54.78	0.39
90	0.00436	0.99564	79.52	52.90	0.67	65.24	0.44
100	0.00485	0.99515	79.56	60.50	0.76	74.58	0.48
125	0.00606	0.99394	79.65	79.10	0.99	97.39	0.61
150	0.00727	0.99273	79.75	95.70	1.20	117.68	0.73
175	0.00849	0.99151	79.85	108.50	1.36	133.26	0.85
200	0.00970	0.99030	79.94	115.40	1.44	141.56	0.97
225	0.01091	0.98909	80.04	114.60	1.43	140.41	1.09
250	0.01212	0.98788	80.14	111.60	1.39	136.56	1.21
275	0.01334	0.98666	80.24	105.80	1.32	129.31	1.33
300	0.01455	0.98545	80.34	99.50	1.24	121.46	1.45
350	0.01697	0.98303	80.54	82.00	1.02	99.85	1.70
400	0.01940	0.98060	80.74	65.80	0.82	79.92	1.94
450	0.02182	0.97818	80.94	51.40	0.64	62.28	2.18
500	0.02425	0.97575	81.14	43.10	0.53	52.09	2.42
600	0.02910	0.97090	81.54	29.70	0.36	35.72	2.91

Fuente: Elaboración Propia

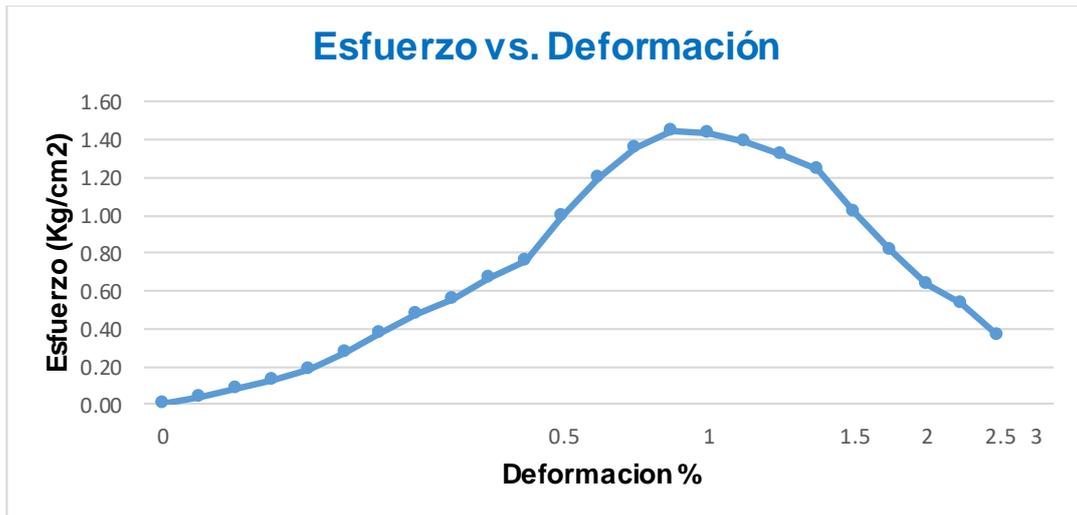


Gráfico 19. Esfuerzo vs. deformación

Cuadro del cálculo de deformación controlada:

RESISTENCIA DE COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	Presión and Bias	Módulo de Young´s E
Qu p=1.35 kg/cm2 (132.36 Kpa)	Cu: Su: 0.675 kg/cm2 (66.18 Kpa)	% Diff = (9.02)	Es=(11713.29

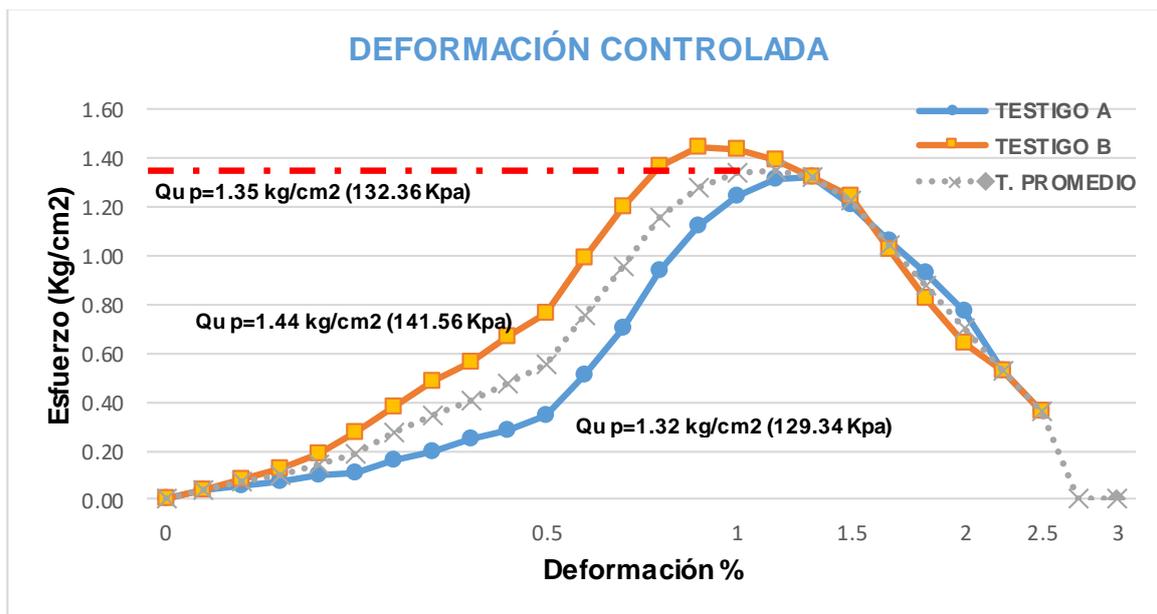


Gráfico 20. Deformación controlada

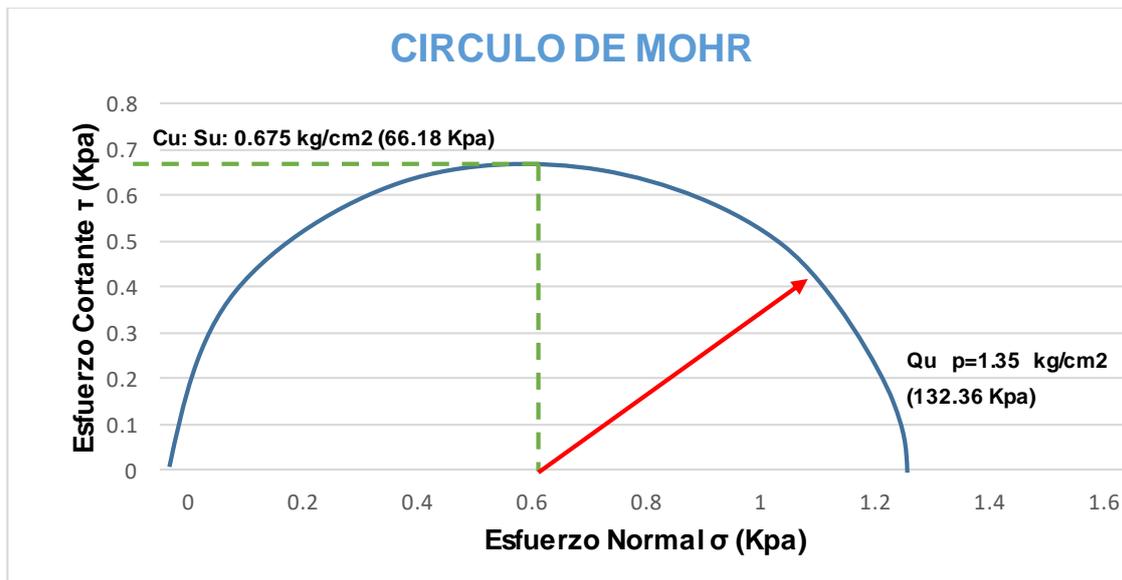


Gráfico 21. Circulo de mohr

El segundo ensayo realizado corresponde al **DOSIFICACIÓN 0.7% ORGANOSILANO + 5% CAL:** Donde se realizó lo siguiente:

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422 - 63)
- ✓ Límites de consistencia: Determinación de IP (ASTM D-4318 - MTC E110 y E111)
- ✓ Máxima Densidad Seca: Relación Humedad – Densidad Proctor (ASTM D 1557-12 (2021))
- ✓ Capacidad de soporte: Ensayo (CBR) (ASTM D 1883-21)
- ✓ Resistencia a la compresión: se hizo con el Ensayo de Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (ASTM D 5102 y D 5102 M - 22)

• **Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422 - 63)**

Se muestra los datos obtenidos del ensayo de análisis granulométrico con los diferentes tamaños de malla y obtención de datos en cada tamiz retenido una cantidad de muestra como se observa en la Tabla 46. Análisis granulométrico, también se observa el Gráfico 22. Curva granulométrica del porcentaje de material que pasa por cada tamiz.

Tabla 46. Análisis granulométrico

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100
1"	25.400	22.6	0.71	0.71	99.29
3/4"	19.000	16.88	0.53	1.25	98.75
1/2"	12.500	18.58	0.59	1.84	98.16
3/8"	9.500	39.41	1.25	3.08	96.92
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	7.14	0.23	3.31	96.69
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	47.98	1.52	4.83	95.17
N° 16	1.190				
N° 20	0.840	25.55	0.81	5.63	94.37
N° 30	0.600				
N° 40	0.425	29.94	0.95	6.58	93.42
N° 50	0.300				
N° 60	0.250	68.34	2.16	8.74	91.26
N° 100	0.150	48.78	1.54	10.28	89.72
N° 200	0.075	115.37	3.65	13.93	86.07
< N° 200	FONDO	2721.43	86.07	100	

Fuente: Elaboración propia

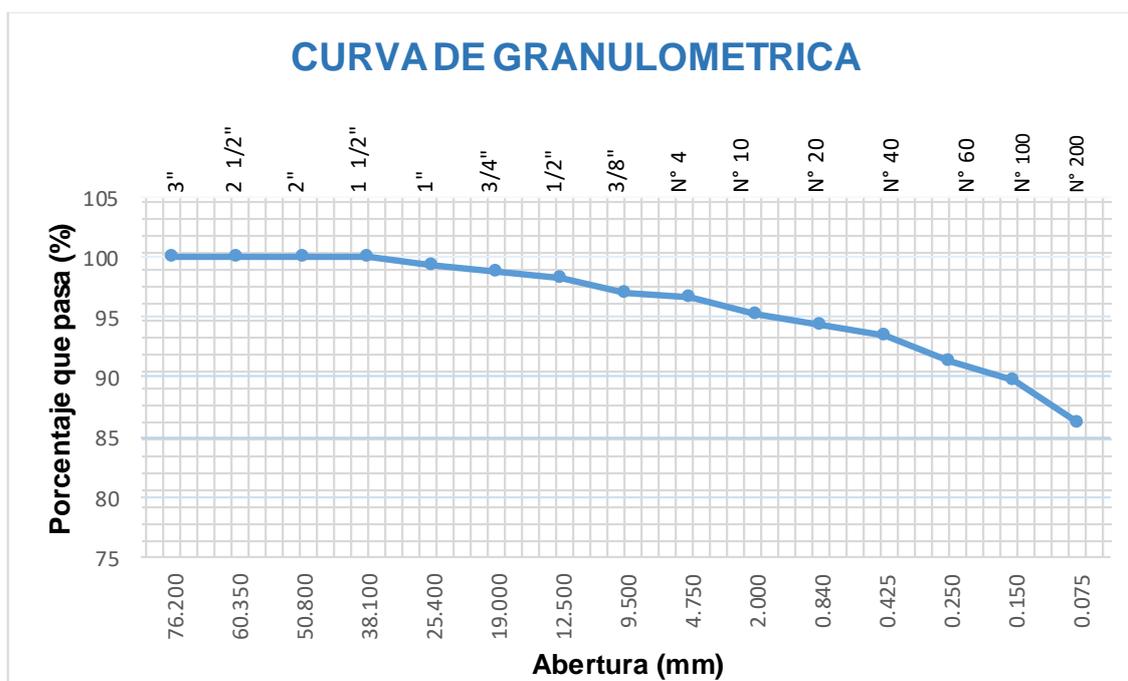


Gráfico 22. Curva de granulometría

- **Límites de consistencia:**

Determinación de LL y LP (ASTM D-4318 - MTC E110 y E111)

Se muestra los datos obtenidos del LL según la Tabla 47. El cual nos brinda como resultado el contenido de humedad.

Tabla 47. Limite liquido

DESCRIPCION	N°	LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)		
		LC-06	LC-07	LC-08
N° DE TARA				
M. TARA	g	46.83	45.95	42.95
M. TARA+SUELO HUMEDO	g	66.18	64.22	59.59
M. TARA+SUELO SECO	g	61.19	59.62	55.48
M. AGUA	g	4.99	4.60	4.11
M. SUELO SECO	g	14.36	13.67	12.53
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.7	33.7	32.8
NUMERO DE GOLPES	N°	15	20	35

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra la Tabla 48. de los datos obtenidos del LP el cual nos brinda el % promedio del contenido de humedad.

Tabla 48. Limite plástico

DESCRIPCION	N°	LIMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)		
		LC-09	LC-10	
N° DE TARA				
MASA DE LA TARA	g	46.39	49.02	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	g	49.31	52.60	
MASA TARA + SUELO SECO	g	48.78	51.94	
MASA DE AGUA	g	0.53	0.66	
MASA DEL SUELO SECO	g	2.39	2.92	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.2	22.6	LP=22.4

Fuente: Elaboración Propia

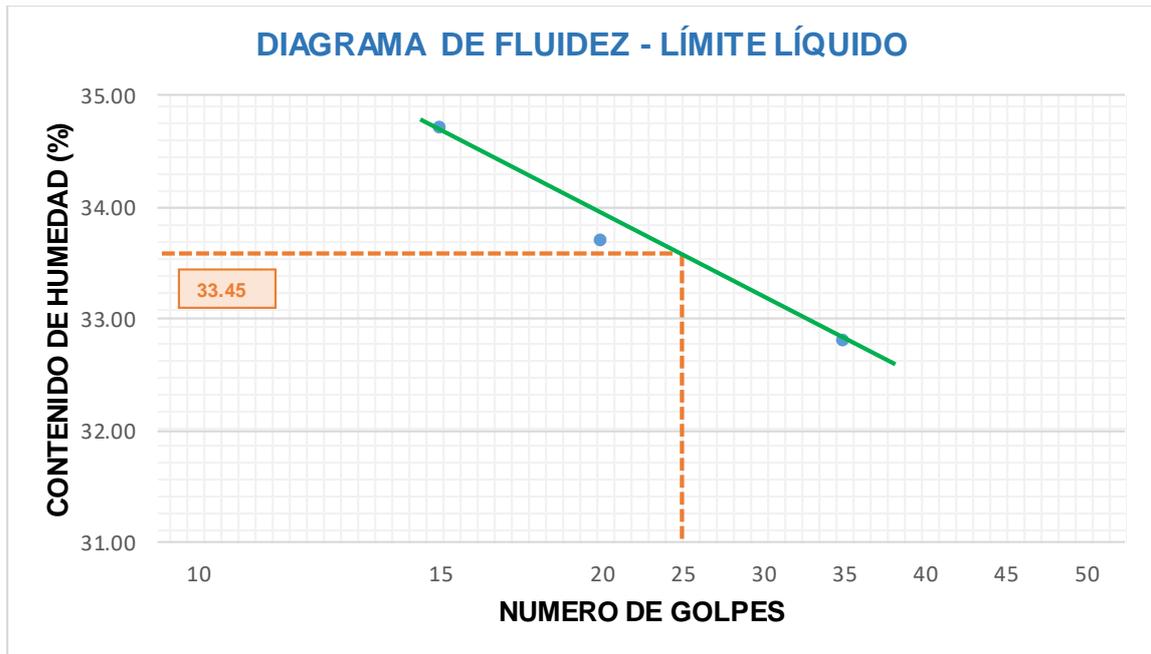


Gráfico 23. Diagrama de Fluidez – Limite Liquido

- **Determinación del IP:**

Promedio de % del IP entre el LL y el LP como muestra la Tabla 49.

Tabla 49. Índice de Plasticidad

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LL	33
LP	22
INDICE DE PLASTICIDAD	11

Fuente: Elaboración Propia

- **Máxima Densidad Seca:**

Relación Humedad – Densidad Proctor (**ASTM D 1557-12 (2021)**); En la Tabla 50.

Relación humedad - densidad proctor se muestra el cálculo de los datos obtenidos donde se halla el % de humedad y densidad del suelo seco en g/cm³, en el Gráfico 24. En relación al peso unitario y contenido de humedad se halla la curva de compactación.

Tabla 50. Relación humedad - densidad proctor

DESCRIPCIÓN		RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR			
M. Suelo Húmedo + Molde	g	5501	5550	5560	5590
M. Molde	g	3680	3680	3680	3680
M. Suelo Húmedo	g/cm³	1821	1870	1880	1910
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm³	1.955	2.007	2.018	2.050
Capsula N°	N°	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
M. Capsula	g	48.28	52.37	60.54	52.34
Suelo Húmedo+Capsula	g	341.95	369.14	372.85	352.80
M. Suelo Seco+Capsula	g	308.55	327.36	327.41	304.53
M. Agua	g	33.40	41.78	45.44	48.27
M. Suelo Seco	g	260.27	274.99	266.87	252.19
Humedad (%)	(%)	12.83%	15.19%	17.03%	19.14%
Promedio de Humedad (%)	(%)	12.83%	15.19%	17.03%	19.14%
Densidad del Suelo Seco	g/cm³	1.733	1.743	1.725	1.721
Peso Unitario Seco	kN/m³	16.99	17.09	16.91	16.88

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro de relación humedad – peso unitario:

PROCTOR	: ASTM D 1557-	PESO UNITARIO		
MODIFICADO	12	SECO	1.743 gr/cc	17.095 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	15.00%	15.00%

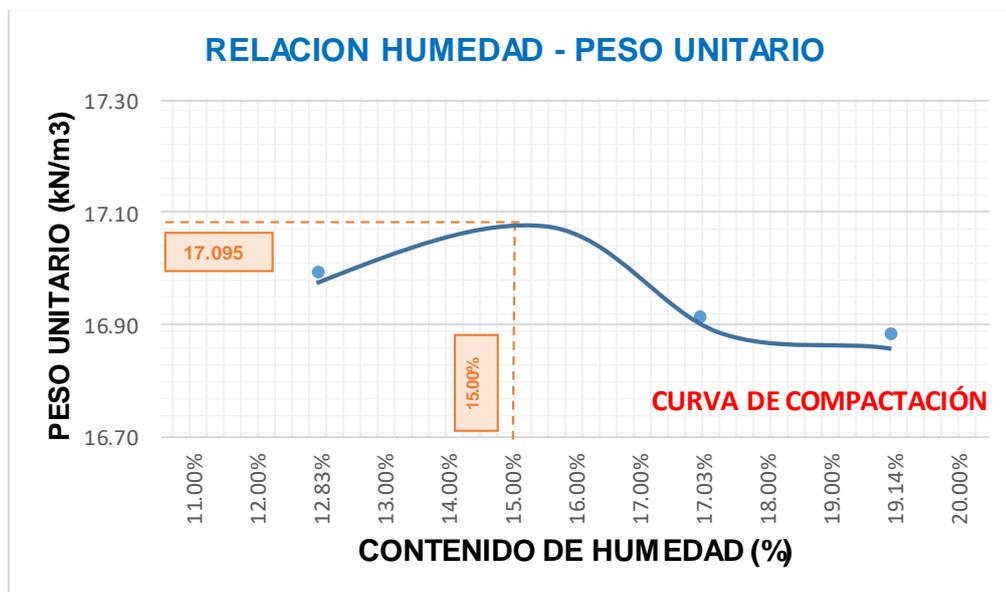


Gráfico 24. Relación humedad peso unitario

- **Capacidad de soporte:**

Ensayo de valor de soporte de california **(CBR) (ASTM D 1883-21)**.

Se realiza cálculos como muestra la Tabla 51. de 56 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 52. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 53., el Gráfico 25. muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR. Este procedimiento se repite con 25 golpes y se realiza cálculos como muestra la Tabla 54. de 26 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 55. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 56., el Gráfico 26. Muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR. y termina con 12 golpes el cual se realiza cálculos como muestra la Tabla 57. de 26 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 58. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 59., el Gráfico 27. Muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR, luego se procede a graficar la curva de compactación como se observa en el Gráfico 28. y en la Tabla 60. muestra resultados del CBR al 95% y al 100% obtenidos por el Gráfico 29. datos hallados en relación del CBR corregido y el PUS.

Tabla 51. C.S. con 56 golpes

56 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	A-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	56	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
M. Suelo Húmedo + Molde	g	11823	12043
M. Molde	g	7574	7574
M. Suelo Húmedo	g/cm3	4249	4469
Volumen del Suelo	cm3	2118	2118
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	2.007	2.110
Capsula N°	N°	PC-10	PC-9
M. Capsula	g	46.63	45.42
Suelo Húmedo + Capsula	g	338.16	351.92
M. Suelo Seco + Capsula	g	300.16	300.56
M. Agua	g	38.00	51.36
M. Suelo Seco	g	253.53	255.14
Humedad (%)	(%)	14.99%	20.13%
Promedio de Humedad (%)	(%)	14.99%	20.13%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.745	1.757
Peso Unitario Seco	kN/m3	17.113	17.226

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52. Expansión con 56 golpes

EXPANSIÓN 56 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	632.10	0.00	0.00
1er Día	24:00:00	657.00	0.63	0.50
2do Día	48:00:00	686.00	1.37	1.08
3er Día	72:00:00	735.00	2.61	2.06
4to Día	96:00:00	771.90	3.55	2.80

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53. Penetración con 56 golpes

PENETRACION		56 GOLPES					
mm	Pulg.	Tiempo	Carga Estándar kg- F/cm2/ Mpa	MOLDE N° A - 1			CBR Corr. (%)
				Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	
0.00	0.000	0:00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		61.6	3.18	0.31	
1.27	0.050	01:00		180.0	9.30	0.91	
1.90	0.075	01:30		254.5	13.15	1.29	
2.54	0.100	02:00	70.31/6.9	368.3	19.03	1.87	32.61
3.17	0.125	02:30		487.0	25.17	2.47	
3.81	0.150	03:00		600.6	31.04	3.04	
5.08	0.200	04:00	105.46/10.35	830.4	42.91	4.21	43.48
6.35	0.250	05:00		1094.3	56.55	5.55	
7.62	0.300	06:00		1278.5	66.07	6.48	
8.89	0.350	07:00		1377.3	71.18	6.98	
10.16	0.400	08:00		1538.4	79.50	7.80	
11.43	0.450	09:00		1665.3	86.06	8.44	
12.70	0.500	10:00		1950.8	100.82	9.89	

Fuente: Elaboración Propia

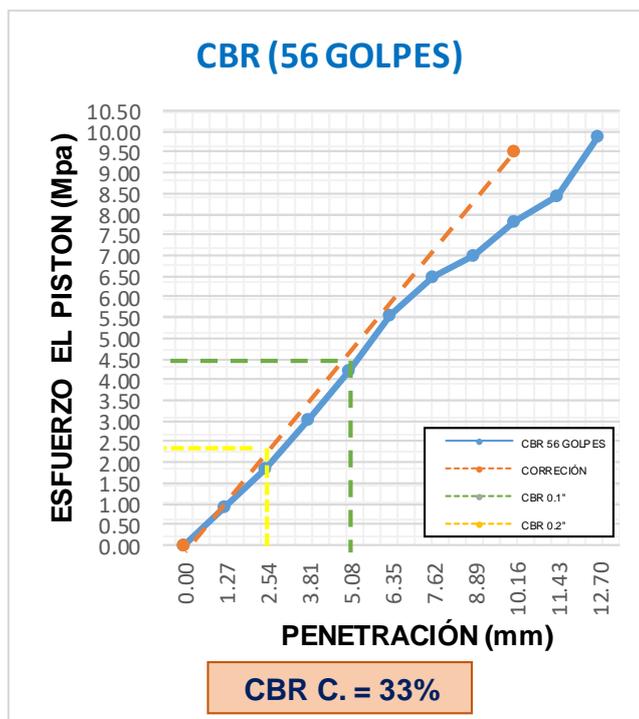


Gráfico 25. CBR con 56 golpes

Tabla 54. C.S. con 25 golpes

25 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	N-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	25	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
M.Suelo Húmedo + Molde	g	11415	11847
M.Molde	g	7605	7605
M.Suelo Húmedo	g/cm3	3810	4242
Volumen del Suelo	cm3	2106	2106
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	1.809	2.014
Capsula N°	N°	PC-108	PC-12
M.Capsula	g	60.54	46.05
Suelo Húmedo + Capsula	g	423.22	346.71
M.Suelo Seco + Capsula	g	375.68	280.84
M.Agua	g	47.54	65.87
M.Suelo Seco	g	315.14	234.79
Humedad (%)	(%)	15.08%	28.05%
Promedio de Humedad (%)	(%)	15.08%	28.05%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.572	1.573
Peso Unitario Seco	kN/m3	15.416	15.426

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55. Expansión con 25 golpes

EXPANSIÓN 25 GOLFES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	433.90	0.00	0.00
1er Día	24:00:00	471.00	0.94	0.74
2do Día	48:00:00	505.00	1.81	1.42
3er Día	72:00:00	545.00	2.82	2.22
4to Día	96:00:00	595.00	4.09	3.22

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56. Penetración con 25 golpes

PENETRACION		25 GOLPES		MOLDE N° N - 1			
mm	Pulg.	Tiempo	Carga Estándar kg- F/cm2/ Mpa	Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0.000	0:00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		132.2	6.83	0.67	
1.27	0.050	01:00		225.0	11.63	1.14	
1.90	0.075	01:30		297.1	15.35	1.51	
2.54	0.100	02:00	70.31 /6.9	359.4	18.57	1.82	26.38
3.17	0.125	02:30		413.9	21.39	2.10	
3.81	0.150	03:00		475.9	24.59	2.41	
5.08	0.200	04:00	105.46 /10.35	555.6	28.71	2.82	27.25
6.35	0.250	05:00		645.1	33.34	3.27	
7.62	0.300	06:00		739.7	38.23	3.75	
8.89	0.350	07:00		800.6	41.37	4.06	
10.16	0.400	08:00		878.1	45.38	4.45	
11.43	0.450	09:00		932.5	48.19	4.73	
12.70	0.500	10:00		999.0	51.63	5.06	

Fuente: Elaboración Propia

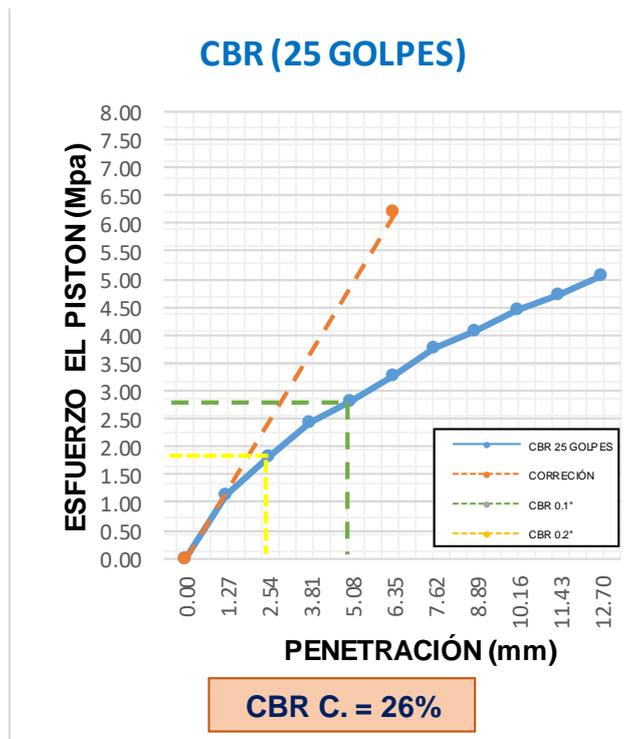


Gráfico 26.CBR con 25 golpes

Tabla 57. C.S. con 12 golpes

12 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	Q-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	12	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
M. Suelo Húmedo + Molde	g	10097	10601
M. Molde	g	6647	6647
M. Suelo Húmedo	g/cm3	3450	3954
Volumen del Suelo	cm3	2118	2118
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	1.629	1.867
Capsula N°	N°	PC-2	PC-15
M. Capsula	g	61.47	48.28
Suelo Húmedo + Capsula	g	457.44	398.63
M. Suelo Seco + Capsula	g	405.50	323.67
M. Agua	g	51.94	74.96
M. Suelo Seco	g	344.03	275.39
Humedad (%)	(%)	15.10%	27.22%
Promedio de Humedad (%)	(%)	15.10%	27.22%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.415	1.467
Peso Unitario Seco	kN/m3	13.877	14.389

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58. Expansión con 12 golpes

EXPANSIÓN				
12 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	231.00	0.00	0.00
1er Día	24:00:00	275.00	1.12	0.88
2do Día	48:00:00	315.00	2.13	1.68
3er Día	72:00:00	390.00	4.04	3.18
4to Día	96:00:00	413.00	4.62	3.64

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59. Penetración con 12 golpes

12 GOLPES							
PENETRACIÓN			Carga Estándar kg-F/cm2/ Mpa	MOLDE N° Q - 1			CBR Corr. (%)
mm	Pulg.	Tiempo		Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	
0.00	0.000	0:00	70.31 /6.9	0.0	0.00	0.00	10.29
0.63	0.025	00:30		18.6	0.96	0.09	
1.27	0.050	01:00		41.5	2.14	0.21	
1.90	0.075	01:30		73.4	3.79	0.37	
2.54	0.100	02:00		108.7	5.62	0.55	
3.17	0.125	02:30	105.46 /10.35	139.6	7.21	0.71	14.20
3.81	0.150	03:00		179.2	9.26	0.91	
5.08	0.200	04:00		251.3	12.99	1.27	
6.35	0.250	05:00		333.7	17.25	1.69	
7.62	0.300	06:00		404.4	20.90	2.05	
8.89	0.350	07:00		459.9	23.77	2.33	
10.16	0.400	08:00		512.5	26.49	2.60	
11.43	0.450	09:00		548.1	28.33	2.78	
12.70	0.500	10:00		590.9	30.54	2.99	

Fuente: Elaboración Propia

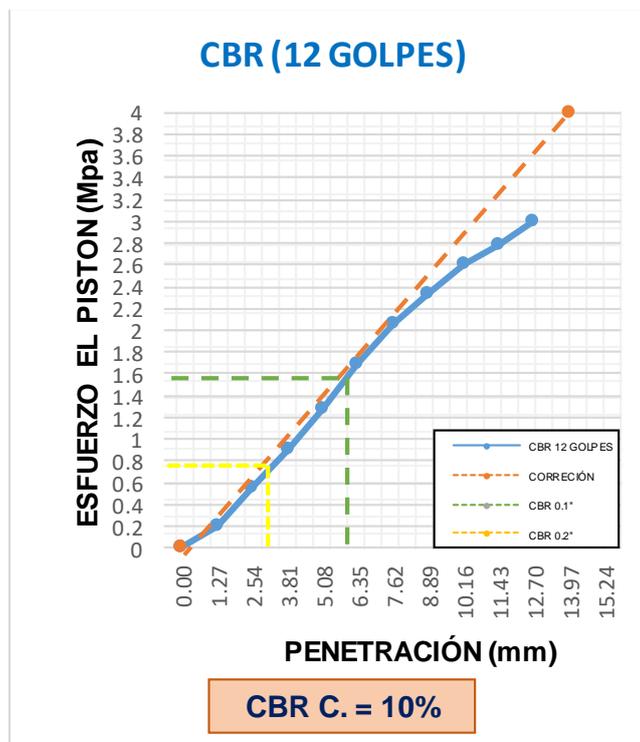


Gráfico 27. CBR con 12 golpes

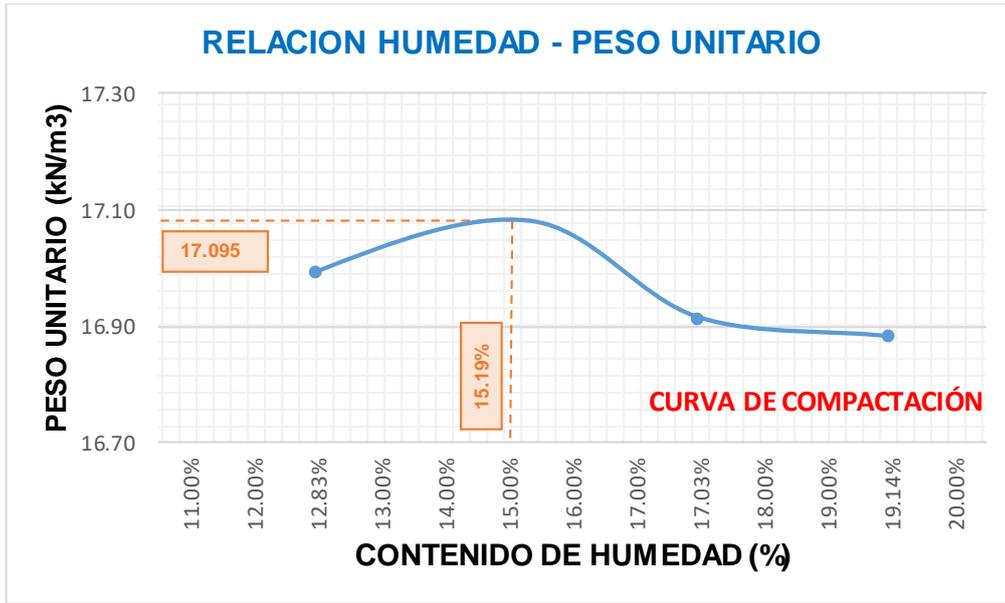


Gráfico 28. Relación humedad – peso unitario

Tabla 60. CBR al 95% y 100%

CBR (100% DE MDS) 0.1"	%	32.50%	CBR (100% DE MDS) 0.2"	%	43.20%
CBR (95% DE MDS) 0.1"	%	30.00%	CBR (95% DE MDS) 0.2"	%	35.10%

Fuente: Elaboración Propia

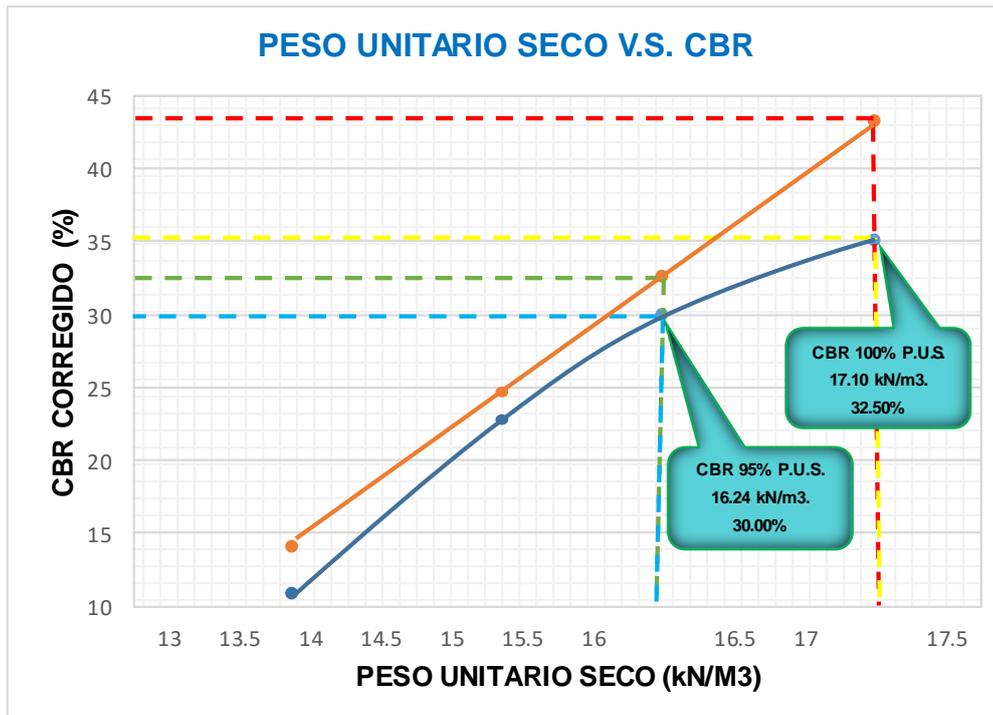


Gráfico 29. Peso unitario v.s. CBR

- **Resistencia a la compresión:** Se hizo con el Ensayo de Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (**ASTM D 5102 y D 5102 M - 22**) también se realizó con la norma ASTM Standard **ASTM D 2166 y D2166 M.**

En la Tabla 61. se calcula la deformación controlada del espécimen – A de la dosificación 0.7% organosilano + 5% cal hallando el esfuerzo desviador, en el Gráfico 30. Muestra la curva de esfuerzo y deformación del espécimen – A, en la Tabla 62. se calcula la deformación controlada del espécimen – B de la dosificación 0.7% organosilano + 5% cal hallando el esfuerzo desviador y en el Gráfico 31. Muestra la curva de esfuerzo y deformación del espécimen – B, se muestra el Gráfico 32. De la deformación controlada en relación al esfuerzo y deformación, luego se halla el círculo de mohr con el esfuerzo cortante y el esfuerzo normal como se observa en el Gráfico 33.

Tabla 61. Deformación controlada

DEFORMACIÓN CONTROLADA							
ESPECIMEN - A							
MADURACION : 1 D - 5% CAL - 7% ORGANOSILANO							
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Área Corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla
(0.01 mm)	ϵ [$\Delta H/H_0$]	1- ϵ	Ac (cm ²)	P (kg)	σ (Kg/cm ²)	σ (Kpa)	ϵ %
0	0.00000	1.00000	78.70	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00048	0.99952	78.74	3.80	0.05	4.73	0.05
20	0.00097	0.99903	78.77	8.10	0.10	10.08	0.10
30	0.00145	0.99855	78.81	14.20	0.18	17.67	0.15
40	0.00194	0.99806	78.85	19.90	0.25	24.75	0.19
50	0.00242	0.99758	78.89	29.80	0.38	37.04	0.24
60	0.00291	0.99709	78.93	44.60	0.57	55.42	0.29
70	0.00339	0.99661	78.97	59.70	0.76	74.14	0.34
80	0.00388	0.99612	79.00	75.70	0.96	93.97	0.39
90	0.00436	0.99564	79.04	93.60	1.18	116.13	0.44
100	0.00485	0.99515	79.08	116.20	1.47	144.10	0.48
125	0.00606	0.99394	79.18	157.60	1.99	195.20	0.61
150	0.00727	0.99273	79.27	193.80	2.44	239.74	0.73
175	0.00849	0.99151	79.37	226.50	2.85	279.85	0.85
200	0.00970	0.99030	79.47	259.40	3.26	320.11	0.97
225	0.01091	0.98909	79.57	285.40	3.59	351.76	1.09
250	0.01212	0.98788	79.66	306.40	3.85	377.18	1.21
275	0.01334	0.98666	79.76	301.20	3.78	370.33	1.33
300	0.01455	0.98545	79.86	244.20	3.06	299.88	1.45
350	0.01697	0.98303	80.06	191.60	2.39	234.71	1.70
400	0.01940	0.98060	80.25	150.20	1.87	183.54	1.94

450 0.02182 0.97818 80.45 122.80 1.53 149.69 2.18

Fuente: Elaboración Propia

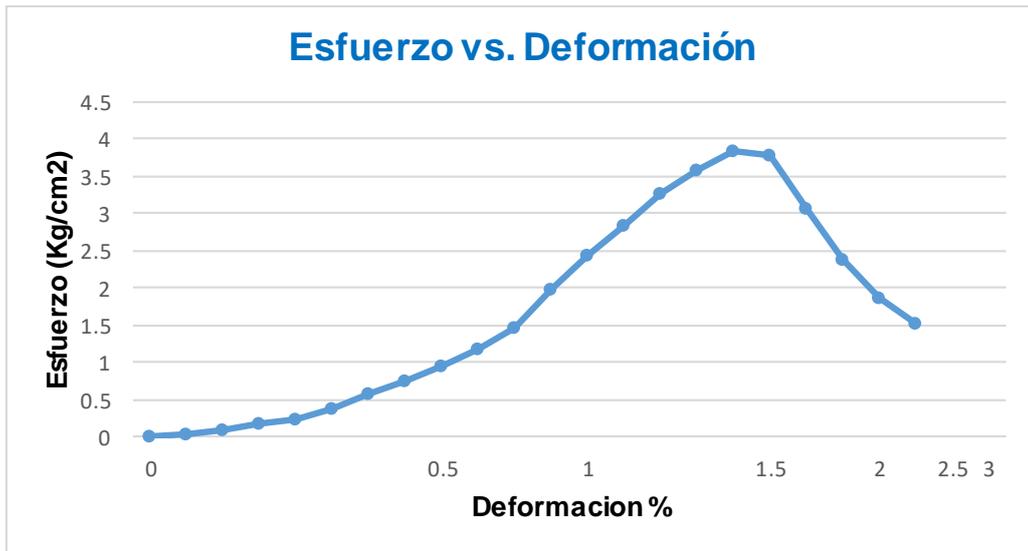


Gráfico 30. Esfuerzo vs. deformación

Tabla 62. Deformación controlada

DEFORMACIÓN CONTROLADA							
ESPECIMEN - B							
MADURACION : 1 D - 5% CAL - 0.7% ORGANOSILANO							
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Área Corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla
(0.01 mm)	ϵ [$\Delta H/H_0$]	1- ϵ	Ac (cm ²)	P (kg)	σ (Kg/cm ²)	σ (Kpa)	ϵ %
0	0.00000	1.00000	78.70	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00048	0.99952	78.74	2.30	0.03	2.86	0.05
20	0.00097	0.99903	78.77	7.20	0.09	8.96	0.10
30	0.00145	0.99855	78.81	12.80	0.16	15.93	0.15
40	0.00194	0.99806	78.85	17.90	0.23	22.26	0.19
50	0.00242	0.99758	78.89	20.60	0.26	25.61	0.24
60	0.00291	0.99709	78.93	25.80	0.33	32.06	0.29
70	0.00339	0.99661	78.97	32.80	0.42	40.73	0.34
80	0.00388	0.99612	79.00	42.90	0.54	53.25	0.39
90	0.00436	0.99564	79.04	50.79	0.64	63.01	0.44
100	0.00485	0.99515	79.08	60.10	0.76	74.53	0.48
125	0.00606	0.99394	79.18	90.40	1.14	111.97	0.61
150	0.00727	0.99273	79.27	136.60	1.72	168.98	0.73
175	0.00849	0.99151	79.37	174.70	2.20	215.85	0.85
200	0.00970	0.99030	79.47	210.60	2.65	259.89	0.97
225	0.01091	0.98909	79.57	244.00	3.07	300.74	1.09
250	0.01212	0.98788	79.66	269.00	3.38	331.14	1.21
275	0.01334	0.98666	79.76	289.00	3.62	355.33	1.33
300	0.01455	0.98545	79.86	296.00	3.71	363.49	1.45
350	0.01697	0.98303	80.06	292.00	3.65	357.69	1.70
400	0.01940	0.98060	80.25	265.00	3.30	323.82	1.94

450	0.02182	0.97818	80.45	190.50	2.37	232.21	2.18
500	0.02425	0.97575	80.65	139.60	1.73	169.74	2.42
600	0.02910	0.97090	81.06	101.00	1.25	122.20	2.91

Fuente: Elaboración Propia

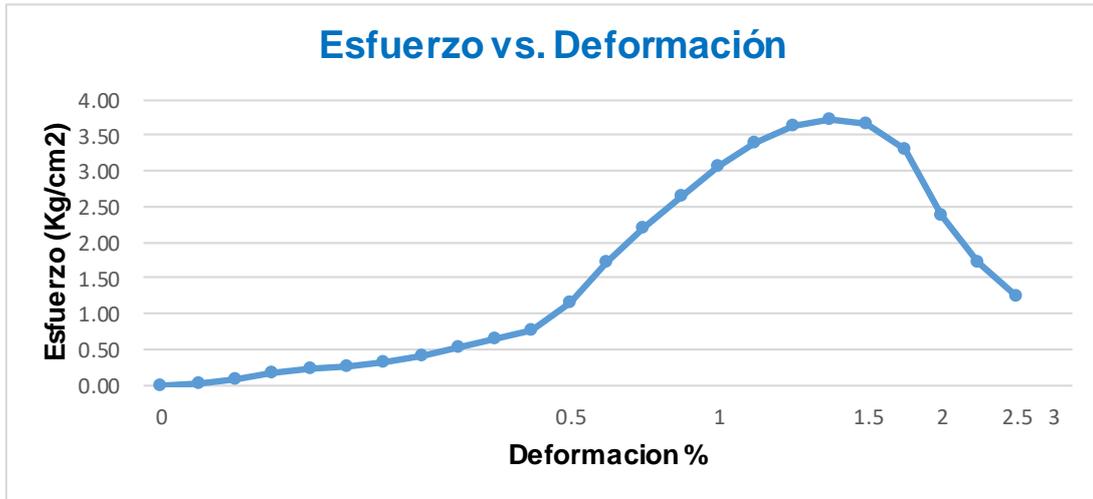


Gráfico 31. Esfuerzo vs. deformación

Cuadro del cálculo de deformación controlada:

RESISTENCIA DE COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	Presión and Bias	Módulo de Young´s E
Qu p=3.7 kg/cm2 (362.83 Kpa)	Cu: Su: 1.85 kg/cm2 (181.41 Kpa)	% Diff = (3.7)	Es=(26844.31 Kpa)

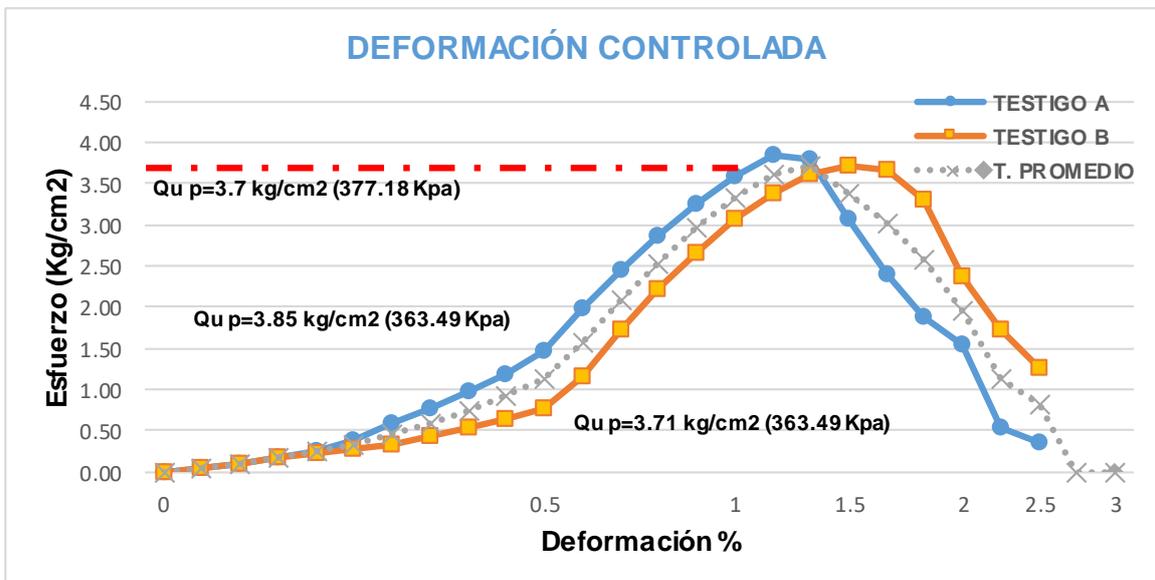


Gráfico 32. Deformación controlada

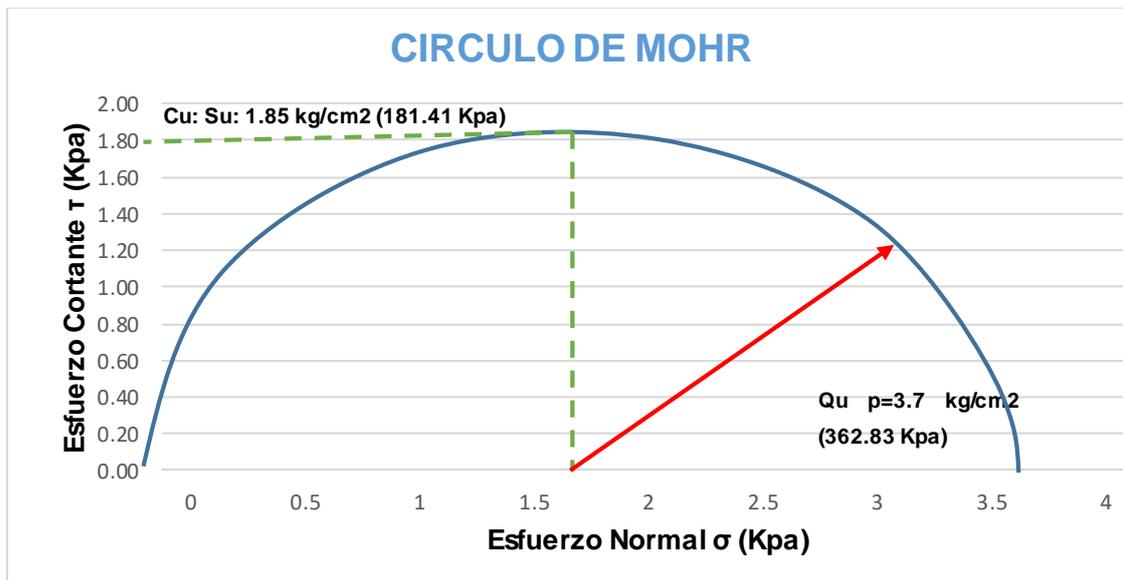


Gráfico 33. Circulo de mohr

El tercer ensayo realizado corresponde a la **DOSIFICACIÓN 1.3% ORGANOSILANO + 5% CAL:** Donde se realizó lo siguiente:

- ✓ **Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422 - 63)**
 - ✓ **Límites de consistencia: Determinación de IP (ASTM D 4318 - MTCE110 y E111)**
 - ✓ **Máxima Densidad Seca: Relación Humedad – Densidad Proctor (ASTM D 1557-12 (2021))**
 - ✓ **Capacidad de soporte: Ensayo (CBR) (ASTM D 1883-21)**
 - ✓ **Resistencia a la compresión: se hizo con el Ensayo de Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (ASTM D 5102 y D 5102 M-22)**
- **Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422 - 63)**

Se muestra los datos obtenidos del ensayo de análisis granulométrico con los diferentes tamaños de malla y obtención de datos en cada tamiz retenido una cantidad de muestra como se observa en la Tabla 63. Análisis granulométrico, también se observa el Gráfico 34. Curva granulométrica del porcentaje de material que pasa por cada tamiz.

Tabla 63. Análisis granulométrico

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100
1"	25.400	22.6	0.71	0.71	99.29
3/4"	19.000	16.88	0.53	1.25	98.75
1/2"	12.500	18.58	0.59	1.84	98.16
3/8"	9.500	39.41	1.25	3.08	96.92
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	7.14	0.23	3.31	96.69
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	47.98	1.52	4.83	95.17
N° 16	1.190				
N° 20	0.840	25.55	0.81	5.63	94.37
N° 30	0.600				
N° 40	0.425	29.94	0.95	6.58	93.42
N° 50	0.300				
N° 60	0.250	68.34	2.16	8.74	91.26
N° 100	0.150	48.78	1.54	10.28	89.72
N° 200	0.075	115.37	3.65	13.93	86.07
< N° 200	FONDO	2721.43	86.07	100	

Fuente: Elaboración propia

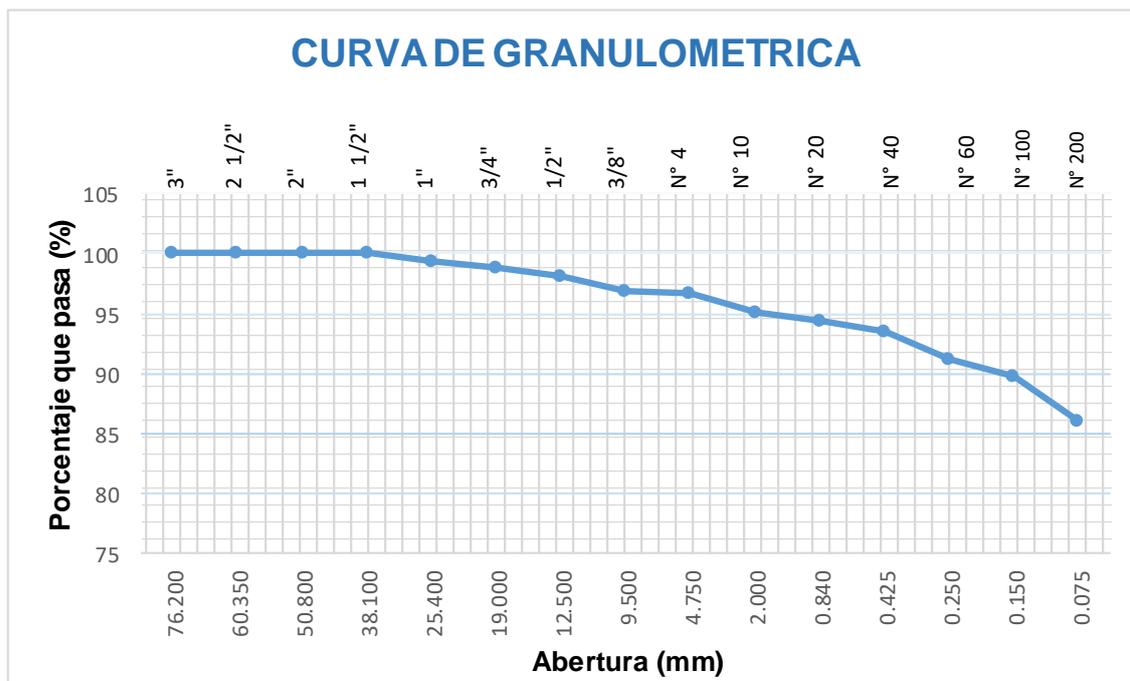


Gráfico 34. Curva granulométrica

- **Límites de consistencia:**

Determinación de IP (**ASTM D-4318 - MTC E110 y E111**)

Se muestra los datos obtenidos del LL según la Tabla 64. El cual nos brinda como resultado el contenido de humedad.

Tabla 64. Limite liquido

DESCRIPCION	N°	LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)		
		LC-11	LC-12	LC-13
N° DE TARA				
M. TARA	g	45.79	48.08	34.45
M. TARA+SUELO HUMEDO	g	64.27	62.17	50.85
M. TARA+SUELO SECO	g	59.81	58.85	47.09
M. AGUA	g	4.46	3.32	3.76
M. SUELO SECO	g	14.02	10.77	12.64
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.8	30.8	29.7
NUMERO DE GOLPES	N°	14	23	35

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra la Tabla 65. de los datos obtenidos del LP el cual nos brinda el % promedio del contenido de humedad.

Tabla 65. Limite plástico

DESCRIPCION	N°	LIMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)		
		LC-14	LC-15	
N° DE TARA				
M. TARA	g	45.56	46.74	
M. TARA+ SUELO HUMEDO	g	49.21	49.69	
M. TARA+SUELO SECO	g	48.54	49.14	
M. AGUA	g	0.67	0.55	
M. SUELO SECO	g	2.98	2.40	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.5	22.9	LP=22.7

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 35. de diagrama de fluidez donde la relación del contenido de humedad y el número de golpes nos muestra la curva de fluidez.

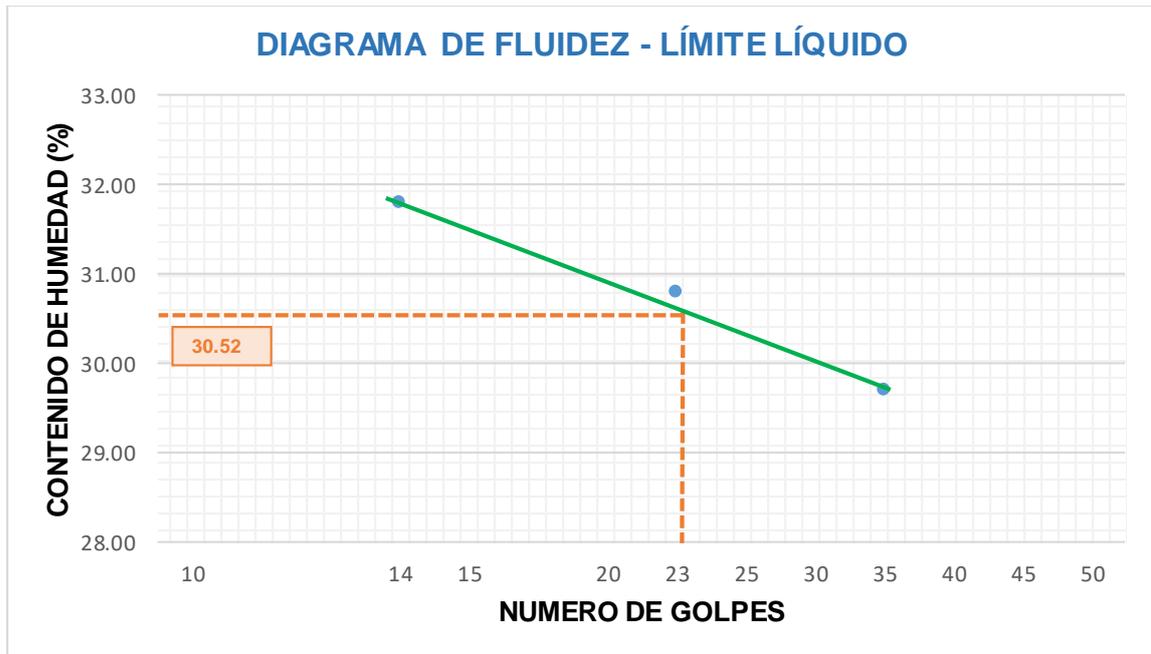


Gráfico 35. Diagrama de fluidez – limite liquido

- **Determinación del IP:**

Promedio de % del IP entre el LL y el LP como muestra la Tabla 66.

Tabla 66. Índice de plasticidad

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LL	31
LP	23
INDICE DE PLASTICIDAD	8

Fuente: Elaboración Propia

- **Máxima Densidad Seca:**

Relación Humedad – Densidad Proctor (**ASTM D 1557-12 (2021)**); En la Tabla 67. Relación humedad - densidad proctor se muestra el cálculo de los datos obtenidos donde se halla el % de humedad y densidad del suelo seco en g/cm³, en el Gráfico 36. En relación al peso unitario y contenido de humedad se halla la curva de compactación.

Tabla 67. Relación humedad - densidad proctor

DESCRIPCIÓN		RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR			
M. Suelo Húmedo+ Molde	g	5610	5660	5610	5580
M. Molde	g	3680	3680	3680	3680
M. Suelo Húmedo	g/cm³	1930	1980	1930	1900
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm³	2.072	2.126	2.072	2.040
Capsula N°	N°	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
M. Capsula	g	47.68	47.39	48.30	47.38
Suelo Húmedo+ Capsula	g	343.63	336.40	293.18	282.57
M. Suelo Seco+ Capsula	g	304.00	294.71	253.08	241.31
M. Agua	g	39.63	41.69	40.10	41.26
M. Suelo Seco	g	256.32	247.32	204.78	193.93
Humedad (%)	(%)	15.46%	16.86%	19.58%	21.28%
Promedio de Humedad (%)	(%)	15.46%	16.86%	19.58%	21.28%
Densidad del Suelo Seco	g/cm³	1.794	1.819	1.733	1.682
Peso Unitario Seco	kN/m³	17.60	17.84	16.99	16.49

Fuente: Elaboración Propia

cuadro de relación humedad – peso unitario:

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D 1557-12	PESO UNITARIO SECO	1.822 gr/cc	17.870 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	16.60%	16.60%

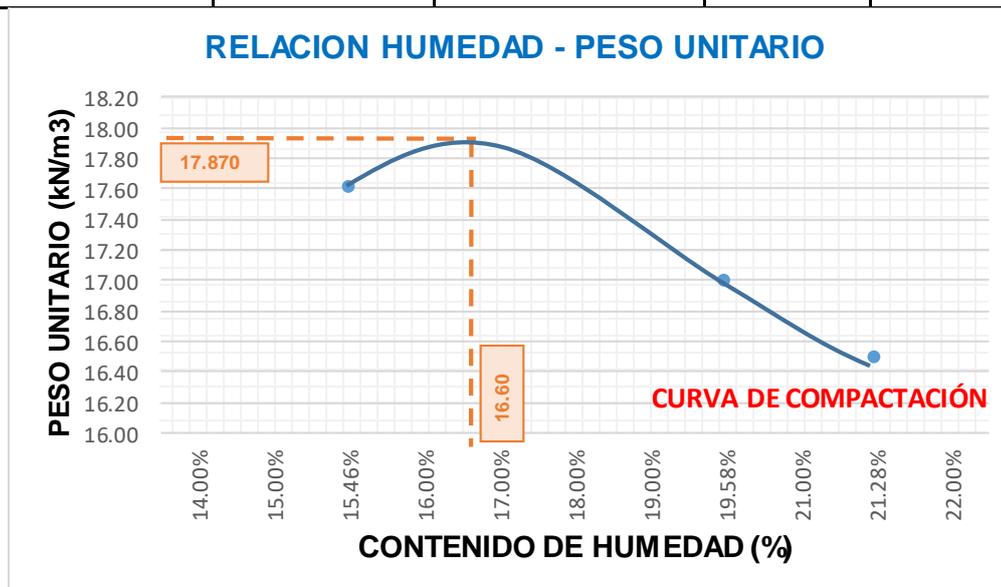


Gráfico 36. Relación humedad – peso unitario

- **Capacidad de soporte:**

Ensayo (CBR) **(ASTM D 1883-21)**.

Se realiza cálculos como muestra la Tabla 68. de 56 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 69. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 70., el Gráfico 37. Muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR. Este procedimiento se repite con 25 golpes y se realiza cálculos como muestra la Tabla 71. de 26 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 72. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 73., el Gráfico 38. Muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR. y termina con 12 golpes el cual se realiza cálculos como muestra la Tabla 74. de 26 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 75. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 76., el Gráfico 39. Muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR, luego se procede a graficar la curva de compactación como se observa en el Gráfico 40. y en la Tabla 77. muestra resultados del CBR al 95% y al 100% obtenidos por el Gráfico 41. datos hallados en relación del CBR corregido y el PUS.

Tabla 68. C.S. con 56 golpes

56 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	A-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	56	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
M.Suelo Húmedo + Molde	g	12781	12889
M.Molde	g	8359	8359
M.Suelo Húmedo	g/cm3	4422	4530
Volumen del Suelo	cm3	2098	2098
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	2.107	2.159
Capsula N°	N°	PC-1	PC-2
M.Capsula	g	52.33	58.99
Suelo Húmedo + Capsula	g	429.15	418.61
M.Suelo Seco + Capsula	g	378.37	358.67
M.Agua	g	50.78	59.94
M.Suelo Seco	g	326.04	299.68
Humedad (%)	(%)	15.57%	20.00%
Promedio de Humedad (%)	(%)	15.57%	20.00%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.823	1.799
Peso Unitario Seco	kN/m3	17.880	17.641

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 69. Expansión con 56 golpes

EXPANSIÓN 56 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	162.99	0	0
1er Día	24:00:00	170	0.18	0.14
2do Día	48:00:00	175	0.31	0.24
3er Día	72:00:00	184	0.53	0.42
4to Día	96:00:00	199.95	0.94	0.74

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70. Penetración con 56 golpes

56 GOLPES							
PENETRACIÓN			Carga Estándar kg-F/cm2/ Mpa	MOLDE N° A - 1			CBR Corr. (%)
mm	Pulg.	Tiempo		Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	
0.00	0.000	0:00		0	0	0	
0.63	0.025	00:30		87.3	4.51	0.44	
1.27	0.050	01:00		187.3	9.68	0.95	
1.90	0.075	01:30		376.4	19.45	1.91	
2.54	0.100	02:00	70.31/6.9	555.3	28.7	2.81	50.72
3.17	0.125	02:30		741.9	38.34	3.76	
3.81	0.150	03:00		824.4	42.6	4.18	
5.08	0.200	04:00	105.46/10.35	828.2	42.8	4.2	40.77
6.35	0.250	05:00		832	43	4.22	
7.62	0.300	06:00		844	43.62	4.28	
8.89	0.350	07:00		855	44.19	4.33	
10.16	0.400	08:00		866	44.75	4.39	
11.43	0.450	09:00		881	45.53	4.47	
12.70	0.500	10:00		894.7	46.24	4.53	

Fuente: Elaboración Propia

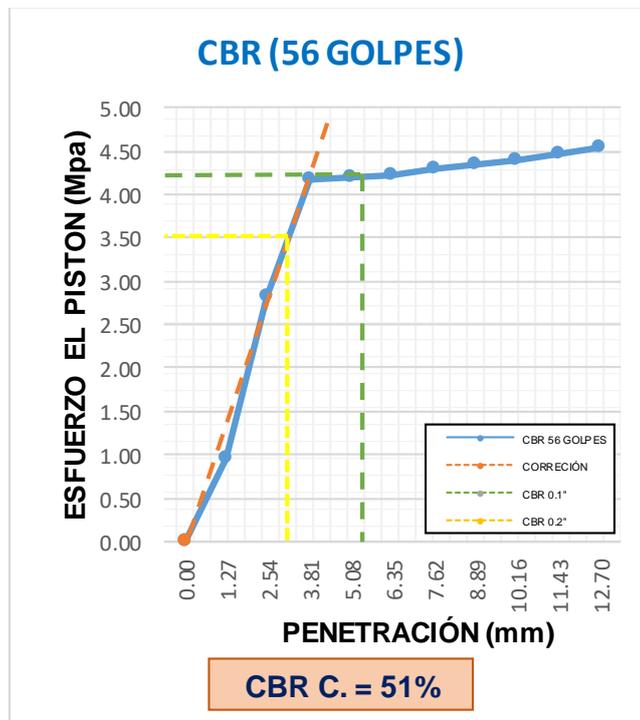


Gráfico 37. CBR con 56 golpes

Tabla 71. C.S. con 25 golpes

25 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	N-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	25	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
M. Suelo Húmedo + Molde	g	10977	11332
M. Molde	g	7094	7094
M. Suelo Húmedo	g/cm3	3883	4238
Volumen del Suelo	cm3	2117	2117
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	1.834	2.002
Capsula N°	N°	PC-3	PC-4
M. Capsula	g	57.69	47.45
Suelo Húmedo+Capsula	g	424.98	362.07
M. Suelo Seco+Capsula	g	376.08	303.75
M. Agua	g	48.90	58.32
M. Suelo Seco	g	318.39	256.3
Humedad (%)	(%)	15.36%	22.75%
Promedio de Humedad (%)	(%)	15.36%	22.75%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.590	1.631
Peso Unitario Seco	kN/m3	15.591	15.991

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72. Expansión con 25 golpes

EXPANSIÓN 25 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	771	0	0
1er Día	24:00:00	790	0.48	0.38
2do Día	48:00:00	810	0.99	0.78
3er Día	72:00:00	840	1.75	1.38
4to Día	96:00:00	860	2.26	1.78

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 73. Penetración con 25 golpes

25 GOLPES							
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar kg-F/cm2/ Mpa	MOLDE N° N - 1			CBR Corr. (%)
mm	Pulg.			Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	
0.00	0.000	0:00		0	0	0	
0.63	0.025	00:30		137.9	7.13	0.7	
1.27	0.050	01:00		245.2	12.67	1.24	
1.90	0.075	01:30		329.3	17.02	1.67	
2.54	0.100	02:00	70.31 /6.9	401	20.72	2.03	29.42
3.17	0.125	02:30		465.5	24.06	2.36	
3.81	0.150	03:00		518.3	26.79	2.63	
5.08	0.200	04:00	105.46 /10.35	620.2	32.05	3.14	30.34
6.35	0.250	05:00		657	33.95	3.33	
7.62	0.300	06:00		692.3	35.78	3.51	
8.89	0.350	07:00		707.3	36.55	3.58	
10.16	0.400	08:00		736.9	38.08	3.73	
11.43	0.450	09:00		749.6	38.74	3.8	
12.70	0.500	10:00		790.7	40.86	4.01	

Fuente: Elaboración Propia

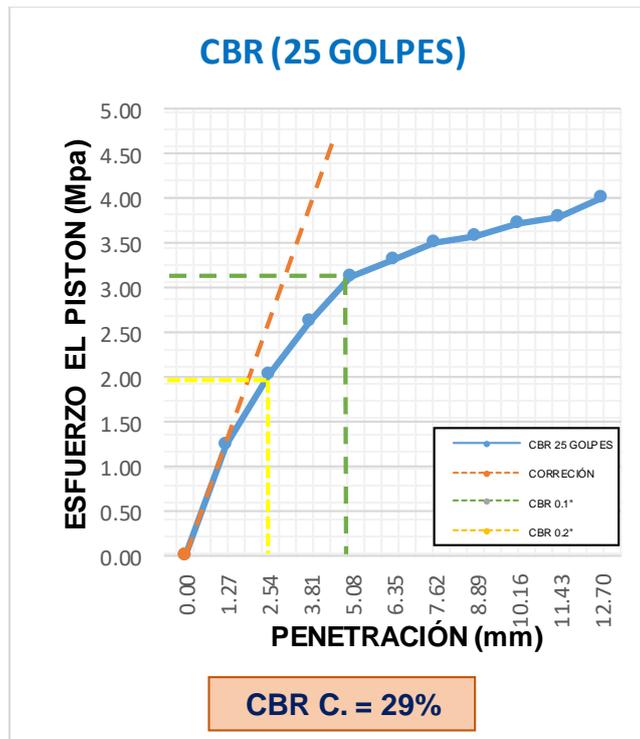


Gráfico 38. CBR con 25 golpes

Tabla 74. C.S. con 12 golpes

12 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	Q-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	12	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Masa del Suelo Húmedo + Molde	g	11567	11997
Masa del Molde	g	7870	7870
Masa del Suelo Húmedo	g/cm3	3697	4127
Volumen del Suelo	cm3	2129	2129
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	1.736	1.938
Capsula N°	N°	PC-5	PC-6
Masa de la Capsula	g	63.81	58.47
Suelo Húmedo + Capsula	g	390.79	401.41
Masa del Suelo Seco + Capsula	g	347.49	349.6
Masa del Agua	g	43.30	51.81
Masa del Suelo Seco	g	283.68	291.13
Humedad (%)	(%)	15.26%	17.80%
Promedio de Humedad (%)	(%)	15.26%	17.80%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.507	1.646
Peso Unitario Seco	kN/m3	14.774	16.138

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75. Expansión con 12 golpes

EXPANSIÓN				
12 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	285.9	0	0
1er Día	24:00:00	314	0.71	0.56
2do Día	48:00:00	354	1.73	1.36
3er Día	72:00:00	395	2.77	2.18
4to Día	96:00:00	426	3.56	2.8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76. Penetración con 12 golpes

PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar kg-F/cm2/ Mpa	12 GOLPES			CBR Corr. (%)
mm	Pulg.			Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	
0.00	0.000	0:00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		29.0	1.5	0.15	
1.27	0.050	01:00		66.0	3.41	0.33	
1.90	0.075	01:30		110.7	5.72	0.56	
2.54	0.100	02:00	70.31 /6.9	150.7	7.79	0.76	12.32
3.17	0.125	02:30		195.0	10.08	0.99	
3.81	0.150	03:00		240.0	12.4	1.22	
5.08	0.200	04:00	105.46 /10.35	332.5	17.18	1.69	17.2
6.35	0.250	05:00		420.9	21.75	2.13	
7.62	0.300	06:00		485.2	25.07	2.46	
8.89	0.350	07:00		530.0	27.39	2.69	
10.16	0.400	08:00		571.4	29.53	2.9	
11.43	0.450	09:00		591.8	30.58	3.00	
12.70	0.500	10:00		617.3	31.19	3.13	

Fuente: Elaboración Propia

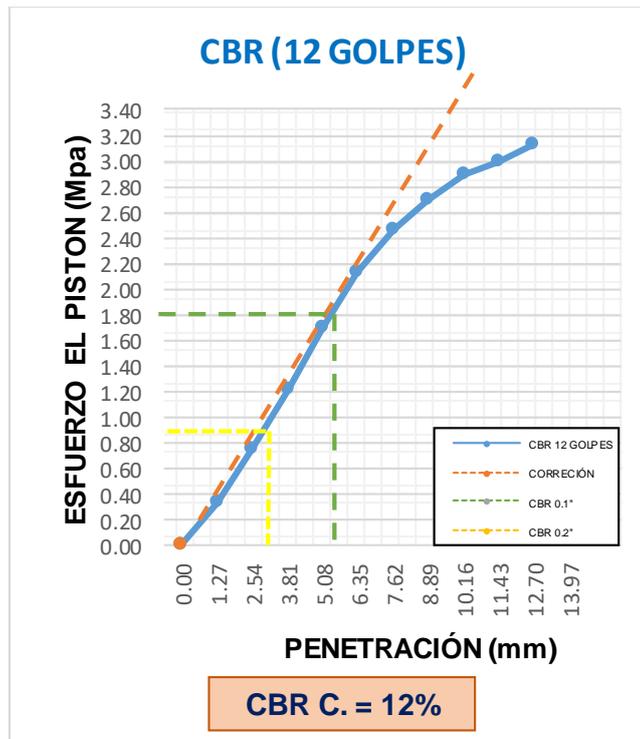


Gráfico 39. CBR con 12 golpes

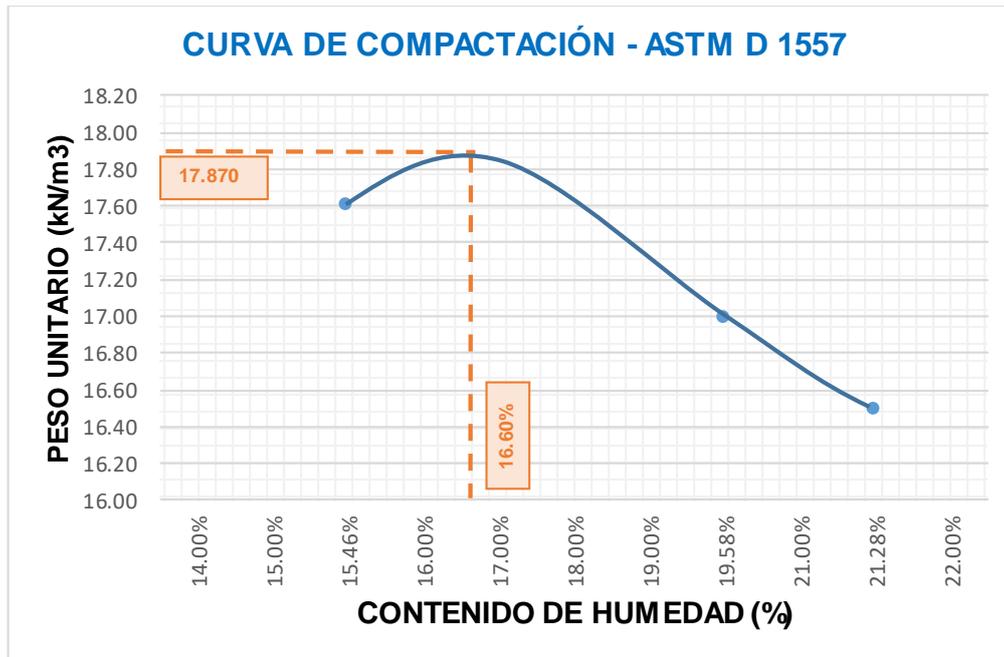


Gráfico 40. Curva de compactación

Tabla 77. CBR al 95% y 100%

CBR (100% DE MDS) 0.1"	%	50.50%	CBR (100% DE MDS) 0.2"	%	40.50%
CBR (95% DE MDS) 0.1"	%	42.80%	CBR (95% DE MDS) 0.2"	%	37.00%

Fuente: Elaboración Propia

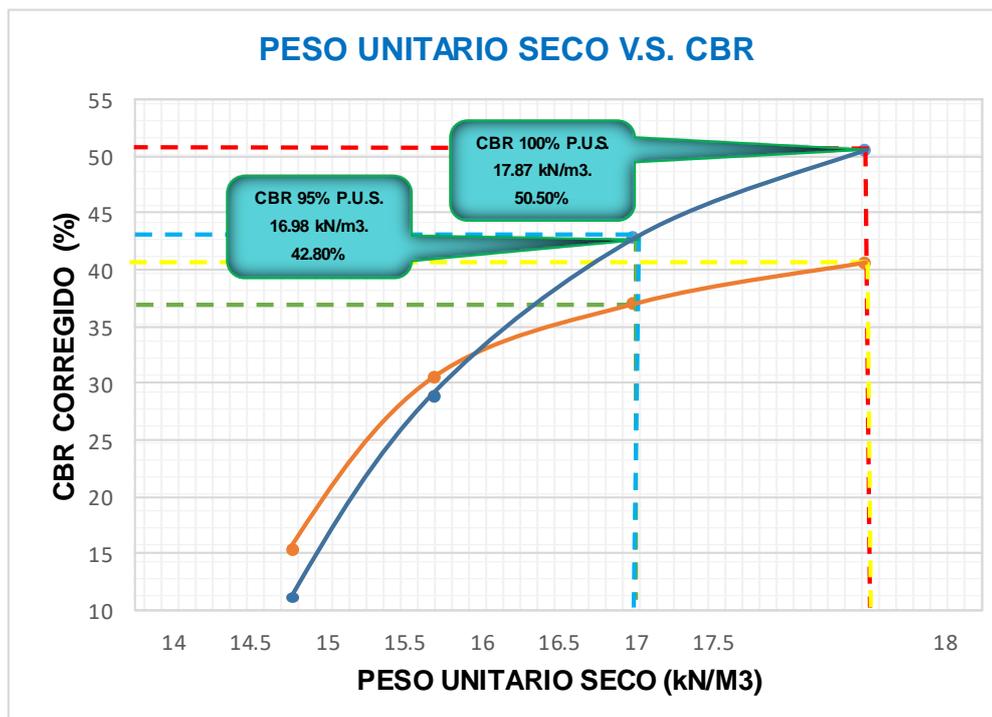


Gráfico 41. Peso unitario v.s. CBR

- **Resistencia a la compresión:** Se hizo con el Ensayo de Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (**ASTM D 5102 y D 5102 M - 22**) también se realizó con la norma ASTM Standard **ASTM D 2166 y D2166 M**.

En la Tabla 78. se calcula la deformación controlada del espécimen – A de la dosificación 1.3% organosilano + 5% cal hallando el esfuerzo desviador, en el Gráfico 42. Muestra la curva de esfuerzo y deformación del espécimen – A, en la Tabla 79. se calcula la deformación controlada del espécimen – B de la dosificación 1.3% organosilano + 5% cal hallando el esfuerzo desviador y en el Gráfico 43. Muestra la curva de esfuerzo y deformación del espécimen – B, se muestra el Gráfico 44. De la deformación controlada en relación al esfuerzo y deformación, luego se halla el círculo de mohr con el esfuerzo cortante y el esfuerzo normal como se observa en el Gráfico 45.

Tabla 78. Deformación controlada

DEFORMACION CONTROLADA							
ESPECIMEN - A							
MADURACION : 1 D - 5% CAL - 1.3% ORGANOSILANO							
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Área Corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla
(0.01 mm)	ϵ [$\Delta H/H_0$]	1- ϵ	Ac (cm ²)	P (kg)	σ (Kg/cm ²)	σ (Kpa)	ϵ %
0	0.00000	1.00000	78.70	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00048	0.99952	78.74	4.80	0.06	5.98	0.05
20	0.00097	0.99903	78.77	9.60	0.12	11.95	0.10
30	0.00145	0.99855	78.81	14.30	0.18	17.79	0.15
40	0.00194	0.99806	78.85	19.70	0.25	24.50	0.19
50	0.00242	0.99758	78.89	25.50	0.32	31.70	0.24
60	0.00291	0.99709	78.93	30.60	0.39	38.02	0.29
70	0.00339	0.99661	78.97	36.60	0.46	45.45	0.34
80	0.00388	0.99612	79.00	44.30	0.56	54.99	0.39
90	0.00436	0.99564	79.04	52.30	0.66	64.89	0.44
100	0.00485	0.99515	79.08	62.70	0.79	77.75	0.48
125	0.00606	0.99394	79.18	84.20	1.06	104.29	0.61
150	0.00727	0.99273	79.27	111.60	1.41	138.06	0.73
175	0.00849	0.99151	79.37	139.20	1.75	171.99	0.85
200	0.00970	0.99030	79.47	166.60	2.10	205.59	0.97
225	0.01091	0.98909	79.57	184.60	2.32	227.53	1.09
250	0.01212	0.98788	79.66	201.30	2.53	247.80	1.21
275	0.01334	0.98666	79.76	210.10	2.63	258.32	1.33
300	0.01455	0.98545	79.86	216.10	2.71	265.37	1.45
350	0.01697	0.98303	80.06	206.40	2.58	252.84	1.70
400	0.01940	0.98060	80.25	175.30	2.18	214.21	1.94

450 0.02182 0.97818 80.45 146.00 1.81 177.96 2.18

Fuente: Elaboración Propia

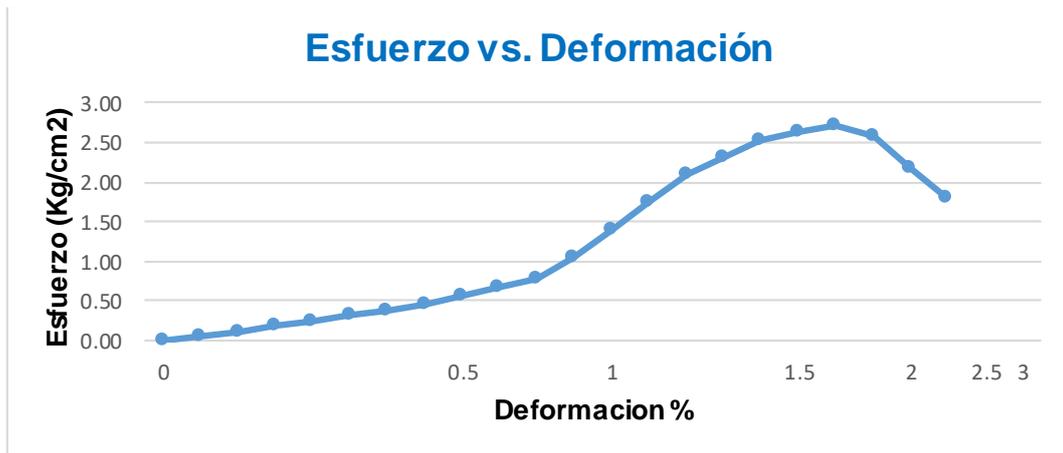


Gráfico 42. Esfuerzo vs. deformación

Tabla 79. Deformación controlada

DEFORMACIÓN CONTROLADA							
ESPECIMEN - B							
MADURACION : 1 D - 5% CAL - 1.3% ORGANOSILANO							
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain ϵ	1 - Def. Unit.	Área Corregida Ac (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla $\epsilon \%$
(0.01 mm)	$[\Delta H/H_0]$	1- ϵ			σ (Kg/cm ²)	σ (Kpa)	
0	0.00000	1.00000	78.70	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00048	0.99952	78.74	4.60	0.06	5.73	0.05
20	0.00097	0.99903	78.77	7.20	0.09	8.96	0.10
30	0.00145	0.99855	78.81	12.80	0.16	15.93	0.15
40	0.00194	0.99806	78.85	17.50	0.22	21.76	0.19
50	0.00242	0.99758	78.89	22.70	0.29	28.22	0.24
60	0.00291	0.99709	78.93	29.50	0.37	36.65	0.29
70	0.00339	0.99661	78.97	38.60	0.49	47.94	0.34
80	0.00388	0.99612	79.00	47.80	0.61	59.33	0.39
90	0.00436	0.99564	79.04	57.00	0.72	70.72	0.44
100	0.00485	0.99515	79.08	65.20	0.82	80.85	0.48
125	0.00606	0.99394	79.18	97.80	1.24	121.13	0.61
150	0.00727	0.99273	79.27	126.20	1.59	156.12	0.73
175	0.00849	0.99151	79.37	169.20	2.13	209.06	0.85
200	0.00970	0.99030	79.47	208.70	2.63	257.54	0.97
225	0.01091	0.98909	79.57	243.20	3.06	299.75	1.09
250	0.01212	0.98788	79.66	268.80	3.37	330.90	1.21
275	0.01334	0.98666	79.76	278.70	3.49	342.66	1.33
300	0.01455	0.98545	79.86	277.20	3.47	340.40	1.45
350	0.01697	0.98303	80.06	215.30	2.69	263.74	1.70
400	0.01940	0.98060	80.25	121.00	1.51	147.86	1.94
450	0.02182	0.97818	80.45	73.40	0.91	89.47	2.18
500	0.02425	0.97575	80.65	51.30	0.64	62.38	2.42
600	0.02910	0.97090	81.06	40.00	0.49	48.39	2.91

Fuente: Elaboración Propia

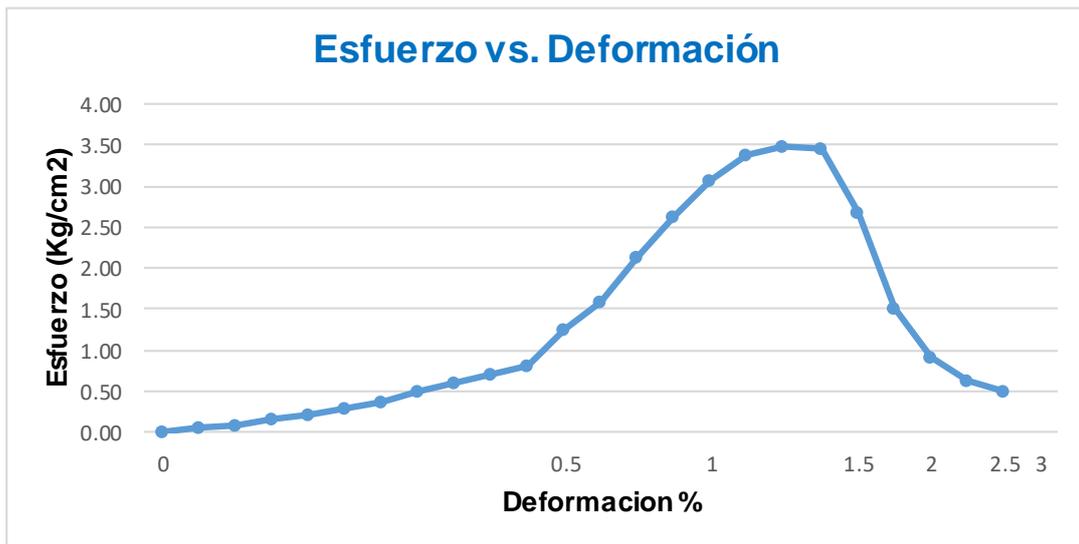


Gráfico 43. Esfuerzo vs. deformación

Cuadro del cálculo de deformación controlada:

RESISTENCIA DE COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	Presión and Bias	Módulo de Young´s E
Qu p=3.09 kg/cm2 (302.89 Kpa)	Cu: Su: 1.545 kg/cm2 (151.44 Kpa)	% Diff = (25.42)	Es=(18890.14 Kpa)

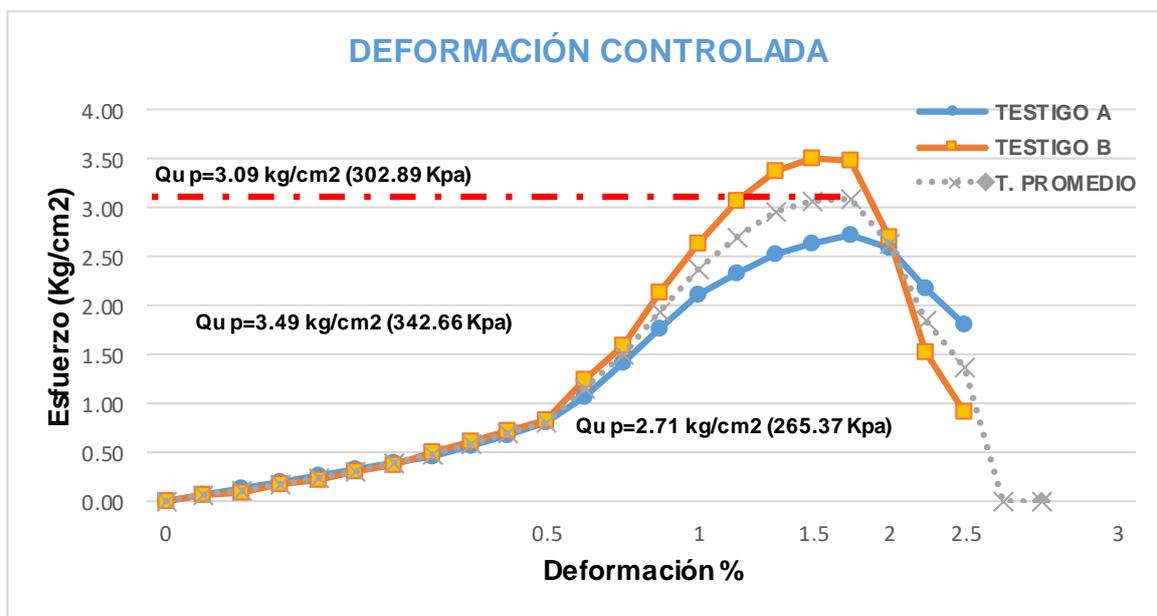


Gráfico 44. Deformación controlada

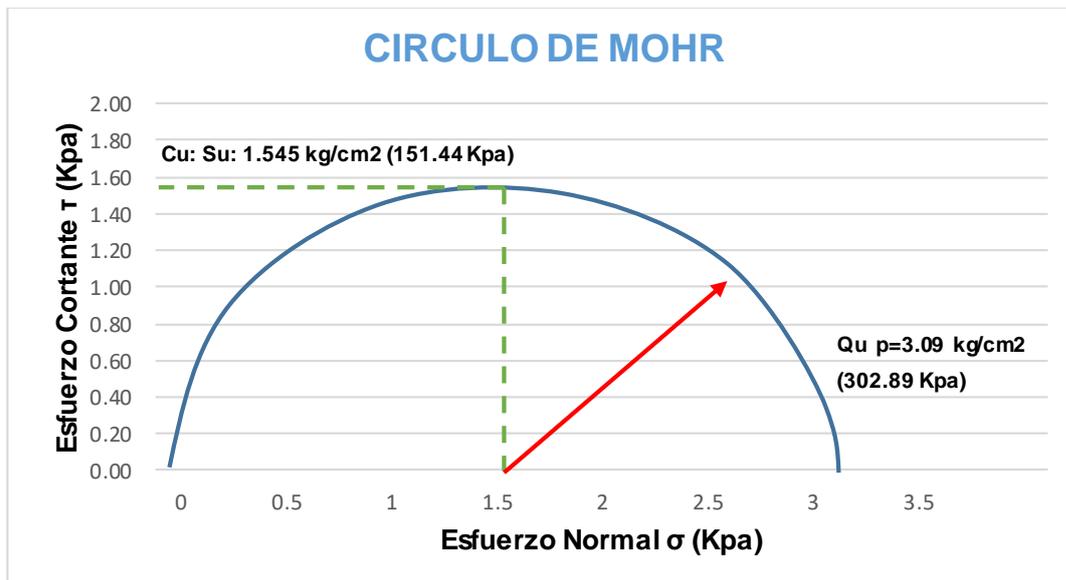


Gráfico 45. Circulo de mohr

El cuarto ensayo realizado corresponde a la **DOSIFICACIÓN 1.8% ORGANOSILANO + 5% CAL:** Donde se realizó lo siguiente:

- ✓ **Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422 - 63)**
 - ✓ **Límites de consistencia: Determinación de IP (ASTM D 4318 - MTCE110 y E111)**
 - ✓ **Máxima Densidad Seca: Relación Humedad – Densidad Proctor (ASTM D 1557-12 (2021))**
 - ✓ **Capacidad de soporte: Ensayo (CBR) (ASTM D 1883-21)**
 - ✓ **Resistencia a la compresión: se hizo con el Ensayo de Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (ASTM D 5102 y D 5102 M-22)**
- **Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422 - 63)**

Se muestra los datos obtenidos del ensayo de análisis granulométrico con los diferentes tamaños de malla y obtención de datos en cada tamiz retenido una cantidad de muestra como se observa en la Tabla 80. Análisis granulométrico, también se observa el Gráfico 46. Curva granulométrica del porcentaje de material que pasa por cada tamiz.

Tabla 80. Análisis granulométrico

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100
1"	25.400	22.6	0.71	0.71	99.29
3/4"	19.000	16.88	0.53	1.25	98.75
1/2"	12.500	18.58	0.59	1.84	98.16
3/8"	9.500	39.41	1.25	3.08	96.92
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	7.14	0.23	3.31	96.69
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	47.98	1.52	4.83	95.17
N° 16	1.190				
N° 20	0.840	25.55	0.81	5.63	94.37
N° 30	0.600				
N° 40	0.425	29.94	0.95	6.58	93.42
N° 50	0.300				
N° 60	0.250	68.34	2.16	8.74	91.26
N° 100	0.150	48.78	1.54	10.28	89.72
N° 200	0.075	115.37	3.65	13.93	86.07
< N° 200	FONDO	2721.43	86.07	100	

Fuente: Elaboración propia

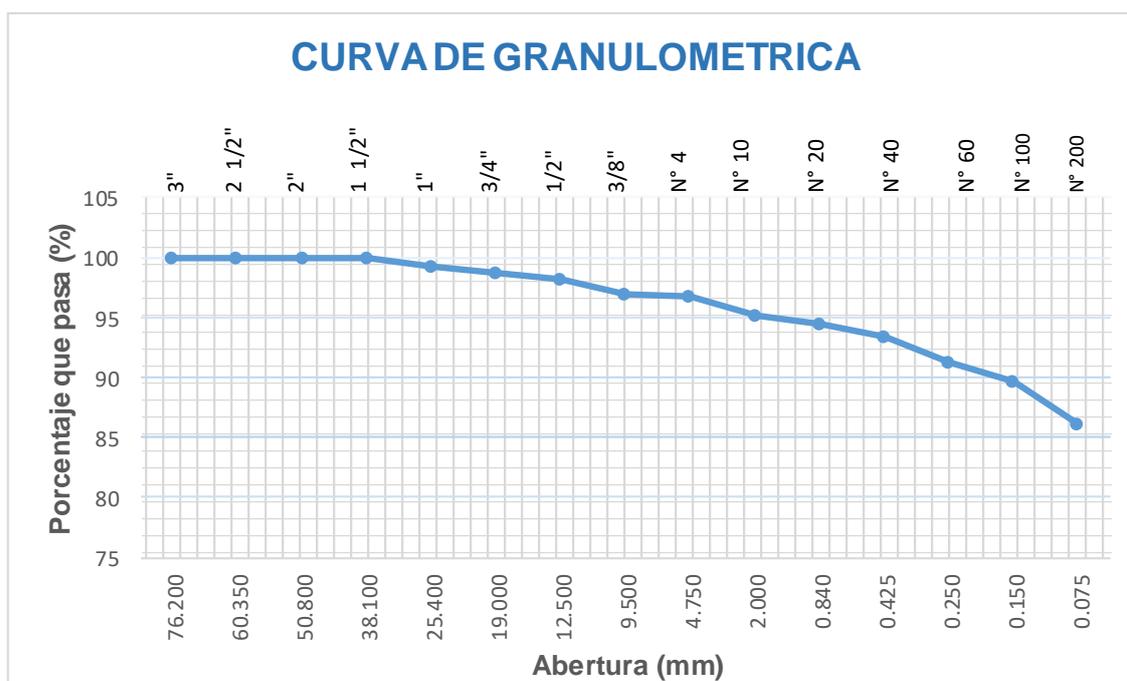


Gráfico 46. Curva granulométrica

- **Límites de consistencia:**

Determinación de IP (**ASTM D-4318 - MTC E110 y E111**)

Se muestra los datos obtenidos del LL según la Tabla 81. El cual nos brinda como resultado el contenido de humedad.

Tabla 81. Limite liquido

DESCRIPCION	N°	LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)		
		LC-16	LC-17	LC-18
N° DE TARA				
M. TARA	g	46.18	46.11	45.5
M. TARA+SUELO HUMEDO	g	62.81	63.41	61.96
M. TARA+SUELO SECO	g	59.06	59.60	58.46
M. AGUA	g	3.75	3.81	3.5
M. SUELO SECO	g	12.88	13.49	12.96
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.1	28.2	27.0
NUMERO DE GOLPES	N°	16	24	33

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra la Tabla 82. de los datos obtenidos del LP el cual nos brinda el % promedio del contenido de humedad.

Tabla 82. Limite plástico

DESCRIPCION	N°	LIMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)		
		LC-19	LC-20	
N° DE TARA				
M. TARA	g	45.66	45.47	
M. TARA+ SUELO HUMEDO	g	48.77	48.91	
M. TARA+SUELO SECO	g	48.19	48.27	
M. AGUA	g	0.58	0.64	
M. SUELO SECO	g	2.53	2.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.9	22.9	LP=22.9

Fuente: Elaboración Propia

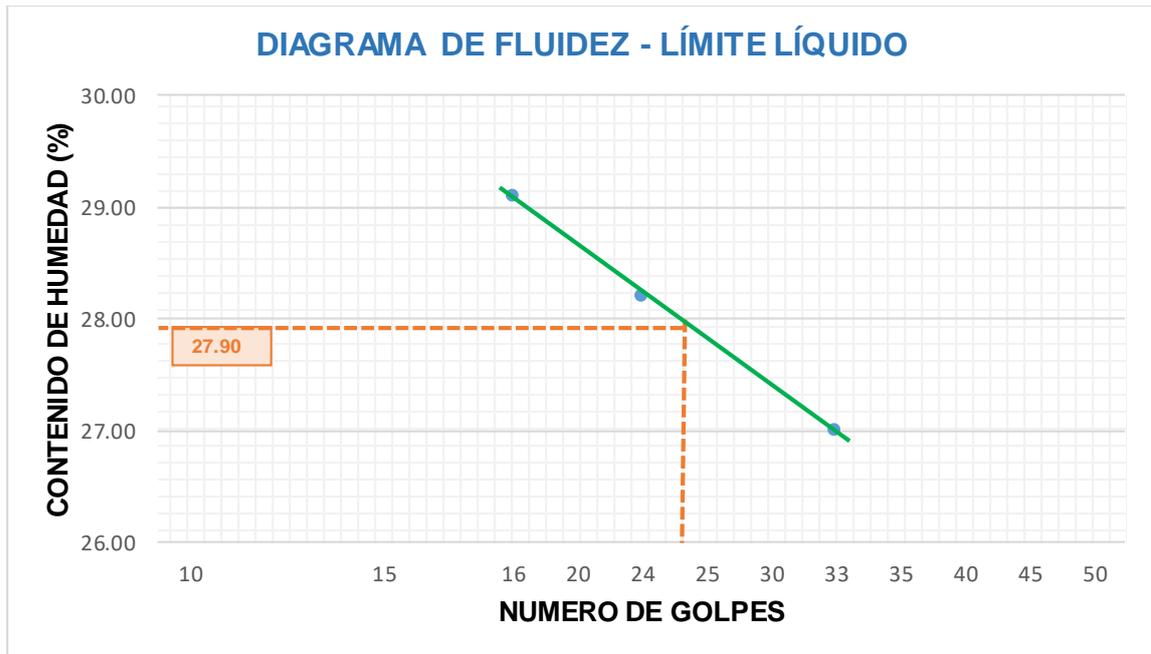


Gráfico 47. Diagrama de fluidez – limite liquido

- **Determinación del IP:**

Promedio de % del IP entre el LL y el LP como muestra la Tabla 83.

Tabla 83. Índice de Plasticidad

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LL	28
LP	23
INDICE DE PLASTICIDAD	5

Fuente: Elaboración Propia

- **Máxima Densidad Seca:**

Relación Humedad – Densidad Proctor (**ASTM D 1557-12 (2021)**); En la Tabla 84. Relación humedad - densidad proctor se muestra el cálculo de los datos obtenidos donde se halla el % de humedad y densidad del suelo seco en g/cm³, en el Gráfico 48. En relación al peso unitario y contenido de humedad se halla la curva de compactación.

Tabla 84. Relación humedad - densidad proctor

DESCRIPCIÓN		RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR			
M. Suelo Húmedo+ Molde	g	5432	5478	5540	5550
M. del Molde	g	3680	3680	3680	3680
M. Suelo Húmedo	g/cm³	1752	1798	1860	1870
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm³	1.881	1.930	1.997	2.007
Capsula N°	N°	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
M. Capsula	g	47.36	47.69	60.52	63.76
Suelo Húmedo + Capsula	g	319.62	366.91	419.9	376.67
M. Suelo Seco + Capsula	g	293	330.95	373.98	332.56
M. Agua	g	26.62	35.96	45.92	44.11
M. Suelo Seco	g	245.64	283.26	313.46	268.8
Humedad (%)	(%)	10.84%	12.70%	14.65%	16.41%
Promedio de Humedad (%)	(%)	10.84%	12.70%	14.65%	16.41%
Densidad del Suelo Seco	g/cm³	1.697	1.713	1.742	1.724
Peso Unitario Seco	kN/m³	16.64	16.8	17.08	16.91

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro de relación humedad – peso unitario:

PROCTOR	: ASTM D 1557-	PESO UNITARIO		
MODIFICADO	12	SECO	1.743 gr/cc	17.090 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	14.80%	14.80%

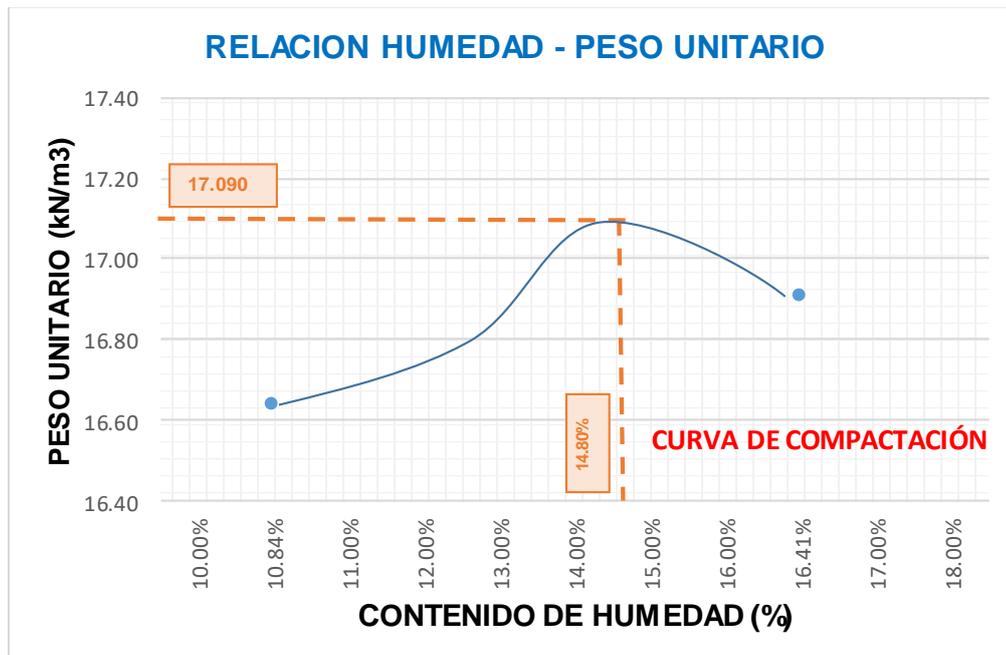


Gráfico 48. Relación humedad – peso unitario

- **Capacidad de soporte:** Ensayo de (CBR) (**ASTM D 1883-21**).

Se realiza cálculos como muestra la Tabla 85. de 56 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 86. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 87., el Gráfico 49. Muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR. Este procedimiento se repite con 25 golpes y se realiza cálculos como muestra la Tabla 88. de 26 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 89. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 90., el Gráfico 50. Muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR. y termina con 12 golpes el cual se realiza cálculos como muestra la Tabla 91. de 26 golpes donde es calculado con los datos del espécimen sin sumergir y sumergido obteniendo como resultado el % de humedad, MDS y PUS, la expansión es calculada con la lectura del dial que fue registrado de cada día mientras el espécimen se encontraba sumergido, así como muestra la Tabla 92. y en la penetración se halla el % corregido del CBR se observa en la Tabla 93., el Gráfico 51. Muestra la relación de esfuerzo del pistón y penetración dando un porcentaje de CBR, luego se procede a graficar la curva de compactación como se observa en el Gráfico 52. y en la Tabla 94. muestra resultados del CBR al 95% y al 100% obtenidos por el Gráfico 53. datos hallados en relación del CBR corregido y el PUS.

Tabla 85. C.S. con 56 golpes

56 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	A-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	56	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
M. Suelo Húmedo+ Molde	g	11281	11422
M. Molde	g	7003	7003
M. Suelo Húmedo	g/cm3	4278	4419
Volumen del Suelo	cm3	2135	2135
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	2.004	2.070
Capsula N°	N°	PC-1	PC-2
M. Capsula	g	47.69	48.47
Suelo Húmedo + Capsula	g	362.86	353.55
M. Suelo Seco + Capsula	g	322.24	300.88
M. Agua	g	40.62	52.67
M. Suelo Seco	g	274.55	252.41
Humedad (%)	(%)	14.80%	20.87%
Promedio de Humedad (%)	(%)	14.80%	20.87%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.746	1.713
Peso Unitario Seco	kN/m3	17.120	16.797

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 86. Expansión con 56 golpes

EXPANSIÓN 56 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	581.10	0.00	0.00
1er Día	24:00:00	606.00	0.63	0.50
2do Día	48:00:00	636.00	1.39	1.10
3er Día	72:00:00	655.00	1.88	1.48
4to Día	96:00:00	667.10	2.18	1.72

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 87. Penetración con 56 golpes

56 GOLPES							
PENETRACIÓN			MOLDE N° A - 1				
mm	Pulg.	Tiempo	Carga Estándar kg-F/cm2/ Mpa	Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0.000	0:00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		152.7	7.89	0.77	
1.27	0.050	01:00		382.0	19.74	1.94	
1.90	0.075	01:30		561.8	29.03	2.85	
2.54	0.100	02:00	70.31/6.9	705.4	36.45	3.58	53.62
3.17	0.125	02:30		845.1	43.67	4.28	
3.81	0.150	03:00		951.5	49.17	4.82	
5.08	0.200	04:00	105.46/10.35	1112.6	57.50	5.64	55.56
6.35	0.250	05:00		1233.0	63.72	6.25	
7.62	0.300	06:00		1251.1	64.66	6.34	
8.89	0.350	07:00		1295.7	66.96	6.57	
10.16	0.400	08:00		1380.2	71.33	7.00	
11.43	0.450	09:00		1468.8	75.91	7.44	
12.70	0.500	10:00		1561.2	80.68	7.91	

Fuente: Elaboración Propia

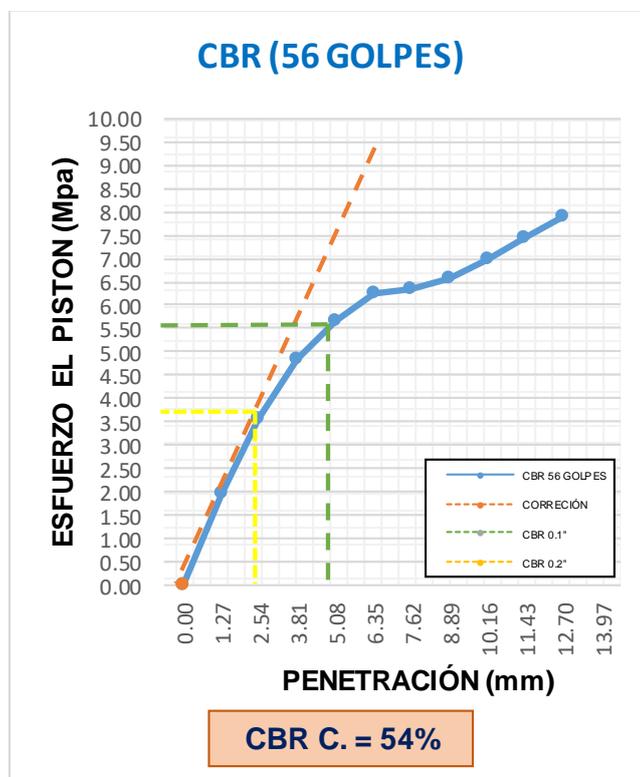


Gráfico 49. CBR con 56 golpes

Tabla 88. C.S. con 25 golpes

25 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	N-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	25	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
M.Suelo Húmedo + Molde	g	10526	10961
M.Molde	g	6813	6813
M.Suelo Húmedo	g/cm3	3713	4148
Volumen del Suelo	cm3	2089	2089
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	1.777	1.985
Capsula N°	N°	PC-3	PC-4
M.Capsula	g	51.28	52.36
Suelo Húmedo + Capsula	g	299	387.42
M.Suelo Seco + Capsula	g	266.92	329.38
M.Agua	g	32.08	58.04
M.Suelo Seco	g	215.64	277.02
Humedad (%)	(%)	14.88%	20.95%
Promedio de Humedad (%)	(%)	14.88%	20.95%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.547	1.641
Peso Unitario Seco	kN/m3	15.171	16.097

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 89. Expansión con 25 golpes

EXPANSIÓN 25 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	662.5	0.00	0.00
1er Día	24:00:00	705	1.08	0.85
2do Día	48:00:00	746	2.12	1.67
3er Día	72:00:00	770	2.73	2.15
4to Día	96:00:00	785	3.11	2.45

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90. Penetración con 25 golpes

PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar kg-F/cm2/ Mpa	25 GOLPES			CBR Corr. (%)
mm	Pulg.			MOLDE N° N - 1	Lectura "kg"	σ kg/cm2	
0.00	0.000	0:00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		125.2	6.47	0.63	
1.27	0.050	01:00		243.0	12.56	1.23	
1.90	0.075	01:30		316.0	16.33	1.60	
2.54	0.100	02:00	70.31 /6.9	375.0	19.38	1.90	27.54
3.17	0.125	02:30		435.6	22.51	2.21	
3.81	0.150	03:00		485.3	25.08	2.46	
5.08	0.200	04:00	105.46 /10.35	594.7	30.73	3.01	29.08
6.35	0.250	05:00		692.8	35.80	3.51	
7.62	0.300	06:00		785.9	40.61	3.98	
8.89	0.350	07:00		875.1	45.22	4.43	
10.16	0.400	08:00		952.9	49.24	4.83	
11.43	0.450	09:00		1009.4	52.17	5.12	
12.70	0.500	10:00		1065.7	55.08	5.40	

Fuente: Elaboración Propia

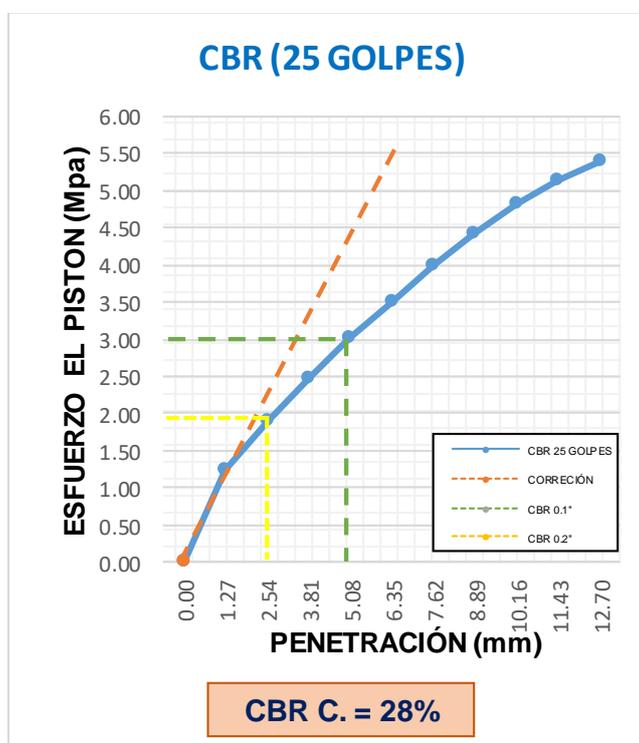


Gráfico 50. CBR con 25 golpes

Tabla 91. C.S. con 12 golpes

12 GOPES			
DESCRIPCIÓN	COD.	Q-1	
Numero de Capas	N°	5	
n° de Golpes por Capa	N°	12	
Condiciones de la Muestra	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Masa del Suelo Húmedo + Molde	g	11734	12258
Masa del Molde	g	8168	8168
Masa del Suelo Húmedo	g/cm3	3566	4090
Volumen del Suelo	cm3	2121	2121
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm3	1.681	1.928
Capsula N°	N°	PC-5	PC-6
Masa de la Capsula	g	47.35	47.43
Suelo Húmedo + Capsula	g	349.31	343.37
Masa del Suelo Seco + Capsula	g	310.43	281.77
Masa del Agua	g	38.88	61.6
Masa del Suelo Seco	g	263.08	234.34
Humedad (%)	(%)	14.78%	26.29%
Promedio de Humedad (%)	(%)	14.78%	26.29%
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.465	1.527
Peso Unitario Seco	kN/m3	14.362	14.971

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 92. Expansión con 12 golpes

EXPANSIÓN				
12 GOLPES				
Ítem	Tiempo	Dial	Expansión	
			mm	%
0 Días	00:00:00	171	0.00	0.00
1er Día	24:00:00	226	1.4	1.1
2do Día	48:00:00	265	2.39	1.88
3er Día	72:00:00	299	3.25	2.56
4to Día	96:00:00	320.29	3.79	2.99

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 93. Penetración con 12 golpes

PENETRACION		Tiempo	Carga Estándar kg-F/cm2/ Mpa	MOLDE N° Q - 1			CBR Corr. (%)
mm	Pulg.			Lectura "kg"	σ kg/cm2	σ Mpa	
0.00	0.000	0:00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		28.9	1.49	0.15	
1.27	0.050	01:00		64.5	3.33	0.33	
1.90	0.075	01:30		110.6	5.72	0.56	
2.54	0.100	02:00	70.31 /6.9	163.8	8.47	0.83	17.39
3.17	0.125	02:30		218.9	11.31	1.11	
3.81	0.150	03:00		271.7	14.04	1.38	
5.08	0.200	04:00	105.46 /10.35	381.5	19.72	1.93	22.22
6.35	0.250	05:00		481.0	24.86	2.44	
7.62	0.300	06:00		580.9	30.02	2.94	
8.89	0.350	07:00		691.2	35.72	3.50	
10.16	0.400	08:00		786.3	40.64	3.99	
11.43	0.450	09:00		892.3	46.11	4.52	
12.70	0.500	10:00		966.2	49.93	4.90	

Fuente: Elaboración Propia

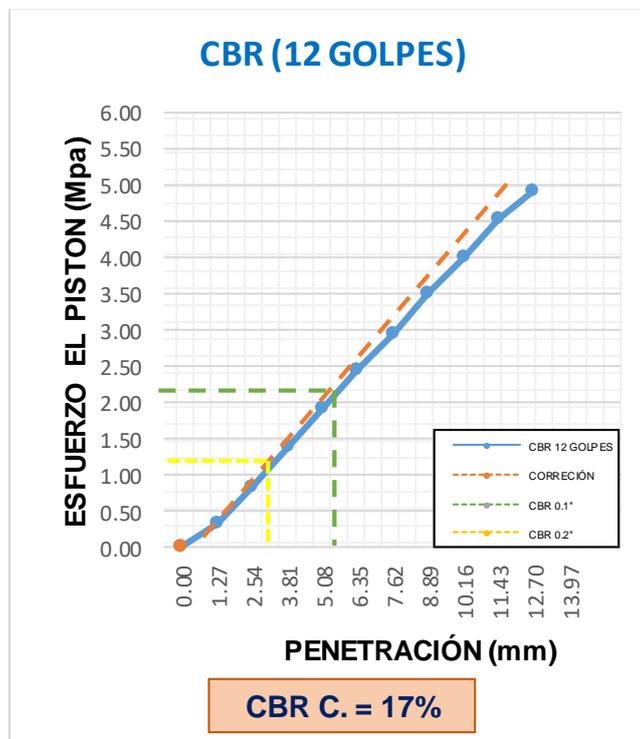


Gráfico 51. CBR con 12 golpes

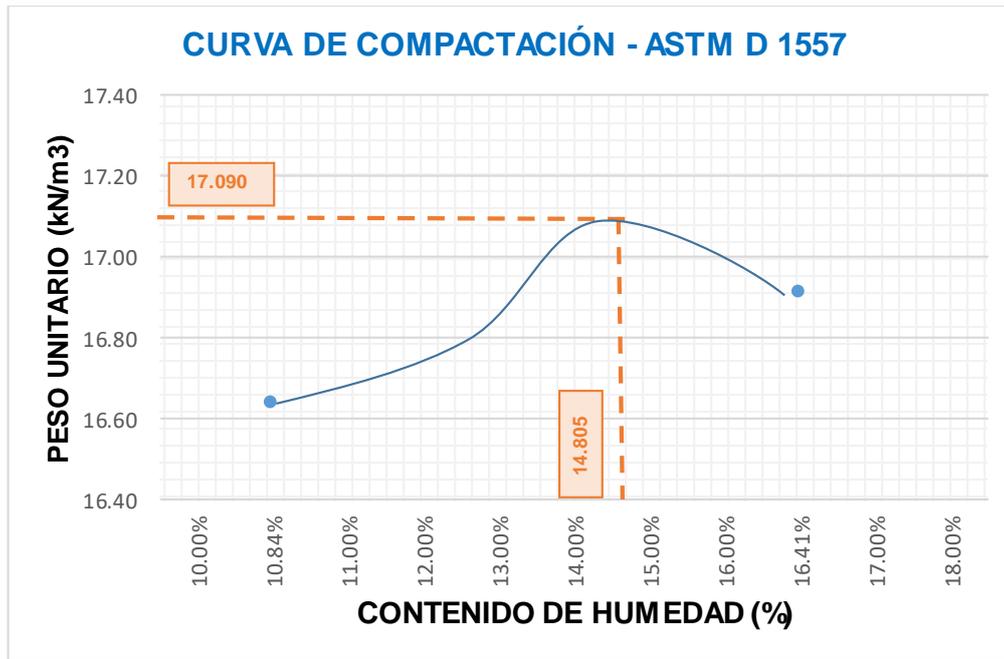


Gráfico 52. Curva de compactación

Tabla 94. CBR al 95% y 100%

CBR (100% DE MDS) 0.1"	%	53.00%	CBR (100% DE MDS) 0.2"	%	54.80%
CBR (95% DE MDS) 0.1"	%	41.70%	CBR (95% DE MDS) 0.2"	%	43.50%

Fuente: Elaboración Propia

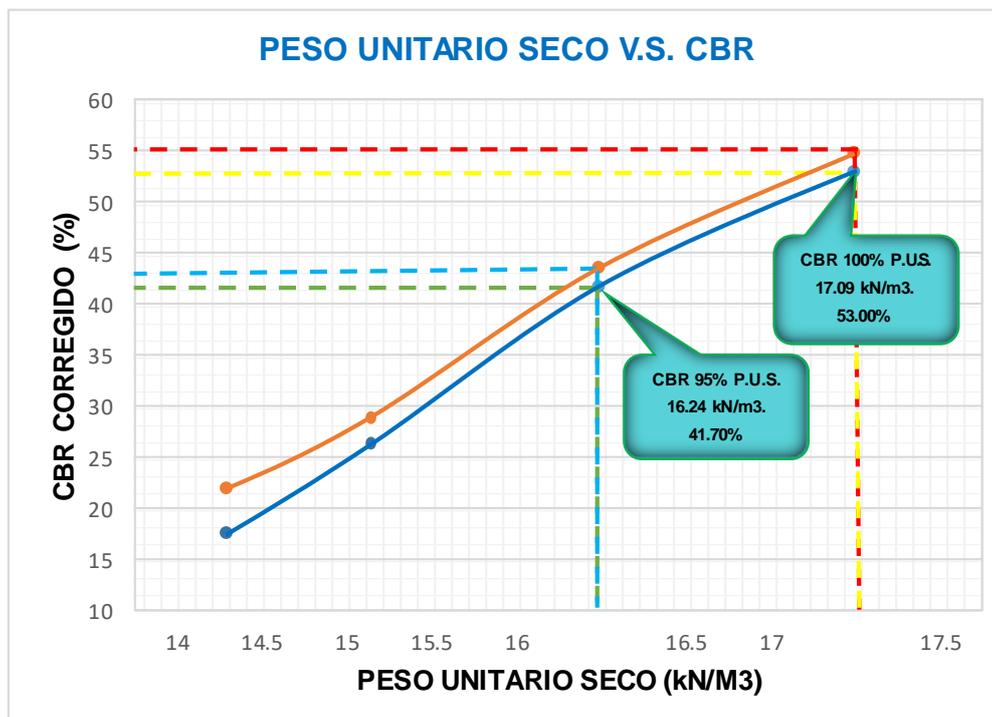


Gráfico 53. Peso unitario seco vs. CBR

- **Resistencia a la compresión:** Se hizo con el Ensayo de Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (**ASTM D 5102 y D 5102 M - 22**) también se realizó con la norma ASTM Standard **ASTM D 2166 y D2166 M**.

En la Tabla 95. se calcula la deformación controlada del espécimen – A de la dosificación 1.8% organosilano + 5% cal hallando el esfuerzo desviador, en el Gráfico 54. muestra la curva de esfuerzo y deformación del espécimen – A, en la Tabla 96. se calcula la deformación controlada del espécimen – B de la dosificación 1.8% organosilano + 5% cal hallando el esfuerzo desviador y en el Gráfico 55. Muestra la curva de esfuerzo y deformación del espécimen – B, se muestra el Gráfico 56. de la deformación controlada en relación al esfuerzo y deformación, luego se halla el círculo de mohr con el esfuerzo cortante y el esfuerzo normal como se observa en el Gráfico 57.

Tabla 95. Deformación controlada

DEFORMACIÓN CONTROLADA							
ESPECIMEN - A							
MADURACION : 1 D - 5% CAL - 1.8% ORGANOSILANO							
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Área Corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla
(0.01 mm)	$\frac{\epsilon}{[\Delta H/H_0]}$	1- ϵ	Ac (cm ²)	P (kg)	σ (Kg/cm ²)	σ (Kpa)	ϵ %
0	0.00000	1.00000	78.7	0	0	0	0
10	0.00048	0.99952	78.74	5.40	0.07	6.73	0.05
20	0.00097	0.99903	78.77	9.80	0.12	12.2	0.10
30	0.00145	0.99855	78.81	12.30	0.16	15.31	0.15
40	0.00194	0.99806	78.85	17.90	0.23	22.26	0.19
50	0.00242	0.99758	78.89	24.70	0.31	30.7	0.24
60	0.00291	0.99709	78.93	32.40	0.41	40.26	0.29
70	0.00339	0.99661	78.97	39.00	0.49	48.43	0.34
80	0.00388	0.99612	79.00	45.10	0.57	55.98	0.39
90	0.00436	0.99564	79.04	51.20	0.65	63.52	0.44
100	0.00485	0.99515	79.08	60.80	0.77	75.40	0.48
125	0.00606	0.99394	79.18	84.90	1.07	105.15	0.61
150	0.00727	0.99273	79.27	111.70	1.41	138.18	0.73
175	0.00849	0.99151	79.37	143.30	1.81	177.05	0.85
200	0.00970	0.99030	79.47	177.70	2.24	219.29	0.97
225	0.01091	0.98909	79.57	206.10	2.59	254.02	1.09
250	0.01212	0.98788	79.66	228.80	2.87	281.66	1.21
275	0.01334	0.98666	79.76	267.00	3.35	328.28	1.33
300	0.01455	0.98545	79.86	292.00	3.66	358.58	1.45
350	0.01697	0.98303	80.06	215.60	2.69	264.11	1.70
400	0.01940	0.98060	80.25	162.30	2.02	198.32	1.94
450	0.02182	0.97818	80.45	87.00	1.08	106.05	2.18

Fuente: Elaboración Propia

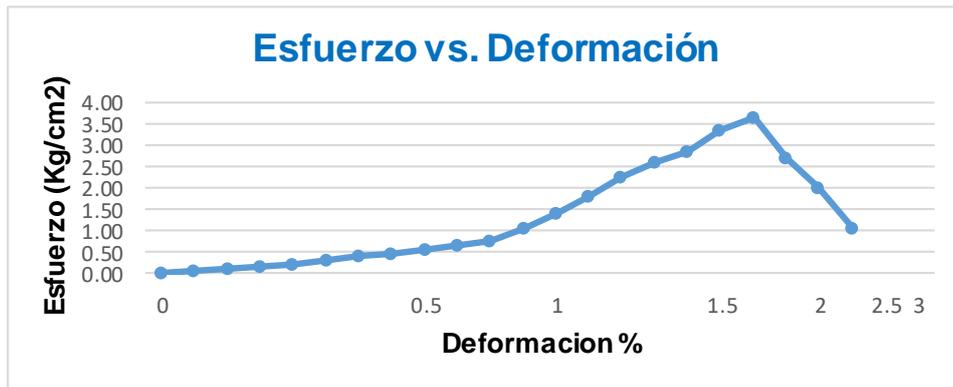


Gráfico 54. Esfuerzo vs. deformación

Tabla 96. Deformación controlada

DEFORMACIÓN CONTROLADA							
ESPECIMEN - B							
MADURACION : 1 D - 5% CAL - 1.8% ORGANOSILANO							
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Área Corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla
(0.01 mm)	ϵ [$\Delta H/H_0$]	1- ϵ	Ac (cm ²)	P (kg)	σ (Kg/cm ²)	σ (Kpa)	ϵ %
0	0.00000	1.00000	78.7	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00048	0.99952	78.74	5.70	0.07	7.10	0.05
20	0.00097	0.99903	78.77	7.20	0.09	8.96	0.10
30	0.00145	0.99855	78.81	11.80	0.15	14.68	0.15
40	0.00194	0.99806	78.85	17.60	0.22	21.89	0.19
50	0.00242	0.99758	78.89	24.20	0.31	30.08	0.24
60	0.00291	0.99709	78.93	33.80	0.43	42.00	0.29
70	0.00339	0.99661	78.97	41.50	0.53	51.54	0.34
80	0.00388	0.99612	79.00	51.60	0.65	64.05	0.39
90	0.00436	0.99564	79.04	59.50	0.75	73.82	0.44
100	0.00485	0.99515	79.08	75.20	0.95	93.25	0.48
125	0.00606	0.99394	79.18	113.00	1.43	139.96	0.61
150	0.00727	0.99273	79.27	154.30	1.95	190.88	0.73
175	0.00849	0.99151	79.37	181.90	2.29	224.75	0.85
200	0.00970	0.99030	79.47	215.70	2.71	266.18	0.97
225	0.01091	0.98909	79.57	241.50	3.04	297.66	1.09
250	0.01212	0.98788	79.66	260.40	3.27	320.56	1.21
275	0.01334	0.98666	79.76	277.80	3.48	341.56	1.33
300	0.01455	0.98545	79.86	282.90	3.54	347.40	1.45
350	0.01697	0.98303	80.06	275.80	3.45	337.85	1.70
400	0.01940	0.98060	80.25	234.50	2.92	286.55	1.94
450	0.02182	0.97818	80.45	181.80	2.26	221.60	2.18
500	0.02425	0.97575	80.65	117.40	1.46	142.75	2.42
600	0.02910	0.97090	81.06	61.70	0.76	74.65	2.91

Fuente: Elaboración Propia

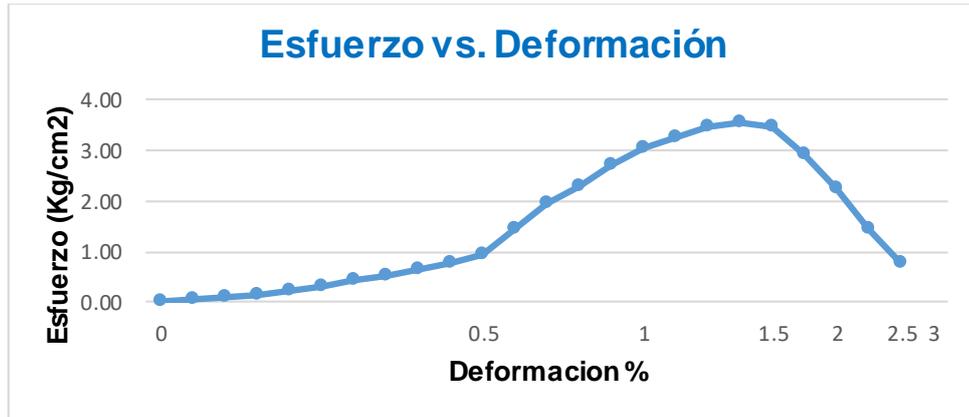


Gráfico 55. Esfuerzo vs. deformación

Cuadro del cálculo de deformación controlada:

RESISTENCIA DE COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	Presión and Bias	Módulo de Young´s E
Qu p=3.6 kg/cm2 (352.99 Kpa)	Cu: Su: 1.8 kg/cm2 (176.49 Kpa)	% Diff = (3.17)	Es=(20928.2 Kpa)

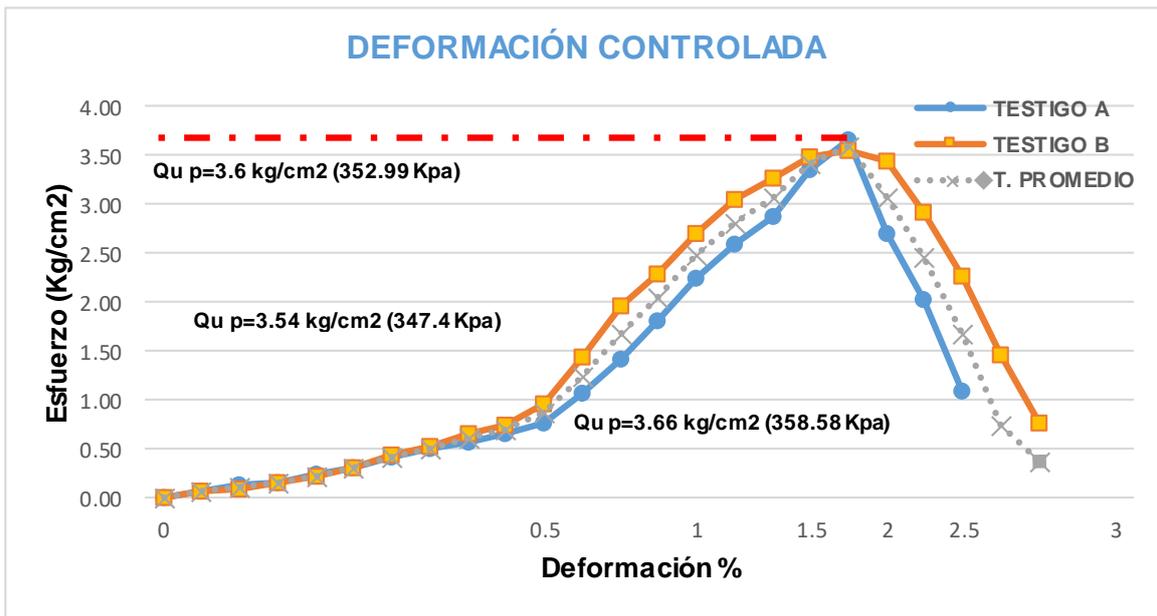


Gráfico 56. Deformación controlada

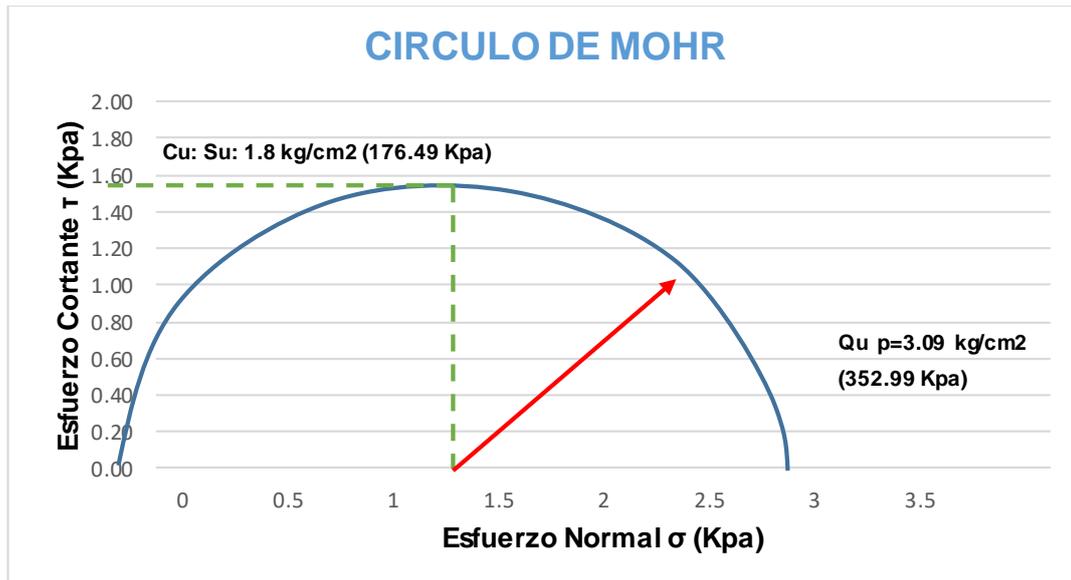


Gráfico 57. Circulo de mohr

3.6 Método de análisis de datos

Para Hernandez (2014, p. 270), es el proceso donde se estudia e interpreta el análisis de datos estadísticos correspondiente de las variables, distribuye frecuencia, mide tendencia, variabilidad graficas e inferencial.

Teniendo en cuenta sobre el método de análisis se realizó mediante estadística en donde reúne la información con tablas y gráficos logrando la interpretación en la estadística inferencial para contrastar las hipótesis y comprobar los resultados de la estadística descriptiva de los aditivos estabilizantes organosilanos y cal para la subrasante establecidos de acuerdo a la variable independiente y variable dependiente, los cuales son:

- Dosificación de aditivo organosilanos.
- Dosificación de aditivo cal.
- IP
- MDS
- Capacidad de soporte.
- Resistencia a la compresión.

3.7 Aspectos éticos

La elaboración de esta investigación es realizada con disciplina, ética, moral y honradez aplicando las normas ISO 690 respetando los tipos de referencia, en lo esencial evitar problemas como el plagio, seguidamente el proceso de elaboración de ensayos en laboratorio tomando en cuenta las normas ASTM, AASHTO los manuales de carreteras del MTC realizándose con honestidad contando debidamente con los expertos encargados quienes validaran la calibración de los instrumentos y los resultados de análisis de datos estadísticos, además se tendrá en cuenta la finalización de la investigación con el turnitin, tomando en cuenta que la presente investigación es de elaboración propia.

IV. RESULTADOS

Indicador: Índice de plasticidad:

La Tabla 97. del IP muestra los resultados del % promedio, hallado entre el LL y el LP de cada dosificación aplicada del material organosilanos y cal.

Tabla 97. Índice de Plasticidad

Dosificación	adición de Organosilanos	LL	LP	IP	Normativa
SUELO NATURAL 0% CAL 0% ORG.	0%	36	22	14	ASTM D 4318
SUELO NATURAL 5% CAL 0.7% ORG.	0.70%	33	22	11	ASTM D 4318
SUELO NATURAL 5% CAL 1.3% ORG.	1.30%	31	23	8	ASTM D 4318
SUELO NATURAL 5% CAL 1.8% ORG.	1.80%	28	23	5	ASTM D 4318

Fuente: Elaboración Propia

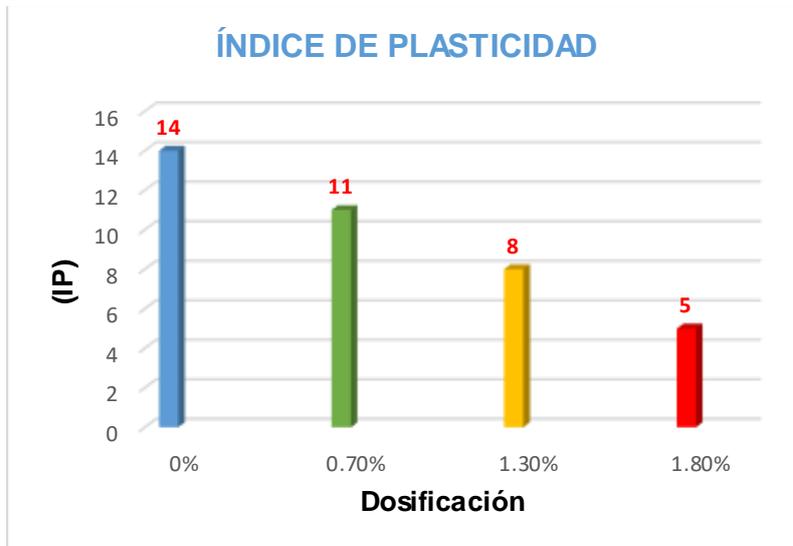


Gráfico 58. Índice de Plasticidad

Interpretación:

Para la obtención del índice de plasticidad se hizo el LL y LP tanto en suelo natural sin ninguna dosificación o manipulada y con dosificaciones de cal más organosilanos como muestra la tabla realizada del índice de plasticidad, se observa en el Gráfico 58. la descendencia del IP donde el suelo patrón cuenta con IP de 14 en cuanto a la adición de cal + organosilano de la Df1 0.5%+0.70% cuenta con un IP de 11 y una diferencia de 3 al suelo patrón, en la Df2 0.5%+1.30% cuenta con un IP de 8 y una diferencia de 6 al suelo patrón, en la Df3 0.5%+1.80% cuenta con

un IP de 8 y una diferencia de 9 al suelo patrón. Confirmando que la aplicación de cal + organosilanos genera descenso en el IP.

- **Estadística Inferencial – Prueba de la Normalidad**

Para realizar la validación de hipótesis se empleó la prueba de normalidad (test de Shapiro-wilk), debido ya que las muestras realizadas en este trabajo son menores a 50, el cual nos ayudara a determinar si es normal o no normal.

La **H0** es aceptada, cuando el valor $p \geq 0.05$ donde significa una distribución normal.

La **Ha** es aceptada, cuando el valor $p < 0.05$ donde significa una distribución normal.

La Tabla 98. Muestra la prueba de normalidad del índice de plasticidad.

Tabla 98. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad			
Muestra	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
IP	.993	4	.972

Fuente: elaboración propia

Se cumple que es una distribución normal debido a que $p \geq 0.05$ aceptando la **H0**.

- **Análisis de Varianza:**

En ANOVA para comparar la medición en diferentes grupos o similares conocida como una prueba paramétrica es cuando los resultados pertenecen a una distribución normal. En esta investigación se realizó solo un grupo por lo que no corresponde la prueba debido a que se aplica en dos o tres grupos a más.

- **Prueba a de TUKEY**

Se realiza la prueba TUKEY para saber que dosificación influyo más en esta prueba debido a las comparaciones múltiples. En esta investigación se realizó solo un grupo por lo que no corresponde la prueba debido a que se aplica en dos o tres grupos a más.

Indicador: Máxima Densidad Seca:

La Tabla 99. Muestra los resultados obtenidos de la MDS, PUS y OCH de las diferentes dosificaciones aplicadas.

Tabla 99. Máxima Densidad Seca

Dosificación	adición de Organosilanos	MDS (gr/cm ³)	PUS (kN/m ³)	OCH (%)	Normativa
SUELO NATURAL 0% CAL 0% ORG.	0%	1.805	17.705	17.00%	ASTM D1557-12
SUELO NATURAL 5% CAL 0.7% ORG.	0.70%	1.743	17.095	15.00%	ASTM D1557-12
SUELO NATURAL 5% CAL 1.3% ORG.	1.30%	1.822	17.870	16.60%	ASTM D1557-12
SUELO NATURAL 5% CAL 1.8% ORG.	1.80%	1.743	17.090	14.80%	ASTM D1557-12

Fuente: Elaboración Propia

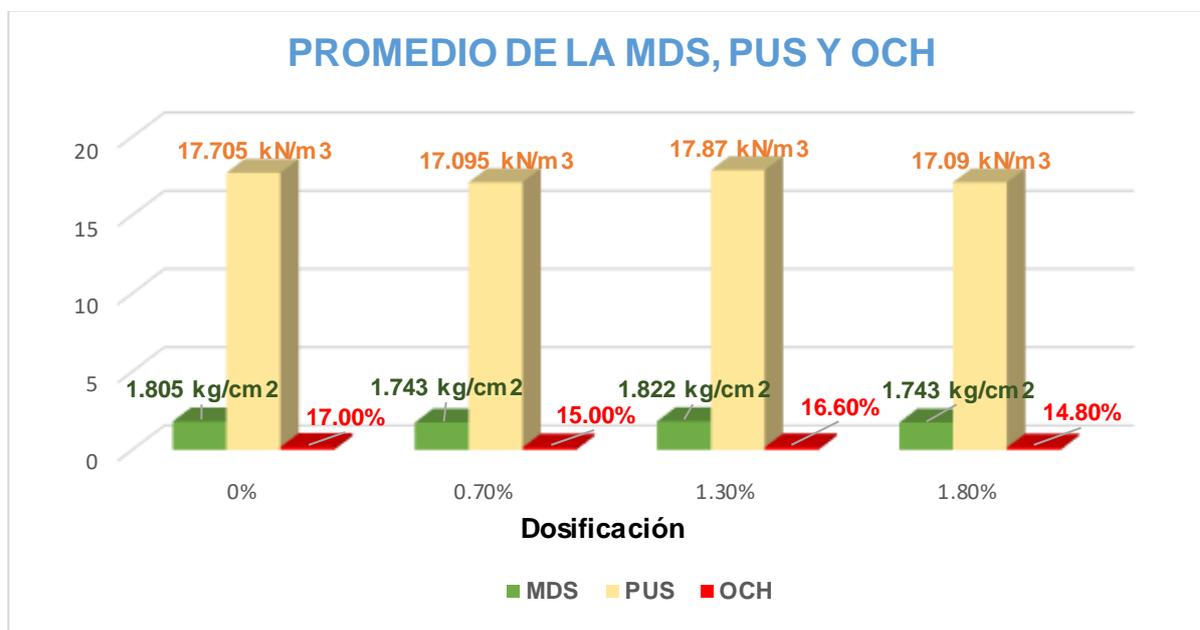


Gráfico 59. Promedio de la MDS, PUS y OCH

Interpretación:

En el Gráfico 59. podemos observar la MDS en el suelo patrón es de 1.805 gr/cm³ en cuanto a la adición de cal + organosilano de la Df1 0.5%+0.70% cuenta con una MDS de 1.743 gr/cm³ y una diferencia de 0.062 gr/cm³ al suelo patrón, en la Df2 0.5%+1.30% cuenta con una MDS de 1.822 y una diferencia de 0.017 gr/cm³ al suelo patrón, en la Df3 0.5%+1.80% cuenta con una MDS de 1.743 gr/cm³ y una

diferencia de 0.062 gr/cm³ al suelo patrón. Confirmando que la aplicación de cal + organosilanos genera descenso mínimo en la MDS.

- **Estadística Inferencial – Prueba de la Normalidad**

Para realizar la validación de hipótesis se empleó la prueba de normalidad (test de Shapiro-wilk), debido ya que las muestras realizadas en este trabajo son menores a 50, el cual nos ayudara a determinar si es normal o no normal.

La **H₀** es aceptada, cuando el valor $p \geq 0.05$ donde significa una distribución normal.

La **H_a** es aceptada, cuando el valor $p < 0.05$ donde significa una distribución normal.

La Tabla 100. Muestra la prueba de normalidad de la MDS.

Tabla 100. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad			
Muestra	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MDS	.819	4	.141

Fuente: elaboración propia

Se cumple que es una distribución normal debido a que $p \geq 0.05$ aceptando la **H₀**.

- **Análisis de Varianza:**

En ANOVA para comparar la medición en diferentes grupos o similares conocida como una prueba paramétrica es cuando los resultados pertenecen a una distribución normal. En esta investigación se realizó solo un grupo por lo que no corresponde la prueba debido a que se aplica en dos o tres grupos a más.

- **Prueba a de TUKEY**

Se realiza la prueba TUKEY para saber que dosificación influyo más en esta prueba debido a las comparaciones múltiples. En esta investigación se realizó solo un grupo por lo que no corresponde la prueba debido a que se aplica en dos o tres grupos a más.

Indicador: Capacidad de soporte

La Tabla 101. Muestra los resultados obtenidos del CBR al 95% y del CBR al 100% de las diferentes dosificaciones aplicadas y la Tabla 102. muestra la categoría de la subrasante.

Tabla 101. Capacidad de Soporte

Dosificación	adición de Organosilano	CBR 95% 0.1"	CBR 100% 0.1"	Normativa
SUELO NATURAL 0% CAL 0% ORG.	0%	11.00%	15.70%	ASTM D1883-16
SUELO NATURAL 5% CAL 0.7% ORG.	0.70%	30.00%	32.50%	ASTM D1883-16
SUELO NATURAL 5% CAL 1.3% ORG.	1.30%	42.80%	50.50%	ASTM D1883-16
SUELO NATURAL 5% CAL 1.8% ORG.	1.80%	41.70%	53.00%	ASTM D1883-16

Fuente: Elaboración Propia

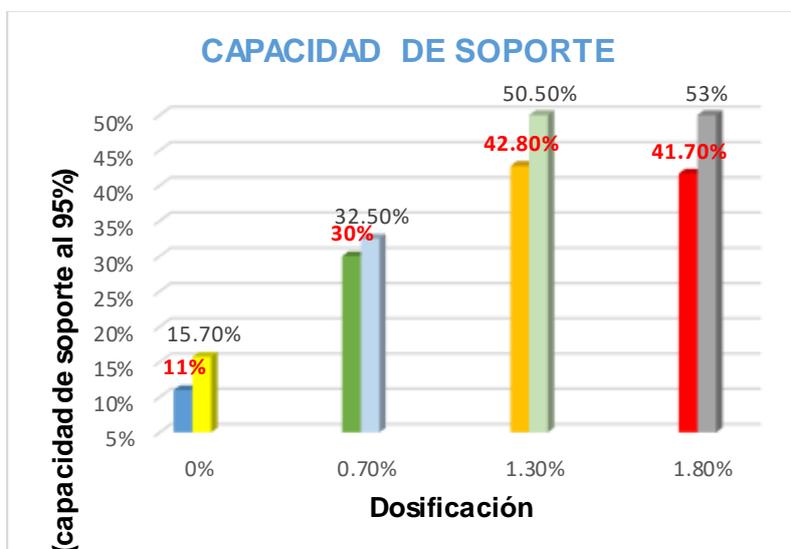


Gráfico 60. Capacidad de Soporte al 95% y 100%

Tabla 102. Categoría de Subrasantes

CATEGORIA DE SUBRASANTES		
S0	MUY POBRE	CBR < 3%
S1	POBRE	CBR = 3% - CBR < 5%
S2	REGULAR	CBR = 6% - CBR < 10%
S3	BUENA	CBR = 11% - CBR < 19%
S4	MUY BUENA	CBR > 20%

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Para la capacidad de soporte se tomó en cuenta la clasificación de SUCS donde el suelo es CL (Arcilla de baja plasticidad) y AASHTO el cual corresponde A - 6 (12). La Tabla 101. de capacidad de soporte muestra un CBR de 95% al 100% en donde el CBR del 95%. En el Gráfico 60. podemos observar la Capacidad de Soporte en el suelo patrón es del 11% en cuanto a la adición de cal + organosilano de la Df1 0.5%+0.70% cuenta con una Capacidad de Soporte del 30% y una diferencia del 19% al suelo patrón, en la Df2 0.5%+1.30% cuenta con una Capacidad de Soporte del 42.80% y una diferencia del 31.80% al suelo patrón, en la Df3 0.5%+1.80% cuenta con una Capacidad de Soporte del 41.70% y una diferencia del 30.70% al suelo patrón y donde el CBR al 100%. En el grafico podemos observar la Capacidad de Soporte en el suelo patrón es del 15.70% en cuanto a la adición de cal + organosilano de la Df1 0.5%+0.70% cuenta con una Capacidad de Soporte del 32.50% y una diferencia del 16.8% al suelo patrón, en la Df2 0.5%+1.30% cuenta con una Capacidad de Soporte del 50.50% y una diferencia del 34.80% al suelo patrón, en la Df3 0.5%+1.80% cuenta con una Capacidad de Soporte del 53% y una diferencia del 37.30% al suelo patrón. Confirmando que la aplicación de cal + organosilanos genera un incremento optimo en la Capacidad de Soporte.

- **Estadística Inferencial – Prueba de la Normalidad**

Para realizar la validación de hipótesis se empleó la prueba de normalidad (test de Shapiro-wilk), debido ya que las muestras realizadas en este trabajo son menores a 50, el cual nos ayudara a determinar si es normal o no normal.

La **H₀** es aceptada, cuando el valor $p \geq 0.05$ donde significa una distribución normal.

La **H_a** es aceptada, cuando el valor $p < 0.05$ donde significa una distribución normal.

La Tabla 103. Muestra la prueba de normalidad de la capacidad de soporte.

Tabla 103. *Prueba de normalidad.*

Pruebas de normalidad			
Muestra	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Capacidad de Soporte	.866	4	.282

Fuente: elaboración propia

Se cumple que es una distribución normal debido a que $p \geq 0.05$ aceptando la **H0**.

- **Análisis de Varianza:**

En ANOVA para comparar la medición en diferentes grupos o similares conocida como una prueba paramétrica es cuando los resultados pertenecen a una distribución normal. En esta investigación se realizó solo un grupo por lo que no corresponde la prueba debido a que se aplica en dos o tres grupos a más.

- **Prueba a de TUKEY**

Se realiza la prueba TUKEY para saber que dosificación influyo más en esta prueba debido a las comparaciones múltiples. En esta investigación se realizó solo un grupo por lo que no corresponde la prueba debido a que se aplica en dos o tres grupos a más.

Indicador: Resistencia a la compresión no confinada:

La Tabla 104. Muestra los resultados obtenidos de la resistencia a compresión no confinada de las diferentes dosificaciones aplicadas, donde se observa resultados de la resistencia al corte no drenado, Angulo de fricción interna y módulo de young y en la Tabla 105. muestra la categoría de la resistencia a compresión no confinada.

Tabla 104. Resistencia a la Compresión no Confinada

Dosificación	adición de Organosilanos	RESISTENCIA A LA COMPRESION NO CONFINADA	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	MODULO DE YOUNG
SUELO NATURAL 0% CAL 0% ORG.	0%	1.35 kg/cm ² (132.36 Kpa)	0.675 kg/cm ² (66.18 Kpa)	% Diff = 9.02	11713.29 Kpa
SUELO NATURAL 5% CAL 0.7% ORG.	0.70%	3.70 kg/cm ² (362.83 Kpa)	1.850 kg/cm ² (181.41 Kpa)	% Diff = 3.7	26844.31 Kpa
SUELO NATURAL 5% CAL 1.3% ORG.	1.30%	3.09 kg/cm ² (302.89 Kpa)	1.545 kg/cm ² (151.44 Kpa)	% Diff = 25.42	18830.14 Kpa
SUELO NATURAL 5% CAL 1.8% ORG.	1.80%	3.60 kg/cm ² (352.99 Kpa)	1.800 kg/cm ² (176.49 Kpa)	% Diff = 3.17	20928.20 Kpa

Fuente: Elaboración Propia

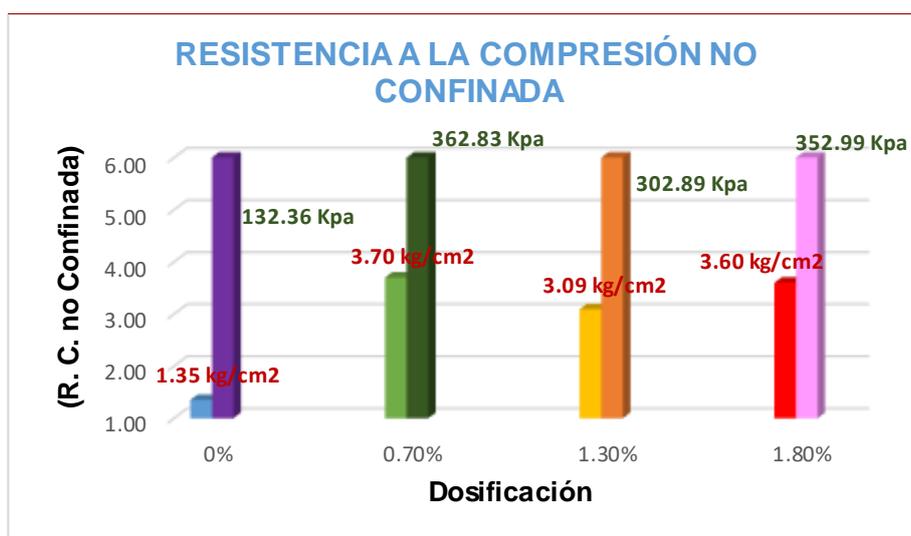


Gráfico 61. Capacidad de Soporte al 95%

Tabla 105. Categoría de la Resistencia a Compresión no confinada

consistencia del suelo	Resistencia a la Compresión no confinada	
	kg/cm ²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	< 25
Blanda	0.25 - 0.50	25 - 50
Mediana	0.50 - 1.00	50 - 100
Firme	1.00 - 2.00	100 - 200
Muy Firme	2.00 - 4.00	200 - 400
Dura	> 4.00	> 400

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se trabajó de acuerdo a la norma ASTM D 2166, en el Grafico 61. podemos observar la resistencia a compresión no confinada en el suelo patrón es de 1.35 gr/cm² en cuanto a la adición de cal + organosilano de la Df1 0.5%+0.70% cuenta con una R.C. no confinada de 3.70 gr/cm² y una diferencia de 2.35 gr/cm² al suelo patrón, en la Df2 0.5%+1.30% cuenta con una R.C. no confinada de 3.09 gr/cm² y una diferencia de 1.74 gr/cm², en la Df3 0.5%+1.80% cuenta con una R.C. no confinada de 3.60 gr/cm² y una diferencia de 2.25 gr/cm². Confirmando que la aplicación de cal + organosilanos genera incremento optimo en la resistencia a compresión no confinada.

- **Estadística Inferencial – Prueba de la Normalidad**

Para realizar la validación de hipótesis se empleó la prueba de normalidad (test de Shapiro-wilk), debido ya que las muestras realizadas en este trabajo son menores a 50, el cual nos ayudara a determinar si es normal o no normal.

La **H₀** es aceptada, cuando el valor $p \geq 0.05$ donde significa una distribución normal.

La **H_a** es aceptada, cuando el valor $p < 0.05$ donde significa una distribución normal.

La Tabla 106. Muestra la prueba de normalidad de la resistencia a compresión simple no confinada.

Tabla 106. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad			
Muestra	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a Compresión no confinada	.811	4	.123

Fuente: elaboración propia

Se cumple que es una distribución normal debido a que $p \geq 0.05$ aceptando la **H0**.

- **Análisis de Varianza:**

En ANOVA para comparar la medición en diferentes grupos o similares conocida como una prueba paramétrica es cuando los resultados pertenecen a una distribución normal. En esta investigación se realizó solo un grupo por lo que no corresponde la prueba debido a que se aplica en dos o tres grupos a más.

- **Prueba a de TUKEY**

Se realiza la prueba TUKEY para saber que dosificación influyo más en esta prueba debido a las comparaciones múltiples. En esta investigación se realizó solo un grupo por lo que no corresponde la prueba debido a que se aplica en dos o tres grupos a más.

V. DISCUSIÓN

Indicador: Índice de plasticidad:

En esta investigación sobre el ensayo del IP realizadas en laboratorio con las diferentes dosificaciones podemos observar de acuerdo a los resultados que en el suelo patron tiene un IP de 14% en cuanto a la Df1 de 0.5%+0.7% se obtuvo un IP de 11% con una disminución de 3%, en la Df2 de 0.5%+1.3% se obtuvo 8% con una disminución de 6% y en la Df3 de 0.5%+1.8% se obtuvo un IP de 5% con una disminución de 9% a diferencia del suelo patron. Según Hurtado (2020), el suelo patron tuvo un IP de 10% en cuanto a la aplicación de organosilanos de 0.08% obtuvo un IP de 6.2% y una disminución de 3.8%, en el 0.13% obtuvo 5.7% con una disminución de 4.3% y en el 0.18% obtuvo un IP de 2.6% con una disminución de 7.4%. Según Brioso (2021), el suelo patron tuvo un IP de 10% en cuanto a la aplicación de organosilanos de 0.75 lt/m³ obtuvo un IP de 10%, en el 1.00 lt/m³ obtuvo 10% de IP y en 1.5 lt/m³ obtuvo un IP de 9% donde se observa una disminución de 1%. Los resultados son; debido a la diferencia de dosificaciones que fueron estudiadas de esta presente investigación, de Hurtado y brioso, se puede ver la gran diferencia de IP como resultado favorable que a mayor cantidad de dosificación mejores resultados serán obtenidos.

Indicador: Máxima Densidad Seca:

Para los ensayos realizados de la MDS se obtuvo como resultado en el suelo patrón de 1.805 gr/cm³ en cuanto a la adición de cal + organosilano de la Df1 0.5%+0.70% cuenta con una MDS de 1.743 gr/cm³ y una diferencia de 0.062 gr/cm³ al suelo patrón, en la Df2 0.5%+1.30% cuenta con una MDS de 1.822 y una diferencia de 0.017 gr/cm³ al suelo patrón, en la Df3 0.5%+1.80% cuenta con una MDS de 1.743 gr/cm³ y una diferencia de 0.062 gr/cm³ al suelo patrón. Según Loayza (2021), la muestra patrón de 2.020 kg/cm³ de MDS, para la dosificación de 0.10% se visualiza la MDS de 2.041 kg/cm³, para la dosificación de 0.15% se visualiza la MDS de 2.065 kg/cm³ y para la dosificación de 0.20% se visualiza la MDS de 2.071 kg/cm³. Según Romero (2022), en la muestra patrón se tiene 2.120 kg/cm³ de MDS, para la dosificación de 0.75 kg/m³ se visualiza la MDS de 2.294 kg/cm³ y para la dosificación de 0.35 kg/m³ se visualiza la MDS de 2.243 kg/cm³. Los resultados son; la MDS de las dosificaciones 0.7%, 1.3% y 1.8% se vio una variación promedio

donde la MDS de la Df1 y Df3 mostro un resultado de 1.743 kg/cm³ a diferencia de la dosificación de la Df2 incrementa el valor de la MDS, de Loayza se observa la MDS ascendiente desde la muestra patrón y las dosificaciones 0.10%, 0.15% y 0.20% mostrando resultados diferentes y cada una de ellas incrementado sobre el otro y para romero la dosificación 0.75 kg/m³ fue la que mayor incremento favorable obtuvo en la MDS confirmando que la aplicación del aditivo organosilano mejora la MDS en la aplicación para mejorar la estabilización de suelo.

Indicador: Capacidad de soporte

En cuanto a la capacidad de soporte se evidencio la influencia de la aplicación de organosilanos en los ensayos donde al 95% de CBR desde el suelo patrón que tuvo un 11%, en la Df1 de 0.5%+0.7% al 30% de CBR incrementando un 19%, en la Df2 de 0.5%+1.3% al 42.80% de CBR incrementando un 31.80% y la Df3 de 0.5%+1.8% al 41.70% de CBR incrementando un 30.70% respecto al suelo patrón en tanto al 100% de CBR desde el suelo patrón que tuvo un 12.40%, la Df1 de 0.5%+0.7% al 35.10% de CBR incrementando un 22.70%, en Df2 de 0.5%+1.3% al 37.00% de CBR incrementando un 24.60% y la Df3 de 0.5%+1.8% al 43.50% de CBR incrementando un 31.10% respecto al suelo patrón. Según Hurtado (2020), al 95% de CBR desde el suelo patrón que tuvo un 6.4%, dosificación de 0.08% al 8.1% de CBR incrementando un 1.7%, con la dosificación de 0.13% al 10.2% de CBR incrementando un 3.8% y con la dosificación 0.18% al 12.10% de CBR incrementando un 5.70%, en tanto al 100% de CBR desde el suelo patrón que tuvo un 9.8%, con la dosificación de 0.08% al 12.1% de CBR incrementando un 2.3%, con la dosificación de 0.13% al 14.7% de CBR incrementando un 4.9% y dosificación 0.18% al 16.8% de CBR incrementando un 7%. Según Berrospi (2023), al 95% de CBR desde el suelo patrón que tuvo un 2.64%, en la dosificación de 0.75 Kg/m³ obtuvo el 23.50% de CBR incrementando un 20.86%, en la dosificación de 1.00 Kg/m³ obtuvo el 23.50% de CBR incrementando un 20.86% en tanto al 100% de CBR desde el suelo patrón que tuvo un 2.72%, en la dosificación de 0.75 Kg/m³ al 26.17% de CBR incrementando un 23.45% y con la dosificación de 1.00 Kg/m³ al 48.97% de CBR incrementando un 46.25%. Los resultados son; en cuanto a esta investigación se verifica el gran aumento de CBR a comparación del suelo patrón calificándose como una subrasante muy buena, en cambio con los resultados de

CBR de Hurtado se verifica que el CBR se calificó como buena debido a la menor cantidad de dosificación y con la investigación de Berrospi se verifica el incremento de % de CBR a pesar de la diferencia de dosificación que se aplica en esta investigación con la combinación de otro material donde se concluye que se allá mejoras para una buena estabilización.

Indicador: Resistencia a compresión no confinada:

En la resistencia a compresión no confinada podemos evaluar los resultados obtenidos de acuerdo a los ensayos realizados que el suelo patrón es de 1.35 gr/cm², en la Df1 0.5%+0.70% cuenta con una R.C. no confinada de 3.70 gr/cm², en la Df2 0.5%+1.30% cuenta con una R.C. no confinada de 3.09 gr/cm², en la Df3 0.5%+1.80% cuenta con una R.C. no confinada de 3.60 gr/cm² respecto al suelo patrón. Según Carrasco (2016), en la R.C. no confinada respecto al suelo patrón obtuvo 0.42kg/cm², en la Df1 obtuvo 0.45kg/cm² con una diferencia de 0.03 kg/cm² al suelo patrón, en la Df2 obtuvo 0.51 kg/cm² de diferencia de 0.09kg/cm² al suelo patrón, en la Df3 obtuvo 0.54kg/cm² de diferencia de 0.12kg/cm² al suelo patrón, en la Df4 obtuvo 0.59kg/cm² y de diferencia de 0.17kg/cm² al suelo patrón. Según Sarango (2019), donde dio como resultados del suelo patrón de la muestra uno mostro 0.636kg/cm² y en los resultados del suelo patrón de la muestra dos Df2 obtuvo 0.530kg/cm², con la adición del material en la muestra uno obtuvo 6.284kg/cm² y en la muestra dos obtuvo 4.964kg/cm². Los resultados en esta investigación de la resistencia a la compresión no confinada se puede calificar como muy firme debido que se encuentra entre 2.00 – 4.00kg/cm² en cuanto a Carrasco se pude calificar la resistencia a la compresión no confinada como Blanda y Mediana debido a que se encuentra entre 0.25 – 0.50kg/cm² y 0.50 – 1.00kg/cm², en cuanto a Sarango mostro un calificación muy buena debido a que se encuentra más sobre el promedio de calificación, esto indica que los resultados mostrados entre estas comparaciones son adecuadas el cual confirma que el ensayo realizado en esta investigación fue correcta y es aplicable para futuros proyectos.

VI. CONCLUSIONES

- En el trabajo realizado se evaluó que la adición de cal y organosilano influyen positivamente en el Índice de Plasticidad de la Subrasante; de la siguiente manera, con la Df3 se obtuvo un IP de 5% siendo esta la mayor disminución en el orden del -9% en relación a la dosificación patrón Df0, según se indica el grafico N° 58. Determinándose de esta manera que la mejor dosificación para el IP es la Df3.
- De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación con la aplicación de aditivo cal y organosilanos se obtuvo resultados favorables en la MDS, donde la Df2 obtuvo una MDS de 1.822 gr/cm³ con un incremento de +0.017 gr/cm³ al suelo patrón como indica la tabla N° 98, de igual manera de observo que la adición de los aditivos no tuvo mucha variación en los resultados siendo mínimo el incremento de la MDS.
- Para determinar la influencia con los aditivos cal + organosilano en la capacidad de soporte de la subrasante se determinó por medio del CBR donde se obtuvo un CBR de 95% y al 100% el cual muestra una influencia óptima con la Df2 con un CBR de 42.80% al 95% incrementando un +31.80% en relación al suelo patron y Df3 con un CBR de 53% al 100 incrementando un +37.30% en relación al suelo patron, confirmando que la aplicación de aditivos influye significativamente en la capacidad de soporte siendo muy favorable.
- La aplicación de cal y organosilanos fueron evaluados en la resistencia a compresión no confinada para el sistema de reforzamiento de la subrasante, donde se observó que la resistencia con la Df1 obtuvo un resultado de 3.70 kg/cm² incrementando un +2.35 kg/cm² en relación al suelo patron y respecto en resultados de kpa obtuvo 362.83 Kpa incrementando un +230.47 Kpa en relación al suelo patron, confirmando que la aplicación de aditivos

influye óptimamente en la resistencia a compresión no confinada siendo muy favorable.

- Finalmente, en este trabajo de investigación se ha determinado que la adición de estos aditivos de cal y organosilanos influye significativamente en la subrasante para el sistema de reforzamiento, mostrando resultados óptimos en base a las propiedades físicas y mecánicas realizadas en esta investigación, concluyendo que la Df3 es la que mejora en general las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la carretera Charamaya – Puno.

VII. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a este trabajo es recomendable el uso de los aditivos cal y organosilanos debido a los resultados que mostraron disminución del IP en relación al suelo patron en la carretera Charamaya
- Sobre la máxima densidad seca realizar evaluaciones con otras dosificaciones tanto en la cal y el organosilanos, debido a que las dosificaciones aplicadas no mostraron incremento en los resultados en relación al suelo patron.
- Además, de acuerdo a la capacidad de soporte y la resistencia a compresión no confinada es recomendable el uso de cal + organosilano el cual mostraron resultados significativos incrementado la capacidad y resistencia para la subrasante de la carretera Charamaya – Puno.
- En cuanto a la adición de materiales químicos entre otros en las propiedades mecánicas, se recomienda realizar una previa evaluación o ensayo si es favorable o nulo la aplicación de estos aditivos, debido a los distintos tipos de suelos encontrados en la región Puno pueda existir una variación de resultados óptimos o desfavorable.
- Respecto a la adición de aditivos, realizar estudios con nuevos productos químicos en suelos limos, arcillosos expansivos entre otros siendo evaluadas en la propiedades físicas-químicas-mecánicas. Esto apoyara a brindar más conocimientos sobre el uso de estos materiales tanto como en la subrasante, bases y subbases, dado que la región Puno cuenta con distintos tipos de suelos en diferentes lugares.

REFERENCIAS

- ALAN, D. y CORTEZ, L., 2018. PROCESOS Y FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA - Páginas de Flipbook 1-50 | AnyFlip. [en línea]. [consulta: 5 agosto 2023]. Disponible en: <https://anyflip.com/kgwsu/zyde/basic>.
- ASTM C977-18, 2018. Standard Specification for Quicklime and Hydrated Lime for Soil Stabilization. [en línea], [consulta: 17 abril 2024]. Disponible en: <https://www.astm.org/c0977-18.html>.
- ASTM D 422 - 63, 2007. Metodo de Análisis Del Tamaño de Las Particulas de Suelo | PDF | Densidad | Absorción (Química). [en línea]. [consulta: 29 febrero 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/386729296/ASTM-D422-63-METODO-DE-ANALISIS-DEL-TAMANO-DE-LAS-PARTICULAS-DE-SUELO>.
- ASTM D 1557-12, 2012. Metodos - de - Ensayo - Normalizado - para - Ensay PDF | PDF | Naturaleza. [en línea]. [consulta: 31 enero 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/417508855/D-1557-12-Metodos-de-Ensayo-Normalizado-para-ensay-pdf>.
- ASTM D 2166 y D 2166 M, 2016 Compresión No Confinada Suelos | PDF | Resistor | Desviación Estándar. *Scribd* [en línea]. [consulta: 31 enero 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/521086244/ASTM-D-2166-16-Compresion-No-Confinada-Suelos>.
- ASTM D 4318 Limite Liquido, 2023. Plastico DE LOS Suelos - Libro Anual de Normas ASTM, Vol 04. Libro Anual - Studocu. [en línea]. [consulta: 31 enero 2024]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/mecanica-de-suelos/astm-d4318-limite-liquido-plastico-de-los-suelos/47155649>.
- ASTM D 5102 y D 5102 M-22, 2022. Métodos de prueba estándar para resistencia a la compresión no confinada de materiales compactados. [en línea]. [consulta: 31 enero 2024]. Disponible en: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/astm/80ab502f-7af2-47ee-acd5-61c54acb6300/astm-d5102-d5102m-22>.
- ASTM D6276-19, 2019. Método de prueba estándar para usar el pH para estimar el requisito de proporción suelo-cal. [en línea]. [consulta: 31 enero 2024]. Disponible en: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/astm/850d96b8-bf57-40fb-85c3-a404c5e28464/astm-d6276-19>.
- ASTM-D1883-21, 2021. Compress en Es | PDF | Densidad | Masa. [en línea]. [consulta: 31 enero 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/670846803/astm-d1883-21-compress-en-es>.
- ÁVILA, H.L., 2006. *Introducción a la metodología de la investigación*. S.I.: Juan Carlos Martínez Coll. ISBN 978-84-690-1999-3.

- BARBIERI, D.M., LOU, B., CHEN, H., SHU, B., WANG, F. y HOFF, I., 2021. Organosilane and Lignosulfonate Stabilization of Roads Unbound: Performance during a Two-Year Time Span. *Advances in Civil Engineering*, vol. 2021, ISSN 1687-8086. DOI 10.1155/2021/9367501.
- BEARING CAPACITY, M., ABASI, H., MOSHFEGHI, S. y ESLAMI, A., 2020. Bearing Capacity. [en línea], [consulta: 2 agosto 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008102766000067>.
- BERROSPI, C.J., 2023. Mejoramiento de suelos arcillosos a nivel de subrasante con aditivos químicos en carreteras no pavimentadas, Irazola, 2022. En: Accepted: 2023-07-05T17:14:06Z [en línea], [consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8602>.
- BREM, 2015. TERRASIL – brem. [en línea], [consulta: 17 abril 2024]. Disponible en: <https://brem.com.ec/portfolio/terrasil/>. Disponible en: <https://brem.com.ec/portfolio/terrasil/>.
- BRIOSO, O.M., 2021. Mejoramiento de material granular de cantera para afirmado con aditivo terrasil en la carretera Pipus -Chontapampa, Chachapoyas 2021. En: Accepted: 2022-03-24T21:31:02Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 17 marzo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84956>.
- CALCINOR, 2023. Construction Lime (hydrated, quicklime and PCC). *Cales de Llierca* [en línea], [consulta: 17 abril 2024]. Disponible en: <https://www.calesdellierca.com/applications/construction-types-of-lime/>.
- CAPACIDAD DE SOPORTE - Geotecnia y Mecanica de Suelos. [en línea], 2023. [consulta: 2 agosto 2023]. Disponible en: <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/glosario/capacidad-de-soporte/>.
- CARRASCO, B.A., 2016. Correlación del valor de soporte de california (cbr) con la resistencia a la compresión confinada en suelos cohesivos en el Pueblo Joven Nuevo Progreso en el distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo, región Lambayeque. En: Accepted: 2018-06-18T21:01:57Z, *Repositorio Institucional - USS* [en línea], [consulta: 1 diciembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4433>.
- CASA, D.A. y TAPIA, J.C., 2022. Análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de un suelo arcilloso adicionado con óxido de calcio (cal) al 10% y cloruro de sodio (sal de maras) al 10%, 12% y 14% para subrasante de la vía Urbana Colectora Programada en la Comunidad Campesina Pillao Matao-San Jeronimo-Cusco". En: Accepted: 2022-12-23T14:35:29Z [en línea], [consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/5056>.
- CASTRO, M.A. y NAVARRO, J.D., 2019. Análisis de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico. En: Accepted: 2019-08-09T20:14:49Z,

- Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)* [en línea], [consulta: 20 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626119>.
- DANIELS, J.L. y HOURANI, M.S., 2012. Soil Improvement with Organo-Silane., DOI 10.1061/41025(338)23. Disponible en: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/41025%28338%2923>.
- EDDYHRBS, 2023. Plasticidad. [en línea]. [consulta: 2 agosto 2023]. Disponible en: <https://www.ingenierocivilinfo.com/2010/01/v-behaviorurldefaultvml.html>.
- FONSECA, A., PIRATOVA, A. y PIRATOVA, A., 2019. *Estabilización de suelos*. S.I.: Ediciones de la U. ISBN 978-958-762-879-1.
- GARZÓN, J., GARRIDO, M.E. y HIDALGO, C., 2017. Clasificación de un suelo según SUCS. En: Accepted: 2017-07-03T08:31:43Z [en línea], [consulta: 2 agosto 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/84314>.
- GOLFÍN, K.A., 2019. Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas. En: Accepted: 2019-11-04T17:02:04Z [en línea], [consulta: 2 agosto 2023]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10990>.
- GÓMEZ, M., 2006. *Introducción a la metodología de la investigación científica*. S.I.: Editorial Brujas. ISBN 978-987-591-026-3.
- HAAS, S. y RITTER, H.-J., 2019. Soil improvement with quicklime – long-time behaviour and carbonation. *Road Materials and Pavement Design*, vol. 20, no. 8, ISSN 1468-0629. DOI 10.1080/14680629.2018.1474793. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/14680629.2018.1474793>.
- HEINEMANN, K., 2003. *INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA EN LAS CIENCIAS DEL DEPORTE*. S.I.: Editorial Paidotribo. ISBN 978-84-8019-678-9.
- HERNANDEZ, R., 2014. HERNANDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Maria del Pliar. *Metodología de la Investigacion*. Mexico D.F : Mc Graw Hill, 2014. ISBN 978 1 4562 2396 0 - Buscar con Google. [en línea]. [consulta: 3 agosto 2023]. Disponible en: https://www.google.com/search?q=HERNANDEZ+Sampieri%2C+Roberto%2C+FERNANDEZ+Collado%2C+Carlos+y+BATISTA+Lucio%2C+Maria+del+Pliar.+Metodologia+de+la+Investigacion.+Mexico+D.F+%3A+Mc+Graw+Hill%2C+2014.+ISBN+978+1+4562+2396+0&oq=HERNANDEZ+Sampieri%2C+Roberto%2C+FERNANDEZ+Collado%2C+Carlos+y+BATISTA+Lucio%2C+Maria+del+Pliar.+Metodologia+de+la+Investigacion.+Mexico+D.F+%3A+Mc+Graw+Hill%2C+2014.+ISBN+978+1+4562+2396+0&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCDEyMDJqMGo0qAIAAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8.
- HURTADO, P.B., 2020. Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020. En:

Accepted: 2021-03-23T22:26:40Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 21 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55357>.

KARUMANCHI, M., RUBEN, N. y KODI, R., 2020. Stabilization of soft-clay using nanomaterial: Terrasil. *Materials Today: Proceedings*, vol. 27, DOI 10.1016/j.matpr.2020.01.384. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320304855>.

KELECHAVA, B., 2021. Calcium Oxide: From Ancient Warfare to Modern Industry. *The ANSI Blog* [en línea], [consulta: 17 abril 2024]. Disponible en: <https://blog.ansi.org/calcium-oxide-quicklime-history-warfare-uses/>.

LAZARES, W., 2021. *Mecánica de suelos aplicada a vías de transporte*. S.l.: Marcombo. ISBN 978-84-267-3385-6.

LIM, S.M., 2014. Critical Review of Innovative Soil Road Stabilization Techniques. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, vol. 3,

LOAYZA, N.B., 2021. Evaluación de un suelo estabilizado con aditivo de organosilanos para una carretera no pavimentada, Av. Universitaria km 24+00 - 25+00, Carabaylo – 2021. En: Accepted: 2021-12-03T20:50:58Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 30 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75019>.

LOJA, L.A. y PALACIOS, J.D., 2023. Análisis de factibilidad técnica y económica de la estabilización de materiales áridos de la cantera del cantón Guachapala mediante aplicación de aditivo formado por organosilanos. En: Accepted: 2023-06-08T02:40:48Z, *Universidad Católica de Cuenca* [en línea], [consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/14083>.

LOZANO, J.P. y RAMOS, J.D., 2019. Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos. [en línea], [consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/cdc18f48-2ed2-47c5-89c8-76f38db38201>.

MARTINEZ CHAVEZ, E., 2020. Estabilización de suelos cohesivos con aditivo organosilanos a nivel de subrasante. En: Accepted: 2020-07-15T22:49:02Z, *Universidad Peruana Los Andes* [en línea], [consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1366>.

MAXIMUM DRY DENSITY OF SOIL AND OPTIMUM MOISTURE CONTENT TEST. *The Constructor* [en línea], 2020. [consulta: 2 agosto 2023]. Disponible en: <https://theconstructor.org/geotechnical/soil-maximum-dry-density-optimum-moisture-content/18426/>.

MEF, 2015. *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 30 julio 2023]. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-

ES&Itemid=100674&view=article&catid=184&id=1081&lang=es-ES ;
chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.mef.gob.pe/cont
enidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-
2015/Pautas_Pavimentos.pdf.

MIRANDA, J.H., 2022. Evaluación de las propiedades del afirmado y su influencia en la transitabilidad del camino vecinal PU-999, Lampa-2021. En: Accepted: 2022-06-13T22:19:22Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 30 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/90032>.

MOGUEL, E.A., 2005. *Metodología de la Investigación*. S.l.: Univ. J. Autónoma de Tabasco. ISBN 978-968-5748-66-7.

MORIDPOUR, A., SHTAYAT, S., BEST, B., SHROFF, A. y RAOL, D., 2020. A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, vol. 7, no. 5, ISSN 2095-7564. DOI 10.1016/j.jtte.2020.03.004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756420301173>.

MOSQUERA, M.J. y GIL, M.L.A., 2018. *Conserving Cultural Heritage: Proceedings of the 3rd International Congress on Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage (TechnoHeritage 2017), May 21-24, 2017, Cadiz, Spain*. S.l.: CRC Press. ISBN 978-1-351-65718-1.

MTC E110 y E111, 2014 Limite Plastico e Indice de Plasticidad | PDF | Plasticidad (Física) | El plastico. [en línea], [consulta: 31 enero 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/419825312/MTC-E-111-Limite-Plastico-e-Indice-de-Plasticidad>.

MTC SP, 2014. *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 6 agosto 2023]. Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20ODE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20ODE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf).

NTP 339.129 - 1999 PDF. *pdfcoffee.com* [en línea], [consulta: 29 febrero 2024]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/ntp-339129-1999-pdf-3-pdf-free.html>.

NTP 339.176, 2002. NTP 339.176-2002 | PDF. [en línea]. [consulta: 31 enero 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/603588905/NTP-339-176-2002>.

O'DIANA, A.N., 2016. Evaluación de pavimentos con suelo estabilizado, utilizando aditivos químicos, en la zona de Selva Baja. En: Accepted: 2021-10-

- 14T15:32:31Z [en línea], [consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/2245>.
- OPTIMASOIL, 2014. Terrasil. *OPTIMASOIL* [en línea], [consulta: 17 abril 2024]. Disponible en: <https://www.optimasoil.com/terrasil/>.
- OSORES, K.A., 2023. Adición de cal y cenizas de eucalipto en la subrasante de las vías del distrito de Carampoma - Huarochirí, 2022. En: Accepted: 2023-05-15T15:43:39Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 30 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/114048>.
- PEREYRA, L.E., 2020. *Metodología de la investigación*. S.l.: Klik. ISBN 978-607-8682-22-5.
- PORTALUPPI, L.S., 2019. *Estudio del comportamiento mecánico mediante ensayos cíclicos de suelos arcillosos del bajo chaco estabilizados con cal* [en línea]. master thesis. S.l.: FIUNA. [consulta: 29 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.conacyt.gov.py/handle/20.500.14066/3247>.
- RESTREPO, G. y LORENA, A., 2022. Estabilización de suelos con cal como una alternativa viable para la construcción y rehabilitación de caminos rurales en Colombia. En: Accepted: 2022-08-04T16:13:28Z [en línea], [consulta: 31 enero 2024]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/50824>.
- REYES, E., 2022. *Metodología de la Investigación Científica*. S.l.: Page Publishing Inc. ISBN 978-1-64334-601-4.
- RODRÍGUEZ, P.A., 2018. Evaluación del potencial de suelos lateríticos (ripió) para obras de infraestructura vial en el Vichada. En: Accepted: 2019-07-02T21:44:05Z [en línea], [consulta: 17 marzo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63384>.
- ROMERO, I.M., 2022. Estabilización de suelos con aditivos químicos para disminuir la infiltración del agua en la capa granular de un pavimento económico. En: Accepted: 2022-05-09T23:30:22Z, *Universidad Nacional Federico Villarreal* [en línea], [consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/5727>.
- SABHADIYA, JigJ. nesh, 2022. What is Compressive Strength?- Definition, Formula. *Engineering Choice* [en línea]. [consulta: 2 agosto 2023]. Disponible en: <https://www.engineeringchoice.com/what-is-compressive-strength/>.
- SARANGO, G.M., 2019. Estabilización de capas granulares para construcción y mantenimiento vial con organosilanos en la vía colectora E182 (Carchi). [en línea], [consulta: 15 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/www.dspace.uce.edu.ec>

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. [en línea], [sin fecha]. [consulta: 29 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.astm.org/d2216-19.html>.

TACCA, J.A., 2021. Estabilización de suelo arcilloso con adición de cal para el mejoramiento de la subrasante, Vía de evitamiento, Abancay – Apurímac, 2021. En: Accepted: 2021-04-26T19:05:41Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 12 agosto 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58189>.

VILLEGAS, K.Y., 2021. Estudio comparativo de estabilización material granular con emulsión asfáltica y aditivo organosilano con cemento en conservaciones viales, Ancash – 2021. En: Accepted: 2022-03-24T22:45:34Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 17 marzo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84979>.

ANEXOS

Anexo N° 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	155
Anexo N° 2 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN.....	156
Anexo N° 3 Experto N° 01.....	157
Anexo N° 4 Experto N° 02.....	162
Anexo N° 5 Experto N° 03.....	167
Anexo N° 6 Ficha Técnica N° 01: Control de pH (Proporción Suelo – Cal).	172
Anexo N° 7 Ficha Técnica N° 02: Índice de Plasticidad.....	173
Anexo N° 8 Ficha Técnica N° 03: Máxima Densidad Seca.....	174
Anexo N° 9 Ficha Técnica N° 04: Capacidad de Soporte.....	175
Anexo N° 10 Ficha Técnica N° 05: Resistencia a la compresión.	176
Anexo N° 11 Certificado de Calibración N° 06: Máquina de Ensayo Uniaxial	177
Anexo N° 12 Certificado de Calibración N°07: Tamiz (3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°100, N°140 y N°200.	181
Anexo N° 13 Certificado de Calibración N° 08: Equipo de Limite Liquido	218
Anexo N° 14 Certificado de Calibración N° 09: Pie de Rey (Vernier).....	221
Anexo N° 15 Certificado de Calibración N°10: Balanza Electrónica (30000 g) ...	226
Anexo N° 16 Certificado de Calibración N°11: Balanza Electrónica (620 g)	230
Anexo N° 17 Certificado de Calibración N° 12: Horno de Secado	234
Anexo N° 18 Certificado de Calibración N° 13: Molde Proctor Modificado	242
Anexo N° 19 Certificado de Calibración N°14: Martillo Proctor Modificado	243
Anexo N° 20 Certificado de Calibración N° 15: Molde para Compactación CBR	244
Anexo N° 21 Certificado de Calibración N° 16: Disco Espaciador	245
Anexo N° 22 Certificado de Calibración N°17: Placa de Expansión para CBR ...	246
Anexo N° 23 Certificado de Calibración N° 18: Juego de Pesas.....	247
Anexo N° 24 Certificado de Calibración N° 19: Dial	248
Anexo N° 25 Ficha técnica N° 20: Organosilanos	252
Anexo N° 26 Ficha técnica N° 21: cal.....	255
Anexo N° 27 Certificados de las Pruebas de Laboratorio	266
Anexo N° 28 Conteo de trafico	308
Anexo N° 29 prueba de turnitin.....	308

Anexo N° 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
problema general	objetivo general	hipótesis general	Variable Independiente		
PG 1: ¿De qué manera los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante , carretera Charamaya, Puno – 2023?	OG 1: Determinar cómo influyen los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante , carretera Charamaya, Puno – 2023	HG 1: Los resultados son óptimamente favorable con los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante , carretera Charamaya, Puno – 2023	sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal	dosificación de aditivo organosilanos	* 0.7 % de organosilanos * 1.3 % de organosilanos * 1.8 % de organosilanos
				dosificación de aditivo cal	* 5 % de cal
problemas específicos	objetivos específicos	hipótesis específicos	Variable Dependiente		
PE 1: ¿De qué manera los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen en el índice de plasticidad en la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023?	OE 1: Evaluar de qué manera los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen en el índice de plasticidad de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023	HE 1: Los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen significativamente en el índice de plasticidad de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023	Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mejorada	propiedades físicas	índice de plasticidad (%)
					máxima densidad seca gr/cm3
PE 2: ¿Cómo evaluar la máxima densidad seca con los aditivos organosilanos y cal en las propiedades mecánicas de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023?	OE 2 : Evaluar la máxima densidad seca los aditivos organosilanos y cal en las propiedades mecánicas de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023	HE 2: Los resultados obtenidos de la máxima densidad seca con aditivos organosilanos y cal en las propiedades mecánicas de la subrasante son adecuadamente favorables para la carretera Charamaya, Puno – 2023	Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mejorada	propiedades mecánicas	* Capacidad de Soporte (%)
PE 3: ¿Determinar la influencia de aditivos organosilanos y cal en la capacidad de soporte para la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023?	PE 3: Determinar la influencia con la aplicación de aditivos organosilanos y cal en la capacidad de soporte para la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023	HE 3: Se determina la influencia de los aditivos organosilanos y cal en la capacidad de soporte lo cual es óptimo para la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023			* Resistencia a la compresión no confinada kg/cm2
PE 4: ¿Cómo evaluar los aditivos organosilanos y cal en la resistencia a la compresión para el sistema de reforzamiento de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023?	OE 4: Evaluar de qué manera influyen los aditivos organosilanos y cal en la resistencia a la compresión para el sistema de reforzamiento de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023	HE 4: Se obtiene resultados satisfactoriamente de los aditivos organosilanos y cal en la resistencia a la compresión para el sistema de reforzamiento de la subrasante, carretera Charamaya, Puno – 2023			

Anexo N° 2 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023					
variables	definición conceptual	definición operacional	dimensiones	indicadores	escala/niveles de medición
VI.- sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal	para mejorar la ingeniería de una vía es tratándolo con nano materiales para un mejor rendimiento de un suelo con el apoyo de diferentes dosis de nano químico para así mejorar un suelo resistente con una carga estructural sobre ella (Karumanchi, Ruben y Kodi 2020)	la combinación de los aditivos organosilanos y cal será aplicada en la subrasante y posteriormente serán sometidas a ensayos de mecánica de suelos.	componentes químicos - dosificación de organosilanos y cal	0.7% (organosilanos) + 5% (cal)	razón
				1.3% (organosilanos) + 5% (cal)	
				1.8% (organosilanos) + 5% (cal)	
			especificaciones técnicas de organosilanos y cal	organosilanos + cal	intervalo
VD.- Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante	en la estabilización de suelo tiene una relación con las propiedades físicas y mecánicas y se determina de acuerdo la capacidad de carga, tomando en cuenta los ensayos y sus resultados que deben de ser contrastados (Lazares 2021, p. 51)	con la incorporación de aditivos químicos en las propiedades físicas y propiedades mecánicas serán evaluado mediante los ensayos de índice de plasticidad, máxima densidad seca, proctor modificado y CBR para un sistema de reforzamiento en la subrasante.	propiedades físicas	índice de plasticidad	intervalo
				máxima densidad seca	intervalo
			propiedades mecánicas	capacidad de soporte	intervalo
				resistencia a la compresión no confinada	intervalo

Anexo N° 3 Experto N° 01



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Anexo N° 03

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	<i>Donato Parades, Percy Mateo</i>
Grado profesional:	Licenciatura (<input checked="" type="checkbox"/>) Maestría () Doctor ()
DNI:	<i>42708122</i>
CIP:	<i>115232</i>
Área de formación académica:	Clinica () Social ()
	Educativa (<input checked="" type="checkbox"/>) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	<ul style="list-style-type: none">• <i>Inspector en Obras Viales</i>• <i>Residente en Obras Viales</i>•
Institución donde labora:	<i>Institución Privada</i>
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()
	Más de 5 años (<input checked="" type="checkbox"/>)

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

- ✓ FICHA TECNICA N° 01: Control de pH del suelo (NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)).
- ✓ FICHA TECNICA N° 02: Límites de consistencia; Determinación de IP (ASTM D-4318 - MTC E110 y E111).
- ✓ FICHA TECNICA N° 03: Máxima Densidad Seca; Relación Humedad – Densidad Proctor (ASTM D 1557-12 (2021)).
- ✓ FICHA TECNICA N° 04: Capacidad de Soporte; Ensayo (CBR) (ASTM D 1883-21).



- ✓ FICHA TECNICA N° 05: Resistencia a la Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (ASTM D 5102 y D 5102 M - 22).

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	FICHA TECNICA N° 01: Control de pH del suelo FICHA TECNICA N° 02: Índice de Plasticidad FICHA TECNICA N° 03: Máxima Densidad Seca FICHA TECNICA N° 04: Capacidad de Soporte FICHA TECNICA N° 05: Resistencia a la Compresión No Confinada
Autora:	Mamani Charalla, Doris
Procedencia:	Juliaca - San Roman - Puno
Administración:	Mamani Charalla, Doris
Tiempo de aplicación:	3 meses
Ámbito de aplicación:	Subrasante de Carretera No Pavimentada
Significación:	La presente escala está compuesta por las siguientes dimensiones: (1) Propiedades físicas y (2) Propiedades Mecánicas. Estas a su vez se subdividen en indicadores tales como (1) Índice de Plasticidad y Máxima Densidad Seca, (2) Capacidad de Soporte y Resistencia a la Compresión No Confinada. Respecto a la escala de medición son de tipo INTERVALO. El objetivo de estas mediciones es evaluar de qué manera los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen en las propiedades físicas y mecánicas en la subrasante.

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante	Propiedades Físicas	Las propiedades físicas está referido a la transformación y evolución.
	Propiedades Mecánicas	Las propiedades mecánicas están relacionadas con sus posibilidades de transmitir y resistir fuerzas o deformaciones



5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario de evaluación de los instrumentos de la tesis titulada "Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023" elaborado por la Br. Mamani Charalla, Doris en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de éstas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.



importante, es decir debe ser incluido.	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

A continuación, califique:

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- **Primera dimensión:** Propiedades Físicas.
- **Objetivos de la Dimensión:** Evaluar de qué manera los aditivos organosilanos y cal influye el índice de plasticidad y la máxima densidad seca en la subrasante.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Índice de plasticidad	F. N°02	4	4	4	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	F. N°03	4	4	4	

- **Segunda dimensión:** Propiedades Mecánicas.
- **Objetivos de la Dimensión:** Determinar de qué manera influye los aditivos organosilanos y cal en la capacidad de soporte y la resistencia a compresión no confinada en la subrasante.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Capacidad de Soporte (%)	F. N°04	4	4	4	
Resistencia a la Compresión (gr/cm ²)	F. N°05	4	4	4	



Firma del evaluador

DNI: 42708122.....

CIP: 115232.....

Anexo N° 4 Experto N° 02



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Anexo N° 04

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	<i>Mamani Quijpe, Rodrigo Efraín</i>		
Grado profesional:	Licenciatura (X)	Maestría ()	Doctor ()
DNI:	<i>44205764</i>		
CIP:	<i>243256</i>		
Área de formación académica:	Clinica ()	Social ()	
	Educativa (X)	Organizacional ()	
Áreas de experiencia profesional:	<i>• Inspector de Obras Viales</i> <i>• Residente de Obras Viales</i> <i>•</i>		
Institución donde labora:	<i>Institución Privada</i>		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()		
	Más de 5 años (X)		

6. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

- ✓ FICHA TECNICA N° 01: Control de pH del suelo (NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)).
- ✓ FICHA TECNICA N° 02: Límites de consistencia; Determinación de IP (ASTM D-4318 - MTC E110 y E111).
- ✓ FICHA TECNICA N° 03: Máxima Densidad Seca; Relación Humedad – Densidad Proctor (ASTM D 1557-12 (2021)).
- ✓ FICHA TECNICA N° 04: Capacidad de Soporte; Ensayo (CBR) (ASTM D 1883-21).



- ✓ FICHA TECNICA N° 05: Resistencia a la Compresión No Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (ASTM D 5102 y D 5102 M - 22).

7. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	FICHA TECNICA N° 01: Control de pH del suelo FICHA TECNICA N° 02: Índice de Plasticidad FICHA TECNICA N° 03: Máxima Densidad Seca FICHA TECNICA N° 04: Capacidad de Soporte FICHA TECNICA N° 05: Resistencia a la Compresión No Confinada
Autora:	Mamani Charalla, Doris
Procedencia:	Juliaca - San Roman - Puno
Administración:	Mamani Charalla, Doris
Tiempo de aplicación:	3 meses
Ámbito de aplicación:	Subrasante de Carretera No Pavimentada
Significación:	La presente escala está compuesta por las siguientes dimensiones: (1) Propiedades físicas y (2) Propiedades Mecánicas. Estas a su vez se subdividen en indicadores tales como (1) Índice de Plasticidad y Máxima Densidad Seca, (2) Capacidad de Soporte y Resistencia a la Compresión No Confinada. Respecto a la escala de medición son de tipo INTERVALO. El objetivo de estas mediciones es evaluar de qué manera los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen en las propiedades físicas y mecánicas en la subrasante.

8. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante	Propiedades Físicas	Las propiedades físicas está referido a la transformación y evolución.
	Propiedades Mecánicas	Las propiedades mecánicas están relacionadas con sus posibilidades de transmitir y resistir fuerzas o deformaciones



9. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario de evaluación de los instrumentos de la tesis titulada "Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023" elaborado por la Br. Mamani Charalla, Doris en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.



importante, es decir debe ser incluido.	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

A continuación, califique:

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- **Primera dimensión:** Propiedades Físicas.
- **Objetivos de la Dimensión:** Evaluar de qué manera los aditivos organosilanos y cal influye el índice de plasticidad y la máxima densidad seca en la subrasante.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Índice de plasticidad	F. N°02	4	4	4	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	F. N°03	4	4	4	

- **Segunda dimensión:** Propiedades Mecánicas.
- **Objetivos de la Dimensión:** Determinar de qué manera influye los aditivos organosilanos y cal en la capacidad de soporte y la resistencia a compresión no confinada en la subrasante.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Capacidad de Soporte (%)	F. N°04	4	4	4	
Resistencia a la Compresión (gr/cm ²)	F. N°05	4	4	4	



Firma del evaluador
 DNI: 54205764
 CIP: 243256

Anexo N° 5 Experto N° 03



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Anexo N° 05

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	<i>Maxim Callo, Abel</i>
Grado profesional:	Licenciatura (<input checked="" type="checkbox"/>) Maestría (<input type="checkbox"/>) Doctor (<input type="checkbox"/>)
DNI:	<i>80689818</i>
CIP:	<i>184198</i>
Área de formación académica:	Clinica (<input type="checkbox"/>) Social (<input type="checkbox"/>)
	Educativa (<input checked="" type="checkbox"/>) Organizacional (<input type="checkbox"/>)
Áreas de experiencia profesional:	<ul style="list-style-type: none">• <i>Gerencia en Instituciones Publicas</i>• <i>Resolvente en Obras Viales</i>• <i>Impertor en Obras Viales</i>
Institución donde labora:	<i>Municipalidad Distrital de Yanahuaga</i>
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años (<input type="checkbox"/>)
	Más de 5 años (<input checked="" type="checkbox"/>)

10. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

- ✓ FICHA TECNICA N° 01: Control de pH del suelo (NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)).
- ✓ FICHA TECNICA N° 02: Límites de consistencia; Determinación de IP (ASTM D-4318 - MTC E110 y E111).
- ✓ FICHA TECNICA N° 03: Máxima Densidad Seca; Relación Humedad – Densidad Proctor (ASTM D 1557-12 (2021)).
- ✓ FICHA TECNICA N° 04: Capacidad de Soporte; Ensayo (CBR) (ASTM D 1883-21).



- ✓ FICHA TECNICA N° 05: Resistencia a la Compresión No-Confinada de Mezclas Compactadas de SUELO Y CAL (ASTM D 5102 y D 5102 M - 22).

11. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	FICHA TECNICA N° 01: Control de pH del suelo FICHA TECNICA N° 02: Índice de Plasticidad FICHA TECNICA N° 03: Máxima Densidad Seca FICHA TECNICA N° 04: Capacidad de Soporte FICHA TECNICA N° 05: Resistencia a la Compresión No Confinada
Autora:	Mamani Charalla, Doris
Procedencia:	Juliaca - San Roman - Puno
Administración:	Mamani Charalla, Doris
Tiempo de aplicación:	3 meses
Ámbito de aplicación:	Subrasante de Carretera No Pavimentada
Significación:	La presente escala está compuesta por las siguientes dimensiones: (1) Propiedades físicas y (2) Propiedades Mecánicas. Estas a su vez se subdividen en indicadores tales como (1) Índice de Plasticidad y Máxima Densidad Seca, (2) Capacidad de Soporte y Resistencia a la Compresión No Confinada. Respecto a la escala de medición son de tipo INTERVALO. El objetivo de estas mediciones es evaluar de qué manera los aditivos organosilanos y cal como sistema de reforzamiento influyen en las propiedades físicas y mecánicas en la subrasante.

12. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante	Propiedades Físicas	Las propiedades físicas está referido a la transformación y evolución.
	Propiedades Mecánicas	Las propiedades mecánicas están relacionadas con sus posibilidades de transmitir y resistir fuerzas o deformaciones



13. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario de evaluación de los instrumentos de la tesis titulada "Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023" elaborado por la Br. Mamani Charalla, Doris en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.



importante, es decir debe ser incluido.	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

A continuación, califique:

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- **Primera dimensión:** Propiedades Físicas.
- **Objetivos de la Dimensión:** Evaluar de qué manera los aditivos organosilanos y cal influye el índice de plasticidad y la máxima densidad seca en la subrasante.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Índice de plasticidad	F. N°02	4	4	4	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	F. N°03	4	4	4	

- **Segunda dimensión:** Propiedades Mecánicas.
- **Objetivos de la Dimensión:** Determinar de qué manera influye los aditivos organosilanos y cal en la capacidad de soporte y la resistencia a compresión no confinada en la subrasante.

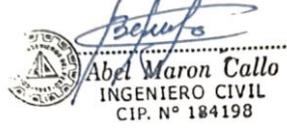


Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Capacidad de Soporte (%)	F. N°04	4	4	4	
Resistencia a la Compresión (gr/cm ²)	F. N°05	4	4	4	

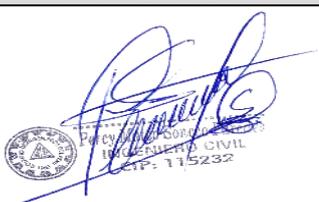

Miguel Muñoz Colla
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 184198

Firma del evaluador
DNI: 80689918.....
CIP: 184198.....

Anexo N° 6 Ficha Técnica N° 01: Control de pH (Proporción Suelo – Cal).

PROPORCIÓN SUELO-CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO				
Standard Test Method for Using pH to Estimate the Soil-Lime Proportion Requirement for Soil Stabilization (ASTM D6276 - 19)				
PROYECTO: Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023			LUGAR: Puno - Charamaya	
			FECHA: Noviembre - 2023	
AUTOR: Doris Mamani Charalla				
FICHA TECNICA N° 01				
VARIABLE DEPENDIENTE : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS				
INDICADOR : PROPORCION SUELO - CAL				
PESO DE SUELO (g)	DOSIFICACIÓN %CAL (%)	PESO DE CAL (g)	PH	(pH) Normativa
				ASTM D6276 - 19
				ASTM D6276 - 19
				ASTM D6276 - 19
				ASTM D6276 - 19
				ASTM D6276 - 19
				ASTM D6276 - 19
				ASTM D6276 - 19
OBSERVACIONES: _____ _____ _____				
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO EXPERTO				
VALIDACIÓN				
EXPERTO N° 01	EXPERTO N° 02	EXPERTO N° 03		
				
CIP N° 115232	CIP N° 243256	CIP N° 184198		
Ing. Percy Mateo SONCCO PAREDES	Ing. Rodrigo Efraín MAMANI QUISPE	Ing. Abel MARON CALLO		
Calificación	Calificación	Calificación		
0.97	1	0.99		
PROMEDIO: 0.99				
> 0.5				

Anexo N° 7 Ficha Técnica N° 02: Índice de Plasticidad (Límites De Consistencia).

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40					
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)					
PROYECTO: Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023				LUGAR: Puno - Charamaya	
				FECHA: Noviembre - 2023	
AUTOR: Doris Mamani Charalla					
FICHA TECNICA N° 02					
VARIABLE DEPENDIENTE : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS					
INDICADOR : LIMITES DE CONSISTENCIA					
Dosificación	adición de Organosilanos	LL	LP	IP	Normativa
SUELO NATURAL 0% CAL 0% ORG.	0%				ASTM D 4318
SUELO NATURAL 5% CAL 0.7% ORG.	0.70%				ASTM D 4318
SUELO NATURAL 5% CAL 1.3% ORG.	1.30%				ASTM D 4318
SUELO NATURAL 5% CAL 1.8% ORG.	1.80%				ASTM D 4318
OBSERVACIONES:					
_____ _____ _____ _____					
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO EXPERTO					
VALIDACIÓN					
EXPERTO N° 01	EXPERTO N° 02	EXPERTO N° 03			
 Perteneciente al Colegio de Ingenieros Civiles del Perú INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 115232	 Ing. E. Mamani Quispe INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 243256	 Abel Maron Callo INGENIERO CIVIL CIP. N° 184198			
CIP N° 115232	CIP N° 243256	CIP N° 184198			
Ing. Percy Mateo SONCCO PAREDES	Ing. Rodrigo Efraín MAMANI QUISPE	Ing. Abel MARON CALLO			
Calificación	Calificación	Calificación			
1	1	0.99			
PROMEDIO: 1					
> 0.5					

Anexo N° 8 Ficha Técnica N° 03: Máxima Densidad Seca (Relación Humedad - Densidad Proctor).

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR					
STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft ³ (2 700 KN-m/m ³)) (ASTM D 1557-12e1)					
PROYECTO: Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023					LUGAR: Puno - Charamaya
					FECHA: Noviembre - 2023
AUTOR: Doris Mamani Charalla					
FICHA TECNICA N° 03					
VARIABLE DEPENDIENTE : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS					
INDICADOR : RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR					
Dosificación	adición de Organosilanos	MDS (gr/cm ³)	PUS (kN/m ³)	OCH (%)	Normativa
SUELO NATURAL 0% CAL 0% ORG.	0%				ASTM D1557-12
SUELO NATURAL 5% CAL 0.7% ORG.	0.70%				ASTM D1557-12
SUELO NATURAL 5% CAL 1.3% ORG.	1.30%				ASTM D1557-12
SUELO NATURAL 5% CAL 1.8% ORG.	1.80%				ASTM D1557-12
OBSERVACIONES:					
_____ _____ _____					
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO EXPERTO					
VALIDACIÓN					
EXPERTO N° 01	EXPERTO N° 02	EXPERTO N° 03			
 <small>PERCY MATEO SONCCO PAREDES INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 115232</small>	 <small>Ing. E. Mamani Quispe INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 243256</small>	 <small>Abel Maron Callo INGENIERO CIVIL CIP. N° 184198</small>			
CIP N° 115232	CIP N° 243256	CIP N° 184198			
Ing. Percy Mateo SONCCO PAREDES	Ing. Rodrigo Efraín MAMANI QUISPE	Ing. Abel MARON CALLO			
Calificación	Calificación	Calificación			
1	0.97	0.97			
PROMEDIO: 0.98					
> 0.5					

Anexo N° 9 Ficha Técnica N° 04: Capacidad de Soporte (Valor De Soporte De California (CBR)).

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)						
PROYECTO: Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023					LUGAR: Puno - Charamaya	
					FECHA: Noviembre - 2023	
AUTOR: Doris Mamani Charalla						
FICHA TECNICA N° 04						
VARIABLE DEPENDIENTE : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS						
INDICADOR : VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
Dosificación	adición de Organosila	CBR 95%		CBR 100%		Normativa
		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	
SUELO NATURAL 0% CAL 0% ORG.	0%					ASTM D1883-16
SUELO NATURAL 5% CAL 0.7% ORG.	0.70%					ASTM D1883-16
SUELO NATURAL 5% CAL 1.3% ORG.	1.30%					ASTM D1883-16
SUELO NATURAL 5% CAL 1.8% ORG.	1.80%					ASTM D1883-16
OBSERVACIONES:						
.....						
.....						
.....						
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO EXPERTO						
VALIDACIÓN						
EXPERTO N° 01	EXPERTO N° 02			EXPERTO N° 03		
						
CIP N° 115232	CIP N° 243256			CIP N° 184198		
Ing. Percy Mateo SONCCO PAREDES	Ing. Rodrigo Efraín MAMANI QUISPE			Ing. Abel MARON CALLO		
Calificación	Calificación			Calificación		
0.96	0.99			1		
PROMEDIO: 0.98						
> 0.5						

Anexo N° 10 Ficha Técnica N° 05: Resistencia a la compresión (Resistencia a la Compresión No Confinada).

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA SUELOS COHESIVOS						
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D 2166 / D 2166M - 16)						
PROYECTO: Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante sistema de reforzamiento con aditivos organosilanos y cal, carretera Charamaya, Puno – 2023					LUGAR: Puno - Charamaya	
FECHA: Noviembre - 2023						
AUTOR: Doris Mamani Charalla						
FICHA TECNICA N° 05						
VARIABLE DEPENDIENTE : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS						
INDICADOR : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA						
Dosificación	adición de Organosilanos	RESISTENCIA A LA COMPRESION NO CONFINADA	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	MODULO DE YOUNG	Normativa
SUELO NATURAL 0% CAL 0% ORG.	0%					ASTM D 2166
SUELO NATURAL 5% CAL 0.7% ORG.	0.70%					ASTM D 2166
SUELO NATURAL 5% CAL 1.3% ORG.	1.30%					ASTM D 2166
SUELO NATURAL 5% CAL 1.8% ORG.	1.80%					ASTM D 2166
OBSERVACIONES:						
.....						
.....						
.....						
.....						
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO EXPERTO						
VALIDACIÓN						
EXPERTO N° 01	EXPERTO N° 02	EXPERTO N° 03				
						
CIP N° 115232	CIP N° 243256	CIP N° 184198				
Ing. Percy Mateo SONCCO PAREDES	Ing. Rodrigo Efraín MAMANI QUISPE	Ing. Abel MARON CALLO				
Calificación	Calificación	Calificación				
0.95	0.94	0.95				
PROMEDIO: 0.95						
> 0.5						

**Anexo N° 11 Certificado de Calibración N° 06: Máquina de Ensayo Uniaxial
(Prensa Manual Multiusos)**

 CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO DE METROLOGIA		CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS RUC: 20608479680
Área de Metrología Laboratorio de Fuerza		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-026-2023
Página 1 de 4		
1. Expediente	0327	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA MANUAL MULTIUSOS CBR Y COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	No Indica	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	No Indica	
N° de serie	No Indica	
Identificación	CI-0082 (*)	
Procedencia	China	
Intervalo de Indicación	0 kg a 5000 kg	
Resolución	0,1 kg	
Clase de exactitud	No Indica	
Modo de fuerza	Compresión	
6. Fecha de calibración	2023-03-24	
Fecha de Emisión	2023-03-29	
Revisión 00	Jefe de Laboratorio	
Revisión 00		R103-F01
977 997 385 - 913 028 622 913 028 623 - 913 028 624		Av. Chillon Loke 50 B - Comas - Lima - Lima ventas@calibratec@gmail.com CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-026-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	16,5 °C	16,8 °C
Humedad relativa	49 %	49 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 10 t con una incertidumbre de 45 kg	INF-LE N° 042-22 (A)

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

(*) Código de identificación asignado por CALIBRATEC S.A.C. e indicado en una etiqueta adherido al instrumento.

Revisión 00

R103-001

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-026-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Acoenso kgf	Acoenso kgf	Acoenso kgf	Decoenso kgf	Acoenso kgf		
%	kgf					kgf	kgf	
10	500	504,6	504,6	503,6	--	504,3	-4,3	
20	1000	1006,8	1008,8	1007,3	--	1007,7	-7,7	
30	1500	1508,7	1509,7	1511,2	--	1509,9	-9,9	
40	2000	2009,4	2009,9	2010,8	--	2010,0	-10,0	
50	2500	2504,7	2508,2	2508,2	--	2507,0	-7,0	
60	3000	3002,3	3002,3	3003,3	--	3002,6	-2,6	
70	3500	3496,1	3497,1	3495,6	--	3496,2	3,8	
80	4000	3992,0	3991,5	3993,5	--	3992,4	7,6	
90	4500	4488,2	4487,7	4489,2	--	4488,3	11,7	
100	5000	4983,5	4981,6	4984,5	--	4983,2	16,8	

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf						%
10	500	-0,85	0,19	--	0,02	--	2,09
20	1000	-0,76	0,19	--	0,01	--	1,21
30	1500	-0,66	0,16	--	0,01	--	0,96
40	2000	-0,50	0,07	--	0,01	--	0,85
50	2500	-0,28	0,14	--	0,00	--	0,80
60	3000	-0,09	0,03	--	0,00	--	0,77
70	3500	0,11	0,04	--	0,00	--	0,75
80	4000	0,19	0,05	--	0,00	--	0,74
90	4500	0,26	0,03	--	0,00	--	0,73
100	5000	0,34	0,06	--	0,00	--	0,72

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7600 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero
	q %	b %	v %	a %	f0 %
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀) 0,00 %

Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-026-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

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

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

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

R703-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☑ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☑ ventascalibratec@gmail.com
☑ CALIBRATEC SAC

Anexo N° 12 Certificado de Calibración N°07: Tamiz (3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°100, N°140 y N°200.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8DE3-2023 GLL

Página 1 de 2

<p>FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18</p> <p>1. SOLICITANTE : G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C</p> <p>DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO</p> <p>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ</p> <p>MARCA : NO PRESENTA</p> <p>MODELO : NO PRESENTA</p> <p>NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA</p> <p>IDENTIFICACIÓN : (*) 021</p> <p>TAMIZ : 3"</p> <p>PROCEDENCIA : NO PRESENTA</p> <p>UBICACIÓN : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C</p> <p>FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-07-08</p> <p>3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO Determinación de la apertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.</p> <p>4. OBSERVACIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO". • (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C. • El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto. • Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la Calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto. • G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. • El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. • El presente documento carece de valores de incertidumbre. 	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recibir el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.</p> <p>El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.</p>
---	---



Gilmer Antonio Huaman Pucalloma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa III Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono: (01) 622 - 58 - 14 **Celular:** 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	14.6 °C	14.6 °C
Humedad Relativa %HR	28%	28%

8. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	IAT -1319 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1A00 - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Plie de Rey Digital de 0 a 150 mm.	1A0 - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	75.00	75.30	-0.30	0.707
VERTICAL (x)		76.30	-1.30	0.707

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	6.30	6.39	-0.09	0.000
VERTICAL (dx)		6.39	-0.09	0.000

8. INCERTIDUMBRE

* La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) *Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones* la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60,
Urb. Santa Elisa II Etapa,
Los Olivos - Lima



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8E47-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C

DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO -
PUNO

2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : GRANO TEST

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 64466

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TAMIZ : 2"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
S.A.C

FECHA DE
CALIBRACIÓN : 2023-07-08

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser fijados con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la apertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E119-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (") Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de firma.

Gilmer Antonio Huamán Rocaflores
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa III Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
[01] 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	14.6 °C	14.6 °C
Humedad Relativa %HR	28%	28%

8. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	MT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Plie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (x)	50.00	49.98	0.02	0.042
VERTICAL (y)		49.93	0.08	0.042

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dx)	5.05	5.02	0.03	0.000
VERTICAL (dy)		5.02	0.03	0.000

8. INCERTIDUMBRE

• La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

• La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

• La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E LL 60,
Urb. Santa Elisa II Etapa,
Los Olivos - Lima



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8EAB-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C

DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO -
PUNO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : GRANO TEST

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 61205

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TAMIZ : 1 1/2"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
S.A.C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-07-08

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recibir el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E 11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- () Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de firma.

Gilmer Antonio Huamán Pajuloma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
[01] 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



6. CONDICIONES AMBIENTALES

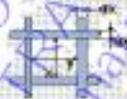
	Inicial	Final
Temperatura °C	14.6 °C	14.6 °C
Humedad Relativa %HR	28%	28%

8. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	IAT - 1319 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1A00 - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Plie de Rey Digital de 0 a 150 mm.	1A0 - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	37.50	37.42	0.08	0.247
VERTICAL (x)		37.89	-0.27	0.247

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	4.50	4.52	-0.02	0.000
VERTICAL (dx)		4.52	-0.02	0.000

8. INCERTIDUMBRE

* La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones" la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogylaboratorio@gmail.com / serviciosgylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60,
Urb. Santa Elisa II Etapa,
Los Olivos - Lima



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8FOF-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN	: 2023-07-18
1. SOLICITANTE	: G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
DIRECCIÓN	: AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO - PUNO
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: TAMIZ
MARCA	: GRANO TEST
MODELO	: NO PRESENTA
NÚMERO DE SERIE	: 61316
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA
TAMIZ	: 1"
PROCEDENCIA	: NO PRESENTA
UBICACIÓN	: CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2023-07-18

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser fijados con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí generados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la apertura y diámetro de la malla del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (") Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de incertidumbre.

Gilmer Antonio Huamán Pucalloma
Responsable de Aprobación de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
[01] 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	14.6 °C	14.6 °C
Humedad Relativa %HR	28%	28%

8. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	NAT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1A00 - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1A0 - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	25.00	24.91	-0.09	0.099
VERTICAL (y)	25.00	25.05	-0.05	0.099

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	3.65	3.65	-0.10	0.042
VERTICAL (dx)	3.65	3.69	-0.04	0.042

8. INCERTIDUMBRE

• La Incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML GT-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

• La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

• La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60,
Urb. Santa Elisa II Etapa,
Los Olivos - Lima



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8FOF-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C

DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO -
PUNO

2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : GRANO TEST

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 67092

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TAMIZ : 3/4"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
S.A.C.

FECHA DE
CALIBRACIÓN : 2023-07-18

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO
Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma-ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (") Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de validez.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.


Gilmer Domingo Huanan Poozuoma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 3FDF-2023 GLL

Página 2 de 2

6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	15.4 °C	15.4 °C
Humedad Relativa %HR	27%	27%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	IAT - 1319 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1A00 - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	IAD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	19.00	19.05	-0.05	0.071
VERTICAL (x)		18.95	0.05	0.071

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	3.15	3.12	0.03	0.014
VERTICAL (dx)		3.10	0.05	0.014

8. INCERTIDUMBRE

* La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones" la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogylaboratorio@gmail.com / serviciosgylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60,
Urb. Santa Elisa II Etapa,
Los Olivos - Lima



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° A233-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C

DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO -
PUNO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : GRANO TEST

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 84352

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TAMIZ : 1/2"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
S.A.C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-07-08

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser fijados con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO
Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de incertidumbre.

Gilmer Enrique Huamán Poojiloma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa III Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	15.4 °C	15.4 °C
Humedad Relativa %HR	27%	27%

8. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	INT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Plie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (x)	12.50	12.54	-0.04	0.000
VERTICAL (y)	12.50	12.54	-0.04	0.000

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	2.60	2.53	-0.03	0.000
VERTICAL (dx)	2.60	2.53	-0.03	0.000

8. INCERTIDUMBRE

• La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

• La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

• La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E LL. 60,
Urb. Santa Eliso II Etapa,
Los Olivos - Lima



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8FAF-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C

DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO -
PUNO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : GRAND TEST

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 65580

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TAMIZ : 3/8"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
S.A.C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-07-08

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de productos.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO
Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E 11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- () Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de incertidumbre.

Gilmer Arrihño Huamán Bosciloma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	15.4 °C	15.4 °C
Humedad Relativa %HR	27%	27%

8. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	1AT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	9.50	9.48	-0.02	0.021
VERTICAL (x)		9.45	-0.05	0.021

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	2.25	2.30	+0.05	0.007
VERTICAL (dx)		2.29	-0.04	0.007

8. INCERTIDUMBRE

* La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogylaboratorio@gmail.com / serviciosgylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60,
Urb. Santa Elisa II Etapa,
Los Olivos - Lima



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 903B-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C

DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO
PUNO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : GRANO TEST

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 65178

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TAMIZ : N° 4

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
S.A.C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-07-08

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y no se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la apertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- () Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de incertidumbre.


Gilmer Antonio Huamán Paredón
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa III Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
[01] 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 803B-2023 GLL

Página 2 de 2

6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicia	Final
Temperatura °C	15.4 °C	15.4 °C
Humedad Relativa %HR	27%	27%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	TAT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1AGD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	4.75	4.75	0.00	0.007
VERTICAL (x)	4.75	4.76	-0.01	0.007

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	1.60	1.60	-0.20	0.000
VERTICAL (dx)	1.60	1.60	-0.20	0.000

8. INCERTIDUMBRE

* La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

* La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

* La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor $k=2$ para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60.
Urb. Santa Eliso II Etapa.
Los Olivos - Lima

INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-049-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 3740 - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 10 (2 mm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	64157
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolívar Nro. 2740 - Puno.

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultado Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típico (mm)
0,60	0,18	1,96	0,91

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 10 es de ± 0.065 mm.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 10 es de 0.23 mm.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 10 es de 2.23 mm.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 10 es de 0.5 ± 0.13 mm.

Fin del Documento

INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-055-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 3740 - PUNO - PUNO / PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Díametro	8 pulgadas
Designación	No. 20 (850 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	65044
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,1 °C
Humedad Relativa	53%	53%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$	+ X	Resultado Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Tipos (mm)
Variación de abertura Promedio (μm)	Variación máxima de abertura (μm)	856,37	0,51

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 20 es de $\pm 29.1 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 20 es de $127 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 20 es de $977 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 20 es de $0.5 \pm 0.08 \text{ mm}$.

Fin del Documento

INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-050-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO / PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 40 (425 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	65822
Procedencia	Colombia
Identificación	No Indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolívar Nro. 2740 - Puno.

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándolo en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	+ X Variación máxima de abertura (μm)	Resultando Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típico (mm)
12,64	69,61	451,51	0,27

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 40 es de $\pm 15,5 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 40 es de $81 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 40 es de $506 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 40 es de $0,28 \pm 0,04 \text{ mm}$.

Fin del Documento

INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-051-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 3740 - PUNO - PUNO / PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 60 (250 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	65846
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 60 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolívar Nro. 2740 - Puno.

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	IAD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	IAD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	IAT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del Instrumento encontrándola en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	+ X Variación máxima de abertura (μm)	Resultando Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típico (mm)
7,87	46,55	285,38	0,15

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 60 es de $\pm 9.9 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 60 es de $58 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 60 es de $308 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 60 es de $0.15 \pm 0.03 \text{ mm}$.

Fin del Documento

INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-052-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO / PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 100 (150 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	67119
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolívar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BDECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándolo en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	+ X Variación máxima de abertura (μm)	Resultando Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
5,29	32,33	158,65	0,11

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 100 es de $\pm 6.6 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 100 es de $43 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 100 es de $193 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 100 es de $0.1 \pm 0.015 \text{ mm}$.

Fin del Documento

INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-053-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 3740 - PUNO - PUNO / PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 140 (106 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	93369
Procedencia	Colombia
Identificación	No Indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C, ubicado en Av. Simon Bolívar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	51%	52%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOMETRO DIGITAL MARCA: BODECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándolo en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$	+ X	Resultado-Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
Variación de abertura Promedio (μm)	Variación máxima de abertura (μm)	121,51	0,07

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 140 es de $\pm 5.2 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitidos para tamices de No. 140 es de $35 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 140 es de $141 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 140 es de $0.071 \pm 0.011 \text{ mm}$.

Fin del Documento

INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-054-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 3740 - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No.200 (75 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	66950
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolívar Nro. 2740 - Puno.

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	51%	52%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones.

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$	+ X	Resultado	Abertura	Diámetro de alambre
Variación de abertura Promedio (μm)	Variación máxima de abertura (μm)	Máxima Individual (μm)		Típica (mm)
2,98	15,48	89,32		0,05

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No.200 es de $\pm 4.1 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No.200 es de $29 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No.200 es de $104 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No.200 es de $0.05 \pm 0.007 \text{ mm}$.

Fin del Documento

CALIBRATEC S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20608479680

INFORME DE VERIFICACION
CA-IV-057-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento de medición	EQUIPO DE LÍMITE LÍQUIDO (Cazuela Casagrande)
Marca	HUMBOLDT
Modelo	No indica
Número de Serie	No indica
Tipo	Analogico
Código de Identificación	CI 0083 (*)
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión
2023-03-29

Jefe de Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,3 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	53 %	53 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	TERMOMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.

(*) Código asignado por CALIBRATEC S.A.C. e identificado en una etiqueta adherida al instrumento.

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
49,80	150,20	124,90

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10,00	2,18	18,30

DIMENSIONES DE LA COPA

Díámetro de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Profundidad de la copa (mm)
93,24	2,01	26,55

Fin del Documento

Anexo N° 14 Certificado de Calibración N° 09: Pie de Rey (Vernier)



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-L-004-2023

Página 1 de 5

<ol style="list-style-type: none"> 1. Expediente 2. Solicitante 3. Dirección 4. Instrumento calibrado 5. Marca 6. Modelo 7. Nº de serie 8. Identificación 9. Procedencia 10. Intervalo de indicación 11. Resolución 12. Tipo de indicación 13. Fecha de calibración 	<p>0327</p> <p>G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.</p> <p>AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.</p> <p>PIE DE REY (VERNIER)</p> <p>MITUTOYO</p> <p>CD-12 CSX</p> <p>07415251</p> <p>No indica</p> <p>Japón</p> <p>0 mm a 300 mm</p> <p>0,01 mm</p> <p>Digital</p> <p>2023 - 03 - 24</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
--	---	--

Fecha de Emisión

2023-03-30



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

Activar Windows

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

ventas@calibratec@gmail.com

CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-004-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 5

6. Método de calibración

La Calibración se efectuó por comparación directa entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el PC-012, Edición 5 "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOP.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolívar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	14,9 °C	14,9 °C
Humedad relativa	53 %	53 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INAGAL - DM	Bloques patrón de Longitud de grado 0	LLA-C-053-2022
METROIL	Termohigrómetro Digital BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- N° de serie grabado en el instrumento.

Revisión 00

NT03-P01

977 997 385 - 913 028 622

913 028 623 - 913 028 624

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

ventas@calibratec@gmail.com

CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-004-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 5

11. Resultados de medición

Error de referencia inicial (I) = 0,00 μm

Error de Indicación del pie de rey para medición de exteriores

Valor patrón (mm)	Indicación promedio del Pie de Rey (mm)	Error (μm)
9,999	10,009	10
19,999	20,009	10
39,998	39,998	0
79,995	80,005	10
99,994	100,004	10
149,991	150,001	10
199,989	199,989	0

Error de contacto de la superficie parcial (E)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
39,998	0

Error de repetibilidad (R)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
39,998	20

Error de cambio de escala de exteriores a interiores ($S_{e,i}$)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
9,999	0

Error de cambio de escala de exteriores a profundidad ($S_{e,p}$)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
9,999	0

Revisión 00

RT03-P01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

Activar Windows
Ir a Configuración

Error de contacto lineal (L)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de contacto de superficie completa (J)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
9,999	0

Error por la distancia de cruce de las superficies de medición para interiores (K)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
5,000	0

Incertidumbre de la medición : $(14,047^2 + 0,068^2 + L^2)^{1/2} \mu\text{m}$

L : Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

Nota 1 : Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores.

Nota 2 : Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-004-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 5 de 5

12. Incertidumbre

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

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

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

Anexo N° 15 Certificado de Calibración N°10: Balanza Electrónica (30000 g)



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20608479680

Area de Metrologia
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-019-2023

Página 1 de 4

1. Expediente	0327	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRONICA	
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
N° de serie	8356390604	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	30000 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Capacidad mínima	200 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Clase de exactitud	II	
6. Fecha de calibración	2023-03-24	

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

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

ventas@calbratec@gmail.com

CALIBRATEC SAC

MT03-F01

Activar Windows

Configuración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-019-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simón Bolívar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad relativa	54 %	53 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1492-MPEB-C-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 29966 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 5 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente cuenta con el último certificado de calibración de la balanza, donde el error máximo de medición cercano a la capacidad máxima es de -0,3 g

Revisión 00

0103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

Activar Windows
Configuración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-019-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	52,0 %	52,0 %
Carga L1	15 000,3 g		Carga L2	30 001,2 g	
I	ΔL	E	I	ΔL	E
	g	g		g	g
15 000	0,8	-0,6	30 000	0,4	-1,1
15 000	0,6	-0,4	30 000	0,8	-1,5
15 000	0,6	-0,4	29 999	0,3	-2,0
15 000	0,8	-0,6	30 000	0,6	-1,3
15 000	0,4	-0,2	29 999	0,5	-2,2
15 000	0,6	-0,4	30 000	0,9	-1,6
15 000	0,5	-0,3	29 999	0,4	-2,1
15 000	0,6	-0,4	29 999	0,5	-2,2
15 000	0,7	-0,5	30 000	0,8	-1,5
15 000	0,6	-0,4	30 000	0,8	-1,5
Dif Máx. Encontrada	0,4		Dif Máx. Encontrada	1,1	
EMP	20		EMP	30	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final																																																																																																		
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	51,0 %	51,0 %																																																																																																		
<table border="1"> <tr> <th>Pos. Carga</th> <th colspan="4">Determinación del Error en Cero E₀</th> <th colspan="5">Determinación del Error Corregido E_c</th> </tr> <tr> <td></td> <th>C. mínima</th> <th>I</th> <th>ΔL</th> <th>E₀</th> <th>Carga L</th> <th>I</th> <th>ΔL</th> <th>E</th> <th colspan="2">E_c</th> </tr> <tr> <td></td> <th>g</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>100</td> <td>0,6</td> <td>-0,1</td> <td>10 000</td> <td>10 000</td> <td>0,6</td> <td>-0,1</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>100</td> <td>0,6</td> <td>-0,1</td> <td>10 000</td> <td>10 000</td> <td>0,8</td> <td>-0,3</td> <td>-0,2</td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>100,0</td> <td>100</td> <td>0,6</td> <td>-0,1</td> <td>10 000,0</td> <td>10 000</td> <td>0,8</td> <td>-0,3</td> <td>-0,2</td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>100</td> <td>0,5</td> <td>0,0</td> <td>10 001</td> <td>10 001</td> <td>0,4</td> <td>1,1</td> <td>1,1</td> <td>1,1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td>100</td> <td>0,7</td> <td>-0,2</td> <td>9 999</td> <td>9 999</td> <td>0,6</td> <td>-1,1</td> <td>-0,9</td> <td>-0,9</td> </tr> <tr> <td colspan="10">Error máximo permitido (±)</td> <td>20</td> </tr> </table>						Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c						C. mínima	I	ΔL	E ₀	Carga L	I	ΔL	E	E _c			g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	1		100	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,6	-0,1	0,0	0,0	2		100	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,8	-0,3	-0,2	-0,2	3	100,0	100	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,2	-0,2	4		100	0,5	0,0	10 001	10 001	0,4	1,1	1,1	1,1	5		100	0,7	-0,2	9 999	9 999	0,6	-1,1	-0,9	-0,9	Error máximo permitido (±)										20
Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c																																																																																																		
	C. mínima	I	ΔL	E ₀	Carga L	I	ΔL	E	E _c																																																																																														
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g																																																																																													
1		100	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,6	-0,1	0,0	0,0																																																																																													
2		100	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,8	-0,3	-0,2	-0,2																																																																																													
3	100,0	100	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,2	-0,2																																																																																													
4		100	0,5	0,0	10 001	10 001	0,4	1,1	1,1	1,1																																																																																													
5		100	0,7	-0,2	9 999	9 999	0,6	-1,1	-0,9	-0,9																																																																																													
Error máximo permitido (±)										20																																																																																													

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventas@calibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-019-2023

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	51,0 %	51,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E ₀ 100,0	100	0,6	-0,1						
200,0	200	0,6	-0,1	0,0	200	0,5	0,0	0,1	10
3 000,0	3 000	0,6	-0,1	0,0	3 000	0,5	0,0	0,1	10
6 000,3	6 000	0,5	-0,3	-0,2	6 000	0,6	-0,4	-0,3	20
7 500,3	7 500	0,8	-0,6	-0,5	7 500	0,7	-0,5	-0,4	20
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,7	-0,2	-0,1	20
12 000,0	12 000	0,6	-0,1	0,0	12 000	0,6	-0,1	0,0	20
15 000,3	15 000	0,7	-0,5	-0,4	15 000	0,7	-0,5	-0,4	20
20 001,2	20 000	0,3	-1,0	-0,9	20 000	0,8	-1,5	-1,4	20
25 001,5	25 000	0,8	-1,8	-1,7	25 000	0,7	-1,7	-1,6	30
30 001,2	30 000	0,6	-1,3	-1,2	30 000	0,4	-1,1	-1,0	30

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,34 \text{ g}^2 + 0,0000000016 \text{ g}^2} \approx R$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000036 \text{ g} \approx R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

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

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

Anexo N° 16 Certificado de Calibración N°11: Balanza Electrónica (620 g)



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-020-2023

Página 1 de 4

1. Expediente	0327	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	OHAUS	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	NV622ZH	
N° de serie	8341286316	
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	620 g	
División de escala (d)	0.01 g	
Div. de verificación (e)	0.01 g	
Capacidad mínima	0.2 g	
Clase de exactitud	II	
6. Fecha de calibración	2023-03-24	

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

R103-F01

Activar Windows

Vista Configuración

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-020-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolívar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,2 °C
Humedad relativa	54 %	53 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-0908-001-22

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 620 g la balanza indicaba 619,39 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se han determinado de acuerdo a la NMP-003 "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático".
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 5 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente cuenta con el último certificado de calibración de la balanza, donde el error máximo de medición cercano a la capacidad máxima es de 0,008 g.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-020-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final	Humedad	Inicial	Final
	15,1 °C	15,2 °C		52,0 %	52,0 %

Carga L1			Carga L2		
I	ΔL	E	I	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
300,00	0,007	-0,002	600,00	0,007	-0,003
300,00	0,006	-0,001	600,00	0,007	-0,003
300,01	0,009	0,006	600,01	0,010	0,004
300,01	0,008	0,007	600,01	0,009	0,005
300,00	0,004	0,001	600,01	0,010	0,004
300,01	0,008	0,007	600,01	0,010	0,004
300,02	0,010	0,015	600,00	0,005	-0,001
300,01	0,007	0,008	600,01	0,009	0,005
300,00	0,003	0,002	600,01	0,008	0,006
300,01	0,007	0,008	600,01	0,009	0,005
Dif Máx. Encontrada	0,017		Dif Máx. Encontrada	0,009	
EMP	0,03		EMP	0,03	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura	Inicial	Final	Humedad	Inicial	Final
	15,2 °C	15,2 °C		52,0 %	52,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	C. mínima	I	ΔL	E ₀	Carga L	I	ΔL	E	E _c
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1		0,10	0,006	-0,001	200,00	200,00	0,005	0,000	0,001
2		0,10	0,007	-0,002	200,00	200,00	0,004	0,001	0,003
3	0,100	0,10	0,008	-0,003	200,000	200,01	0,008	0,007	0,010
4		0,10	0,005	0,000	200,00	200,00	0,006	-0,001	-0,001
5		0,10	0,006	-0,001	200,00	200,00	0,005	0,000	0,001
Error máximo permitido (±)									0,02

Revisión 00

0703-001

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☐ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima (Lima)
✉ ventas@calibratec@gmail.com
📍 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-020-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	51,0 %	51,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E ₀ 0,100	0,10	0,006	-0,001	0,000	0,20	0,006	-0,001	0,000	0,01
0,200	0,20	0,006	-0,001	0,000	0,20	0,006	-0,001	0,000	0,01
60,000	60,00	0,007	-0,002	-0,001	60,00	0,008	-0,003	-0,002	0,02
120,000	120,00	0,007	-0,002	-0,001	120,00	0,005	0,000	0,001	0,02
150,000	150,00	0,005	0,000	0,001	150,00	0,007	-0,002	-0,001	0,02
200,000	200,01	0,008	0,007	0,008	199,99	0,005	-0,010	-0,009	0,02
250,000	250,01	0,005	0,010	0,011	249,99	0,004	-0,009	-0,008	0,03
300,000	300,01	0,004	0,011	0,012	299,99	0,004	-0,009	-0,008	0,03
350,000	350,01	0,007	0,008	0,009	350,00	0,008	-0,003	-0,002	0,03
400,000	400,00	0,008	-0,003	-0,002	399,99	0,003	-0,008	-0,007	0,03
620,001	619,99	0,002	-0,008	-0,007	619,99	0,002	-0,008	-0,007	0,03

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga Incrementada

Incertidumbre expandida de medición $U_{95} = 2 \times \sqrt{0,000076 \text{ g}^2 + 0,00000000043 \text{ g}^2} \approx R$

Lectura corregida de la balanza $R_{\text{corregida}} = R - 0,000012 \text{ g} \approx R$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

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

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☐ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Perú
✉ ventas@calibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Activar Windows
Configuración

Anexo N° 17 Certificado de Calibración N° 12: Horno de Secado



CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 8

- Expediente: 0327
- Solicitante: G & C CONSULTORES CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
- Dirección: AV. SIMON BOLIVAR N° 2740 - PUNO - PUNO - PUNO
- Equipo: HORNO DE SECADO
 Marca: ALFA
 Modelo: 6-030/250
 Nº de serie: No indica
 Procedencia: Turquia
 Identificación: CI-0081
 Ubicación: Laboratorio de Análisis y Ensayos

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de Indicación	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
Resolución	1	1,0 °C
Tipo	Digital	Digital

- Fecha de calibración: 2023-03-24

Fecha de Emisión:

2023-03-29

Jefe del Laboratorio



Revisión 00

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

Activar Windows
Configuración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 8

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Análisis y Ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simón Bolívar N° 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	17,8 °C	17,5 °C
Humedad relativa	55,0 %	55,0 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K (CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,16 °C a 0,18	LT-1111-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La carga para la medición consistió de recipientes metálicos con muestras.

Revisión 00

0003-001

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

Activar Windows
Configuración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 8

11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio 17,4 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 3 horas
El controlador se seteo en 110 °C

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 6 °C

Tiempo min	Tem. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{max} - T _{min} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	121,2	124,5	140,7	120,0	121,1	104,7	101,9	95,4	105,0	102,6	113,7	45,2
02	110	121,4	124,5	141,0	120,1	121,2	104,8	101,5	95,1	105,2	102,6	113,7	45,8
04	110	121,2	124,7	141,1	120,0	121,4	104,7	101,5	95,0	106,7	102,9	113,9	46,0
06	110	121,7	124,7	141,3	120,2	121,7	105,4	101,5	95,4	105,9	103,4	114,1	45,8
08	110	121,7	125,1	141,0	120,9	121,6	105,1	101,3	95,8	105,9	102,9	114,1	45,2
10	110	121,7	124,6	140,8	121,0	121,7	104,9	101,5	96,4	106,1	103,3	114,2	44,4
12	110	121,1	124,2	140,3	120,9	121,6	106,3	101,5	95,0	105,8	103,1	114,0	44,3
14	110	120,9	123,9	139,6	120,5	121,2	105,1	101,7	96,3	105,1	103,3	113,8	43,3
16	110	120,5	123,2	139,0	120,3	120,9	105,1	101,5	96,1	104,7	102,9	113,4	42,9
18	110	120,2	123,5	138,1	119,9	120,6	105,1	101,4	95,7	106,8	102,6	113,3	42,4
20	110	120,0	122,8	137,5	119,5	120,3	104,4	101,2	95,8	104,1	102,4	112,8	41,7
22	110	119,6	122,5	137,1	119,3	119,9	104,4	101,5	95,4	104,7	102,1	112,6	41,7
24	110	119,6	122,5	136,8	118,9	119,8	104,6	100,8	95,5	104,2	102,2	112,5	41,3
26	110	119,0	122,1	136,8	118,9	119,7	104,2	100,6	95,2	102,6	102,1	112,1	41,6
28	110	119,3	122,1	136,6	119,0	119,5	104,1	100,6	95,2	103,8	102,0	112,2	41,4
30	110	119,1	122,0	136,4	118,8	119,4	104,2	100,2	95,0	104,0	101,8	112,1	41,4
32	110	119,1	121,7	136,2	118,9	119,3	104,1	100,8	94,8	104,4	101,4	112,1	41,4
34	110	118,9	122,2	136,7	118,8	119,5	104,1	100,5	94,8	103,6	101,6	112,1	41,9
36	110	119,4	122,2	137,6	119,0	119,6	103,8	100,6	94,9	104,4	101,9	112,3	42,7
38	110	119,6	122,4	138,2	119,1	120,0	104,1	100,6	94,9	104,9	102,0	112,6	43,3
40	110	119,8	122,6	138,5	119,4	120,1	104,2	100,8	94,7	104,5	101,9	112,6	43,8
42	110	119,8	122,5	138,4	119,3	120,2	104,2	100,8	95,4	103,8	102,1	112,6	43,0
44	110	120,0	123,1	138,4	119,3	120,4	104,5	100,4	94,9	105,7	102,0	112,9	43,5
46	110	120,0	122,8	138,8	119,3	120,3	104,4	100,8	94,8	104,3	102,0	112,7	43,8
48	110	119,8	122,6	138,5	119,6	120,4	104,3	100,8	94,8	103,6	101,9	112,6	43,7
50	110	120,3	123,3	138,9	119,2	120,5	104,1	100,6	94,0	105,7	102,1	112,9	44,9
52	110	120,4	123,8	139,6	119,5	120,8	104,5	101,1	94,0	104,9	102,2	113,1	45,4
54	110	120,8	123,8	140,0	119,4	121,0	105,0	101,0	94,7	103,7	102,5	113,2	45,2
56	110	121,1	124,0	140,5	120,0	121,4	105,1	101,1	94,5	104,7	102,4	113,5	45,9
58	110	121,6	123,9	140,4	120,2	121,4	104,6	101,2	95,5	106,6	102,6	113,7	44,9
60	110	121,1	124,1	140,2	120,1	121,4	104,6	101,6	95,4	105,1	102,6	113,6	44,8
62	110	121,2	124,4	140,4	119,9	121,6	105,1	101,6	95,6	105,3	102,5	113,8	44,8
64	110	121,2	124,2	140,4	120,0	121,7	104,8	101,3	95,2	106,5	103,1	113,8	45,1
66	110	121,3	124,3	140,4	120,1	121,7	105,0	101,4	95,7	104,7	103,1	113,8	44,7
68	110	121,2	124,4	140,2	120,3	121,6	105,0	101,5	95,1	105,0	102,8	113,7	45,1
70	110	121,2	124,1	140,3	119,9	121,5	105,2	101,5	95,1	105,8	103,0	113,8	45,1
72	110	121,3	124,2	140,2	120,0	121,7	105,5	101,7	95,0	104,5	103,4	113,7	45,1
74	110	121,4	124,4	140,4	120,1	121,5	105,1	101,6	95,2	104,7	102,8	113,7	45,1

Revisión 00

0703-001

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☑ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☑ ventas@calibratec@gmail.com
☑ CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 8

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 6 °C

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{max} - T _{min} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
76	110	121,0	123,8	139,6	120,4	121,4	105,0	101,6	95,3	104,5	103,1	113,6	44,3
78	110	120,8	123,7	139,4	120,3	121,3	105,0	101,7	95,2	104,9	102,4	113,6	44,2
80	110	120,6	123,3	138,9	120,0	121,1	105,1	101,6	99,1	104,0	102,8	113,2	43,8
82	110	120,5	123,3	139,0	119,7	121,0	104,5	101,2	94,6	105,1	102,3	113,2	44,4
84	110	120,7	123,6	138,7	119,5	121,0	104,6	101,2	95,1	106,2	102,7	113,3	43,6
86	110	120,3	123,5	138,9	119,7	121,1	104,5	101,4	94,3	105,5	102,4	113,2	44,6
88	110	120,5	123,4	139,0	119,6	121,2	104,6	101,5	94,9	106,0	102,6	113,2	44,2
90	110	120,6	123,8	138,9	119,2	120,9	104,7	101,2	93,7	104,7	102,8	113,0	45,1
92	110	120,4	123,4	139,0	119,6	120,8	104,9	101,3	94,6	104,6	102,6	113,1	44,4
94	110	120,5	123,4	138,8	119,4	120,7	104,6	101,2	94,4	103,8	102,3	112,9	44,4
96	110	120,6	123,3	138,8	119,7	120,9	104,7	101,3	94,3	104,6	102,9	113,1	44,5
98	110	120,9	123,6	139,0	120,1	121,2	104,9	101,5	93,6	105,0	102,6	113,4	43,4
100	110	120,5	123,2	138,8	119,8	121,0	105,3	101,3	95,4	105,3	102,6	113,3	43,4
102	110	120,2	122,8	138,3	119,3	120,6	104,8	101,1	94,6	104,5	102,5	112,9	43,7
104	110	120,4	123,3	138,6	119,8	120,9	104,7	101,2	94,6	105,8	102,5	113,2	44,0
106	110	120,0	123,1	138,2	119,9	120,7	104,5	101,2	95,1	105,1	102,4	113,0	43,1
108	110	120,1	123,0	137,8	120,0	120,6	104,8	101,1	95,2	106,0	102,6	113,1	42,6
110	110	120,1	122,8	138,2	119,8	120,6	104,9	101,1	95,1	103,9	102,6	112,9	43,1
112	110	120,2	123,3	138,6	119,5	120,8	104,7	101,2	95,1	103,6	102,5	112,9	43,4
114	110	120,3	123,5	138,4	119,9	120,8	104,8	101,3	95,0	104,4	102,3	113,1	43,4
116	110	120,3	123,2	138,5	119,8	120,9	105,0	101,4	95,5	104,4	102,6	113,2	43,0
118	110	120,7	123,6	138,8	119,9	120,9	105,1	101,6	95,3	104,9	102,5	113,3	43,5
120	110	120,5	123,6	138,6	120,2	120,8	104,8	101,4	96,2	104,3	102,7	113,3	42,4
122	110	120,0	123,1	137,7	120,2	120,6	104,9	101,3	96,1	104,7	102,5	113,1	41,6
124	110	119,8	122,7	137,1	119,9	120,6	105,0	101,1	95,7	104,7	102,6	112,9	41,4
126	110	119,5	122,7	136,9	119,7	120,2	104,6	101,2	96,1	103,3	102,4	112,7	40,8
128	110	119,5	122,3	137,0	119,4	120,0	104,8	101,0	95,8	103,5	102,5	112,6	41,2
130	110	119,7	122,6	136,9	119,4	120,1	104,8	101,1	95,7	105,1	102,0	112,7	41,2
132	110	119,5	122,7	137,2	119,4	120,2	104,6	101,0	96,1	103,9	102,5	112,7	41,1
134	110	119,7	122,4	137,3	119,5	120,4	104,6	101,0	94,6	104,5	102,2	112,6	42,7
136	110	119,4	122,3	137,1	118,9	120,2	104,5	101,0	94,5	104,6	102,2	112,5	42,6
138	110	119,4	122,3	137,1	119,2	120,1	104,6	101,0	95,3	103,8	102,4	112,5	41,8
140	110	119,2	122,3	137,3	118,7	119,9	104,0	100,9	94,3	104,9	102,1	112,3	42,9
142	110	119,8	123,1	137,7	119,3	120,3	104,4	100,7	94,8	104,1	102,1	112,6	42,9
144	110	119,6	122,4	137,9	119,6	120,2	104,6	100,6	94,5	104,1	102,1	112,6	43,4
146	110	120,0	123,2	138,2	119,2	120,4	104,5	100,9	94,1	104,2	102,3	112,7	44,1
148	110	120,2	123,4	138,8	119,6	120,6	104,6	101,0	94,6	105,2	102,2	113,0	44,2
150	110	120,2	123,2	138,9	119,9	120,9	104,5	101,2	94,7	104,4	102,4	113,0	44,2
152	110	120,4	123,3	139,1	120,1	121,0	104,7	101,1	95,3	104,3	102,5	113,2	43,8
T. PROM		120,3	123,3	138,7	119,7	120,8	104,7	101,1	95,1	104,7	102,5	113,1	
Temp. máxima		121,7	125,1	141,3	121,0	121,8	105,5	101,7	96,4	106,7	103,4		
Temp. mínima		118,9	121,7	136,2	118,7	119,3	103,8	100,2	93,7	102,6	101,4		
DTT		2,9	3,4	5,1	2,3	2,5	1,7	1,5	2,7	4,1	2,0		

Revisión 00

0003-001

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Página 5 de 8

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	141,3	0,4
Mínima Temperatura medida	93,7	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5,1	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	43,5	0,2
Estabilidad medida	2,55	0,05
Uniformidad medida	46	0,1

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T. max : Temperatura máxima.
T. min : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones de termómetro propio del Medio Isotermo : 0,5 °C

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

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo
NO CUMPLE con los límites especificados de temperatura

Revisión 00

R/03-101

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 60 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Activar Windows

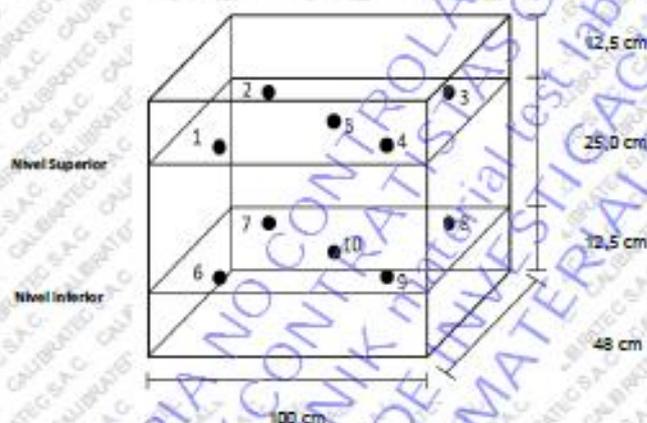
Configuración

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Página 6 de 8

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la pantalla inferior.

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 15 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

Incertidumbre

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

Revisión 00

m/03-001

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

Activar Windows

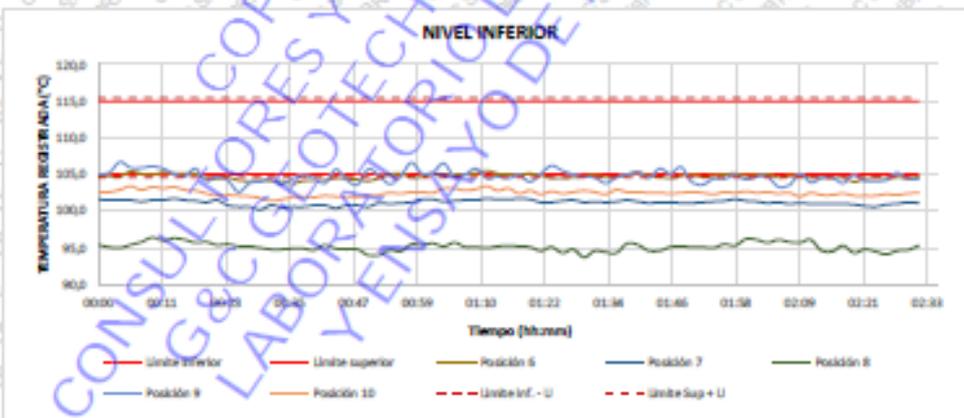
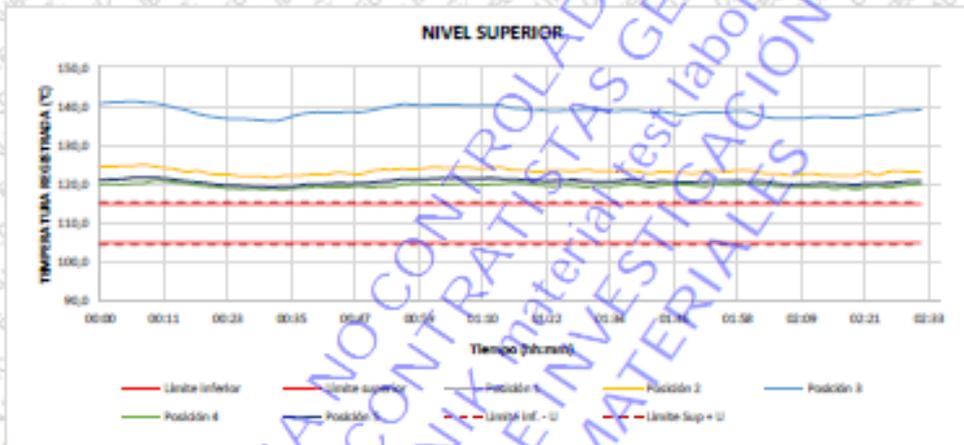
Configuración

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Página 7 de 8

TEMPERATURA DE TRABAJO DE $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Revisión 00

0103-001

977 997 385 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@calibratec@gmail.com
CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-005-2023

Página 8 de 8

FOTOGRAFIA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

0003-001

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

Activar Windows
Configuración

Anexo N° 18 Certificado de Calibración N° 13: Molde Proctor Modificado

TECNICAS CP
S.A.C.

CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE PROCTOR MODIFICADO
MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro interno	6" (152,4mm)
Altura	116,43 mm
SERIE	624

El Molde Próctor Modificado ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D - 1557

NTP 339.141

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento posee una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento(s) seguirá(n) manteniendo el mismo porcentaje (%), de exactitud o eficiencia, tal como se determinó en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: TECNICAS CP S.A.C, ya que la calibración no debe absolutamente ser un control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes. Del deterioro, de la obsolescencia, del mal uso, de la falta de mantenimiento, o de la sub-ubicación estándar de dicho instrumento (s); por lo que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del usuario, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31, Urb. San Diego.
Tel.: 540-2790 Anexo 131

Activar Windows
Ve a Configuración

Anexo N° 19 Certificado de Calibración N°14: Martillo Proctor Modificado



TECNICAS CP
SAC

Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil:
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION
MARTILLO PROCTOR MODIFICADO
MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C
EQUIPOS DE LABORATORIO

PESO	10 libras
CAIDA	18" (pulgadas)
SERIE	865

El Martillo Proctor Modificado ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D - 1557

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse el certificado como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determinó en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueran realizados e iniciados por: TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no da absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridas por todas las partes del cliente, de la construcción, del mantenimiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s) que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana

Av. Santa Ana Mz. H 11.2, San Diego - Lima 31
Telf.: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
BPM *629730 / #347202 / *620742
www.tecnicasp.com.pe

Representante de:



Ve a Configuración

Anexo N° 20 Certificado de Calibración N° 15: Molde para Compactación CBR



**CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR**

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d. i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarin	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1,58 mm de diam.
sene	791 al 811

El molde para compactación CBR ha sido fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D- 188

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento posee una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%). De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la ficha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: TECNICAS CP S.A.C. ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes. Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ajuste estándar de dicho instrumento (s) que se conozcan y que seguirá siendo la única responsabilidad del usuario, propietario y/o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Rosa Mz. H L12, San Diego - Lima 31, Urb. San Diego.
Tel.: 540-2790 Anexo 131
RUC: 304312906
E-mail: mantenimiento@tecnicascp.com.pe
www.tecnicascp.com.pe

Activar Windows
Ve a Configuración

Anexo N° 21 Certificado de Calibración N° 16: Disco Espaciador



CERTIFICADO DE FABRICACION

DISCO ESPACIADOR

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	6"
Espesor	8.14cm
serie	5031 AL 5037

EL DISCO ESPACIADOR PARA CBR HA SIDO FABRICADA, EXAMINADO Y ENSAYADO EN NUESTROS TALLERES DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento posee una precisión como se indica. No debe interpretarse el considerarlo como una garantía o garantía de ningún tipo por favor del cliente, de los clientes, o del público en general (que el-éste) instrumento (a) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueren realizados e informados por: TECNICAS CP SAC, ya que la calibración es un procedimiento según control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridas por todas las partes del deterioro, de la obsolescencia, del mantenimiento, o de la ejecución estándar de dicho instrumento (a), que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y/o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H LL2, San Diego - Lima 31, Urb. San Diego.
 Telf.: 540-2790 Anexo 131
 RPC: 964312906
 E-mail: mantenimiento@tecnicascp.com.pe
WWW.tecnicascp.com.pe

Activar Windows
 Ve a Configuración

Anexo N° 22 Certificado de Calibración N°17: Placa de Expansión para CBR



TECNICAS CP
S.A.C.

CERTIFICADO DE FABRICACION

PLACA DE EXPANSIÓN PARA CBR

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Placa base	149,23 mm diám. (5-7/8"), perforada
N° de agujeros	42 de 1,59 mm
serie	347 AL 367

LA PLACA DE EXPANSIÓN PARA CBR HA SIDO FABRICADA, EXAMINADO Y ENSAYADO EN NUESTROS TALLERES DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883

NTC- 212

Este certificado se emite como una declaración del Nivel de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de cualquier tipo (en favor del cliente, de sus clientes o en público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determinó en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueran realizados e informados por: TECNICAS CP S.A.C, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes del instrumento, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ajustación estándar de dicho instrumento (s) que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y/o fabricante del equipo.




INGENIERO ROBLES ORELLANA
INGENIERO AGRICOLA
Reg. al Colegio de Ingenieros P. 2014

Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31, Urb. San Diego.
Tel.: 540-2790 Anexo 131
RPC: 954312906
E-mail: marketing@tecnicasp.com.pe
WWW.tecnicasp.com.pe

Activar Windows
Ve a Configuración

Anexo N° 23 Certificado de Calibración N° 18: Juego de Pesas Abierta y Cerrada



TECNICAS CP
S.A.C.

**CERTIFICADO DE FABRICACION
JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA**

MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C
EQUIPOS DE LABORATORIO

Abierta y cerrada peso	2,27kg (5 libras) c/u
Diámetro interno	53,98 mm
Diámetro externo	149,23 a 150,81 mm
serie	1613 al 1633

EL JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA HA SIDO FABRICADO EXAMINADO Y ENSAYADO EN NUESTROS TALLERES DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS

**Norma de ensayo: ASTM D - 4318
NTP 339.175**

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento(s) seguirá(n) manteniendo el mismo porcentaje (%), de exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: TECNICAS CP S.A.C, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, debido a pérdidas sufridas por todas las partes del material; a la obsolescencia, del material original, o de la sub-ajustación estándar de dicho instrumento(s); que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del usuario, propietario y/o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Avar Windo
Ve a Configuración

Anexo N° 24 Certificado de Calibración N° 19: Dial

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición, Inspección y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LL - 026 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	190075	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
3. Dirección	Av. Simon Bolivar N° 2740, Puno - Puno - PUNO	
4. Instrumento de Medición	DIAL	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance de indicación	0 mm a 25 mm	
División de Escala / Resolución	0,01 mm	
Marca	BAKER	
Modelo	JOBA	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Número de Serie	R3288	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	ANALÓGICO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2022-01-22	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2022-01-22

Sello



JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá 36 F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Tel: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
Web: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 026 - 2022**Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición**ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (δ)**

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μ m)
2,500	2,501	1
5,000	5,002	2
7,500	7,504	4
10,000	10,002	2
12,500	12,503	3
15,000	15,000	0
17,500	17,505	5
20,000	20,002	2
22,500	22,503	3
25,000	25,001	1

Alcance del error de indicación (δ) : 5 μ m
Incertidumbre del error de indicación : ± 3 μ m para (k=2)**ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (Δ)**

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μ m)
17,500	17,502	2
	17,504	4
	17,502	2
	17,501	1
	17,501	1

Error de Repetibilidad (Δ) : 3 μ m
Incertidumbre del error de indicación : ± 3 μ m para (k=2)**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Certificado



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

CALIBRATEC S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Av. Chillón Lote 50 B Urb. Chacaracero, distrito de Comas, provincia de Lima y departamento de Lima.
Con base en la norma

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

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 26 de mayo de 2023

Fecha de Vencimiento: 25 de mayo de 2026



Firmado digitalmente por AGUILAR RODRIGUEZ Lidia Patricia FAU 206002830715 soft
Fecha: 2023-06-21 17:08:44
Motivo: Soy el Autor del Documento

PATRICIA AGUILAR RODRIGUEZ
Directora (d.t.) Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 159-2023-INACAL/DA
Contrato N° : 029-2023-INACAL/DA
Registro N° : LC-071



Fecha de emisión: 19 de junio de 2023

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/areasdeacreditacion/categorias/credenciadas y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 03

Anexo N° 25 Ficha técnica N° 20: Organosilanos

FICHA TÉCNICA

Definición

TERRASIL es un aditivo para suelos de última generación, formado al 100% por organosilanos, capaz de repeler el agua, eliminar el hinchamiento y la absorción de suelos. Es, por tanto, un agente impermeabilizante de suelos, que aporte ventajas adicionales a la estabilización tradicional de suelos.

Características físicas

Forma	Líquida
Color	Rojo pálido
Punto de inflexión	> 90 °C (punto de ebullición)
Punto de ebullición	300°C
Propiedades Explosivas	No Explosivo
Densidad	1,04 g/ml
Viscosidad(25°C)	100-500 cps

NOTA: Las características son típicas. Estas pueden variar sin que se vea afectado el desempeño del producto.

Dosificación Mezclada

Agua	TerraSil
Necesaria para alcanzar el óptimo de compactación	0,2-2 kg/m ³

Aplicar en el procedimiento mezclado con el material a estabilizar y en disolución con el agua óptima para alcanzar la densidad máxima.

Estas son dosificaciones recomendadas. La solución definitiva se obtiene de los ensayos de laboratorio realizados a cada tipo de muestra(s) evaluando el costo-beneficio en cada proyecto.

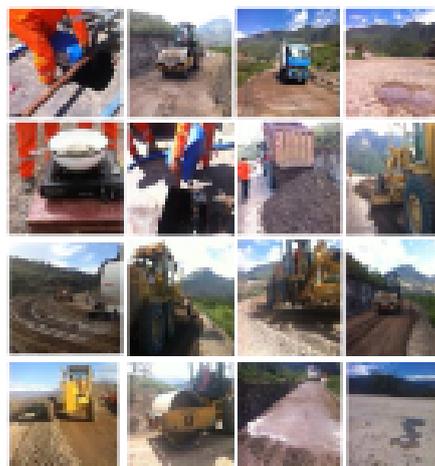
Dosificación Riegos

Agua	TerraSil	Dosificación
300 litros	1 kg	0,01 kg/m ²

Aplicar sobre la superficie compactada con 3.0m² de la disolución en dos fases.

Estas son dosificaciones recomendadas. La solución definitiva se obtiene de los ensayos de laboratorio realizados a cada tipo de muestra(s) evaluando el costo-beneficio en cada proyecto.

Aplicación del sistema



Pasos a seguir:

1. Mezcla de TerraSil para impermeabilización de suelo existente. (Siempre que sea posible y se vaya a realizar una recarga u aportación de material)
2. Compactación del terreno existente
3. Riego de la solución 1:300. 3 litros/m² en dos fases. RIEGO-SECADO-RIEGO
4. Comprobar impermeabilidad.
5. Comprobación de datos de humedad y características del material a estabilizar
6. Mezcla de TerraSil en el agua necesaria para alcanzar la humedad óptima de compactación.
7. Colocación del material sobre el suelo existente impermeabilizado, si se aporta material o se realiza recarga.
8. Excavación o reciclado en función de la maquinaria a emplear.
9. Aplicación de la mezcla de agua + TerraSil.
10. Mezclado con el material a estabilizar.
11. Nivelación, bombeos y pendientes.
12. Compactado de la longitud estabilizada.
13. Refinado del material.
14. Compactado al 100%.
15. Riego de sellado 1:300 de TerraSil.
16. Comprobación de impermeabilidad.

Beneficios

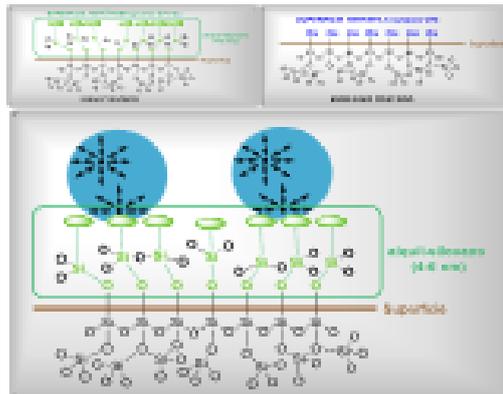
1. El suelo tratado consigue características hidrófobas de forma permanente.
2. El suelo mantiene la transpiración (expulsa el agua en forma de vapor).
3. Reduce el índice de plasticidad de los suelos.
4. Se aumentan los valores de CBR.
5. El Hinchamiento se reduce.
6. Mejora el Módulo Resiliente.
7. Se mejoran los datos de densidad y compactación en obra.
8. Es posible reducir el consumo de agua necesaria para la compactación del material.

Modo de Acción

TerraSil es un aditivo modificador de suelos compuesto al 100% por organosilanos, soluble en agua, estable al calor y la radiación ultravioleta. Su principal acción, por tanto, consiste en la impermeabilización de suelos y subsuelos.

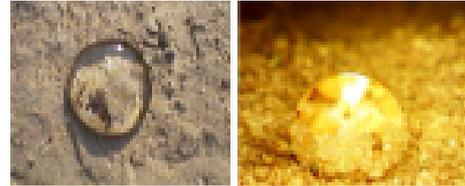
Posee grupos silanol, que reaccionan con los silicatos presentes en el suelo, transformando su superficie y confiriéndoles propiedades hidrófobas permanentes.

Así, el suelo repelerá las moléculas de agua, impermeabilizándolo y evitando los problemas derivados de la presencia de la misma.



Repelición de las gotas de agua sobre la superficie por interacciones desfavorables polar-apolar.

Debido a la inexistencia de grupos polares en la superficie de los suelos, las gotas de agua no sufren ruptura en sus moléculas constitutivas, al no formarse los enlaces de hidrógeno necesarios para ello. De esta manera, las repulsiones de tipo sustancia polar-sustancia apolar originan que se mantenga la tensión superficial en las gotas de agua, permaneciendo sobre la superficie del suelo.



Aspecto de gotas de agua depositadas sobre arena tratada con TerraSil. Como se puede observar, la repelencia de la gota es total.

Presentación

La presentación de los productos se realiza en bidones de 20 kg.

Exposición a la humedad

El producto es reactivo a la humedad. La exposición excesiva a la humedad puede conducir a un aumento de la viscosidad y gelificación.

Almacenamiento

Almacenar en lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en lugar seco y bien ventilado. Mantener alejado de cualquier material oxidante, inflamable, percloratos, ácido crómico o ácido nítrico.

Estabilidad del producto mezclado

No almacenar el producto después de la dilución en agua.

Comprobación del agua y del TerraSil.

Antes de comenzar es necesario comprobar la calidad del agua (TDS hasta 1.000 ppm). Si no requerimos de esta información, hacer una solución de 1 ml de TerraSil de TerraSil y 10 ml de agua para formar una solución transparente.

En caso de que la solución salga blanquecina no proceda a la aplicación y póngase en contacto con el representante de Zydex (Optimasol).



Equipo necesario para la aplicación.

Cistón cisterna o equipo de agua para hacer la solución.

Cisterna de agua con pulverizador (la cisterna debe estar limpia).

Fuente de Agua Portable (TDS hasta 1000 ppm).

Equipo de seguridad (casco, chaleco de seguridad...)

Preparación de la Solución.

Preparar una solución de agua con TerraSil.

Por ejemplo para riegos de impermeabilización se mezclara en la proporción 1 litro de TerraSil cada 300 litros de agua.

Se recomienda llenar el tanque o la cisterna con el agua necesaria y añadir posteriormente la cantidad de TerraSil previamente calculada.

Mezclar con movimiento previo a su aplicación.

Comprobación de la impermeabilización

Antes de la aplicación comprobar la permeabilidad en una zona mediante el Test de RILEM.

Después del secado realizar el Test de RILEM en la superficie tratada, y observar reducción en la tasa de percolación frente a la primera prueba.

Test de Rilem

Limpie la superficie

Fijar la arcilla alrededor del tubo RILEM, colocar en superficie de la carretera y presione la arcilla fuertemente

Llenar de agua el tubo RILEM con cuentasgotas hasta el nivel. En el caso de aparición de burbujas de aire eliminar por gónero.

Inicie el cronómetro y registrar el tiempo que tarda en bajar el agua por debajo del nivel a partir de los 4 ml.

La duración del ensayo es de 20 minutos después del tratamiento aumentar la duración del ensayo RILEM 1 hora para simular condiciones fuertes lluvias.

Manipulación segura

Lavar exhaustivamente tras la manipulación.

Evítase el contacto con los ojos y la piel.

Los recipientes que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

NOTA 1: En caso de contacto por cualquier vía proporcionar atención médica.

NOTA 2: La información y sugerencias son hechas con base en la experiencia e investigaciones realizadas, esto no implica una garantía ya que se recomienda que cada cliente realice las pruebas preliminares.

CONTACTE A SU ASESOR TÉCNICO COMERCIAL.
CONSULTE LA HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD.

Anexo N° 26 Ficha técnica N° 21: cal

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



HIDROXIDO DE CALCIO

SECCION I. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

PRODUCTO

Nombre Hidróxido de Calcio.
Otros Nombres Cal hidratada, Hidrato de Calcio.
Marca CALIDRA, CAL DEL VALLE, CAL LOS ARCOS Y CALES DE PUEBLA.



Formula Ca(OH)₂

Usos del producto Es utilizado en la industria de la construcción para la elaboración de mezclas de albañilería, morteros a base de cal, repellos, acabados finos, acabados gruesos, pegado de block, pegado de ladrillo, pegado de adobe.

FABRICANTE

Oficinas Generales

Servicios Administrativos Calidra S.A. de C.V.

Av. Vasco de Quiroga # 1800 PH-A Col. Santa Fe Delegación Álvaro Obregón, Ciudad de México, C.P. 01210 Tel: 01 (800) 021 9711 www.calidra.com

REGION NORTE

OFICINAS NORTE

Av. San Jerónimo #310 Pto 6 Despacho 401 Edificio Altea, San Jerónimo, Monterrey, Nuevo León C.P. 46640 Tel: 01 (811) 734 1530

PLANTA MONTERREY

Carretera a Villa de García Km. 8.5 García Nuevo León, C.P. 66000. Tel: 01 (818) 150 6620.

Carretera Grutas de García S/N Col. García Municipio de García Nuevo León, C.P. 66000 Tel: 01 (811) 734 1530

PLANTA TORREÓN

Av. 4ta. y Calle 16 Colonia Vicente Guerrero, Torreón Coahuila C.P. 27300 Tel: 01 (871) 722 1322 / 01 (800) 536 7323.

PLANTA SONORA

Carretera a Sahuaripa Km. 5.5, Parque Industrial Hemiciclo Sonora C.P. 83299 Tel: 01 (662) 209 0506 al 0511

REGION ORIENTE

OFICINAS ORIENTE

Calle Opera #2 Lomas de Angelópolis Edificio LED GNP San Andrés Cholula, Puebla, Pue. C.P. 72830 Tel: 01 (222) 309 1400

REGION CENTRO

OFICINAS CENTRO

Av. Paseo Miranda #17, Monte Miranda, B. Marques, Santiago de Querétaro, Qro. C.P. 76240 Tel: 01 (442) 229 0435

PLANTA APAXCO

Av. Industrial s/n, Colonia Centro, Apaxco de Ocampo, Estado de México C.P. 55660 Tel: 01 (599) 998 2750 / 01 (800) 536 3340

PLANTA PROGRESO

Carretera Progreso-Amiquilpan, s/n Km. 7.3 Poblado de Xochitlán Progreso de Obregón Hidalgo C.P. 42730 Tel: 01 (738) 725 0516

PLANTA VIZARRON

Carretera San Juan del Río-Xilitla, Ramal San Joaquín Km. 5, Vizarrón, Cadereyta de Montes, Querétaro, Querétaro C.P. 76509 Tel: 01 (441) 296 4104

PLANTA BERNAL

Carretera Bernal-Talmán km. 1 Villa Bernal Baequiel Montes, Querétaro C.P. 76680 Tel: 01 (441) 296 4104

PLANTA IAPUATO

Carretera existente a Valenciana s/n, Colonia B. Hacienda del Marqués, Iapuate, Guanajuato, C.P. 36821 Tel: 01 (462) 633 2050

PLANTA TECOLOTLAN

Estradas #2 Domicillo Conocida Rancho Tenextilán, Tecolotlán Jalisco C.P. 46540 Tel: 01 (365) 776 4154

PLANTA ZAPOTILO

Av. J. Miguel Fernández #1 Colonia Huascalapa, Zapotillo Jalisco C.P. 46320 Tel: 01 (341) 414 2154

PLANTA SANTA CRUZ

Vicente Tigo Oriente #100 Col. Santa Cruz de las Flores, Tlaxamulco de Zúñiga Jalisco C.P. 45640 Tel: 01 (333) 796 0769

PLANTA MICHONCAN

De La Galería Hacia Abajo, Jungapeo, Michoacán C.P. 61470 Tel: 01 (715) 163 9920

PLANTA AGUASCALIENTES

Av. Héroe de Nacozari Norte #3007 Fracc. Las Villas, Aguascalientes, Aguascalientes, C.P. 20140, Tel: 01 (449) 914 2206

PLANTA SAN LUIS POTOSÍ

Carretera Central Km 1.5 Tramo SLP-Huachipa, San Francisco Soledad De Graciano Sánchez, San Luis Potosí, C.P. 76435 Tel: 01 (444) 818 1516 / 01 (800) 480 3700

Revisión 6, marzo del 2020

1/11 SDS CALCONST

Activ
Ve a C

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



<p>PLANTA ACAJETE B-hacienda de San Martín La Joya s/n Acajete, Puebla C.P. 75111 Tel.: 01 (228) 275 3600</p> <p>PLANTA MORELOS Cerro Tenayo B Chico s/n Buenavista Yautepec Centro, Morelos C.P. 62730 Tel: 01 (735)394 1775</p>	<p>PLANTA MICHECA Carretera Michiluca-Naupán Km. 2, Michiluca, Huachinango, Puebla. C.P. 77145</p> <p>REGION OCCIDENTE-BAJO OFICINAS OCCIDENTE Av. López Mateos Sur #1450 Pta 3A, Col. La Villas Tlalquilco de Zóñiga, Jalisco, C.P. 45643 Tel.: 01 (333) 13451 00 al 08</p>	<p>Carretera San Luis Potosí-Ello Verde Km. 32, Poblado Los Molinos, Zaragoza, San Luis Potosí C.P. 79540 Tel: (444) 818 1516</p> <p>Acceso Norte #110 Col. Industrial Mexicana San Luis Potosí, S.L.P. C.P. 78435 Tel: 01 (444) 812-3119</p> <p>PLANTA ZACATECAS Carretera Zacatecas-Saffito Km 24.1 Laguna Seca Panuca, Zacatecas. C.P. 98540 Tel: 01 (492) 949 0214</p>
---	---	---

SECCION 2. IDENTIFICACION DE RIESGOS	
Palabra de Advertencia	Peligro
Pictogramas de Riesgo	
Declaraciones de peligro	<p>H315: Provoca irritación cutánea 2.</p> <p>H318: Provoca lesiones oculares graves 1.</p> <p>H334: Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias si se inhala 1B.</p>
Consejos de Precaución	<p>PREVENCIÓN</p> <p>P102: Mantener fuera del alcance de los niños.</p> <p>P103: Leer la etiqueta antes del uso.</p> <p>P201: Obtenga instrucciones especiales antes de usar.</p> <p>P202: No manipular hasta que se haya leído y comprendido las precauciones de seguridad.</p> <p>P280: Use guantes protectores / ropa de protección / protección ocular / protección facial.</p> <p>P261: Evitar respirar el polvo.</p> <p>P264: Lávese bien las manos después de manipularlo.</p> <p>RESPUESTA A EMERGENCIAS</p> <p>P314: Obtenga atención médica si no se siente bien.</p> <p>P304 + P340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición cómoda para respirar.</p> <p>P302 + P352: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con abundante agua y jabón.</p> <p>P332 + P313: En caso de irritación de la piel: consultar a un médico.</p> <p>P305 + P351: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar cuidadosamente con agua durante varios minutos.</p> <p>P301 + P330 + P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. No induzca el vómito.</p> <p>ALMACENAMIENTO</p> <p>P402: Almacene (producto seco) en lugar seco.</p>

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



	DISPOSICIÓN P501: Desechar el contenido y el recipiente de acuerdo con las regulaciones locales, regionales, nacionales e internacionales.	
WHMIS/ GHS/ NOM 018 STPS	Corrosión/irritación cutánea. 2. Lesiones oculares graves/irritación ocular. 1, 2A. Toxicidad específica de órganos blanco (exposición única). 3.	
Otros peligros	No	
SECCION 3: COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE INGREDIENTES		
Nombre del Ingrediente	Concentración	Número CAS
Hidróxido de calcio Ca(OH) ₂	75-85%	01305-62-0
Oxido de silice SiO ₂	0.10-2.0%	14808-60-7
SECCION 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS		
Inhalación	Retire de la fuente de polvo o lleve a la víctima a tomar aire fresco. Consiga atención médica de inmediato, si la víctima no respira brinde respiración artificial.	
Ingestión	Si la víctima está consciente enjuagar la boca con agua para neutralizar el efecto alcalino. No induzca el vómito. Contacte un médico inmediatamente.	
Contacto con la Piel	Retirar la ropa contaminada y enjuagar con abundante agua y jabón. Usar regadera y no frotar. Consulte a su médico si el área expuesta es grande o si la irritación persiste.	
Contacto con los ojos	Enjuagar con abundante agua por 15 minutos. Contacte un médico inmediatamente.	
SECCION 5: MEDIDAS CONTRA INCENDIOS		
Fuego	No se considera un peligro de incendio.	
Explosión	No se considera un peligro de explosión.	
Medios de extinción de incendios	Medidas de extinción apropiadas El producto no es combustible o inflamable. Utilizar medidas de extinción de acuerdo al fuego circundante.	
Información Especial	El Hidróxido de calcio reacciona con el agua y genera calor.	

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



SECCION 6: MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

Pasos a seguir en caso de derrame del material

- Ventile el área de la fuga o derrame.
- Mantener los niveles de polvo al mínimo.
- Mantenga a las personas innecesarias y desprotegidas lejos del área de derrame.
- Use el equipo de protección personal apropiado Sección 8.
- Evitar inhalar el polvo, asegurar una ventilación suficiente o utilizar equipo de respiración adecuado (véase sección 8).
- Derrames: Recoja y coloque en un recipiente adecuado para su recuperación o eliminación, usando un método que no genera polvo.
- No enjuague ni vierta los residuos al alcantarillado.
- Los residuos de derrames se pueden diluir con agua, neutralizar con ácido diluido tal como acético, clorhídrico o sulfúrico.
- Absorber el residuo cáustico neutralizado sobre arcilla u otra sustancia inerte y envasar en un recipiente adecuado para su eliminación de acuerdo con las regulaciones locales, estatales, federales, nacionales e internacionales de eliminación y reciclado.

SECCION 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Precauciones para un manejo seguro

- Evitar el contacto con piel y ojos.
- Llevar equipo de protección (referidos en la sección 8 de esta ficha de seguridad). No llevar lentes de contacto cuando se maneja este producto.
- Mantener los niveles de polvo al mínimo.
- Minimizar la generación de polvo.
- Evitar el polvo utilizando ventilación o filtros adecuados en los lugares donde se manipule. Siempre que se pueda es mejor la manipulación mecánica.

Recomendaciones para almacenamiento

- Conservar en un recipiente bien cerrado e identificado, almacenado en un área fresca, seca y ventilada.
- Proteger contra daños físicos.
- Aislar de sustancias incompatibles. Los contenedores de este material pueden ser peligrosos cuando están vacíos, ya que refieren residuos del producto (polvo, sólidos); observe todas las advertencias y precauciones enumeradas para el producto. Ver sección 10 de Sustancias Incompatibles.
- Mantener el producto lejos de fuentes de humedad, calor e ignición.
- Almacenar en el área correspondiente a comosivos.
- Evitar el almacenamiento a granel.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



SECCION 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL	
Nombre del Ingrediente	Límite de Exposición
Hidróxido de Calcio	<p>OSHA PEL (Estados Unidos, 2/2013). TWA: 5mg/m³ / 8h / Fracción respirable. TWA: 15mg/m³ / 8h / Polvo total.</p> <p>ACGIH TLV (Estados Unidos, 4/2014). TWA: 5mg/m³ / 8h</p> <p>NIOSH REL (Estados Unidos, 10/2013). TWA: 5mg/m³ / 10h</p> <p>MSHA PEL TWA: 8/40 HORAS: 5mg/m³.</p> <p>NOM-010-STPS-2014 5mg/m³ / 8h</p>
Sílice Cristalina	<p>OSHA PEL 23 (Estados Unidos, 2/2013). TWA: 10mg/m³ / 8h / Respirable. TWA: 250 mppcf / 8h / Respirable.</p> <p>ACGIH TLV (Estados Unidos, 4/2014). TWA: 0.025mg/m³ / 8h / Fracción respirable.</p> <p>NIOSH REL (Estados Unidos, 10/2013). TWA: 0.05mg/m³ / 10h / Polvo respirable.</p> <p>MSHA PEL TWA: 8/40 HORAS: 30mg/m³ (SiO₂) + 2mg/m³ / Polvo total 10mg/m³ (SiO₂) + 2mg/m³ / Polvo respirable</p> <p>NOM-010-STPS-2014 0.025mg/m³ / 8h Fracción respirable</p>
Medidas de Control de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> Ventilación: Asegurar ventilación adecuada en el lugar de trabajo. Control de polvo: Use ventilación de escape u otros controles de ingeniería en los puntos de manejo para mantener los niveles de aire por debajo de los límites de exposición recomendados. Lavado de ojos: Mantenga suministros de lavado de ojos de emergencia en el lugar de trabajo.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Equipo de Protección Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Protección de los ojos: Utilice goggle o lente de seguridad para protección contra los productos químicos y / o protector facial completo donde sea posible el polvo o salpicaduras de soluciones. Mantenga la fuente de lavado de ojos y las instalaciones de drenaje rápido en el área de trabajo. • Protección de las manos: Use guantes protectores secos. Evite guantes con tejidos abiertos. • Protección de la piel: Usar ropa protectora adecuada para evitar el contacto con la piel con manga larga y no rasgada ni rota. • Calzado: Usar calzado cerrado. • Protección respiratoria: Se recomienda utilizar mascarilla o respirador para polvos con protección igual o superior a N95. • Nota: Siga las pautas del respirador de OSHA encontradas en 29 CFR 1910.134 o estándar europeo EN 149. <div style="text-align: center;">  </div>
Higiene	<p>Lávese bien las manos, los antebrazos y la cara después de manipular los productos antes de comer, fumar y usar el lavabo y al final del período de trabajo. Use equipo de protección personal limpio y seco.</p>
Medio Ambiente	<p>Los sistemas de ventilación deben ser filtrados antes de descargar a la atmósfera.</p>
SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS	
Nombre Común	Hidróxido de Calcio, Cal Hidratada, Cal Apagada
Formula Química	$Ca(OH)_2$
Peso Molecular	74.10 g/M
Estado Físico	Polvo Sólido
Color	Blanco
Olor	Inodoro
Estabilidad	Reactivo
Flamabilidad	No es Flammable
Explosividad	No Explota
Punto de Ignición	No Combustible
Punto de Fusión	580°C (1076 °F) Se deshidrata a esta temperatura.
Punto de Ebullición	No Aplica
Densidad de Vapor	No Aplica

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



Solubilidad en Agua	1.650 g/l agua a 20°C. 100% Solubilidad en Tetracloruro de Amonio NH_4Cl_4 .
pH	12.45 en una solución de 1% en agua a 25°C
% Volátiles	0
Densidad Relativa	0.50-0.70 kg/l.
Presión de Vapor	No Aplica
Punto de Congelación	No Aplica
Auto Ignición	No Aplica
Viscosidad	No disponible
Coefficiente de Partición	No disponible
Evaporación	No Aplica
Temperatura de Descomposición	540°C (1004°F)
Aditivos	No Aplica
SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
Reactividad	<p>El material no reaccionará de forma peligrosa. El hidróxido de Calcio absorbe el dióxido de carbono del aire, y conforma carbonato de calcio. Reacciona lentamente con el agua formando compuestos hidratados, la liberación de calor y la producción de una solución alcalina fuerte.</p> <p>Reacciona químicamente con ácidos y otros compuestos y elementos químicos para formar compuestos base calcio. Explosivo cuando se mezcla con compuestos orgánicos de Nitrógeno.</p>
Estabilidad Química	Bajo condiciones normales de uso y almacenaje (condiciones secas), el Hidróxido de Calcio es estable. Absorbe dióxido de carbono del aire gradualmente formando carbonato de calcio.
Posibilidad de Reacciones Peligrosas	<p>El material no desarrollará polimerización peligrosa.</p> <p>El Hidróxido de Calcio reacciona exotérmicamente con ácidos formando sales cálcicas.</p>
Condiciones que deben evitarse	Ambientes húmedos.
Materiales Incompatibles	Agentes oxidantes fuertes. El material húmedo es alcalino y reacciona con ácidos, sales de amonio, aluminio y otros metales reactivos. Por ejemplo: Tri-Fluoruro de Boro, Tri-Fluoruro de Cloro, Etanol, Flúor, Fluoruro de hidrogeno, Pentóxido de fósforo, Ácidos fuertes.
Productos de Descomposición Peligrosos	Sufre descomposición térmica a 540°C produciendo Oxido de Calcio y agua.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



SECCION 11: INFORMACION TOXICOLOGICA	
Vías de entrada	Por ingestión e inhalación.
Efectos por Exposición Prolongada	<p>Piel: Irrita y seca la piel, dependiendo de la exposición, la humedad y la duración del contacto.</p> <p>Ojos: Peligroso con el contacto visual. Posibles lesiones y ceguera si no se trata durante un período prolongado. (Conejo 10mg / 24hr- daño severo).</p> <p>Inhalación: Si se inhala en la forma de polvo generado irritación en las vías respiratorias, tos y estomudos.</p> <p>Ingestión: Puede causar irritación gastrointestinal y dolor, vómitos, diarrea, caída de la presión arterial, vértigo y dolor de cabeza. La magnitud del daño depende de la cantidad ingerida. (Rata LD50: 7340 mg / kg).</p>
Efectos por Exposición Crónica	<p>Dermatitis: El contacto prologado causa enrojecimiento, descamación y agrietamiento de la piel.</p> <p>Sensibilización: No se conocen efectos sensibilizantes.</p> <p>Carcinogenicidad: No hay datos de carcinogenicidad disponibles para este producto. El hidróxido de calcio no está listado como carcinógeno por ACGIH, MSHA, OSHA, NTP, DFG, R3ST o IAARC.</p>
SECCION 12: INFORMACION ECOLOGICA	
Toxicidad	Toxicidad acuática severa en altas concentraciones de alta alcalinidad (pH 12.454) en concentraciones de 1g/l.
Persistencia y Degradabilidad	No es relevante para sustancias inorgánicas.
Potencial de Bioacumulación	No es pertinente para sustancias inorgánicas.
Movilidad en Suelo	Baja solubilidad y movilidad en la mayoría de las condiciones del suelo.
Otros Efectos Adversos	No hay información relevante disponible.
Informacional adicional	Producto no peligroso.
SECCION 13: CONSIDERACIONES DE DESECHO	
	<ul style="list-style-type: none">• Recuperar productos no contaminados siempre que sea posible y reutilizarlos o reciclarlos para otros fines benéficos. En caso de no poderlos recuperar desecho de acuerdo con los requisitos federales, estatales o locales.• El procesamiento, el uso o la contaminación de este producto pueden cambiar las características del perfil de residuos y las opciones de gestión de residuos.• No desechar en cuerpos de agua.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



SECCION 14: INFORMACION DE TRANSPORTE / ENVIO	
	<ul style="list-style-type: none"> El Hidróxido de Calcio no se clasifica como peligroso para el transporte. Ver el reglamento para el transporte terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Transporte en recipientes cerrados que sean verticales y seguros. Asegúrese de que las personas que transportan el producto saben qué hacer en caso de accidente o derrame.
SECCION 15: INFORMACION REGLAMENTARIA	
SARA 302/304	Notificación de planificación y liberación de emergencia: No enumerada
SARA 311	Categorías de peligros (40CFR 370) - regulado bajo OSHA: Agudo y crónico.
SARA 312	Notificación de planificación y liberación de emergencia: No
SARA 313	Inventario de liberación de sustancias tóxicas (TRI) Lista de sustancias químicas: No listado
CERCLA	El Hidróxido de calcio no está en la lista
TSCA 8(a) CDR Ex / P	No determinado
RCRA	El Hidróxido de calcio no está listado o clasificado
CWA 311	El hidróxido de calcio ha sido retirado de la lista de sustancias peligrosas del Acta de Agua Limpia (CWA) (11/13/79) (44FR65400).
TSCA	El Hidróxido de Calcio se encuentra listado en el inventario de la TSA que promueve la EPA de los productos químicos actualmente comercializados, su registro es 1305-62-0 Activo.
SECCION 16: OTRA INFORMACION	
Sistema de Información de Materiales Peligrosos (HMIS)	Salud: 3 Inflamabilidad: 0 Riesgos Físicos: 1 Las clasificaciones de HMIS se basan en una escala 0-4, con 0 representando riesgos o riesgos mínimos, y 4 representando peligros o riesgos significativos.
CAS	1305-62-0

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



Definiciones	WHMIS: Sistema de Información sobre Materiales Peligrosos Usados en el Trabajo. GHS: Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos. ACGIH: Conferencia de Gobierno Americano NIOSH: Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional. MSHA: Administración de Mina, Seguridad y Salud. NTP: Notas Técnicas de Prevención. DFG: Fundación Alemana de Investigación Científica. RSST: Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo. IARC: Agencia Internacional de Investigación en cáncer. SARA: Documento para la Planificación de emergencias locales y estatales en torno a productos Químicos Peligrosos. CERCLA: Ley Integral de Respuesta, Compensación y Responsabilidad Ambiental. TSCA: Ley de Control de Sustancias Tóxicas. RCRA: Ley de la Conservación y Recuperación de Recursos. TWA: Promedio Ponderado en el Tiempo. PEL: Límite de exposición Permitido. TLV: Valor Límite de Umbral. REL: Límite de exposición Recomendado. HMIS: Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos. CAS: Servicio de Químicos Abstractos (CAS Numero de Registro) CFR: Código de Regulaciones Federales. DEP: Departamento de Protección Ambiental. DOT: Departamento de Transporte. NFPA: Administración Nacional de Protección contra Incendios. OSHA: Administración de Seguridad y Salud Ocupacional. IATA: Asociación Internacional del Transporte Aéreo. IBC: Contenedor de granel intermedio. IMDG: Mercancías marítimas internacionales. MARPOL: Convención Internacional de Prevención de la Contaminación de los Buques. STPS: Secretaría del Trabajo y Prevención Social. EPA: Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos.
Fecha de la modificación	27/03/2020
Versión	6
Preparada por	bbargias@calidra.com.mx ; mbrito@calidra.com.mx

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



Aviso para el lector



Grupo Calidra y sus subsidiarias proporcionan la información contenida en el presente documento de buena fe, pero no hace ninguna representación a su exactitud. El presente documento solo tiene la finalidad de guiar el manejo preventivo apropiado del material por parte de una persona debidamente capacitada. La determinación final de la idoneidad de cualquier material es responsabilidad exclusiva del usuario. Todos los materiales pueden presentar peligros desconocidos y deben usarse con precaución. Aunque se describen algunos peligros, no se puede garantizar que estos sean los únicos peligros que existen.

Anexo N° 27 Certificados de las Pruebas de Laboratorio



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

B&C BERTHEKNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_RCHD-11/YY-01-1-G&C
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. MAMANI CHARALLA, DORIS	COORDENADAS
CALICATA	: C - 01		ESTE : 389616.00 m. E
MUESTRA	: M - 01	EVALUACIÓN : PARA CÁLCULO DE PROPORCIÓN SUELO-CAL	NORTE : 8242390.00 m. S
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	CONDICIÓN : SUELO PATRON + 2% CAL	COTA : 3997 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	CL	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	A-6 (12)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	Arcilla de baja plasticidad	TIEMPO DE REPOSO	3 hora

ENSAYO	UND	N° SEGÚN COLOR	SEGUN TABLA DE pH
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO	(Unid. pH)	11.80	ALCALINO

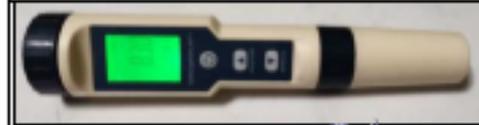
Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL

RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Ing. Doris Mamani Charalla
Ingeniera Civil en Geotecnia y Mecánica de Suelos
C.O.T.C. N° 10000

EQUIPO UTILIZADO



Ing. Doris Mamani Charalla
Ingeniera Civil en Geotecnia y Mecánica de Suelos
C.O.T.C. N° 10000

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MOR-11/YY-0115-08C
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

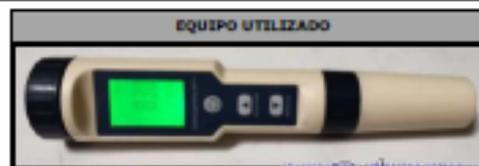
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA : SUELO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. MAMANI CHARALLA, DORIS		COORDENADAS
CALCATA : C - 01	EVALUACION : PARA CALCULO DE PROPORCION SUELO-CAL		ESTE : 399616.00 m. E
MUESTRA : M - 01	CONDICIÓN : SUELO PATRON + 3% CAL		NORTE : 8242390.00 m. S
PROFUNDIDAD : 1.50 m			COTA : 3997 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO		
CLASIF. SUCS : CL	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO	
CLASIF. AASHTO : A-6 (12)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA	
DESCRIP. SUCS : Arcilla de baja plasticidad	TIEMPO DE REPOSO	1 hora	

ENSAYO	UND	N° SEGÚN COLOR	SEGUN TABLA DE pH
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO	(Unid. pH)	12.10	ALCALINO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Ing. ATILIO CHARALLA
 INGENIERO EN GEOTECNICA Y PROYECTO SUELOS
 C.R. 10019

Ing. ATILIO CHARALLA
 INGENIERO EN GEOTECNICA Y PROYECTO SUELOS
 C.R. 10019

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESES	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMBA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-11/YY-01:1-6&C
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA : SUELO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. MAMANI CHARALLA, DORIS	COORDENADAS	
CALCATA : C - 01	EVALUACION : PARA CALCULO DE PROPORCION SUELO-CAL	ESTE : 389616.00 m. E	
MUESTRA : M - 01		NORTE : 8242390.00 m. S	
PROFUNDIDAD : 1.50 m		COYA : 3997 m.s.n.m.	
CONDICIÓN : SUELO PATRON + 5% CAL			

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	CL	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	A-6 (12)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	Arcilla de baja plasticidad	TIEMPO DE REPOSO	1 hora

ENSAYO	UND	N° SEGÚN COLOR	SEGUN TABLA DE pH
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO	(Unid. pH)	12.40	ALCALINO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL

RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

DORIS MAMANI CHARALLA
ING. CIVIL
PROFESIONISTA EN INGENIERIA CIVIL
C.O.P. 12345

EQUIPO UTILIZADO



DORIS MAMANI CHARALLA
ING. CIVIL
PROFESIONISTA EN INGENIERIA CIVIL
C.O.P. 12345

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-11/17-01:1-G&C
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA : SUELO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. MARANI CHARALLA, DORIS	COORDENADAS
CALCATA : C - 01	EVALUACION : PARA CALCULO DE PROPORCION SUELO-CAL	ESTE : 389616.00 m. E
MUESTRA : H - 01		NORTE : 8242390.00 m. S
PROFUNDIDAD : 1.50 m		CONDICIÓN : SUELO PATRON + 6% CAL

DATOS DE LA MUESTRA	CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO		
CLASIF. SUCS : CL	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO	
CLASIF. AASHTO : A-6 (12)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA	
DESCRIP. SUCS : Arcilla de baja plasticidad	TIEMPO DE REPOSO	1 hora	

ENSAYO	UND	N° SEGÚN COLOR	SEGUN TABLA DE pH
--------	-----	----------------	-------------------

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO	(Unid. pH)	12.80	ALCALINO
--	------------	--------------	-----------------

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

DEL CONSULTOR Y CONTRATISTA GENERAL S.A.C.

BACH. DORIS MARANI CHARALLA
 INGENIERA EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS
 C.R. 10000

EQUIPO UTILIZADO



BACH. DORIS MARANI CHARALLA
 INGENIERA EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS
 C.R. 10000

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-11/YY-01:1-08C
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. MAMANI CHARALLA, DORIS
CALICATA	: C - 01	EVALUACIÓN	: PARA CÁLCULO DE PROPORCIÓN SUELO-CAL
MUESTRA	: M - 01	CONDICIÓN	: SUELO PATRON + 8% CAL
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	COORDENADAS	
		ESTE	: 399616.00 m. E
		NORTE	: 8242390.00 m. S
		COTA	: 3997 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	CL	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	A-6 (12)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	Arcilla de baja plasticidad	TIEMPO DE REPOSO	1 hora

ENSAYO	UND	N° SEGÚN COLOR	SEGUN TABLA DE pH
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO	(Unid. pH)	12.85	ALCALINO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL

RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. GUSTAVO GARCÍA PARRONDO
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
PUNO - PERÚ

EQUIPO UTILIZADO



ING. GUSTAVO GARCÍA PARRONDO
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
PUNO - PERÚ

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-11/YY-01-1-68C
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

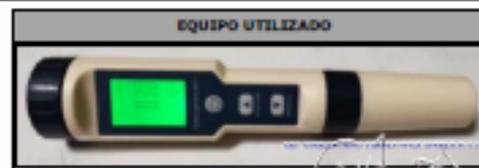
DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. MANANI CHARALLA, DORIS
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	EVALUACIÓN : PARA CÁLCULO DE PROPORCIÓN SUELO-CAL
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	CONDICIÓN : SUELO PATRON + 10% CAL
		ESTE : 309616.00 m. E
		NORTE : 8242390.00 m. S
		COTA : 3997 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO		
CLASIF. SUCS	CL	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	A-6 (12)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	Arcilla de baja plasticidad	TIEMPO DE REPOSO	1 hora

ENSAYO	UND	N° SEGÚN COLOR	SEGUN TABLA DE pH
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO	(Unid. pH)	12.92	ALCALINO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



DORIS MANANI CHARALLA
 INGENIERA EN GEOTECNIA
 15. 00075



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA USAR EL PH PARA ESTIMAR EL REQUISITO DE PROPORCIÓN SUELO-CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO

STANDARD TEST METHOD FOR USING PH TO ESTIMATE THE SOIL-LIME PROPORTION REQUIREMENT FOR SOIL STABILIZATION (ASTM D6276-18)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-11/YY-01-3-G&C	Fecha : 08 de noviembre del 2023
--------------	---	-------------------------------------	----------------------------------

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA : SUELO NATURAL	SOLICITANTE : EACI. MAMANI CHARALLA, DORIS		COORDENADAS
CALCATA : C - 01	EVALUACIÓN : PARA CÁLCULO DE PROPORCIÓN SUELO-CAL		ESTE : 309616.00 m. E
MUESTRA : M - 01			NORTE : 8242390.00 m. S
PROFUNDIDAD : 1.50 m			COTA : 3997 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS : CL	A-5 (12)	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO : A-5 (12)	Arcilla de baja plasticidad	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS		TIEMPO DE REPOSO	1 hora

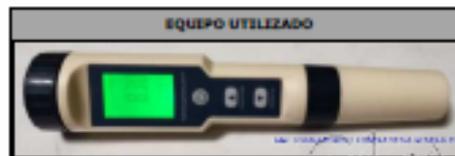
PESO DE SUELO [g]	%CAL [%]	PESO DE CAL [g]	PH [pH]
25.00	2.00	0.50	11.80
25.01	3.00	0.75	12.10
25.00	4.00	1.00	12.20
24.99	5.00	1.25	12.40
25.01	6.00	1.50	12.80
25.00	8.00	2.00	12.85
25.01	10.00	2.50	12.92
--	--	--	2.00

OPTIMO % DE CAL

OPTIMO % CAL	5%
--------------	----

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

[Signature]
ING. MARIO RAMIRO MAMANI CHARALLA
 RESPONSABLE DEL ESTUDIO
 08/11/2023

[Signature]
ING. MARIO RAMIRO MAMANI CHARALLA
 RESPONSABLE DEL ESTUDIO
 08/11/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e-2)

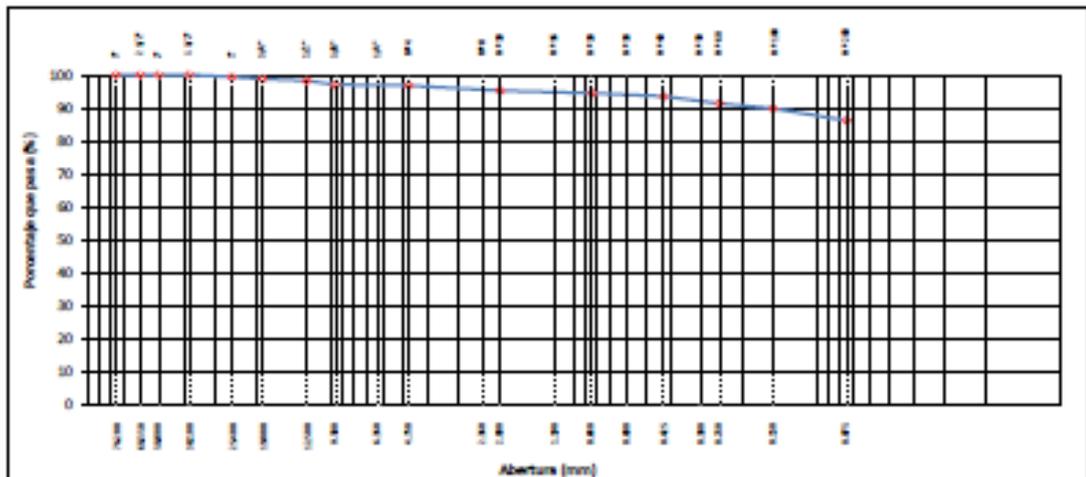
TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_R010-11/23-01:1-GNC
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: IMAC. RAMANI CHARALLA, DORS
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
MUESTRA	: M - 01	CLASIF. SUELOS	: A-6 (12)
DOSEFECACION	: PATRON	COORDENADAS	
		ESTE	: 389616
		NORTE	: 8242390
		COTA	: 3997 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MSM RETENED	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENUNCIADO POR CLASIFICACIÓN (AASHTO - UDSI - UDSII - UDSIII)
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 3162.00 gr. Masa Fracción : 302.95 gr.
5 in.	152.400						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (w): 22.00 TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2 in. Límite Líquido (LL): 96.00 Límite Plástico (LP): 22.00 Índice Plástico (PI): 14.00 Clasificación (SUCS): CL Clasificación (AASHTO): A-6 (12) Índice de Consistencia: 1.00
5 in.	127.000						
4 in.	101.600						
3 in.	76.200						DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						Muestra Orgánica: Tarba: - CU : 0.000 CC : 0.000
1 1/2 in.	38.100				100.00		
1 in.	25.400	22.60	0.71	0.71	99.29		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava 2" : 0.00 Grava 2" - Nº 4 : 3.31 Arena No - Nº 200 : 10.62 Fines < Nº 200 : 96.67 w _L : 0.0%
3/4 in.	19.000	16.88	0.53	1.25	98.75		
1/2 in.	12.500	18.58	0.59	1.84	98.16		
3/8 in.	9.500	39.41	1.25	3.08	96.92		
1/4 in.	6.350						
Nº 4	4.750	7.14	0.23	3.31	96.69		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	47.98	1.52	4.83	95.17		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	25.55	0.81	5.63	94.37		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	29.94	0.95	6.58	93.42		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	68.34	2.16	8.74	91.26		
Nº 100	0.150	48.78	1.54	10.28	89.72		
Nº 200	0.075	115.37	3.65	13.93	86.07		
< Nº 200	FINADO	2721.43	86.07	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



LOS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Signature
 ING. EDUARDO RAMIRO PARRA
 INGENIERO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
 FORMACIÓN: 1997-1999
 1997-2002

Signature
 ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
 INGENIERO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
 1997-2002



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N°	: T_MCHD-11/23-0113-080
		Fecha	: 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: DACH. HAHANI CHARALLA, DORIS
CALECATA	: C - 01		
HUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
DOSEIFICACION	: PATRON	CLASEF. SUELOS	: A-5 (12)
		COORDENADAS	
		ESTE	: 309616
		NORTE	: 824290
		COTA	: 3007 m.s.n.m.

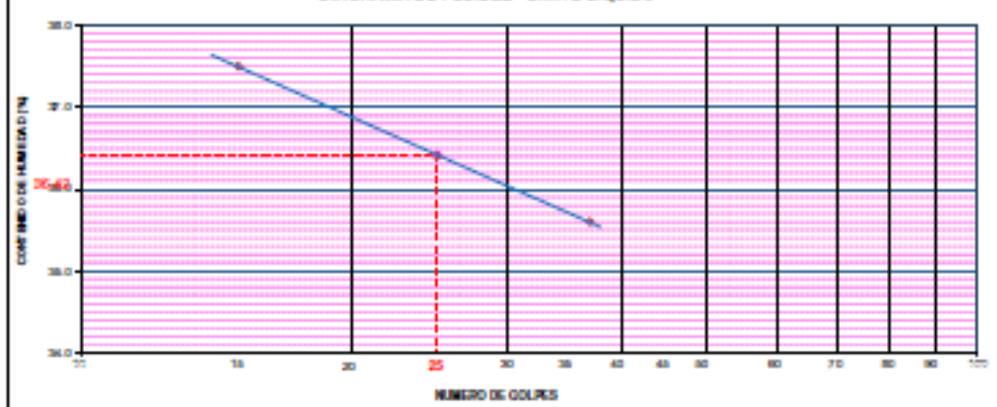
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

No. DE TARA	m ³	LC - 06	LC - 07	LC - 08
MASA DE LA TARA	[g]	46.83	45.95	42.95
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	87.34	82.04	56.70
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	61.75	57.75	53.09
MASA DE AGUA	[g]	5.59	4.29	3.61
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.92	11.8	10.14
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		37.5	36.4	36.6
NUMERO DE GOLPES	n ^o	15	25	37

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

No. DE TARA		LC - 09	LC - 10	
MASA DE LA TARA	[g]	46.39	49.02	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	48.89	52.38	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.44	51.78	
MASA DE AGUA	[g]	0.46	0.60	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.06	2.76	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		22.0	21.7	LP, 21.85

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES RÍSGAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	36.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]
 ING. EDUARDO GARCÍA PÉREZ
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y MEZCLAS DE MATERIALES
 LABORATORIO G&C
 2023-11-08

[Signature]
 DORIS HAHANI CHARALLA
 INGENIERA EN GEOTECNIA Y MEZCLAS DE MATERIALES
 2023-11-08



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N°	: T_MND-11,03-01.0-08C
		Fecha	: 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. MARANI CHARRALLA, DORIS
CALCATA	: C - 01	COORDENADAS	
MUESTRA	: H - 01		
DOSEIFICACION	: PATRÓN	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
		CLASIF. SUELOS	: A-6 (L2)
		ESTE	: 309616
		NORTE	: 8242390
		COTA	: 3997 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 04	CH - 05	CH - 06
Masa Tara	[g]	71.43	72.05	74.93
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	386.98	337.54	444.05
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	330.02	290.51	376.19
Masa Agua	[g]	56.96	47.03	67.86
Masa Suelo Seco	[g]	258.59	218.46	301.26
Contenido de Humedad	[g]	22.03	21.53	22.53
PROMEDIO	(%)	22.0		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 BACH. DORIS MARANI CHARRALLA
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 G&C GEOTECHNIK

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 BACH. DORIS MARANI CHARRALLA
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 G&C GEOTECHNIK

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUÑO - 2023.	Registro N° : T_MOHD-11/23-01-1-G&C
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUÑO - PROVINCIA DE PUÑO - DEPARTAMENTO DE PUÑO	
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE	SOLICITANTE : SACHI MAMANI CHARALLA, DORIS
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	ESTE : 389616
DOSEIFICACION	: PATRON	NORTE : 8242390
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.	COTA : 3997 m.s.n.m.
	CLASIF. SUELOS : A-6 (12)	

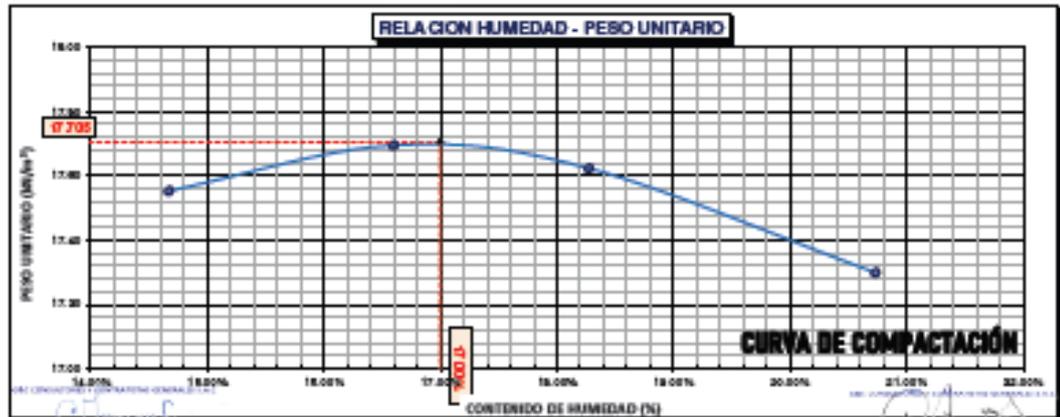
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCA)	: CL	% Ret. Tamiz 3/4": 1.25 %	METODO DE ENSAYO [Método A]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-6 (12)	% Ret. Tamiz 3/8": 3.00 %	No DE CAPAS : 5
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad	% Ret. Tamiz Nº4: 3.31 %	GOLPES POR CAPA : 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 05	VOLUMEN DEL MOLDE	: 932 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,680 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5592	5639.882174	5660	5664
Masa del Molde	[g]	3680	3680	3680	3680
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1912	1959.882174	1980	1984
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.053	2.104	2.126	2.130

Capítulo No	No	TP-03	TP-06	TP-07	TP-10
Masa de la Capsula	[g]	41.65	43.00	46.77	48.99
Suelo Humedo + Capsula	[g]	365.85	279.73	277.20	342.53
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	320.02	246.03	241.60	292.12
Masa del Agua	[g]	40.83	33.70	35.60	50.41
Masa del Suelo Seco	[g]	279.37	203.03	194.83	243.13
Humedad (%)	%	14.67%	16.60%	18.27%	20.73%
Promedio de Humedad (%)	%	14.67%	16.60%	18.27%	20.73%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.790	1.804	1.797	1.764
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.55	17.70	17.62	17.30

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.805 gr/cc	17.705 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	17.00 %	17.00 %



CONCLUSIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 20)

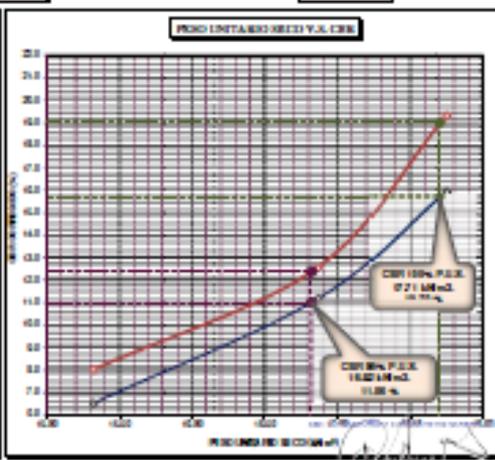
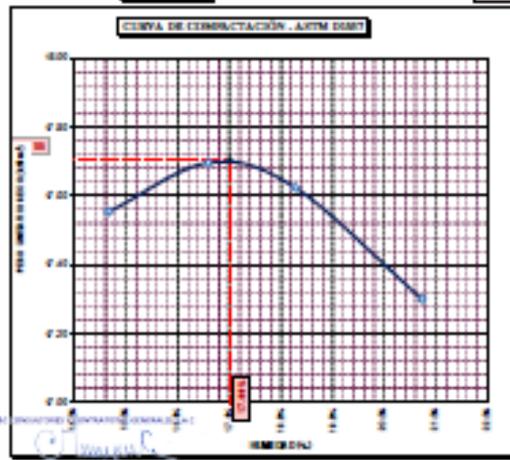
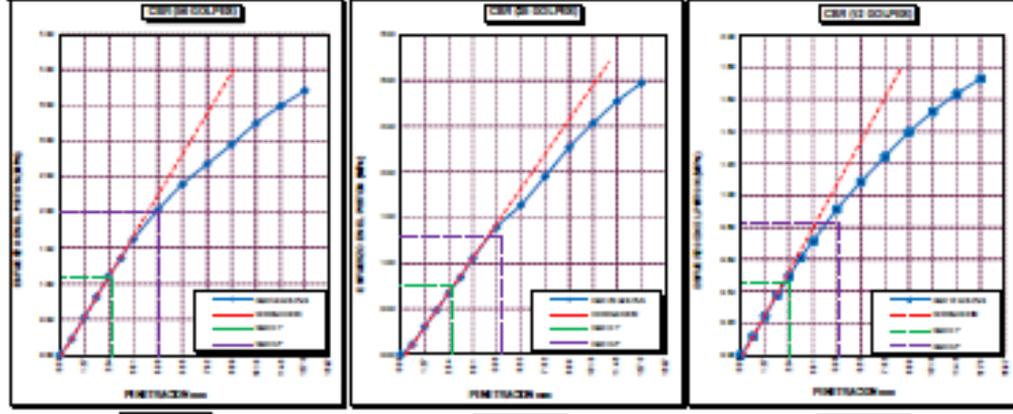
TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_RCHD-11/23-0115-080
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROVENIENCIA : SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. MANANI CHARALLA, DORIS	COORDENADAS
CALECATA : C - 01	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.	ESTE : 389616
MUESTRA : M - 01	CLASIF. SUBSOL : A-6 (12)	NORTE : 8242590
DOSEIFICACION : PATRÓN		COTA : 3997 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCE) : CL	NORMA : ASTM D 1883	PERO UNITARIO SECO : 17.71 kg/m³	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-6 (12)	METODO DE ENSAYO : Método A	PERO UNITARIO SECO AL 95% : 16.82 kg/m³	
DESCRIPCIÓN (SUCE) : Arcilla de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 17.00 %	

CBR (100% DE H.D.S.) 0.1" %	15.70 %	CBR (100% DE H.D.S.) 0.3" %	19.00 %
CBR (95% DE H.D.S.) 0.1" %	11.00 %	CBR (95% DE H.D.S.) 0.3" %	12.40 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

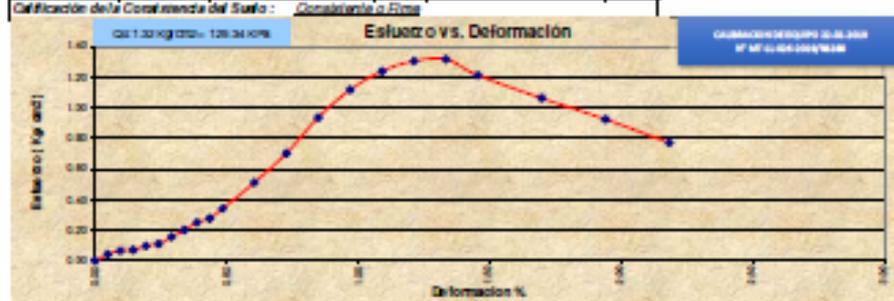
Ing. Doris Manani Charalla
 Responsable del Laboratorio de Investigación y Ensayo de Materiales
 G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CAL

ASTM D2922/2922M-22 Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Cement Mixtures
 ASTM Standard ASTM D2922 / 2922M Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión Inconfined de Suelos Cementados.

DATOS GENERALES			
TÍTULO	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRRIANTE MEDIANTE SISTEMA DE REPOBLAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARRAMBA - PUNO - 2023		
SOLICITANTE	SACH INMAMI CHARRALLA, DORS	INGENIERO ESPECIALISTA	A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	TÉCNICO ESPECIALISTA	M.C.Y.C.
UBICACIÓN	CHARRAMBA	FECHA DE MUESTREO	noviembre del 2023
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	ARILLA DE SAJA, PLASTICIDAD DE COMPACTAD MEDIA Y HUMEDAD MEDIA	ASHTO: A-6 (12)	SUCS: CL CALICATA N° : 01
		ESPECIMEN: A	MUESTRA N° : 01
MÉTODO	- Deformación Controlada	PROCEDIMIENTO: A	VELOCIDAD DE CARGA 10 mm/min : 0.05
MADURACIÓN	: 1 D - 5 CAL - ON ORGANOSILANO (PATRON)	FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE CARGA 10 mm/min : 0.05

Deformimetro ΔH (0.01mm.)	Def. Unif. e (ΔH/H0)	1 - Def. Unif. 1-ε	Área corregida Ac (cm²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador σ (Kg/cm²)	Def. Falla ε %	Observaciones (Propiedades de la Muestra (Tamado de la Proba Tallada))
0	0.00000	1.00000	79.70	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, De (cm) : 50.00
10	0.00048	0.99952	79.74	3.30	0.04	4.11	Área Promedio, Ho (cm) : 20.00
20	0.00097	0.99903	79.77	5.10	0.06	6.35	Relación Alargamiento: 2.04
30	0.00145	0.99855	79.81	5.50	0.07	6.84	Peso de la Muestra Humeda: 3478.16
40	0.00194	0.99806	79.85	7.60	0.10	9.45	Área Sección Trans. Ao (cm²) : 7.870
50	0.00242	0.99758	79.89	8.70	0.11	10.82	Volumen, Vo (cm³) : 1000.78
60	0.00291	0.99709	79.93	12.30	0.16	15.28	Área Final, Hf (cm) : 20.17
70	0.00339	0.99661	79.97	15.80	0.20	19.82	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA
80	0.00388	0.99612	79.00	19.80	0.25	24.58	Peso Suelo Humedo + Tara: 437.04
90	0.00436	0.99564	79.04	22.00	0.28	27.30	Peso Suelo Seco + Tara: 386.27
100	0.00485	0.99515	79.08	26.90	0.34	33.36	Peso de Tara: 30.88
125	0.00636	0.99364	79.18	40.50	0.51	50.16	Peso del Suelo Seco: 305.39
150	0.00787	0.99213	79.27	55.70	0.70	68.90	Peso del Agua: 81.87
175	0.00940	0.99062	79.37	74.40	0.94	91.90	% de Humedad: 17.29
200	0.00970	0.99030	79.47	88.90	1.12	109.71	RESISTENCIAS
225	0.01091	0.98909	79.57	98.70	1.24	121.65	Peso Unit. Humedo y Jeringa: 2.11
250	0.01212	0.98788	79.66	104.10	1.31	128.15	Peso Unit. Seco y Jeringa: 1.800
275	0.01334	0.98666	79.76	105.20	1.32	129.34	RESISTENCIA COMPRESIVO CONFINADO
300	0.01455	0.98545	79.85	97.00	1.21	119.12	σ _{c1} = 1.20 Kg/cm² = 120.00 KPa
350	0.01629	0.98371	80.06	85.10	1.06	104.25	σ _{c2} = 1.06 Kg/cm² = 106.00 KPa
400	0.01940	0.98060	80.25	74.30	0.93	90.79	RESISTENCIA AL CORTE NO CONFINADO
450	0.02182	0.97818	80.45	62.10	0.77	75.70	σ _{c3} = 0.77 Kg/cm² = 77.00 KPa
							ÁNGULO DE FROCCIÓN INTERNA φ = 17°
							COEFICIENTE CON PROMEDIO LA PRUEBA c % = 1.20%
							Módulo de Young (σ _{c1}) = 7,064.80 KPa



LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION INDUSTRIALES Y DE LABORATORIO METROTEC

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Ing. LITHANY ORLANDO TORO CORDOZ
 INGENIERO ESPECIALISTA LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 98-40-9100

Ing. JESSICA LARA AGUIRRE CALLA
 INGENIERA ESPECIALISTA LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 98-40-9100

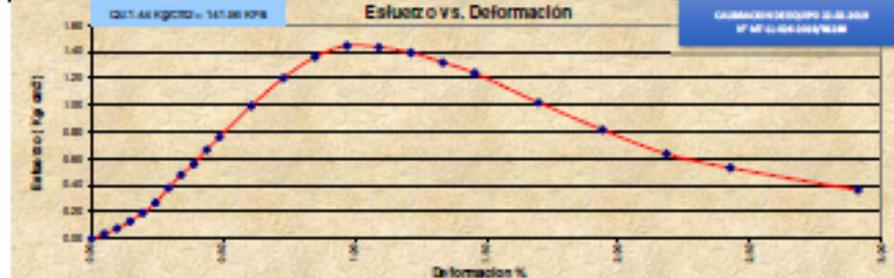
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CAL

ASTM D2922 / BS1361-12 Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Cement Mixtures
 ASTM Standard ASTM D2922 / BS1361 Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión Inconfiada de Suelos Cohesivos.

DATOS GENERALES		
TÍTULO	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILICANO Y CAL, CARRETERA CHIRAMANTA - PUNO - 2023	
SOLICITANTE	BACK MINAMI CHIRALLA DORIS	INGENIERO ESPECIALISTA : A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	TÉCNICO ESPECIALISTA : M.C.Y.C.
UBICACIÓN	CHIRAMANTA	FECHA DE MUESTREO : octubre del 2023
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO		
Descripción Visual de la Muestra	ASIENTO: A-6 (12)	SUCS: CL
	ESPECIMEN: G	QUICKTEST Nº : 01
	TIPO: No moldeado	MUESTRA Nº : 01
MÉTODO	Deflexión Controlada	PROCEDIMIENTO: A
MADURACIÓN	1 D - % CAL - 0% ORGANOSILANO (PATRON)	FORMA: Cilíndrico

Deformación ΔH	Def. Unif. Strain	1 - Def. Unif.	Área corregida Ac	Carga P (kg)	Cefuerzo Desviador σ _v (kg/cm ²)	Def. Carga σ (kPa)	Def. Carga ε %	Dimensiones (Proceder de la Muestra (Tamaño de la Proba Tallada))
0	0.00000	1.00000	79.17	0.00	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, Di (cm) : 50.00
10	0.00048	0.99952	79.21	3.00	0.04	3.71	0.05	Altura Promedio, Hs (cm) : 20.00
20	0.00097	0.99903	79.25	6.00	0.08	7.55	0.10	Relación Altura/Diámetro : 2.00
30	0.00145	0.99855	79.28	10.40	0.13	12.86	0.15	Peso de la Muestra Humeda : 2437.00
40	0.00194	0.99806	79.32	15.40	0.19	19.04	0.22	Área Sección Trans. Ao (cm ²) : 79.17
50	0.00242	0.99758	79.36	21.30	0.27	26.32	0.29	Volumen, Vo (cm ³) : 1602.00
60	0.00291	0.99709	79.40	30.10	0.38	37.18	0.39	Altura Final, Hf (cm) : 20.00
70	0.00339	0.99661	79.44	37.90	0.48	45.73	0.54	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA
80	0.00388	0.99612	79.48	44.40	0.56	54.78	0.60	Peso Suelo Humedo + Tara : 2463.07
90	0.00436	0.99564	79.52	52.90	0.67	65.24	0.64	Peso Suelo Seco + Tara : 2463.37
100	0.00485	0.99515	79.56	60.50	0.76	74.58	0.68	Peso de Tara : 89.00
125	0.00606	0.99394	79.65	79.10	0.99	97.39	0.61	Peso del Suelo Seco : 2474.38
150	0.00727	0.99273	79.75	95.70	1.20	117.68	0.73	Peso del Agua : 64.94
175	0.00848	0.99151	79.85	108.50	1.36	133.36	0.85	% de Humedad : 2.63
200	0.00970	0.99030	79.94	115.40	1.44	141.56	0.97	RESOS UNITARIOS
225	0.01091	0.98909	80.04	114.60	1.43	140.41	1.00	Peso Unit. Humedo y Jeringa : 2.11
250	0.01212	0.98788	80.14	111.60	1.39	136.56	1.21	Peso Unit. Seco y Jeringa : 1.794
275	0.01334	0.98666	80.24	105.80	1.32	129.31	1.33	RESISTENCIA COMPRESION NO CONFINADA
300	0.01455	0.98545	80.34	99.50	1.24	121.46	1.45	Qu _u (kg/cm ²) : 147.00 kPa
350	0.01697	0.98303	80.54	82.00	1.02	99.85	1.70	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO
400	0.01940	0.98060	80.74	65.80	0.82	79.92	1.94	Coef. de Fricción Interna (φ) = 0°
450	0.02182	0.97818	80.94	51.40	0.64	62.38	2.18	Ángulo de Fricción Interna (φ) = 0°
500	0.02425	0.97575	81.14	43.10	0.53	52.09	2.42	Coef. de Fricción Interna (φ) = 0°
600	0.02910	0.97090	81.54	29.70	0.36	35.72	2.91	ÁNGULO DE FRICCION INTERNA
								φ = 0°
								OPORTUNIDAD DE FRICCION INTERNA
								φ = 0°
								Módulo de Young (E)
								14.0 1.87 kPa

Calificación de la Consistencia del Suelo : Consistente a Firme



LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION INDUSTRIALES Y DE LABORATORIO METROTEC

INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 BACK MINAMI CHIRALLA DORIS
 INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 MARIANA LUISA CORREA CALA

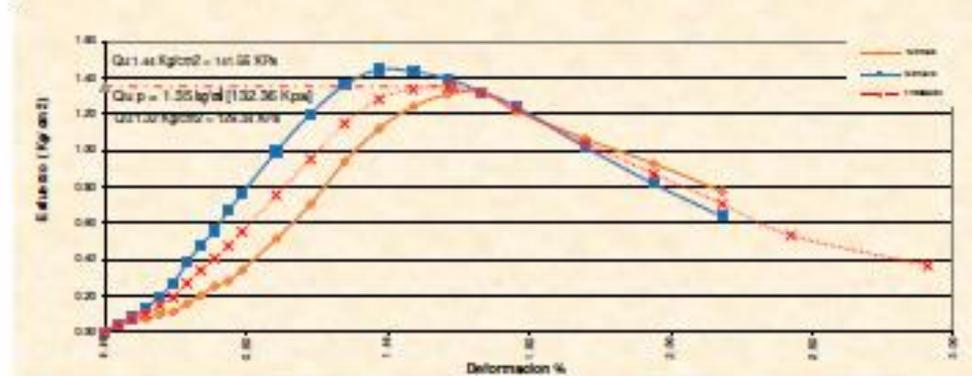
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CAL

ASTM D5102/D5102M-22: Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Lime Mixtures
 ASTM Standard ASTM D2028 / 2028M Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión Inconfiada de Suelos Calados.

DATOS GENERALES	
TEMA	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHIRAMAYTA - PUÑO - 2023
SOLICITANTE	BACH. WILSON CHAVALLA DORIS INGENIERO ESPECIALISTA - A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE PUÑO - PROVINCIA DE PUÑO - DEPARTAMENTO DE PUÑO TÉCNICO ESPECIALISTA : M.C.Y.G.
UBICACIÓN	CHIRAMAYTA FECHA DE MUESTREO : noviembre del 2023

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD DE COMPACIDAD MEDIA Y HEMEDAD MEDIA	ASIENTO: A-4 (2) SUCOS: CL	CALICATA N° : 01
MÉTODO	- Deformación Controlada	PROCEDIMIENTO: A	VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN : 1.1
MADURACIÓN	: 1 D - 1% CAL - 2% ORGANOSILANO (PATRON)	FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN (pulg/min): 0.001
TIPO	Remoldado	PROFUNDIDAD	: 0.10-0.20

RESISTENCIA COMPRESION NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO PROMEDIO	Fracción and Bls	Módulo de Young's E
Cu p = 1.35 kg/cm ² (132.36 Kpa)	Cu = 0.075 Kg/cm ² (66.15 Kpa)	%Bls = (1.00)	Eu = (17.13.26 Kpa)



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 WILSON CHAVALLA DORIS INGENIERO ESPECIALISTA
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 M.C.Y.G. INGENIERO ESPECIALISTA
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

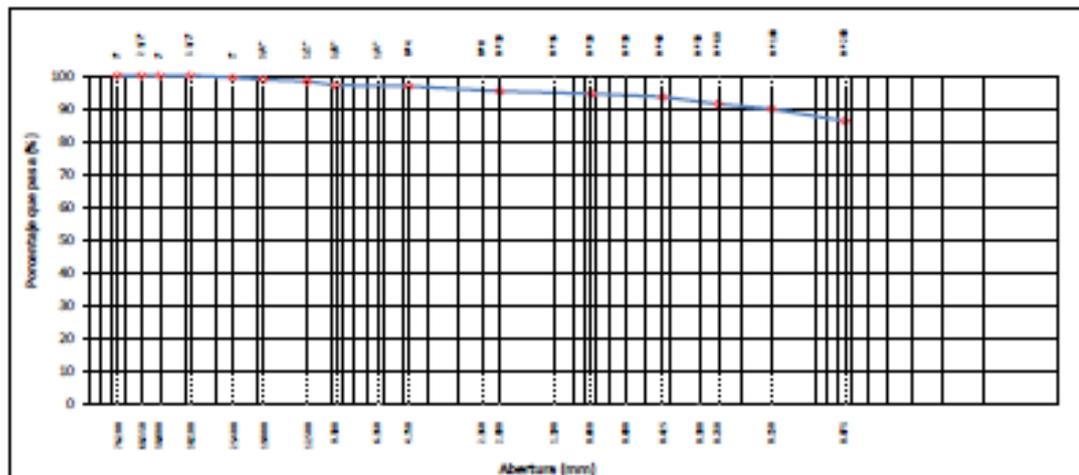
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-11/23-01.1-G&C
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE + 5% CAL	SOLICITANTE : INGR. RAMÓN CHARALLA, DORS
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	ESTE : 389616
DOSEIFICACION	: 0.7% ORGANOSILANO	NORTE : 8242390
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.	COTA : 3997 m.s.n.m.
	CLASIF. SUELOS : A-6 (9)	

TAMIZ	ÁRBITO (mm)	MSM	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENLAZADO POR ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (AASHTO - MCHD - 02016 - 04018 - 02007 - 02007)
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 3162.00 gr.
5 in.	127.000						Masa Fracción : 360.56 gr.
4 in.	101.600						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
3 in.	76.200						Contenido de Humedad (%): 22.00
2 1/2 in.	63.500						TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2 in.
2 in.	50.800						Límite Líquido (LL): 33.00
1 1/2 in.	38.100				100.00		Límite Plástico (LP): 22.00
1 in.	25.400	22.60	0.71	0.71	99.29		Índice Plástico (PI): 11.00
3/4 in.	19.000	16.88	0.53	1.25	98.75		Clasificación (SUICS): CL
1/2 in.	12.500	18.58	0.59	1.84	98.16		Clasificación (AASHTO): A-6 (9)
3/8 in.	9.500	39.41	1.25	3.08	96.92		Índice de Consistencia : 1.00
1/4 in.	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 4	4.750	7.34	0.23	3.31	96.69		Descripción (AASHTO): MALO
Nº 8	2.360						Descripción (SUICS): Arcilla de baja plasticidad
Nº 10	2.000	47.98	1.52	4.83	95.17		Materia Orgánica:
Nº 16	1.190						Turba: -
Nº 20	0.840	25.55	0.81	5.63	94.37		CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 40	0.425	29.94	0.95	6.58	93.42		Grava 2" : 0.00
Nº 50	0.300						Grava 2" - Nº 4 : 3.31
Nº 60	0.250	60.34	2.16	8.74	91.26		arena Nº - Nº 200 : 10.62
Nº 100	0.150	48.78	1.54	10.28	89.72		Fines < Nº 200 : 86.07
Nº 200	0.075	115.37	3.65	13.93	86.07		% F : 0.0%
< Nº 200	FINIDO	2721.43	86.07	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



DECLARACIÓN: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]
ING. RAMÓN CHARALLA DORS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

[Signature]
ING. RAMÓN CHARALLA DORS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

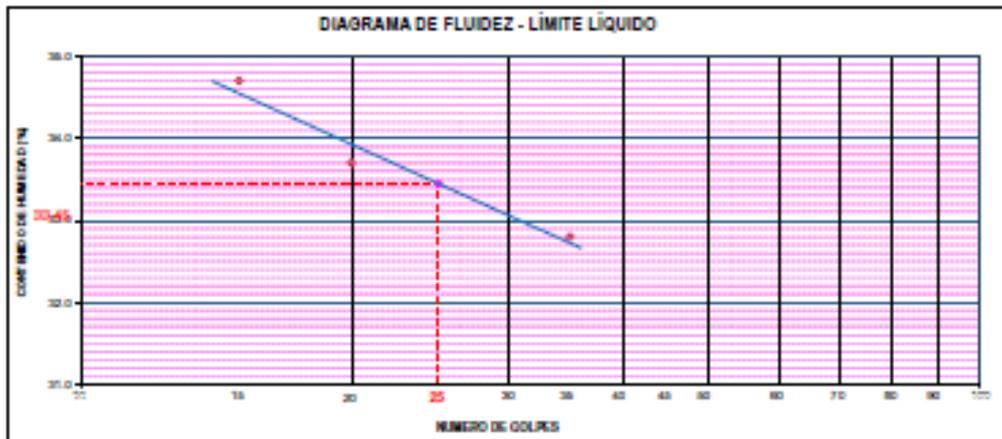
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

YESES	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-15/2021-1-080
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE + 5% CAL	SOLICITANTE : DACH MARIANI CHARALLA, DORIS
CALCATA	: C - 01	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	ESTE : 389616
DOSEIFICACION	: 0.7% ORGANOSILANO	MORTE : 824290
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.	COTA : 3007 m.s.n.m.
	CLASIF. SUELOS : A-6 (9)	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
No. DE TARA	n°	LC - 06	LC - 07	LC - 08	
MAZA DE LA TARA	[g]	46.83	46.95	42.95	
MAZA TARA - SUELO HUMEDO	[g]	66.18	64.22	59.59	
MAZA TARA - SUELO SECO	[g]	61.19	59.62	55.48	
MAZA DE AGUA	[g]	4.39	4.60	4.11	
MAZA DEL SUELO SECO	[g]	14.36	13.67	12.53	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.7	33.7	32.8	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	20	35	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
No. DE TARA		LC - 09	LC - 10		
MAZA DE LA TARA	[g]	46.39	49.02		
MAZA TARA - SUELO HUMEDO	[g]	49.31	52.60		
MAZA TARA - SUELO SECO	[g]	48.78	51.94		
MAZA DE AGUA	[g]	0.53	0.66		
MAZA DEL SUELO SECO	[g]	2.39	2.92		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.2	22.6	LR, 22.4	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	35.50
LIMITE PLASTICO	22.40
INDICE DE PLASTICIDAD	13.10

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2,000 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_M01D-11/23-01:1-GNC
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE + 5% I	SOLICITANTE	: DAOL NAHANI CHARALLA, DORIS
COORDENADAS			
CALCATA	: C - 01	ESTE	: 389616
HUESTRA	: M - 01	NORTE	: 8242390
TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.		
DOSEIFICACIÓN	: 0.7% ORGANOSILANO	CLASIF. SUELOS	: A-6 (9)
		COTA	: 3997 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	% Ret. Tamiz 3/4":	1.25 %
CLASIFICACIÓN (AMHTO)	: A-6 (9)	% Ret. Tamiz 3/8":	3.08 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad	% Ret. Tamiz N°4:	3.31 %
		METODO DE ENSAYO	[Método A]
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	25

EQUIPO EMPLEADO

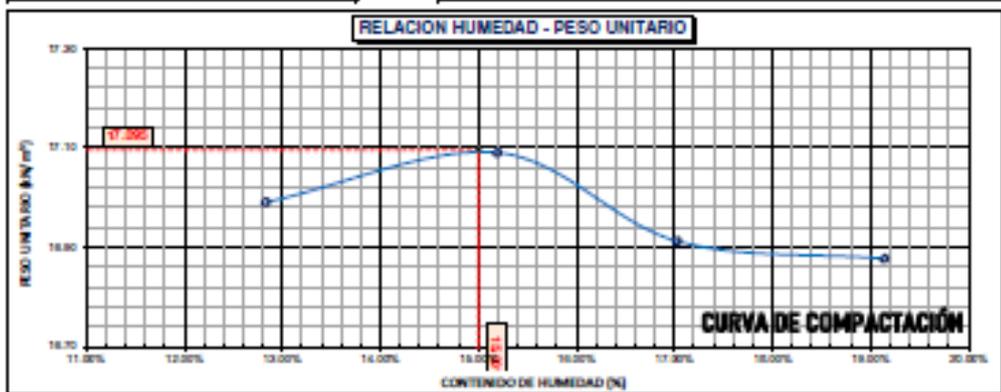
MOLDE No	X - 05	VOLUMEN DEL MOLDE	932	cm ³
MASA DEL MOLDE	3.680 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual	

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	5501	5550	5560	5590
Masa Suelo Humedo + Molde					
Masa del Molde		3680	3680	3680	3680
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1821	1870	1880	1910
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.955	2.007	2.018	2.050

Capaculo No	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Masa de la Capsula	[g]	48.28	52.37	66.54	52.34
Suelo Humedo + Capsula	[g]	341.95	369.14	372.35	352.80
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	308.55	327.36	327.41	304.53
Masa del Agua	[g]	33.40	41.78	45.44	48.27
Masa del Suelo Seco	[g]	266.37	274.99	266.87	252.19
Humedad (%)	%	12.83%	15.19%	17.03%	19.14%
Promedio de Humedad (%)	%	12.83%	15.19%	17.03%	19.14%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.723	1.743	1.728	1.723
Peso Unitario Seco	kN/m ³	16.99	17.09	16.91	16.98

PROCTOR MODIFICADO	ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.743	gr/cc	17.095	kN/m3
RET. DE PREPARACIÓN	Húmedo	HUMEDAD ÓPTIMA	15.00	%	15.00	%



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. Certificado de validación N° 11-05-3872 con fecha 21/01/2023

[Signature]
 Ing. César Augusto Paredes Cordero
 Director General de Operaciones y Mantenimiento
 Laboratorio de Investigación y Ensayo de Materiales
 G&C GEOTECHNIK

[Signature]
 Ing. Víctor Hugo Torres Cárdena
 Director General de Operaciones y Mantenimiento
 Laboratorio de Investigación y Ensayo de Materiales
 G&C GEOTECHNIK



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1585 - 21)

TÍTULO		PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRANANTE HEDANTE SISTEMA DE FUNDACIONES CON ACTIVO ORGANOLÉVELADO Y CIL, CARRETERA CHAVARRA - PUNO - 2023.				Registro N°		T_P000-11/23-01-1-G&C				
						Fecha		08 de noviembre del 2023				
DATOS GENERALES												
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO												
PROVENIENCIA		SUBRANANTE + 3% CIL				SOLICITANTE		SACH. MANANI CHAVARRA, DOBE				
CALCATA		C - 01				COORDENADAS						
MUESTRA		M - 03				TAMAÑO MÁXIMO		1 1/2" (3)				
DOSEIFICACIÓN		0.7% ORGANOLÉVELADO				CLASE		SUCS - A-9 (2)				
DATOS DE LA MUESTRA					DATOS PARA EL ENSAYO							
CLASIFICACIÓN (SUCS)		CL			MÉTODO DE ENSAYO		[Método 1]		TIEMPO DE ENDURECIMIENTO	4 Días (24 Horas)		
CLASIFICACIÓN (ASHTO)		A-9 (2)			PRUEBA ENTERRADO (MCS)		17.10 (MCS)		TIPO DE MARTILLO		Manual	
ESPECIFICACIÓN (SUCS)		Anillo de baja plasticidad			HUMEDAD ÓPTIMA		15.30 %		MÉT. DE PREPARACIÓN		Húmedo	
HOLDR No	002	A-1	B-1	C-1	D-1	E-1	F-1	G-1	H-1	I-1		
NÚMERO DE CAPAS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		
Nº BORNEO CIRCULAR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Nº BORNEO ANULAR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CONDICIONES DE LA MUESTRA												
	CR	EN BÚNDEO	SUMIFICADO	EN BÚNDEO	SUMIFICADO	EN BÚNDEO	SUMIFICADO	EN BÚNDEO	SUMIFICADO			
REGISTRO Y CÁLCULO DEL ENSAYO												
Peso del Muestrero + Muestra	[g]	11823	12043	11418	11847	10097	10651					
Peso del Muestrero	[g]	7874	7874	7628	7628	6647	6647					
Peso del Suelo Humedado	[g]	4049	4169	3802	4242	3450	3984					
Volumen del Suelo	cm ³	2118	2118	2106	2106	2118	2118					
Densidad del Suelo Humedado	g/cm ³	2.007	2.110	1.809	2.014	1.629	1.887					
Capacidad de Agua	%	PC - 10	PC - 8	PC - 100	PC - 12	PC - 2	PC - 18					
Peso de la Capasita	[g]	46.63	46.42	46.54	46.05	45.47	46.28					
Peso Humedado + Capasita	[g]	339.38	351.82	423.22	348.71	487.43	398.63					
Peso del Suelo Seco + Capasita	[g]	300.38	300.58	376.68	280.84	408.80	323.67					
Peso del Agua	[g]	39.00	51.24	47.54	67.87	81.64	74.96					
Peso del Suelo Seco	[g]	263.83	259.14	329.14	234.79	344.03	279.30					
% de Humedad	%	14.99%	20.13%	18.08%	28.95%	18.10%	27.21%					
Presión de la Humedad	%	14.99%	20.13%	18.08%	28.95%	18.10%	27.21%					
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.248	1.287	1.672	1.679	1.618	1.487					
Peso Unitario Seco	kg/m ³	17.113	17.226	18.618	18.428	13.877	14.380					
EXPANSIÓN												
Fecha	Hora	Temperatura	Diámetro	Expansión		Diámetro	Expansión		Diámetro	Expansión		
			mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	
		0:00:00	472.30	0.00	0.00	473.80	0.00	0.00	231.00	0.00	0.00	
		24:00:00	487.00	0.63	0.80	471.00	0.04	0.74	279.00	1.12	0.88	
		48:00:00	489.00	1.37	1.08	403.00	1.80	1.42	319.00	3.23	1.68	
		72:00:00	739.00	2.81	2.06	449.00	2.80	2.22	390.00	4.04	3.18	
		96:00:00	771.80	3.81	2.80	499.00	4.08	3.22	413.00	4.82	3.84	
PENETRACIÓN												
PROFUNDIDAD		Temperatura	Carga	HOLDR No			HOLDR No			HOLDR No		
mm	Pulg.		kg/cm ² / lb/in ²	A-1	B-1	C-1	D-1	E-1	F-1	G-1	H-1	
				kg/cm ²	lb/in ²	kg/cm ²	lb/in ²	kg/cm ²	lb/in ²	kg/cm ²	lb/in ²	
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		81.8	3.18	0.31		132.2	6.87	0.47		
1.27	0.050	01:00		180.2	6.30	0.61		229.2	11.63	1.14		
1.90	0.075	01:30		294.9	12.18	1.20		287.1	18.38	1.82		
2.54	0.100	02:00	79.91 / 6.9	368.3	18.03	1.87	32.61	399.4	26.97	1.82	26.38	
3.17	0.125	02:30		467.2	26.17	2.47		413.8	21.39	2.10		
3.81	0.150	03:00		600.8	31.04	3.04		479.8	24.89	2.40		
4.45	0.175	04:00	108.48 / 10.38	830.4	42.91	4.21	48.48	889.6	38.71	3.82	37.28	
5.08	0.200	05:00		1094.3	56.89	5.69		649.1	35.34	3.27		
5.72	0.225	06:00		1276.8	66.07	6.68		739.7	38.23	3.78		
6.35	0.250	07:00		1377.3	71.18	6.88		800.8	41.37	4.06		
6.99	0.275	08:00		1536.4	79.80	7.80		879.1	45.38	4.48		
7.62	0.300	09:00		1665.3	86.06	8.64		932.8	48.10	4.70		
8.26	0.325	10:00		1850.8	92.82	9.81		999.2	51.63	5.06		

COMENTARIOS : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prueba de CBR con indicador de lectura digital e indicador de fuerza "CELSA 1000".

Thayana
ING. THAYANA GARCÍA PÉREZ
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE SAN JUAN DE LOS RÍOS
TEL: 051 944 444 444

Thayana
ING. THAYANA GARCÍA PÉREZ
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE SAN JUAN DE LOS RÍOS
TEL: 051 944 444 444



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIEK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1583 - 21)

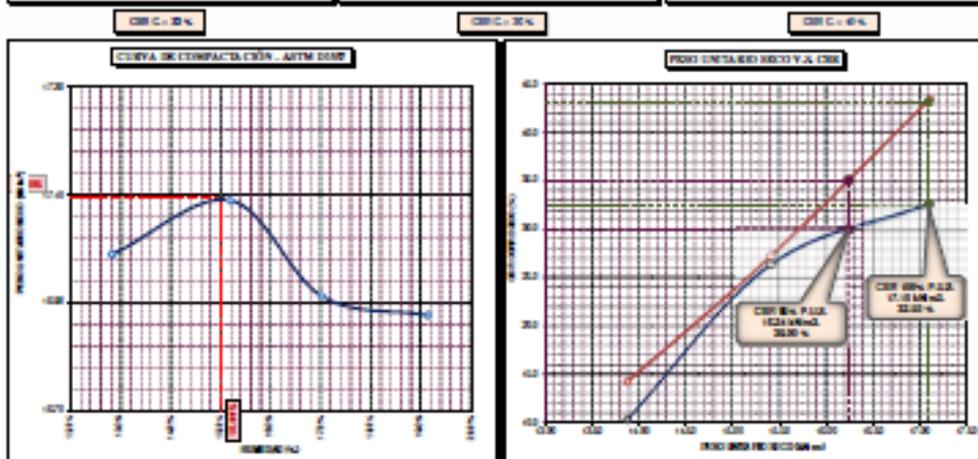
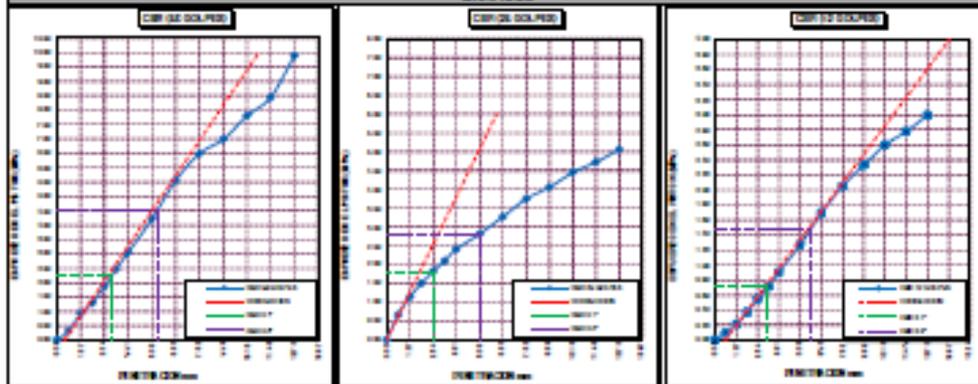
TÍTULOS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMATA - PUNO - 2023.	Registro N°	T_MCHD-11/23-01-0-GNC
		Fecha	08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROVENIENCIA	SUBRASANTE + 5% CAL	SOLICITANTE	INACI MARIANI CHARALLA, DORIS
CALZADA	C - 01	COORDENADAS	
MUESTRA	M - 01		
DOSESPECIFICACION	0.7% ORGANOSILANO	TAMANO MÁXIMO	1 1/2 in.
		CLASIF. SURLOS	A-6 (V)
			NOITE : 389618
			NORTE : 8242390
			COTA : 3997 SLA.SLUL

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUICO)	CL	NORMA	ASTM D 1587-11(2021)
CLASIFICACIÓN (ASIENTO)	A-6 (V)	METODO DE ENSAYO	(Módulo A)
DIRECCIÓN (RACK)	Avísala de laje planicidad	TIEMPO DE ENFERMEDAD	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SUICO	17.10 UN/m ³
		PESO UNITARIO SUICO AL 95%	18.24 UN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	19.00 %

CBR (100% DE H.U.E.) 0.1"	%	32.50 %	CBR (100% DE H.U.E.) 0.3"	%	43.20 %
CBR (95% DE H.U.E.) 0.1"	%	20.00 %	CBR (95% DE H.U.E.) 0.3"	%	35.10 %

GRÁFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Certificado de calibración N° LC-120-2021 con fecha 21/10/2021

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 ING. DORIS MARIANI CHARALLA
 INGENIERA EN GEOTECNIA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES
 TITULAR DEL LABORATORIO
 08-11-2023

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 ING. DORIS MARIANI CHARALLA
 INGENIERA EN GEOTECNIA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES
 TITULAR DEL LABORATORIO
 08-11-2023

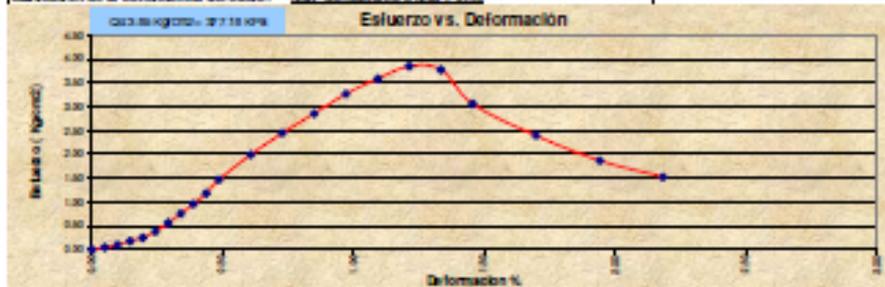
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CAL

ASTM D2922/BS1362-72 Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Cement Mixtures
 ASTM Standard ASTM D2922 / BS1362 Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión Inconfinada de Suelos Cohesivos.

DATOS GENERALES		
TÍTULO	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHAVARRITA - PUNO - 2023.	
SOLICITANTE	MACA MIMBA CHARALLA, SORCI	INGENIERO ESPECIALISTA : A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	TÉCNICO ESPECIALISTA : M.C.Y.C.
UBICACIÓN	CHAVARRITA	FECHA DE MUESTREO : noviembre del 2023
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO		
Descripción Visual de la Muestra	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA DE COMPACTAD MEDIA Y HUMEDAD MEDIA	ASIENTO: A-6 (S)
		SUCS: CL
		CALCUTA N° : 01
		ESPECIMEN: A
		MUESTRA N° : 01
		TIPO: Re moldeado
		PROCESAMIENTO: A
MÉTODO	- Deformación Controlada	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO: 1.2
ADURACIÓN	: 1.0 - 5% CAL - 0.7% ORGANOSILANO	FORMA: Cilíndrico
		VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO: 0.889

Deformación ΔH	Def. Unif. Strain	1 - Def. Unif.	Área corregida Ac	Carga P (kg)	Esfuerzo Deformador sbs as: σ1 - σ3 (kg/cm²)	Def. Falla	Dimensiones (mm) de la Muestra (Círculo de la Probeta Tallada)
0	0.00000	1.00000	78.70	0.00	0.00	0.00	Dámetro Promedio: 0 (cm)
10	0.00049	0.99951	78.74	3.80	0.05	4.73	Altura Promedio: 16 (cm)
20	0.00097	0.99903	78.77	8.10	0.10	10.08	Relación Altura/Diámetro: 2.08
30	0.00145	0.99855	78.81	14.20	0.18	17.67	Peso de la Muestra húmeda: 3260 (g)
40	0.00194	0.99806	78.85	19.90	0.25	24.75	Área Sección Tronco: 30 (cm²)
50	0.00242	0.99758	78.89	29.80	0.38	37.04	Volumen: 1602 (cm³)
60	0.00291	0.99709	78.93	44.60	0.57	55.42	Altura Final: 16 (cm)
70	0.00339	0.99661	78.97	59.70	0.76	74.14	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA
80	0.00388	0.99612	79.00	75.70	0.96	93.97	Peso Suelo Húmedo: 1 (g)
90	0.00436	0.99564	79.04	93.60	1.18	116.13	Peso Suelo Seco: 1 (g)
100	0.00485	0.99515	79.08	116.20	1.47	144.10	Peso de Tarea: 62 (g)
125	0.00606	0.99394	79.18	157.60	1.99	195.20	Peso del Suelo Seco: 306 (g)
150	0.00727	0.99273	79.27	193.90	2.44	259.74	Peso del Agua: 48 (g)
175	0.00849	0.99151	79.37	226.50	2.85	279.85	% de Humedad: 15.10
200	0.00970	0.99030	79.47	259.40	3.26	320.11	RESISTENCIA
225	0.01091	0.98909	79.57	285.40	3.59	351.76	Peso Unif. Húmedo: 9 (gramos)
250	0.01212	0.98788	79.66	306.40	3.85	377.18	Peso Unif. Seco: 9 (gramos)
275	0.01334	0.98666	79.76	301.20	3.78	370.33	RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA
300	0.01455	0.98545	79.86	244.20	3.06	299.88	RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA
350	0.01697	0.98303	80.06	191.00	2.39	254.71	Química Agrícola: 37.16 (kg)
400	0.01940	0.98060	80.25	150.20	1.87	183.54	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO
450	0.02182	0.97818	80.45	122.90	1.53	149.89	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO
							Gr. Suelo: 100 (kg)
							ÁNGULO DE FROCCION INTERNA
							φ = 37
							DEFORMACIÓN PROMEDIO DE FALLA
							ε % : 1.21%
							Módulo de Young (N/mm²)
							32 644.94

Def. Falla de la Compresión del Suelo: **Max. Constante o Max. Elong.**



Observación:

LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION INDUSTRIALES Y DEL LABORATORIO METEOTEC

MACA MIMBA CHARALLA SORCI
 INGENIERO ESPECIALISTA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

MACA MIMBA CHARALLA SORCI
 INGENIERO ESPECIALISTA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

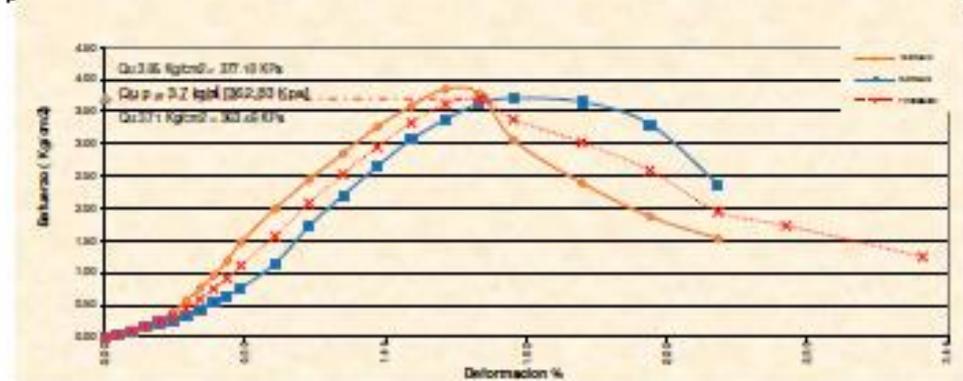
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CAL

ASTM D5832/D5832M-22: Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Lime Mixtures
 ASTM Standard ASTM D5832 / 2022M: Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión Inconfiada de Suelos Compactados.

DATOS GENERALES	
TEMA	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE MEDIANTE SISTEMA DE RETORNO MEDIANTE ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHIRAMAYTA - PUNO - 2023
SOLICITANTE	INGENIERO ESPECIALISTA : A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	TÉCNICO ESPECIALISTA : L.F.H.C.
UBICACIÓN	FECHA DE MUESTREO : MAYO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA DE COMPACTAD MEDIA Y HUMEDAD MEDIA	ASPECTO A-C (g)	SUCS CL
		ESPECIMEN: A, B	GRUBATA N° : 01
		TIPO: Pa moldeado	MUESTRA N° : 01
MÉTODO	- deformación Controlada	PROCEDIMIENTO: A	PROCESADOR: 9.03-1.18
MADURACIÓN	: 1 D - 5% CAL - 0.7% ORGANOSILAN	FORMA: Cilíndrica	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO: 1.1
			VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO: 0.001

RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	Fracción en % de Agua	Módulo de Young (k)
$Q_u = 3.7 \text{ kg/cm}^2$ [362.83 Kpa]	$C_u = 1.85 \text{ Kg/cm}^2$ [181.41 Kpa]	%DF = [3.7]	$E_s = [6162.3] \text{ Kpa}$



Signature
 Ing. [Name]
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

Signature
 Ing. [Name]
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

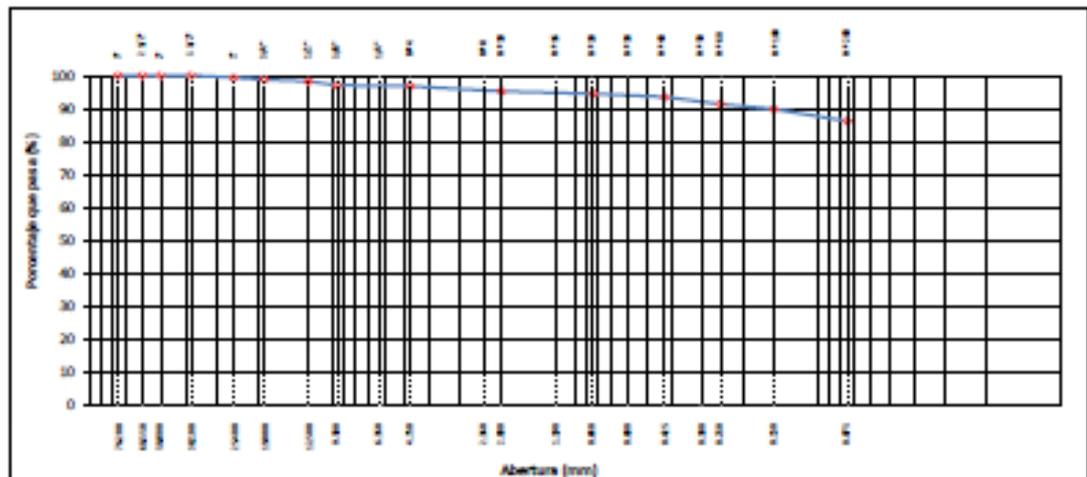
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) - 2)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA OCHARAMAYA - PUÑO - 2023.	Registro N° : T_HOHD-09/YY-01:1-G&C
		Fecha : 08 de septiembre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUÑO - PROVINCIA DE PUÑO - DEPARTAMENTO DE PUÑO	
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE + 5% CAL	
CALICATA	: C - 01	SOLICITANTE : INCC. MAMANI OCHARALLA, DORIS
HUESTRA	: H - 01	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.
DOSEFECACION	: 1.3% ORGANOSILANO	CLASIF. SUELOS : A-4 (G)
		COORDENADAS
		ESTE : 269616
		NORTE : 8242390
		COTA : 2697 m.s.n.m.

TAMÉ	AMBITO (mm)	MM RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASE	ESPECIFICACION	ENLACE POR ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (USCS - 0010 - 0010 - 0002 - 0007)
10 in.	254.000						
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						Masa Inicial seca : 3102.00 gr.
4 in.	101.600						Masa Fracción : 302.55 gr.
3 in.	76.200						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
2 1/2 in.	60.350						Contenido de Humedad (%): 22.00
2 in.	50.800						TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.
1 1/2 in.	38.100				100.00		Límite Líquido (LL): 31.00
1 in.	25.400	22.60	0.71	0.71	99.29		Límite Plástico (LP): 23.00
3/4 in.	19.000	16.80	0.53	1.25	98.75		Índice Plástico (PI): 8.00
1/2 in.	12.500	10.50	0.33	1.58	98.16		Clasificación (USCS): ML
3/8 in.	9.500	39.41	1.25	3.06	96.92		Clasificación (ASHSTO): A-4 (G)
1/4 in.	6.350						Índice de Consistencia: 1.13
							DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 4	4.750	7.14	0.23	3.31	96.69		Descripción (ASHSTO): FINE GRAINED
Nº 8	2.360						Descripción (USCS): Limo de baja plasticidad
Nº 10	2.000	47.98	1.52	4.83	95.17		
Nº 16	1.190						Materia Orgánica:
Nº 20	0.840	25.55	0.81	5.63	94.37		Tarba: -
Nº 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 40	0.425	29.94	0.95	6.58	93.42		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 50	0.300						Grava 2" : 0.00
Nº 60	0.250	60.34	2.15	8.74	91.26		Grava 2" - Nº 4 : 3.31
Nº 100	0.150	48.78	1.54	10.28	89.72		arena Nº - Nº 200 : 10.62
Nº 200	0.075	115.37	3.65	13.93	86.07		Fines - Nº 200 : 86.07
< Nº 200	FONDO	2721.43	86.07	100.00			% F : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

[Signature]
 Ing. Doris Mamani Ocharalla
 Responsable del Laboratorio de Investigación y Ensayo de Materiales
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 Calle: 10 de Agosto 10000, Puno - Perú
 Teléfono: 051 078 444 444

[Signature]
 Ing. Doris Mamani Ocharalla
 Responsable del Laboratorio de Investigación y Ensayo de Materiales
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 Calle: 10 de Agosto 10000, Puno - Perú
 Teléfono: 051 078 444 444



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

YESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-09/Y-01:1-08C
		Fecha : 08 de septiembre del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE + 5% CAL	SOLICITANTE	: SACH. MANANI CHARALLA, DORIS
CALIGATA	: C - 01	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01		
DOSEIFICACIÓN	: 3.3% ORGANOSILANO	CLASIF. SUELOS	: A-4 (S)
		ESTE	: 389616
		NORTE	: 8040380
		COYA	: 3887 m.s.n.m.

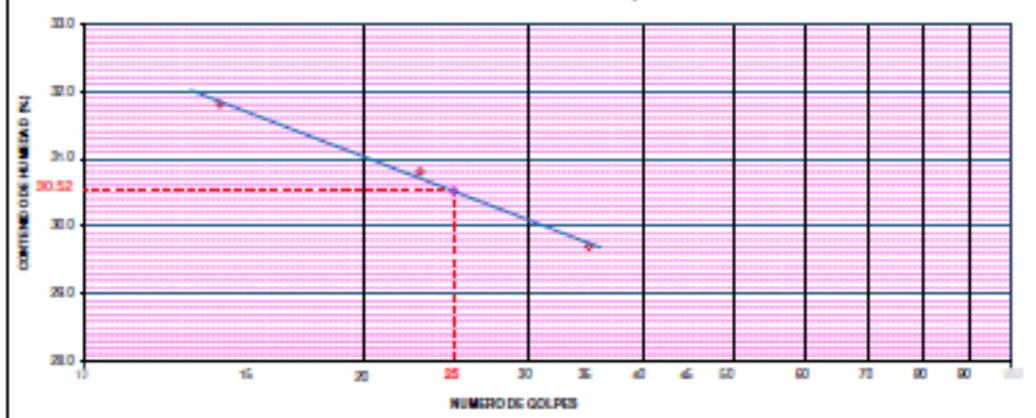
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA	m ³	LC - 11	LC - 12	LC - 13
MASA DE LA TARA	[g]	45.79	45.06	34.45
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	64.27	62.17	50.85
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.81	58.85	47.09
MASA DE AGUA	[g]	4.46	3.32	3.76
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.02	10.77	12.64
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		31.8	30.8	29.7
NÚMERO DE GOLPES	m ³	14	23	35

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA		LC - 14	LC - 15	
MASA DE LA TARA	[g]	45.96	46.74	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.21	49.69	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.54	48.14	
MASA DE AGUA	[g]	0.67	0.55	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.98	2.40	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		22.5	22.9	LP: 22.7

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	31.00
LÍMITE PLÁSTICO	23.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Ing. YVES VILLALBA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES
CALLE 10 DE ABRIL 1000, PUNO - PERÚ
TEL: 051 975 422 422

Ing. YVES VILLALBA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES
CALLE 10 DE ABRIL 1000, PUNO - PERÚ
TEL: 051 975 422 422



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MOLD-09/YY-01-1-G&C
		Fecha : 08 de septiembre del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE +5% C	SOLICITANTE	: DACIL MAMANI CHARALLA, DORIS
CALICATA	: C - 01		
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/2 in.
DOSEIFICACION:	: 1.3% ORGANOSILANO	CLASIF. SUELOS	: A-4 (6)
		COORDENADAS	
		ESTE	: 389616
		NORTE	: 8242390
		COTA	: 3997 m.s.n.m.

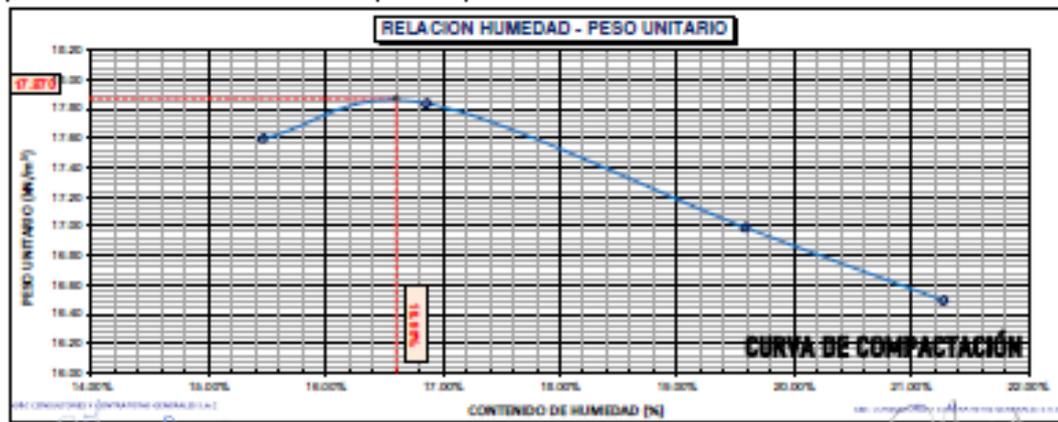
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4":	1.25 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4 (6)	% Ret. Tamiz 3/8":	3.08 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad	% Ret. Tamiz N°4:	3.21 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método A]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 05	VOLUMEN DEL MOLDE	: 932 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,660 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5610	5660	5610	5580
Masa del Molde	[g]	3660	3660	3660	3660
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1950	1900	1950	1900
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.072	2.126	2.072	2.040

Capeta No	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Masa de la Capeta	[g]	47.68	47.59	48.30	47.38
Suelo Humedo + Capeta	[g]	343.63	336.40	293.18	282.57
Masa del Suelo Seco + Capeta	[g]	304.00	294.71	253.08	241.31
Masa del Agua	[g]	39.63	41.69	40.10	41.26
Masa del Suelo Seco	[g]	256.32	247.32	204.78	193.93
Humedad (%)	%	15.46%	16.86%	19.58%	21.28%
Promedio de Humedad (%)	%	15.46%	16.86%	19.58%	21.28%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.794	1.819	1.733	1.682
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.60	17.84	16.99	16.49

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.822 gr/cc	17.870 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	16.60 %	16.60 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado de calibración N° (L-145-2021) con fecha 21/02/2021



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C SCOTTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TÍTULOS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE MEDIANTE SISTEMA DE RECUPERACIÓN CON ADITIVO ORGANOSILANO Y CAL, CARPINTERA CHAMPUSA - PUNO - 2023.	Registro N°	T_MCD-06/21-01-G&C
		Fecha	08 de septiembre del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROVENIENCIA : SUBGRANTE +3% CAL	SOLICITANTE : SACH. MAMAY CHWALLA, DORIS		COORDENADAS
CALCATA : C - 01			NORTE : 289618
MUESTRA : M - 01	TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2 in.		EAST : 8242390
DENSIFICACIÓN : 1.3% ORGANOSILANO	CLASIF. SUELOS : A-4 (S)		COTA : 2997 D.A.S.L.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCE) : ML	MÉTODO DE ENSAYO : [M (In A)]	Tiempo de inmersión : 4 Días (96 Horas)	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (S)	PESO UNITARIO SUELO : 17.87 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO : Manual	
DESIGNACIÓN (SUCE) : Lino de Laja (estructura)	HUMEDAD ÓPTIMA : 16.60 %	MÉT. DE PREPARACIÓN : Húmedo	

HOLDE No	COL.	A-1	M-1	Q-1
NÚMERO DE CAPAS	1 ^a	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	1 ^a	55	25	12
Nº SOBRECARGA CIRCULAR	1 ^a	1	1	1
Nº SOBRECARGA ANULAR	1 ^a	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CON	CON SOBRECARGA	SUBSUELO	CON SOBRECARGA

ANÁLISIS Y CALCULO DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12761	12889	12977	13132	13167	13197
Masa del Molde	[g]	8399	8399	7994	7994	7870	7870
Masa del Suelo Humedo	[g]	4422	4530	3883	4238	3607	4127
Volumen del Suelo	cm ³	2098	2098	2117	2117	2129	2129
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.107	2.159	1.834	2.002	1.736	1.938
Capacidad No	No	NC - 1	NC - 2	NC - 3	NC - 4	NC - 5	NC - 6
Masa de la Capacidad	[g]	92.33	98.99	97.89	97.49	93.81	98.47
Masa del Suelo + Capacidad	[g]	429.28	428.60	424.98	382.07	390.79	401.41
Masa del Suelo Seco + Capacidad	[g]	378.37	388.67	374.08	323.78	347.49	345.60
Masa del Agua	[g]	90.79	99.94	68.90	98.32	43.30	55.81
Masa del Suelo Seco	[g]	328.24	299.68	318.79	296.30	287.68	291.13
% de Humedad	%	18.87%	20.00%	18.36%	22.79%	18.24%	17.80%
Procentaje de Humedad	%	18.87%	20.00%	18.36%	22.79%	18.24%	17.80%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.629	1.799	1.690	1.491	1.507	1.468
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.880	17.841	16.991	15.901	14.774	16.138

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	140.99	0.00	0.00	771.00	0.00	0.00	289.90	0.00	0.00
		24:00:00	170.00	0.18	0.14	790.00	0.48	0.38	314.00	0.71	0.56
		48:00:00	178.00	0.31	0.24	800.00	0.99	0.78	394.00	1.75	1.36
		72:00:00	184.00	0.83	0.62	840.00	1.78	1.38	399.00	3.77	2.98
		96:00:00	199.99	0.94	0.74	890.00	2.26	1.78	426.00	3.94	3.00

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Referencia (kg/cm ²) / (kg)	HOLDE No A-1				HOLDE No M-1				HOLDE No Q-1			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA (kg)	σ (kg/cm ²)	σ (Mpa)	CBR Comp. (%)	LECTURA (kg)	σ (kg/cm ²)	σ (Mpa)	CBR Comp. (%)	LECTURA (kg)	σ (kg/cm ²)	σ (Mpa)	CBR Comp. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		87.3	4.31	0.44	107.9	7.13	0.70	29.0	1.90	0.18			
1.37	0.050	01:00		187.3	9.68	0.99	248.2	12.87	1.24	66.0	3.41	0.33			
1.80	0.075	01:30		378.4	19.49	1.92	328.3	17.02	1.67	100.7	6.72	0.64			
3.54	0.130	02:00	70.30 / 6.8	599.3	29.70	2.91	66.72	401.0	20.72	2.03	39.42	180.7	7.79	0.74	
5.17	0.210	02:30		741.9	38.34	3.79		488.9	24.06	2.36		189.0	10.08	0.99	
8.81	0.350	03:00		824.4	42.60	4.18		518.3	26.79	2.63		240.0	12.40	1.22	
9.58	0.390	04:00	108.48 / 10.38	828.2	42.80	4.22	66.77	620.2	32.09	3.14	39.54	332.9	17.18	1.60	
8.39	0.330	05:00		832.0	43.00	4.22		667.0	33.89	3.33		420.0	21.79	2.11	
7.82	0.300	06:00		844.0	43.62	4.28		690.3	35.78	3.51		488.2	28.07	2.46	
8.89	0.350	07:00		839.0	44.19	4.33		707.3	36.89	3.59		500.0	27.99	2.69	
10.14	0.400	08:00		866.0	44.79	4.39		736.0	38.06	3.70		571.4	29.83	2.80	
11.43	0.450	09:00		881.0	45.33	4.47		748.8	38.74	3.80		601.8	30.38	3.00	
12.70	0.500	10:00		894.7	46.24	4.53		790.7	40.84	4.01		607.3	31.00	3.10	

DECLARACIÓN: Yo, el suscrito, declaro que los datos y resultados de este informe son verídicos y correctos, y que no he sido influenciado por ninguna persona o entidad para alterar los mismos. Firmado en Puno, a los 08 días del mes de Septiembre del 2022.

Nombre: [Nombre del Ingeniero] Cargo: [Cargo del Ingeniero]

Nombre: [Nombre del Ingeniero] Cargo: [Cargo del Ingeniero]

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

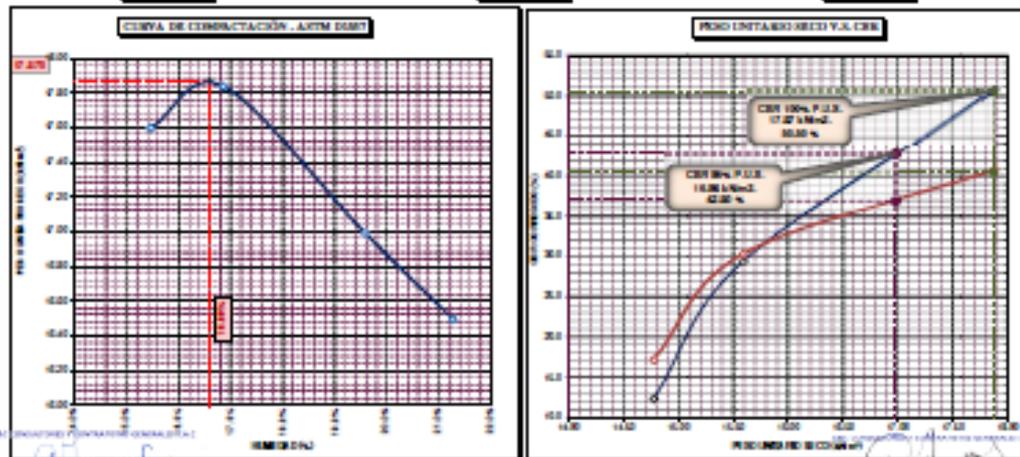
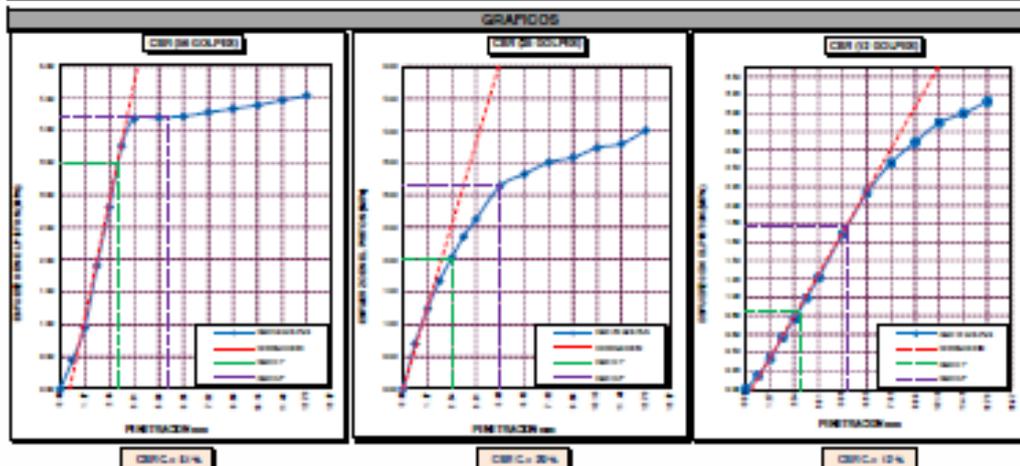
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1583 - 20)

YESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRAGANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_RCHD-08/Y1-01.1-G&C
		Fecha : 08 de septiembre del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA : SUBRAGANTE +5% CAL	SOLICITANTE : DACH. KAMANE OVARALLA, DORIS	COORDENADAS
CALCATA : C - 01	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.	EASTE : 389616
MUESTRA : M - 01	CLASIF. SUELOS : A-4 (S)	NORTE : 8242390
DOSIFICACION : 1.3% ORGANOSILANO		COTA : 3997 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUIC) : ML	NORMA : ASTM D1587-12(2021)	PESO UNITARIO SECO : 17.87 kN/m ³	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (S)	METODO DE ENSAYO : [Método A]	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 16.98 kN/m ³	
DESCRIPCIÓN (SUIC) : Limo de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 16.60 %	

CBR (100% DE H.D.S.) 0.1" %	59.50 %	CBR (100% DE H.D.S.) 0.2" %	60.50 %
CBR (95% DE H.D.S.) 0.1" %	42.80 %	CBR (95% DE H.D.S.) 0.2" %	37.00 %



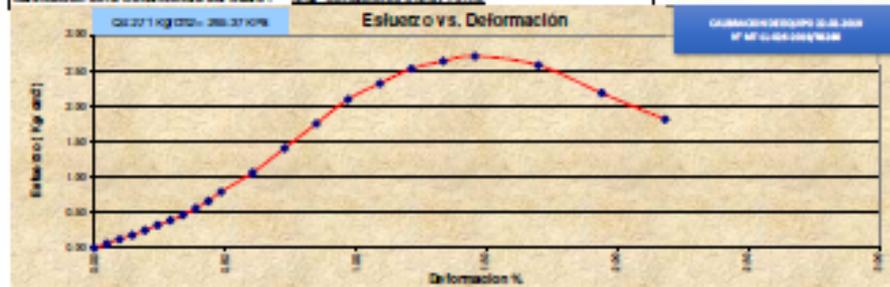
CONSIDERACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
 Certificado de calibración N° LP-120-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CAL

ASTM D2922/2922M-22 Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Cement Mixtures
ASTM Standard ASTM D2922 / 2922M Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión Inconfinada de Suelos Cementados.

DATOS GENERALES			
TÍTULO	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE MEDIANTE SISTEMA DE APOYAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHIRAMAYA - PUNO - 2022		
SOLICITANTE	MACO INMAM CHIRALLA, DORIS	INGENIERO ESPECIALISTA	A.I.G.C.
LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	TÉCNICO ESPECIALISTA	M.C.Y.C.
UBICACIÓN	CHIRAMAYA	FECHA DE MUESTREO	2 de octubre del 2022
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA, DE COMPACTACIÓN MEDIA Y HUMEDAD MEDIA	ASHTO:	A-4 (6) SUCS: ML CALICATA N° : 01
		ESPECÍMEN:	A MUESTRA N° : 01
		TIPO:	Re moldeado PROFUNDIDAD : 5.00 L28
MÉTODO	- Deformación Controlada	PROCEDIMIENTO:	A VELOCIDAD DE CARGA 10 (pasado) : L2
MADURACIÓN	: 1 D - 5% CAL - 1.2% ORGANOSILANO	FORMA:	Cilíndrico VELOCIDAD DE CARGA 10 (pequeño) : 5.00

Deformación ΔH (0.01mm.)	Def. Unit. Strain ε (ΔH/H0)	1 - Def. Unit. 1-ε	Área corregida Ac (cm2)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador σ (kg/cm2)	σ (KPa)	Def. Cella ε %	Dimensiones (Promedio de la Muestra (Tamaño de la Probeta Tallada)
0	0.00000	1.00000	79.70	0.00	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, Di (cm) : 50.01
10	0.00048	0.99952	79.74	4.90	0.06	5.98	0.06	Altura Promedio, Ho (cm) : 25.02
20	0.00097	0.99903	79.77	9.80	0.12	11.95	0.12	Relación Altura/Diámetro : 0.50
30	0.00145	0.99855	79.81	14.70	0.18	17.92	0.18	Peso de la Muestra Humeda : 340.73
40	0.00194	0.99806	79.85	19.60	0.25	24.90	0.25	Área Sección Trans: A0 (cm2) : 197.0
50	0.00242	0.99758	79.89	24.50	0.32	31.70	0.24	Volumen, Vo (cm3) : 1920.78
60	0.00291	0.99709	79.93	29.40	0.39	38.02	0.29	Altura Final, Hf (cm) : 25.17
70	0.00339	0.99661	79.97	34.30	0.46	45.45	0.34	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA
80	0.00388	0.99612	79.00	44.30	0.56	54.99	0.39	Peso Suelo Humedo + Tare : 437.04
90	0.00436	0.99564	79.04	52.30	0.66	64.89	0.44	Peso Suelo Seco + Tare : 387.38
100	0.00485	0.99515	79.08	62.70	0.79	77.75	0.48	Peso de Tare : 50.08
125	0.00606	0.99394	79.18	84.20	1.06	104.29	0.61	Peso del Suelo Seco : 364.87
150	0.00727	0.99273	79.27	111.60	1.41	138.06	0.73	Peso de Agua : 80.88
175	0.00848	0.99151	79.37	139.20	1.75	171.99	0.85	% de Humedad : 22.17
200	0.00970	0.99030	79.47	166.60	2.10	205.99	0.97	RESUL TADOS
225	0.01091	0.98909	79.57	184.60	2.32	227.93	1.09	Peso Unit. Humedo, y (cm3) : 2.12
250	0.01212	0.98788	79.66	201.30	2.53	247.90	1.21	Peso Unit. Seco, yd (cm3) : 1.62
275	0.01334	0.98666	79.76	210.10	2.63	258.32	1.33	RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA
300	0.01455	0.98545	79.85	216.10	2.71	265.37	1.45	Qc2.11 (kg/cm2) : 265.37 KPa
350	0.01637	0.98303	80.06	206.40	2.58	252.94	1.70	Qc2.11 (kg/cm2) : 252.94 KPa
400	0.01940	0.98060	80.25	175.30	2.18	214.21	1.94	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO
450	0.02182	0.97818	80.45	146.00	1.81	177.96	2.18	Cu (kg/cm2) : 177.96 KPa
								ÁNGULO DE FROCCIÓN INTERNA φ = 0°
								COMPRESIÓN CON PRESIÓN DE LA PUNTA q = % : 1.60%
								Módulo de Young, E = 1921.28 KPa



LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION INDUSTRIALES Y DE LABORATORIO "METROTEC"

MACO CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
MACO CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
MACO CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.



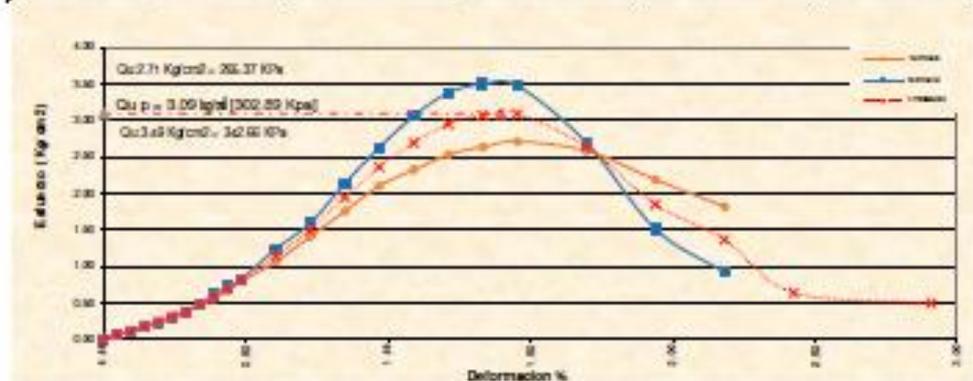
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CAL

ASTM D5821/D5821M-22: Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Cement Mixtures
 ASTM Standard ASTM D2922 / D2922M: Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión Inconfined de Suelos Cohesivos.

DATOS GENERALES	
TEMA:	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHAMARITA - PUÑO - 2023.
SOLICITANTE:	RAON SERRANO CHANILLA DORA INGENIERO ESPECIALISTA -A.L.C.C.
LOCALIZACIÓN:	DISTRITO DE PUÑO - PROVINCIA DE PUÑO - DEPARTAMENTO DE PUÑO TÉCNICO ESPECIALISTA -M.C.Y.C.
UBICACIÓN:	CHAMARITA FECHA DE MUESTREO : noviembre del 2023

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra:	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA DE COMPACTAD MEDIA Y HUMEDAD MEDIA	ASIENTO: A-4 (C) SUJOS: ML	CALICATA N°: 01
		ESPECIMEN: A, B	MUESTRA N°: 01
		TIPO: Planificado	PROFUNDIDAD: 0.10-0.18
MÉTODO:	- Deformación Controlada	PROCEDIMIENTO: A	VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN: 1.3
MADURACIÓN:	1.0 - 0% CAL - 1.0% ORGANOSILANO	FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN (µg/min): 0.003

RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO PROMEDIO	Fracción de agua	Módulo de Young (t)
Cu p = 3.09 kg/cm ² (302.89 Kpa)	Cu Sc = 1.545 Kg/cm ² (151.44 Kpa)	w _L = (25.4%)	Es = (1000) Kg/cm ²



[Signature]
 RAON SERRANO CHANILLA DORA
 INGENIERO ESPECIALISTA -A.L.C.C.

[Signature]
 RAON SERRANO CHANILLA DORA
 INGENIERO ESPECIALISTA -A.L.C.C.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

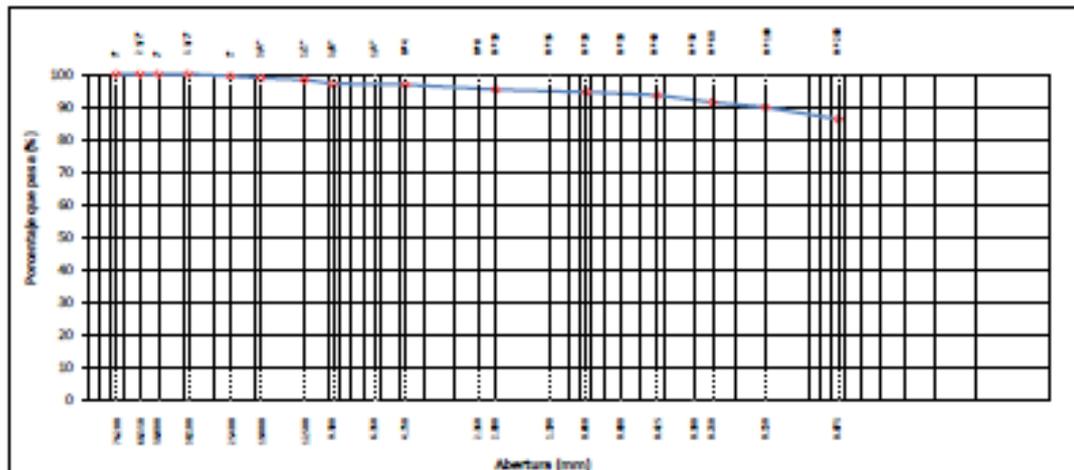
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) -2)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-11/23-013-08C
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	Subrasante + 5% CAL	COORDENADAS
CALICATA	C - 01	ESTE : 389616
MUESTRA	M - 01	NORTE : 8242390
DOSEFECACION	1.8% ORGANOSILANO	COTA : 3997 m.s.n.m.
	SOLICITANTE : IACI. RAMANI CHARALLA, DORIS	
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.	
	CLASIF. SUELOS : A-4 (4)	

TAMIZ	ÁRBITO (mm)	MM. RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENLACE POR ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (ASTM D 422 - 63 (2007) -2)
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 3167.00 gr. Masa Fracción : 302.65 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in.	101.600						
3 in.	76.200						Contenido de Humedad (w) : 22.00
2 1/2 in.	60.350						TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.
2 in.	50.800						Límite Líquido (LL) : 28.00
1 1/2 in.	38.100				100.00		Límite Plástico (LP) : 23.00
1 in.	25.400	22.60	0.71	0.71	99.29		Índice Plástico (IP) : 5.00
3/4 in.	19.000	16.88	0.53	1.25	98.75		Clasificación (SUCS) : ML
1/2 in.	12.500	18.58	0.59	1.84	98.16		Clasificación (AASHTO) : A-4 (4)
3/8 in.	9.500	39.41	1.25	3.08	96.92		Índice de Consistencia : 1.20
1/4 in.	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 4	4.750	7.14	0.23	3.31	96.69		Descripción (AASHTO) : REG-MALD
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS) : Limo de baja plasticidad
Nº 10	2.000	47.98	1.52	4.83	95.17		
Nº 16	1.190						Muestra Orgánica : -
Nº 20	0.840	25.55	0.81	5.63	94.37		Turba : -
Nº 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 40	0.425	29.94	0.95	6.58	93.42		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 50	0.300						Grava 2" : 0.00
Nº 60	0.250	68.34	2.16	8.74	91.26		Grava 2" - Nº 4 : 3.31
Nº 100	0.150	48.78	1.54	10.28	89.72		arena Nº - Nº 200 : 10.62
Nº 200	0.075	115.37	3.65	13.93	86.07		Finos - Nº 200 : 86.07
< Nº 200	FONDO	2721.43	86.07	100.00			% F : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

No. 13049700000000000000
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 PUNO - PERÚ
 2023-11-08

ING. JUAN JOSÉ TORRES LUIS
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 PUNO - PERÚ



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

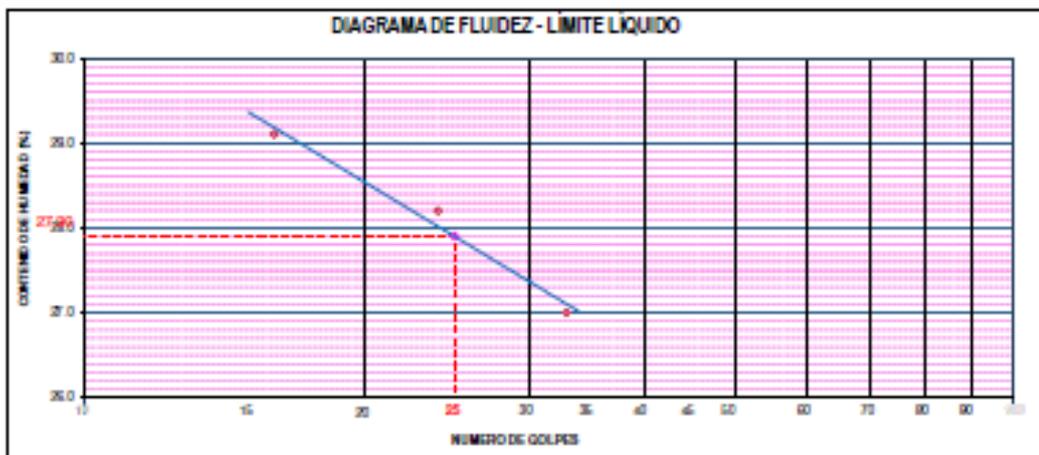
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-11/23-01.1-SNC
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDECENCIA	: SUBRASANTE + 5% CAL	SOLICITANTE : SACH. HAMANI CHARALLA, DORIS
CALCATA	: C - 01	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	ESTE : 309616
DOSEIFICACION:	1.8% ORGANOSILANO	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.
		NORTE : 8040300
	CLASEF. SUELOS : A-4 (4)	COYA : 3997 m.s.n.m.

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 07 wt)					
Nro. DE TARA	m ²	LC - 16	LC - 25	LC - 25	
MASA DE LA TARA	[g]	46.18	46.11	45.5	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	62.81	63.41	61.96	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.06	59.60	58.46	
MASA DE AGUA	[g]	3.75	3.81	3.5	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.88	13.49	12.96	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.1	28.2	27.0	
NUMERO DE GOLPES	n ^o	16	24	33	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 wt)					
Nro. DE TARA		LC - 19	LC - 20		
MASA DE LA TARA	[g]	45.66	45.47		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	48.77	48.91		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.19	48.27		
MASA DE AGUA	[g]	0.58	0.64		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.53	2.80		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.9	22.9	LP: 22.9	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28.00
LIMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]
Ing. GERMÁN GUERRA PARRA
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES
 PROFESOR DE PUNO
 1987-01-01

[Signature]
Ing. GERMÁN GUERRA PARRA
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES
 1987-01-01



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MOHD-11/23-01-1-G&C
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUBRASANTE +5% C	SOLICITANTE	: BACH. MAMANI CHARALLA, DORIS
CALICATA	: C - 01		
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
DOSEIFICACION:	: 1.8% ORGANOSILANO	CLASIF. SUELOS	: A-4 (4)
		COORDENADAS	
		ESTE	: 389616
		NORTE	: 8242390
		COTA	: 3997 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4": 1.25 %	METODO DE ENSAYO [Método A]
CLASIFICACIÓN (AMHITO)	: A-4 (4)	% Ret. Tamiz 3/8": 3.08 %	No DE CAPAS
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad	% Ret. Tamiz N°4: 3.21 %	GOLPES POR CAPA

EQUIPO EMPLEADO

MOLDE No	: X - 05	VOLUMEN DEL MOLDE	: 932 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,680 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5432	5478	5540	5550
Masa del Molde	[g]	3680	3680	3680	3680
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1752	1798	1860	1870
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.881	1.930	1.997	2.007
Capula No	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Masa de la Capula	[g]	47.36	47.69	60.52	63.76
Suelo Humedo + Capula	[g]	319.62	366.91	419.90	376.67
Masa del Suelo Seco + Capula	[g]	293.00	320.95	373.98	332.56
Masa del Agua	[g]	26.62	35.96	45.92	44.11
Masa del Suelo Seco	[g]	245.64	283.26	313.46	288.80
Humedad (%)	%	10.84%	12.70%	14.65%	16.43%
Promedio de Humedad (%)	%	10.84%	12.70%	14.65%	16.43%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.697	1.713	1.742	1.724
Peso Unitario Seco	kN/m ³	16.64	16.80	17.08	16.91

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.743	gr/cc	17.090	kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD ÓPTIMA	14.80	%	14.80	%



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de calibración N° LT-945-2021 con fecha 21/02/2021



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNICK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TITULO	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRIANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANO Y CAL, CARRETERA CHARAVITA - PUNO - 2023.	Registro N°	T_MCHD-1103-01-1-04C
		Fecha	08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROVENIENCIA	SUBRIANTE +5% CAL	SOLICITANTE	BACH. MANANI CHAVALLA, DORIS
CALICATA	C - 01		
MUESTRA	M - 01	TAMANO MÓDULO	1 1/2 IN.
DOSEIFICACION	1.8% ORGANOSILANO	CLASIF. SUELO	A-4 (E)
		COORDENADAS	
		MTN	139516
		NORTE	8242390
		COTA	2997.66 M.S.N.M.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCE)	ML	METODO DE ENSAYO	34 mm (E)
CLASIFICACIÓN (ASHTO)	A-4 (E)	PREO UNIFORME SUCE	17.00 kN/m ³
ORIGEN (SUCE)	Límite de baja (indicación)	HUMEDAD ÓPTIMA	14.80 %
		TIEMPO DE ENMOJECIMIENTO	4 Dias (24 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Normal

HOLD # No	COD.	A-1	M-1	Q-1
NÚMERO DE CANAL	04	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	04	50	25	12
RF SOBRECARGA CIRCULAR	04	1	1	1
RF SOBRECARGA ANULAR	04	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CSI	SEN SUFRIDOS	SUFRIDO	SEN SUFRIDOS
		SEN SUFRIDOS	SUFRIDO	SEN SUFRIDOS

INGREDIENTES Y CALCULO DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Húchila	[g]	11281	11423	10924	10841	11734	12238
Masa del Húchila	[g]	7003	7003	6813	6813	8168	8168
Masa del Suelo Humedo	[g]	4278	4420	3713	4148	3566	4070
Volumen del Suelo	cm ³	2138	2138	2089	2089	2121	2121
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.004	2.070	1.777	1.988	1.681	1.928
Capacita No	No	PC - 1	PC - 2	PC - 3	PC - 4	PC - 5	PC - 6
Masa de la Capacita	[g]	47.89	48.47	51.28	52.38	47.38	47.43
Suelo Humedo + Capacita	[g]	342.86	333.39	299.00	387.42	345.31	343.37
Masa del Suelo Seco + Capacita	[g]	322.24	305.88	284.92	329.38	310.43	281.77
Masa del Agua	[g]	45.82	32.67	32.08	58.04	38.88	61.60
Masa del Suelo Seco	[g]	274.88	270.41	252.84	277.02	243.08	254.34
% de Humedad	%	14.80%	20.87%	14.88%	20.99%	14.79%	24.29%
Procentaje de Humedad	%	14.80%	20.87%	14.88%	20.99%	14.79%	24.29%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.768	1.713	1.847	1.841	1.485	1.827
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.120	16.797	18.171	18.087	14.342	18.073

EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%			
		0:00:00	891.30	0.00	0.00	891.30	0.00	0.00	171.00	0.20	0.00
		24:00:00	896.00	0.83	0.80	798.00	1.08	0.89	228.00	1.40	1.10
		48:00:00	896.00	1.38	1.10	796.00	3.12	1.87	248.00	2.70	1.88
		72:00:00	898.00	1.88	1.48	770.00	3.73	2.18	289.00	3.28	2.38
		96:00:00	897.00	2.18	1.73	788.00	3.11	2.48	320.28	3.78	2.68

PENETRACION														
PENETRACION		Tiempo	Carga Penetración (kg/cm ²) / N/m ²	HOLD # No A-1			HOLD # No M-1			HOLD # No Q-1				
mm	Polg.			LECTURA (kg)	σ (kg/cm ²)	σ (Mpa)	CBR Comp. (%)	LECTURA (kg)	σ (kg/cm ²)	σ (Mpa)	CBR Comp. (%)	LECTURA (kg)	σ (kg/cm ²)	σ (Mpa)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
0.43	0.028	00:30		140.7	3.80	0.77	129.2	6.47	0.63	28.0	1.48	0.19		
1.37	0.080	01:00		382.0	10.74	1.04	243.0	12.86	1.23	84.8	3.33	0.33		
1.80	0.078	01:30		561.8	29.23	2.89	318.0	16.33	1.60	110.8	5.72	0.58		
2.54	0.100	02:00		708.4	36.49	3.58	53.82	378.0	19.38	1.80	27.84	163.8	6.47	0.63
3.17	0.128	02:30		849.1	49.87	4.28	438.8	22.81	2.21	228.0	11.31	1.11		
3.81	0.238	03:00		991.8	49.17	4.82	489.3	23.58	2.48	271.7	14.04	1.38		
5.08	0.300	04:00		1112.8	87.30	8.84	83.84	394.7	30.73	3.01	28.08	381.8	19.72	1.83
6.58	0.380	05:00		1233.0	63.72	6.28	692.8	39.80	3.91	481.0	24.86	2.44		
7.82	0.300	06:00		1281.1	84.88	8.34	789.8	40.81	3.98	580.0	30.02	2.94		
8.80	0.380	07:00		1299.7	86.98	8.97	878.1	49.22	4.43	681.2	38.72	3.80		
10.18	0.400	08:00		1380.2	71.33	7.00	930.8	49.24	4.83	786.3	40.84	3.99		
11.49	0.480	09:00		1488.8	78.91	7.44	1009.4	83.17	8.12	882.3	46.11	4.82		
12.70	0.500	10:00		1581.2	80.88	7.91	1049.7	83.08	8.40	984.2	47.93	4.60		

OBJETIVO: OBTENER EL VALOR DE CBR DE LA SUBRIANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANO Y CAL, CARRETERA CHARAVITA - PUNO - 2023.

FECHA DE ELABORACION: 08/11/2023

FECHA DE REVISION: 08/11/2023

FECHA DE APROBACION: 08/11/2023

FECHA DE CANCELACION: 08/11/2023

FECHA DE VIGENCIA: 08/11/2023

FECHA DE EXPIRACION: 08/11/2023

FECHA DE OBSOLETACION: 08/11/2023

FECHA DE DESCONTINUACION: 08/11/2023

FECHA DE REVISION: 08/11/2023

FECHA DE APROBACION: 08/11/2023

FECHA DE CANCELACION: 08/11/2023

FECHA DE VIGENCIA: 08/11/2023

FECHA DE EXPIRACION: 08/11/2023

FECHA DE OBSOLETACION: 08/11/2023

FECHA DE DESCONTINUACION: 08/11/2023



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

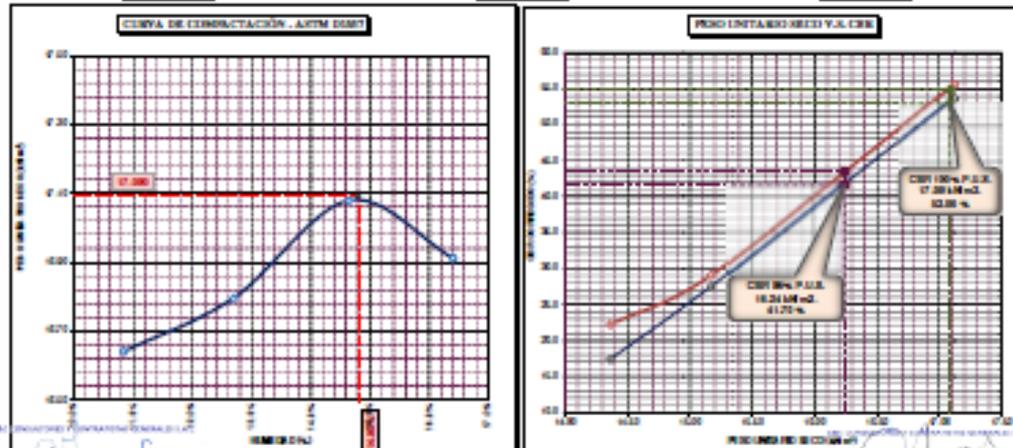
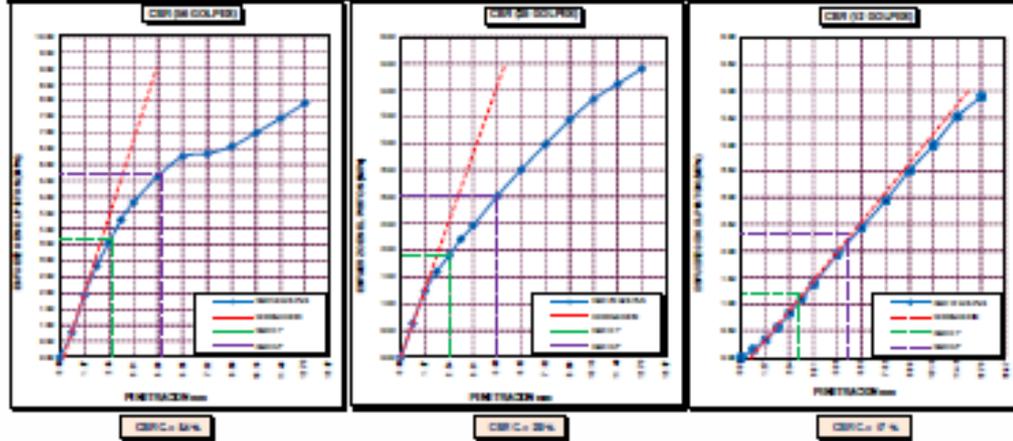
YESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARAMAYA - PUNO - 2023.	Registro N° : T_MCHD-11/23-0113-080
		Fecha : 08 de noviembre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA : SUBRASANTE +5% CAL	SOLICITANTE : BACH. MARIANE CHARALLA, DORIS	COORDENADAS
CALICATA : C - 01		ESTE : 389616
MUESTRA : M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.	NORTE : 8242390
DOSEIFICACION : 3.8% ORGANOSILANO	CLASIF. SUELOS : A-4 (4)	COTA : 3997 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (RUCI) : M.	NORMA : ASTM D1883-13(2021)	PESO UNITARIO SECO : 17.26 kN/m ³	
CLASIFICACIÓN (ASHTO) : A-4 (4)	METODO DE ENSAYO : [Método A]	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 16.24 kN/m ³	
DESCRIPCIÓN (RUCI) : Lomo de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 14.80 %	

CBR (100% DE H.D.S.) 0.1" %	53.00 %	CBR (100% DE H.D.S.) 0.3" %	54.80 %
CBR (95% DE H.D.S.) 0.1" %	41.70 %	CBR (95% DE H.D.S.) 0.3" %	43.50 %

GRAFICOS



CONCLUSIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LF-120-2021 con fecha 21/12/2021



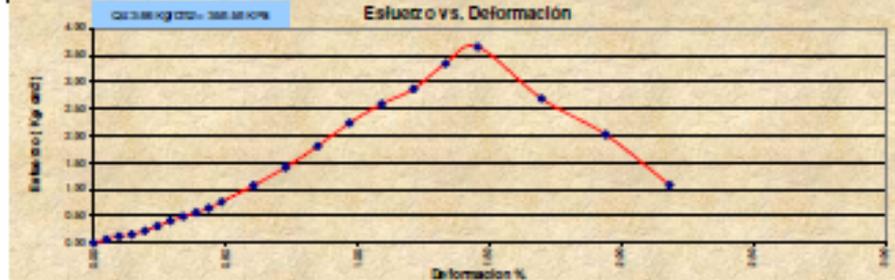
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CAL

ASTM D3080 / ISO1084-12 Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Lime Mixtures
 ASTM Standard ASTM D3080 / ISO1084 Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión Inconfiada de Suelos Calados.

DATOS GENERALES			
TÍTULO	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILICOS Y CAL, CARRETERA CHIRAMAYA - PUNO - 2020		
SOLICITANTE	MR. MARIAM CHAYLLA DORS	INGENIERO ESPECIALISTA - A.L.G.C.	
LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	TÉCNICO ESPECIALISTA - M.C.Y.C.	
UBICACIÓN	CHIRAMAYA	FECHA DE MUESTREO : noviembre del 2020	
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA, DE COMPACTAD MEDIA Y FLEJEDAD MEDIA	ASIENTO: A-4 (H)	SUCS: ML
		ESPECIMEN: A	CAJALATA N° : 01
		TIPO: No moldeado	MUESTRA N° : 01
MÉTODO	Deformación Controlada	PROCEDIMIENTO: A	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO : 1.2
MADURACIÓN	1 D - 5% CAL - 1.8% ORGANOSILANO	FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO : 0.889

Deformación ΔH (0.01mm)	Def. Unit. Strain ϵ ($\Delta H/H_0$)	1 - Def. Unit. 1- ϵ	Área original A_c (cm ²)	Gancho P (kg)	Esfuerzo Desviador σ (kg/cm ²)	Def. Falla ϵ_f (%)	Direcciones Promedios de la Muestra (Cambio de la Probeta Tallada)	
0	0.00000	1.00000	79.70	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, Di (cm) : 10.01	
10	0.00048	0.99952	79.74	5.40	0.07	0.05	Área Promedio, Ho (cm) : 30.00	
20	0.00097	0.99903	79.77	9.80	0.12	0.10	Relación Alargamiento : 2.00	
30	0.00145	0.99855	79.81	12.30	0.16	0.15	Peso de la Muestra Humeda : 3000.00	
40	0.00194	0.99806	79.85	17.90	0.23	0.22	Área Sección Trans. Ao (cm ²) : 710.0	
50	0.00242	0.99758	79.89	24.70	0.31	0.24	Volumen, Vo (cm ³) : 1000.00	
60	0.00291	0.99709	79.93	32.40	0.41	0.29	Área Final, H (cm) : 30.11	
70	0.00339	0.99661	79.97	39.00	0.49	0.34	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA	
80	0.00388	0.99612	79.90	45.10	0.57	0.39	Peso Suelo Humedo, W (mg) : 437.94	
90	0.00436	0.99564	79.94	51.20	0.65	0.44	Peso Suelo Seco, W (mg) : 380.11	
100	0.00485	0.99515	79.98	55.90	0.71	0.48	Peso de Tiera : 50.88	
125	0.00606	0.99394	79.18	84.90	1.07	0.61	Peso del Suelo Seco : 309.42	
150	0.00727	0.99273	79.27	111.70	1.41	0.73	Peso del Agua : 49.00	
175	0.00848	0.99151	79.37	143.30	1.81	0.85	% de Humedad : 14.01	
200	0.00970	0.99030	79.47	177.70	2.24	0.97	PESOS UNITARIOS	
225	0.01091	0.98909	79.57	206.10	2.59	1.09	Peso Unit. Humedo, y (centro) : 2.00	
250	0.01212	0.98788	79.66	229.80	2.87	1.21	Peso Unit. Seco, y (centro) : 1.74	
275	0.01334	0.98666	79.76	267.00	3.35	1.33	RESISTENCIA COMPRESIVO NO-CONFINADO	
300	0.01455	0.98545	79.85	292.00	3.66	1.45		
350	0.01627	0.98373	80.06	215.20	2.69	1.70	Coef. de Fricción - $\mu = 0.16$	
400	0.01940	0.98060	80.25	162.30	2.03	1.94	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO	
450	0.02192	0.97808	80.45	87.00	1.09	2.19		
							Coef. de Fricción - $\mu = 0.16$	
							ÁNGULO DE FROCCION INTERNA	
							$\phi = 0^\circ$	
							OPORTUNA CON PROMEDIO DE FALLA	
							$\epsilon_f = 0^\circ$	
							Módulo de Young	
							16,700.00 Kpa	

Calificación de la Consistencia del Suelo : **Muy Consolidada a Muy Firme**



OBSERVACIONES:
 LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION INDUSTRIALES Y DE LABORATORIO METEOTEC.
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 ING. ALBERTO LUIS GONZALEZ
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 ING. ALBERTO LUIS GONZALEZ
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

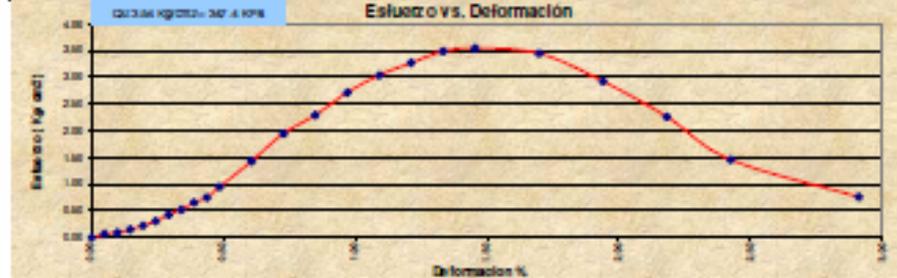
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CAL

ASTM D2922 / BS1081-22: Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Cement Mixtures
 ASTM Standard ASTM D2922 / BS1081: Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión Inconfinada de Suelos Calceados.

DATOS GENERALES			
TESIS	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRRIANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CONATIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA CHARRAMATA - PUNO - 2025.		
SOLICITANTE	SECCION MANAN CHAYLLA DORS	INGENIERO ESPECIALISTA - A.L.G.C.	
LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	TÉCNICO ESPECIALISTA - M.C.Y.C.	
UBICACIÓN	CHARRAMATA	FECHA DE MUESTREO : noviembre del 2023	
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA, DE COMPACTAD MEDIA Y HUMEDAD MEDIA	ASHTO, A-4 (4)	GRUPO, ML : 01
		ESPECIMEN, Ø	MUESTRA, Nº : 01
		TIPO, Remoldeado	PROYECTOS/ESTADO : 0.00.1.08
MÉTODO	Deformación Controlada	PROCEDIMIENTO, A	VELOCIDAD DE ENSAÑO (mm/min) : 1.0
MA DURACIÓN	1 D - 5% CAL - 1.8% ORGANOSILANO	FORMA, Cilíndrico	VELOCIDAD DE ENSAÑO (mm/min) : 0.009

Deformación ΔH (0.01mm)	Def. Unif. Strain ε (ΔH/H0)	1 - Def. Unif. 1-ε	Área corregida Ac (cm²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador σ (kg/cm²)	Def. Falla δ (%)	Dimensiones Promedio de la Muestra (Tamaño de la Probeta Fallada)
0	0.00000	1.00000	79.70	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, Dø (cm) : 30.07
10	0.00048	0.99952	79.74	5.70	0.07	7.10	Altura Promedio, Hø (cm) : 30.00
20	0.00097	0.99903	79.77	7.20	0.09	8.96	Relacion Altimétrico: 2.08
30	0.00145	0.99855	79.81	11.80	0.15	14.68	Peso de la Muestra Humeda: 3268.44
40	0.00194	0.99806	79.85	17.60	0.22	21.89	Área Sección Trans. Ao (cm²) : 719.79
50	0.00242	0.99758	79.89	24.20	0.31	30.08	Volumen, Vo (cm³) : 1622.78
60	0.00291	0.99709	79.93	33.80	0.43	42.00	Altura Final, Hf (cm) : 29.02
70	0.00339	0.99661	79.97	41.50	0.53	51.54	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA
80	0.00388	0.99612	79.90	51.60	0.65	64.66	Peso Suelo Humedo, Wt (g) : 389.07
90	0.00436	0.99564	79.94	59.50	0.75	73.82	Peso Suelo Seco, Wt (g) : 380.04
100	0.00485	0.99515	79.98	75.20	0.95	93.25	Peso de Tera : 83.62
125	0.00606	0.99394	79.98	113.00	1.43	139.96	Peso del Suelo Seco : 287.00
150	0.00727	0.99273	79.27	154.30	1.95	190.88	Peso del Agua : 39.47
175	0.00848	0.99151	79.37	181.30	2.29	224.75	% de Humedad : 14.79
200	0.00970	0.99030	79.47	215.70	2.71	266.18	RESOS UNITARIOS
225	0.01091	0.98909	79.57	241.50	3.04	297.66	Peso Unit. Humedo, y (g/cm³) : 2.00
250	0.01212	0.98788	79.66	260.40	3.27	320.56	Peso Unit. Seco, yd (g/cm³) : 1.744
275	0.01334	0.98666	79.76	277.80	3.48	341.56	RESISTENCIA COMPRESION NO CONFINADA
300	0.01455	0.98545	79.85	282.30	3.54	347.40	Curva σ-ε (cm²) : 367.4 KPa
350	0.01659	0.98341	80.06	275.30	3.45	337.85	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA
400	0.01940	0.98060	80.25	284.50	3.59	356.55	Curva τ-σ (kg/cm²) : 173.7 KPa
450	0.02182	0.97818	80.45	181.30	2.26	221.60	ÁNGULO DE FROCCION INTERNA
500	0.02425	0.97575	80.65	117.40	1.46	142.75	δ = 0°
600	0.02910	0.97090	81.06	61.70	0.76	74.65	RESISTENCIA CON FRICCION DE LA PIEL
							δ (%) : 1.40%
							Módulo de Young, E :
							20,124.17 KPa

Calificación de la Condición del Suelo : **Max. Compaction o Max. Firmo**



REMARKS: LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION INDUSTRIALES Y DE LABORATORIO METRISTAS

[Signature]
 ING. JOSE LUIS LARREA SANCHEZ
 CONSULTOR GENERAL EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 000 000000

[Signature]
 ING. JOSE LUIS LARREA SANCHEZ
 CONSULTOR GENERAL EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 000 000000

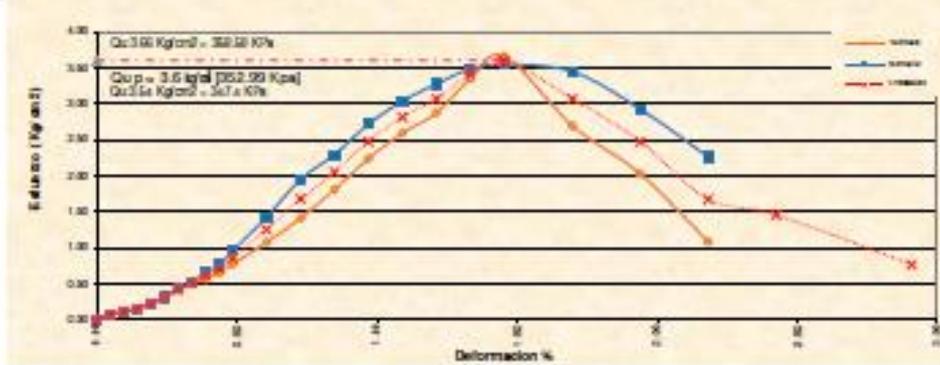
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CAL

ASTM D562 / D562M - 22. Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Cement Mixtures
 ASTM Standard ASTM D562 / D562M Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Compresión no confinada de Suelos Compactados.

DATOS GENERALES	
TEMA	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE MEDIANTE SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON ADITIVO ORGANOSILANOS Y CAL, CARRETERA QUARAMBYA - PUÑO - 2023
SOLICITANTE	SACR MIRAMI CHANILLA, DORIS INGENIERO ESPECIALISTA : A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	DISTRITO DE PUÑO - PROVINCIA DE PUÑO - DEPARTAMENTO DE PUÑO TÉCNICO ESPECIALISTA : M.C.Y.C.
UBICACIÓN	QUARAMBYA FECHA DE MUESTREO : noviembre del 2023

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA DE COMPACTAD MEDIA Y HUMEDAD MEDIA	ASHTO: A-4 (4) UNCS: ML	CALICATA N° : 01
		ESPECIMEN: A, B	MUESTRA N° : 01
		TPO: Remolado	PROFUNDIDAD: 0.20-0.25
MÉTODO	- Deformación Controlada	PROCEDIMIENTO: A	VELOCIDAD DE ENSAYO (mm/min) : 1.3
MADURACIÓN	: 1 D - 5% CAL - 1.8% ORGANOSILANO	FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE ENSAYO (kg/min) : 6.671

RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTANTE NO DRENADE PROMEDIO	Fracción and / Bar	Módulo de Young (k)
Cu p = 3.6 kg/cm ² (352.99 Kpa)	Cu: Su 1.8 Kg/cm ² (176.49 Kpa)	SCORE = (3.17)	Es: (2082.7 Kpa)



[Signature]
 Ing. [Name]
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E ENSAYO DE MATERIALES

[Signature]
 Ing. [Name]
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E ENSAYO DE MATERIALES

Anexo N° 28. Conteo de trafico

CONTEO DE TRÁFICO

Este conteo se realizó durante 1 semana (lunes a domingo)

TRAMO: EMP PU 1 22 (MAÑAZO) GHARAMAYA DE 54.60 KM

SECTOR DE MANTENIMIENTO: G.P. GHARAMAYA

UBICACIÓN: Departamento: PUNO Prov.: PUNO Dist.: MAÑAZO

ESTACIÓN: 12+400 KM

DÍAS	Transporte Ligero			Transporte Urbano		Transporte de carga	
	MOTOCICLETAS	AUTOS	PICK UP	COMBIS, MICROS, CLUSTERS	BUSES	CAMIONES 2 Ejes	CAMIONES 3 Ejes
							
1ER		67.00		7.00	0.00	2.00	0.00
2DO		66.00		12.00	0.00	4.00	0.00
3RO		88.00		5.00	0.00	3.00	0.00
4TO		66.00		17.00	1.00	2.00	0.00
5TO		65.00		13.00	4.00	6.00	0.00
6TO		85.00		36.00	4.00	4.00	0.00
7MO		87.00		41.00	2.00	2.00	0.00
TOTAL		524.00		131.00	11.00	23.00	0.00

IMD =

$$(TOT1 \times 1 + TOT2 \times 1.5 + TOT3 \times 2 + TOT4 \times 2 + TOT5 \times 2.5)$$

788.500

El IMD de todos los formatos se suma y se divide entre 7 ($IMD_0 = \Sigma IMD_i / 7$)

112.643

Observaciones:

SETIEMBRE DEL 2023

Fecha del Conteo

EXPERTO N° 01	EXPERTO N° 02	EXPERTO N° 03
 CIP N° 115232 Ing. Percy Mateo SONCCO PAREDES	 CIP N° 243256 Ing. Rodrigo Efraim MAMANI QUISPE	 CIP N° 184198 Ing. Abel MARON CALLO