



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de Suelos Cohesivos con Cal y Cemento para Mejorar
la Subrasante de la Avenida Santa Rosa, Puno, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Hanco Chambi, Juan Carlos (ORCID: 0000-0003-2236-713X)

ASESOR:

Mg. Heredia Benavides, Raul (ORCID: 0000-0001-5408-5706)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A todas aquellas personas quienes aman esta grandiosa carrera de ingeniería civil y luchan por salir adelante con todos esos sacrificios que se hicieron en la universidad, con el fin de formarse como buenos profesionales, hagamos que valga la pena todo el sacrificio que dimos por esta carrera profesional y lleguemos a ser buenos ingenieros civiles, aportando soluciones ante los problemas que requieran nuestros servicios en nuestro país, siempre manteniendo la humildad ante todo, el respeto a los demás y valorar a las personas que siempre estuvieron junto a nosotros apoyándonos en las buenas y las malas.

Agradecimiento

A Dios por darme vida, salud y trabajo.

A la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de obtener el tan ansiado Título Profesional de Ingeniero Civil.

A mis padres Juan Hanco y Rosa Chambi, demostrándome lo que son los valores, el trabajo duro y el amor en el hogar, y a quienes aprecio mucho por darme un techo donde vivir, vestimenta, alimentación, educación con formación profesional y sobre todo su apoyo y amor incondicional en mí y poder saber gracias a ellos hasta donde llegué. Los amo mucho.

Índice de Contenidos

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras.....	viii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGIA	48
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	48
3.2 Variables y Operacionalización.....	49
3.3 Población, Muestra y Muestreo.....	51
3.4 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	53
3.5 Procedimientos.....	54
3.6 Método de Análisis de Datos.....	58
3.7 Aspectos Éticos.....	60
IV. RESULTADOS.....	61
V. DISCUSIÓN	112
VI. CONCLUSIONES	115
VII. RECOMENDACIONES.....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Sistema de clasificación de suelos AASHTO	24
Tabla 2. Interpretación relacional de los sistemas de clasificación de suelos AASHTO – SUCS.....	29
Tabla 3. Categorías de subrasante	42
Tabla 4. Número de puntos de exploración de suelos	43
Tabla 5. Ensayos en laboratorio de suelos.....	55
Tabla 6. Características de la población de investigación.....	61
Tabla 7. Descripción de calicatas.....	61
Tabla 8. Resumen de resultados del contenido de humedad de la muestra patrón (suelo natural).....	62
Tabla 9. Resumen de resultados del límite líquido de la muestra patrón (suelo natural)	63
Tabla 10. Resumen de resultados del límite plástico de la muestra patrón (suelo natural)	64
Tabla 11. Resumen de resultados del índice de plasticidad de la muestra patrón (suelo natural).....	65
Tabla 12. Resumen de resultados de granulometría de la muestra patrón (suelo natural)	67
Tabla 13. Resumen de resultados de la clasificación de suelos de la muestra patrón (suelo natural)	67
Tabla 14. Resumen de resultados del proctor modificado de la muestra patrón (suelo natural).....	68
Tabla 15. Resumen de resultados de CBR de la muestra patrón (suelo natural) 70	
Tabla 16. Resumen del contenido de humedad de la C 01 + cal + cemento	71
Tabla 17. Resumen del contenido de humedad de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento	72
Tabla 18. Resumen del contenido de humedad de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento	73
Tabla 19. Resumen del límite líquido de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento.....	74

Tabla 20. Resumen del límite líquido de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento.....	75
Tabla 21. Resumen del límite líquido de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento.....	76
Tabla 22. Resumen del límite plástico de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento.....	77
Tabla 23. Resumen del límite plástico de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento.....	78
Tabla 24. Resumen del límite plástico de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento.....	79
Tabla 25. Resumen del índice de plasticidad de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento.....	80
Tabla 26. Resumen del índice de plasticidad de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento.....	81
Tabla 27. Resumen del índice de plasticidad de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento.....	82
Tabla 28. Resumen de la granulometría de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento.....	84
Tabla 29. Resumen de la granulometría de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento.....	84
Tabla 30. Resumen de la granulometría de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento.....	85
Tabla 31. Resumen de proctor de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento	86
Tabla 32. Resumen de proctor de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento	87
Tabla 33. Resumen de proctor de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento	88
Tabla 34. Resumen de CBR de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento ..	89
Tabla 35. Resumen de CBR de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento ..	90
Tabla 36. Resumen de CBR de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento ..	91
Tabla 37. Resumen general de resultados del estudio de suelos	92
Tabla 38. Estadística básica del contenido de humedad	93
Tabla 39. Estadística básica del límite líquido.....	93
Tabla 40. Estadística básica del límite plástico	94
Tabla 41. Estadística básica del índice de plasticidad	94

Tabla 42. Estadística básica de la máxima densidad seca (M.D.S.)	95
Tabla 43. Estadística básica del óptimo contenido de humedad (O.C.H.)	95
Tabla 44. Estadística básica del CBR	95
Tabla 45. Prueba de normalidad del contenido de humedad	98
Tabla 46. Análisis estadístico del contenido de humedad con R Pearson	99
Tabla 47. Prueba de normalidad del límite líquido	100
Tabla 48. Análisis estadístico del límite líquido con R Pearson.....	101
Tabla 49. Prueba de normalidad del límite plástico	102
Tabla 50. Análisis estadístico del límite plástico con Rho Spearman.....	103
Tabla 51. Prueba de normalidad del índice de plasticidad	104
Tabla 52. Análisis estadístico del índice de plasticidad con R Pearson	105
Tabla 53. Prueba de normalidad de la máxima densidad seca	106
Tabla 54. Análisis estadístico de la máxima densidad seca con R Pearson	107
Tabla 55. Prueba de normalidad del óptimo contenido de humedad	108
Tabla 56. Análisis estadístico del óptimo contenido de humedad con R Pearson.....	109
Tabla 57. Prueba de normalidad del CBR	110
Tabla 58. Análisis estadístico del CBR con R Pearson	111

Índice de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Descripción gráfica de los Límites de consistencia según Atterberg ...	14
<i>Figura 2.</i> Estado de plasticidad del suelo por límite líquido vs Índice de plasticidad.....	25
<i>Figura 3.</i> Clasificación de suelos con el sistema SUCS	27
<i>Figura 4.</i> Carta de plasticidad para el sufijo del suelo fino	28
<i>Figura 5.</i> Consideraciones referenciales para optar el tipo de estabilizador	32
<i>Figura 6.</i> Flujograma del proceso de estabilización de un suelo.	33
<i>Figura 7.</i> Diagrama de flujo para la selección de estabilizadores de suelos para uso de subrasante.....	40
<i>Figura 8.</i> Comparación del contenido de humedad de la muestra patrón por calicata	63
<i>Figura 9.</i> Relación gráfica del límite líquido de la muestra patrón por calicata ...	64
<i>Figura 10.</i> Relación gráfica del límite plástico de la muestra patrón por calicata .	65
<i>Figura 11.</i> Relación gráfica del índice de plasticidad del la muestra patrón por calicata	66
<i>Figura 12.</i> Relación de O.C.H y M.D.S. de la muestra patrón por cada calicata ..	69
<i>Figura 13.</i> Relación de CBR al 100% y 95% de la muestra patrón por calicatas .	70
<i>Figura 14.</i> Influencia de la cal y el cemento en el contenido de humedad de la calicata 01	71
<i>Figura 15.</i> Influencia de la cal y el cemento en el contenido de humedad de la calicata 02	72
<i>Figura 16.</i> Influencia de la cal y el cemento en el contenido de humedad de la calicata 03	73
<i>Figura 17.</i> Influencia de la cal y el cemento en el límite líquido de la calicata 01 .	74
<i>Figura 18.</i> Influencia de la cal y el cemento en el límite líquido de la calicata 02 .	75
<i>Figura 19.</i> Influencia de la cal y el cemento en el límite líquido de la calicata 03 .	76
<i>Figura 20.</i> Influencia de la cal y el cemento en el límite plástico de la calicata 01	77
<i>Figura 21.</i> Influencia de la cal y el cemento en el límite plástico de la calicata 02	78
<i>Figura 22.</i> Influencia de la cal y el cemento en el límite plástico de la calicata 03	79
<i>Figura 23.</i> Influencia de la cal y el cemento en el índice de plasticidad de la calicata 01.	81

<i>Figura 24.</i> Influencia de la cal y el cemento en el índice de plasticidad de la calicata 02.	82
<i>Figura 25.</i> Influencia de la cal y el cemento en el índice de plasticidad de la calicata 03.	83
<i>Figura 26.</i> Influencia de la cal y el cemento en el ensayo proctor de la calicata 01.....	86
<i>Figura 27.</i> Influencia de la cal y el cemento en el ensayo proctor de la calicata 02.....	87
<i>Figura 28.</i> Influencia de la cal y el cemento en el ensayo proctor de la calicata 03.....	88
<i>Figura 29.</i> Influencia de la cal y el cemento en el CBR de la calicata 01	89
<i>Figura 30.</i> Influencia de la cal y el cemento en el CBR de la calicata 02	90
<i>Figura 31.</i> Influencia de la cal y el cemento en el CBR de la calicata 03	91
<i>Figura 32.</i> Gráfico de interpretación del resultado de la hipótesis analizada.....	98
<i>Figura 33.</i> (a) Exacavación de calicatas con maquinaria pesada. (b) Vista interior de la calicata excavada	141
<i>Figura 34.</i> Obtención de muestras por calicatas.	141
<i>Figura 35.</i> Obtención del cemento tipo IP.	142
<i>Figura 36.</i> Obtención de la cal hidratada.....	142
<i>Figura 37.</i> Registro del peso húmedo del suelo.	143
<i>Figura 38.</i> Secado de la muestra en el horno.....	143
<i>Figura 39.</i> Obtención de la muestra por el tamiz N°40.	144
<i>Figura 40.</i> Equipos y herramientas del Límite Líquido.....	144
<i>Figura 41.</i> Procedimiento del Límite Líquido en la cuchara de Casagrande.	144
<i>Figura 42.</i> Registro del peso húmedo extraída de la cuchara de Casagrande... ..	145
<i>Figura 43.</i> (a) Moldeo de la muestra en forma esférica. (b) Prueba de plasticidad de la muestra.....	145
<i>Figura 44.</i> Registro del peso húmedo de los ensayo del límite líquido y del límite plástico.	145
<i>Figura 45.</i> Lavado de la muestra para la Granulometría.	146
<i>Figura 46.</i> Procedimiento del tamizado de la muestra.....	146
<i>Figura 47.</i> (a) Registro del peso de cal requerido. (b) Registro del peso de cemento requerido.	147

<i>Figura 48.</i> (a) Incorporación de la cal y cemento a la muestra. (b) Proceso de homogenización de la muestra.....	147
<i>Figura 49.</i> (a) Llenado de la muestra en el molde proctor. (b) Compactación de la muestra en 5 capas.....	147
<i>Figura 50.</i> Enraizado de la muestra compactada.....	148
<i>Figura 51.</i> Registro del peso húmedo de la muestra compactada.....	148
<i>Figura 52.</i> Homogenización de la muestra + cal + cemento proporcionalmente.	148
<i>Figura 53.</i> Proceso de compactación de la muestra homogenizada.....	149
<i>Figura 54.</i> Registro de la expansión del suelo posterior a los 4 días de sumergido.....	149
<i>Figura 55.</i> Lectura de la penetración del suelo con el equipo CBR.....	149

Resumen

La presente tesis de investigación titulado: “Estabilización de suelos cohesivos con cal y cemento para mejorar la subrasante de la avenida Santa Rosa, Puno, 2021.”, tuvo como objetivo de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo adicionando aditivos estabilizantes como la cal y cemento en la Avenida Santa Rosa de la ciudad de Juliaca - Puno, que principalmente fue reducir su plasticidad (IP) y mejorar su resistencia de soporte (CBR) del suelo para dar uso de subrasante de dicha avenida considerado el cambio de subrasante inadecuado a regular. La metodología de investigación empleada es de diseño experimental, los resultados se obtuvieron por medio de ensayos en laboratorio de suelos. Por ello se obtuvieron resultados del índice de plasticidad superior a 18%, el CBR con 1.6% con un a máxima densidad seca de 1.55gr/cm³ y su óptimo contenido de humedad de 22.49% promediada, clasificado como suelo limoso de alta plasticidad; pero adicionando cal y cemento con dosificaciones proporcionales de 1%, 2% y 3%, se obtiene cambios radicales en su CBR con 11.1% con la mínima proporción de cal y cemento, y redujo el 1% el IP inicial, por lo que se concluye que la cal y cemento a mayores proporciones incrementa su capacidad de soporte CBR y reduce su plasticidad del suelo.

Palabras clave: Suelo Cohesivo, Estabilización, Cal, Cemento, Subrasante

Abstract

The present research thesis entitled: "Stabilization of cohesive soils with lime and cement to improve the subgrade of Santa Rosa Avenue, Puno, 2021.", aimed to improve the physical and mechanical properties of the soil by adding stabilizing additives such as lime. and cement in Santa Rosa Avenue in the city of Juliaca - Puno, which mainly was to reduce its plasticity (IP) and improve its bearing strength (CBR) of the soil to use the subgrade of said avenue, considered the change from inadequate to regular subgrade. The research methodology used is of experimental design, the results were obtained by means of soil laboratory tests. For this reason, results were obtained with a plasticity index higher than 18%, the CBR with 1.6% with a maximum dry density of 1.55gr / cm³ and its optimum moisture content of 22.49% averaged, classified as high plasticity silty soil; but by adding lime and cement with proportional dosages of 1%, 2% and 3%, radical changes in its CBR are obtained with 11.1% with the minimum proportion of lime and cement, and the initial IP was reduced by 1%, therefore concludes that lime and cement in higher proportions increases their CBR bearing capacity and reduces their soil plasticity.

Keywords: Cohesive Soil, Stabilization, Lime, Cement, Subgrade

I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación va dirigido para los profesionales de Ingeniería Civil dentro de las áreas de geotecnia y obras viales, que por mención se muestra en realizar el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo con los materiales estabilizantes de cal y cemento para lograr su uso como subrasante de un pavimento rígido dentro de la ciudad de Juliaca, por específico la Av. Santa Rosa de 200 metros de longitud aproximadamente que alberga al sur del hospital nuevo Carlos Monje Medrano.

Al paso del tiempo en la zona del cono Este con referencia al Hospital Nuevo de Juliaca "Carlos Monge Medrano", se ha observado en un buen tiempo que anteriormente dicha zona mencionada se apreciaba agua estancada con presencia de lodos en temporadas de lluvia, produciendo de esta manera baja calidad del material del suelo, como también otros aspectos se observaba la acumulación de residuos sólidos en dicha zona que intervienen también un cambio negativo en las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

El mayor problema en la construcción de vías de transporte urbano siempre ha sido el agua y la mala calidad del material del suelo, por lo que en temporadas de lluvia se observa en calles no afirmadas el problema de empozamiento de agua, debido a este problema las propiedades del material se vienen transformando en suelos blandos e incrementan su plasticidad, pero bajan su resistencia ante estos fenómenos climatológicos.

De acuerdo con Behak & Peres, (2008) señalan que, los suelos arenosos o limosos por conocimiento no son las apropiadas como capas de base o subbase de pavimentos. [...] Una alternativa es la estabilización de suelos limosos o arcillosos incorporándole cal reaccionando con el suelo y obtener más resistencia, menos deformabilidad y más durabilidad en los materiales.

Otro problema en relación a las propiedades mecánicas del suelo es la población quienes dejan sus residuos sólidos en las calles, conformando a la estructura del suelo con porciones de residuos a las veces que se van rellenando con el tiempo.

Como bien sabemos el Perú está en desarrollo en diferentes aspectos, por el cual su principal motor de crecimiento es el transporte terrestre de manera rural y/o urbano. [...] La infraestructura vial es una necesidad demandada del uso de materiales de calidad, que muchas veces son difíciles de conseguir. Por lo tanto, las alternativas entre ellas es la estabilización del suelo incorporándole aditivos como asfalto, cemento, cal y aceites logrando modificar las propiedades del suelo y estará apto para uso de capas de un pavimento (Alarcón, Jiménez, & Benítez, 2020).

En el Perú, como en América Latina, existe un gran problema en infraestructura vial. Destacándose la ausencia de vías pavimentadas para conectar regiones, carreteras sin pavimentar. Pues comúnmente, se encuentra en la construcción de carreteras la presencia de suelos cohesivos, lo que representa un desafío para los ingenieros civiles y geotécnicos en el mundo (Castro, Navarro, Aybar, & Duran, 2020).

Los suelos arcillosos con alta plasticidad tienen un comportamiento particular que los hace susceptibles a problemas asociados a baja resistencia al corte, cambios volumétricos excesivos y deformabilidad. Por tanto, en el marco de estudios previos a realizarse para cualquier proyecto de infraestructura, se debe identificar y caracterizar la tipología de los suelos presentes, con el fin de identificar los posibles problemas que puedan surgir (Gallardo, Martínez & Muñoz, 2020, p. 6).

Los suelos que conforman la subrasante pueden ser finos, granulares o combinada; en el primer caso, se determinan como una estructura de baja resistencia, pero con notables deformaciones. Pues al incorporarle agua a su estructura y aplicarla con cargas actuará de una manera inapropiada, representado como un suelo de baja capacidad de soporte. Las subrasantes de baja resistencia son problemas comunes en los caminos, ya que presentan desperfectos que producen deslustres en la estructura del pavimento, y en caso de no tener la estructura, producen comportamientos inapropiados conforme a su alta plasticidad y deformabilidad (Gómez, Güillín & Gallardo, 2016, p. 96).

En el desarrollo de esta investigación se procedió a caracterizar su potencial de mejora con el uso de aditivos estabilizantes para el uso de subrasante de un pavimento rígido, con la identificación de sus propiedades físicas y mecánicas del suelo. Por lo tanto, se propuso una metodología compuesta por 3 etapas: Reconocimiento y caracterización del sitio de muestreo, ensayos en laboratorio de suelos y el análisis de resultados del suelo ya mejorado.

Formulación del Problema

Problema General:

¿De qué forma se estabiliza el suelo cohesivo adicionando cal y cemento para mejorar la subrasante de la Av. Santa Rosa en la ciudad de Juliaca?

Problema Específicos:

¿Qué propiedades físicas y mecánicas tiene el suelo de la Av. Santa Rosa de la ciudad de Juliaca?

¿Cómo influye en mejorar las propiedades físicas del suelo cohesivo con el proceso de estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento para una subrasante?

¿Cómo influye en mejorar las propiedades mecánicas del suelo cohesivo con el proceso de estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento para una subrasante?

Justificación de la Investigación

Las justificaciones que se tienen al problema que se tiene respecto a las bajas propiedades del suelo tanto físicas como mecánicas se pueden solucionar optando métodos de estabilización y poder reutilizar dicho material por la cual estos deberían ser determinados los valores en un laboratorio de suelos.

Según Gómez, Guillin & Gallardo (2016), consideran que, al añadir elementos químicos como cal y cemento, resulta un proceso práctico para el mejoramiento de suelos arcillosos compresibles, las cuales permiten reducir su plasticidad y mejorar su comportamiento para usarlo como elemento base de una infraestructura (p. 95).

“La subrasante, en absoluto, es una parte fundamental de la vía, de tal manera que, si ésta colapsa, el pavimento también lo hará” (Ospina, Chaves & Jiménez, 2020, p. 186).

Según Alarcón, Jiménez & Benítez (2020) indica que, un proyectista de pavimentos sabe, cuando no se acondiciona de materiales idóneos para la construcción de capas del pavimento, considerará el tipo procedimiento de estabilización adecuado y apto para construir dichas capas, de igual manera las subrasantes débiles. Se soluciona adicionando aditivos al suelo, dar cierta manipulación o tratamiento para lograr desarrollar mejor sus cualidades, consiguiendo un suelo estable, con capacidad de resistir a volúmenes de tránsito y las condiciones de tiempos más duros.

Para realizar todo ello se requerirá hacer uso de un laboratorio de suelos; detallar los procesos y resultados. En las cuales se determinará las proporciones necesarias de cal y cemento como estabilizadores del suelo para su uso de subrasante de un pavimento rígido.

Se toma en consideración estos dos estabilizantes de cal y cemento de muchos que existen, por las características que posee en disminuir la plasticidad en suelos finos con la ayuda de la cal, y el cemento ayuda a los suelos en incrementar su resistencia.

Justificación Técnica:

Se pretende mejorar el suelo en sus cualidades físicas y mecánicas, mediante el uso de aditivos químicos de cal y cemento como estabilizantes, considerando la dosificación adecuada.

Justificación Económica:

Para construir carreteras y pavimentos, requiere del movimiento de tierra y conformación de terraplenes, representando gran porcentaje del presupuesto total de la obra. Haciéndose más necesario el uso de canteras adyacentes al sector, en ocasiones incumpliendo con las condiciones de calidad de material de cada capa de un pavimento, por las cuales se recurrirá al uso de estabilizar el suelo con cal y cemento y reutilizarlo como uso de subrasante y así reduciendo los costos con relación al movimiento de tierra y su conformación de la subrasante con material de préstamo.

Justificación Social:

Debido al crecimiento poblacional socio-económico, las zonas rurales requieren mejoras de los medios de comunicación vecinal, que por medio de los trabajos de mejoramiento de subrasantes y pavimentación de las calles serán útiles para el transporte rápido y mejorar la calidad paisajística de dichas zonas, produciendo un mejor trabajo para el transporte rural y mejor desempeño laboral en la población.

Justificación Ambiental:

Se desea reducir la contaminación del medio ambiente, que se aprecian en las calles el abandono de los residuos sólidos; y así tener un mejor aspecto una vía pavimentada y evitar las inundaciones en estas vías urbanas.

Objetivos

Objetivo General:

Estabilizar el suelo cohesivo adicionando cal y el cemento para mejorar la subrasante de la Av. Santa Rosa en la ciudad de Juliaca.

Objetivos Específicos:

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas que tiene el suelo de la Av. Santa Rosa en la ciudad de Juliaca.

Determinar la influencia de mejora en las propiedades físicas del suelo cohesivo con el proceso de estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento para una subrasante.

Determinar la influencia de mejora en las propiedades mecánicas del suelo cohesivo con el proceso de estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento para una subrasante.

Hipótesis

Hipótesis General:

La estabilización del suelo cohesivo con cal y cemento mejora considerablemente sus cualidades de la subrasante en la Avenida Santa Rosa en la ciudad de Juliaca.

Hipótesis Específicos:

Dado que el suelo influenciado por el clima y la población, sus propiedades físicas y mecánicas alteradas se obtengan en condiciones de baja calidad y considerando a ser probablemente un suelo cohesivo.

La estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento en suelos cohesivos influyen en mejorar positivamente sus propiedades físicas para una subrasante.

La estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento en suelos cohesivos influyen en mejorar positivamente sus propiedades físicas para una subrasante.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de Investigación

2.1.1 Antecedentes Nacionales:

Velásquez (2018) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil con el tema: “Influencia del cemento Portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida dinamarca, sector La Molina.” (Cajamarca), sus objetivos del investigador fueron en evaluar las influencias del cemento Portland Tipo I como estabilizante en suelos arcillosos de la subrasante de la avenida Dinamarca del sector La Molina como también determinar de plasticidad, de contracción y CBR adicionando 1, 3 y 5% del cemento Portland Tipo 1; la metodología que utiliza es de nivel explicativo, con un diseño de investigación experimental y de tipo aplicada; concluye que, el cemento Portland tipo 1 redujo el índice de plasticidad y de contracción, obtuvo un índice de plasticidad más desfavorable de 44%, pero también un incremento de su CBR con adición de cemento fue de 1.30% al 95%DSM a uno mejorado de 3.50, 6.63 y 13.75% al 95%DSM adicionando con proporciones de 1,3 y 5%, para darle uso de subrasante regular a buena, logrando así que fue necesario con un 4% de cemento.

López y Ortiz (2018) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil con el tema: “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay.” (Apurímac), sus objetivos de desarrollo fueron estabilizar el suelo existente de los jirones Molinopata y Santo Domingo adicionando un porcentaje de cal y ser usado como capa de subrasante, clasificar el suelo para determinar sus propiedades física y mecánicas y alcanzar una proporción adecuada de cal para estabilizar el suelo; la metodología que emplea es de tipo exploratorio, con nivel de investigación exploratoria de nivel analítica y de diseño aplicativo; por las cuales concluyen que, la proporción adecuada para

mejorar el CBR es de 8%, de acuerdo con los ensayos de Eades & Grim que determino que la cantidad de cal es de 3% en la muestra 01 y 5% en la muestra 02, como también que la cal mejora significativamente la textura y estructura del suelo.

Gonzales (2018) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil con el tema: “Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno.” (Puno), cuyos objetivos fueron de evaluar el comportamiento del suelo estabilizado con ceniza volante, cal y cemento, determinar las propiedades mecánicas del suelo para mejorarlas con técnicas de estabilización y determinar las proporciones apropiadas de ceniza volante, cal y cemento para cumplir los requisitos de una subrasante mejorada; la metodología que se aplicó de enfoque cuantitativo, de nivel explicativo y de diseño cuasi-experimental; en las cuales concluye que, la mezcla de ceniza volante con cemento y cal junto al material de cantera disminuyen su índice de plasticidad de un 7.63% a 8.81%, la ceniza volante con la cal y cemento mejoran las propiedades físicas y mecánicas del material de cantera, el proceso de estabilización mejoro el CBR del suelo de un 38.3% a 51.1% en 03 muestras diferentes, en estabilizaciones mixtas se obtuvo proporciones de 3-4% de cemento y cal de 1-2%.

2.1.2 Antecedentes Internacionales:

Sánchez (2014) en su tesis para obtener el título de ingeniero civil con el tema: “Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del Cantón Tosagua provincia de Manabí.” (Ecuador), cuyos objetivos fueron analizar las propiedades de suelos expansivos, determinar el porcentaje óptimo de cal y cemento logrando reducir la plasticidad y el potencial expansivo del suelo y analizar el costo del proceso de estabilización; cuya metodología de trabajo fue de enfoque cuantitativo y cualitativo, de tipo explicativo de

diseño experimental; en las cuales concluye que, la clasificación de suelo del sector se tiene de tipo CH (S.U.C.S.) que determina a ser un suelo de arcillas grasas de consistencia estable y muy consistente, se determinó su clasificación potencial de expansión alta, con el material estabilizado con 7% se obtiene 8.5% en deducción del límite líquido, 10% en incremento del límite plástico y un 11.5% en gran deducción del índice de plasticidad, y se concluye que con la incorporación de cal y cemento alcanza una densidad seca máxima del suelo que va reduciendo mientras se incrementa el porcentaje de estabilizante, es decir, que con una fuerza de compactación se obtiene la densidad seca máxima.

Altamirano y Díaz (2015) en su tesis para obtener el título de ingeniero civil con el tema: “Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí – Rivas.” (Nicaragua), sus objetivos fueron de estabilizar suelos cohesivos de vías en San Isidro, determinar el porcentaje de estabilizante y reducir hinchamientos por variabilidad de humedades en suelos cohesivos; cuya metodología que utilizó es de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo con un diseño experimental; las cuales se concluye que, se obtuvo un suelo A-7-6 (AASHTO) suelo con devaluación en capacidad de carga, de prominente índice de plasticidad y alto en porcentaje de expansión por los cambios de humedad, y se definió que con 9% de cal alcanza mejores cualidades del suelo satisfaciendo a propiedades propuestas y logrando una reducción de 61% en la expansión o hinchamiento del suelo debido a la incorporación óptima de cal.

Afolayan (2017) en su artículo publicado del tema: “Evaluation of the effect of lime and cement on the engineering properties of selected soil in a university in southwestern Nigeria.” (Nigeria), cuyo propósito fue reducir la compresibilidad del suelo arcilloso, incrementar la capacidad de resistencia del suelo y determinar la cantidad de cal y

cemento para mejorar su comportamiento del suelo laterita (arcilloso); la metodología aplicada fue de tipo explicativo con un diseño aplicado; por las que se concluyó que, el suelo patrón es clasificado A-2-4 (según AASHTO), la incorporación de cal y cemento redujeron el índice de plasticidad del suelo y se notó que el CBR aumenta considerablemente con la adición del cemento, por lo que la cal solo muestra un pequeño incremento de CBR debido a la presencia de arcilla.

Zahraalsadat, Nik, Zainuddin & Rostami (2021) en su artículo publicado del tema: "Evaluation of the effects of cement and lime with rice husk ash as an additive on strength behavior of coastal soil." (Malaysia), que como objetivo tienen fortalecer los sedimentos del suelo de costa con el cemento, determinar los efectos por diversas proporciones de cal que la ceniza de cascara de arroz y determinar el comportamiento en resistencia del suelo costero; cuya metodología que se usó fue de tipo explicativo y con un diseño experimental; por lo que concluyeron que a los 28 y 90 días de curado con un 8% de ceniza de cáscara de arroz mejora considerablemente en su óptimo contenido de humedad con 10% aproximadamente, al aumentar las cenizas de cáscara de arroz mejora la resistencia máxima al corte hasta 46%, e incrementó drásticamente la fricción y su esfuerzo cortante del suelo estabilizado con cal cemento y cenizas de cáscaras de arroz con las proporciones de 8%.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Suelo

“Se entiende a la definición del suelo como la composición de materias orgánicas e inorgánicas. Son determinadas en direcciones verticales con diversas propiedades, son constituidas mediante capas o estratos de suelo, con cuya aplicación abundante” (Badillo & Rodríguez, 2010, p. 34).

2.2.2 Propiedades Físicas del Suelo

Mediante sus propiedades físicas del suelo, se determinan ciertas características, como su capacidad, como así también se puede determinar la fuerza de sostenimiento de una estructura de construcción civil. Asimismo estas propiedades muestran el tipo y estado del suelo. En las cuales mediante la observación se puede determinar su color, textura y estructura del suelo; pero por lo general, se toma en cuenta cinco ensayos de laboratorio para determinar el tipo y capacidad del suelo de la subrasante que son: contenido de humedad, límites de Atterberg o de consistencia (límite líquido y límite plástico), granulometría por tamizado (clasificación SUCS y AASHTO). (Lubis, Muis & Simbolon, 2018, p. 2).

2.2.2.1 Color del Suelo

Ortíz, Fernández, Martín & Dorronsoro (2018), señala que el color es el aspecto que denota las cualidades del suelo que permite distinguir un estrato del otro. [...] El color del suelo dependerá de la humedad que lo contenga, que por lo necesario se miden en campo, que debe ser analizada entre varios estratos inalteradas entre sí. (p. 58).

2.2.2.2 Textura del Suelo

Ortíz, Fernández, Martín & Dorronsoro (2018), mencionan que la textura es una propiedad que expresa relativamente las

dimensiones de las partículas del suelo, que para su distribución por medio de los tamices en gravas, arenas, limos y arcillas, para ello es necesario disgregar los agregados estructurales del suelo. Ende a eso clasificamos por dimensiones en los siguientes grupos:

- Fracciones rocosos: son superiores que 2mm de diámetro, como son rocas, grava y fragmentos.
- Arena: se encuentran entre 0.05 – 2 mm de diámetro. Que son gruesas, finas y muy finas, pues constan de una textura áspera y son inestables, las manteniendo su singularidad.
- Limo: se encuentran entre 0.002 – 0.05 mm de diámetro. Su textura se asemeja al talco o la harina, y tienen una amplia capacidad en contención de agua.
- Arcilla: son inferiores que 0.002 mm de diámetro. Sostiene una textura pegajosa y plástica al ser humedecida; y otra textura de terrones duros cuando están secas. (p. 59).

Por las cuales encontramos múltiples combinaciones entre estos cuatro grupos.

2.2.2.3 Estructura

Ortíz, Fernández, Martín & Dorronsoro (2018), dan a conocer que, “la estructura es una propiedad física, que viene a ser la asociación de las partículas, por su diferenciación o transformación y el nivel de adherencia, determinaría a ser suelos cohesivos, que al momento de secarse denota fisuras en el suelo.” (p. 60)

2.2.2.4 Contenido de Humedad

Según MTC (2016) define que, “el contenido de humedad es expresada en porcentaje, la relación entre el peso del agua y el peso de la muestra seca, de un suelo” (p. 49).

El contenido de humedad se obtiene con la supresión del agua, mediante el secado del suelo húmedo en un horno $110 \pm 5^\circ\text{C}$, el nuevo peso del suelo seco se considera como peso del suelo sólido, y el peso de pérdida como peso del agua (p.49).

$$W = \frac{M_w}{M_s} * 100 = \frac{M_{rw} - M_{rs}}{M_{rs} - M_r} * 100 \quad (1)$$

Donde:

W : Contenido de humedad (%)

M_w : Peso del agua (gr.)

M_s : Peso del suelo secada al horno (gr.)

M_{rw} : Peso del recipiente + muestra húmeda (gr.)

M_{rs} : Peso del recipiente + muestra secada al horno (gr.)

M_r : Peso del recipiente (gr.)

2.2.2.5 Consistencia del Suelo

En 1900, Albert Mauritz Atterberg, un científico sueco que describe la consistencia de los suelos en partículas finas a través de un método que desarrolló con contenidos de humedad diferentes. Pues asimismo resulta que el suelo con bajo contenido de humedad se comportan como sólido quebradizo; pero si tiene un elevado contenido de humedad, tendrá una fluidez el suelo y el agua. Por lo tanto, deducimos que el comportamiento del suelo dependerá de su contenido de humedad por las cuales se clasifica en cuatro fases: sólido, semisólido, plástico y líquido (Das, 2015, p. 64).

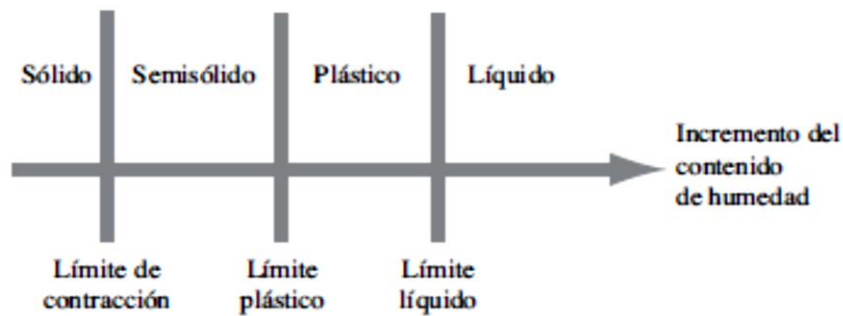


Figura 1. Descripción gráfica de los Límites de consistencia según Atterberg
Fuente: (Braja M. Das, 2015)

Se entiende a la transición del contenido de humedad del estado sólido al estado semisólido como límite de contracción. La transición del contenido de humedad del estado semisólido al estado plástico se define como límite plástico. La transición del contenido de humedad y del estado plástico al estado líquido es definida como límite líquido. Y por ello estos límites son denominados como límites de Atterberg (Das, 2015, p. 65).

2.2.2.6 Límites de Atterberg o de Consistencia

Los límites de Atterberg son medidas básicas en suelo fino, que depende de su contenido de humedad dados en cuatro estados: sólidos, semisólidos, plásticos y líquidos. Por las cuales cada estado tiene distintas propiedades, consistencia y comportamiento, pero a través de estos límites diferenciamos el limo de la arcilla; asimismo consideramos límites de los cuatro estados del suelo con diferentes contenidos de humedad a los siguientes: límite líquido, límite plástico, y de ambos resulta el índice de plasticidad (Youdeowei, Nwankwoala & Ayibanimiworio, 2020, p. 9).

Según Moreno & Azcárate (2016) definen que, “los límites de Atterberg, como mayores consideraciones del límite líquido (LL) y el límite plástico (LP) son valores muy necesarios para lograr identificar y clasificar geotécnica el suelo.” (p. 140).

A) Limite Líquido (LL)

El argumento del límite líquido señalada según norma ASTM D-4318 consiste en la regulación de la humedad del suelo, considerando obtener el cierre de la ranura en la pasta del suelo requerida en 12.7 mm mediante los 25 golpes con la ayuda del instrumento llamado copa o cuchara de Casagrande. Considerablemente se deben hacer cuatro pruebas por cada contenido de humedad variable para precisar o promediar el número de golpes N, que varían de 15 a 35 golpes para el cierre de la abertura (Das, 2015, p. 65).

$$LL = W * \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \quad (2)$$

Donde:

W : Contenido de agua o humedad del suelo

N : Número de golpes necesarios en para el cierre de la ranura

B) Limite Plástico (LP)

Este límite plástico se desarrolla en un laboratorio mediante su humedad, haciendo muestras de suelo enrolladas en forma de hilos de 3.2 mm de diámetro sobre un vidrio esmerilado y verificar si se fisura o desmorona. (Das, 2015, p. 65).

$$LP = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco}} \quad (3)$$

C) Índice de Plasticidad (IP)

Según Salinas, Ñurinda & Ramírez (2014), “dan a conocer que, para determinar el índice de plasticidad (IP) por el método de los límites de Atterberg, que se debe determinar el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP), para determinar el IP resulta de la diferencia de ambos límites.” (p. 76).

$$IP = LL - LP \quad (4)$$

Donde:

IP : Índice de Plasticidad

LL : Límite Líquido del suelo

LP : Límite Plástico del suelo

Según Nik, Jalil, Celik, & Albayrak (2019) señalan que, “El IP permite determinar la cohesión con estimaciones que indican el grado de cohesión alta, por ende, estos suelos con alto índice de plasticidad son altamente compresibles.” (p. 5).

2.2.2.7 Granulometría de Suelos

Según Toirac (2012) menciona que, la granulometria es la constitución de partículas por tamaños en porcentajes en una muestra, desde el tamaño mayor a uno menor, cifras que representa por su peso, el porcentaje parcial retenido por distintos tamices; pues este método nos brinda a determinar la clasificación del suelo. (p. 297).

MTC (2016) describe “las muestras que pasan por todos los tamices incluyendo hasta el N°200 (74 mm), nos determinan porcentajes del suelo pasantes en cada tamiz” (p. 44).

$$\% \text{ Pasa N}^\circ 200 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz N}^\circ 200}{\text{Peso Total}} * 100 \quad (5)$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} * 100 \quad (6)$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado} \quad (7)$$

2.2.3 Propiedades Mecánicas del Suelo

2.2.3.1 Compactación de Suelos

La compactación solidifica al suelo a través de una energía mecánica, por la cual esta será medida es expresada en peso unitario seco. Durante el procedimiento de este ensayo y obtener una compactación uniforme, la cantidad de agua influye a que las partículas del suelo lleguen a acomodarse y entrelazarse, pese a esto después de la compactación llega a incrementar el peso unitario seco en relación al contenido de agua o humedad (Das, 2015, p. 91).

Por lo tanto, el peso de los sólidos aumenta escalonadamente en unidad de volumen, en relación al incremento escalonado del contenido de humedad, pero bajo la misma fuerza de compactación. Ende a esto, el óptimo contenido de humedad y el peso unitario seco máximo se obtienen del ensayo Proctor (Das, 2015, p. 92).

La compactación del suelo es un procedimiento por el cual las partículas del suelo son presionadas, que disminuyen el espacio entre ellas al aplicarse fuerzas externas. Pues casi todas las propiedades del suelo se verán afectadas por la compactación, produciendo patrones complejos temporales y espaciales de resistencia a la penetración. Este procedimiento da como resultado un incremento en la densidad, disminución de porosidad y un aumento a la resistencia mecánica del suelo (Correa, Postma, Watt, & Wojciechowski, 2019, p. 6023).

Según el MTC (2016), nos facilitan 3 métodos. Pues el material ensayado debe estar especificado el método a utilizar.

1. Método "A":
 - ✓ Molde: posee un diámetro de 4 pulg. (101,6 mm)
 - ✓ Muestra: material pasante al tamiz N°4 (4,75 mm)

- ✓ Capas: se realiza en 5 capas
- ✓ Golpes: 25 por cada capa
- ✓ Uso del método: si en el tamiz N°4 (4,75 mm) es retenido el 20 % o menos del peso total del material
- ✓ Otros Usos: en caso de no ser especificado, el material que cumple la gradación puede ser ensayado con el método B o C.

2. Método "B":

- ✓ Molde: posee un diámetro de 4 pulg. (101,6 mm)
- ✓ Muestra: material pasante al tamiz 3/8" (9,5 mm)
- ✓ Capas: se realiza en 5 capas
- ✓ Golpes: 25 por cada capa
- ✓ Uso del método: si en el tamiz N°4 (4,75 mm) es retenido más del 20 % del peso total del material menos y el 20% o menos es retenido 3/8" (9,5 mm)
- ✓ Otros Usos: en caso de no ser precisado, el material que cumple la gradación puede ser ensayado con el método C.

3. Método "C":

- ✓ Molde: posee un diámetro de 6 pulg. (152.4 mm)
- ✓ Muestra: material pasante al tamiz 3/4" (19.0 mm)
- ✓ Capas: se realiza en 5 capas
- ✓ Golpes: 56 por cada capa
- ✓ Uso del método: si en el tamiz 3/8" (9.5 mm) es retenido más del 20 % del peso total del material y menos del 30% retenido en el tamiz 3/4" (19.0 mm)
- ✓ Nota: para el método A o B, no se empleará el molde con diámetro 6 pulg (152.4 mm).

Pero si no se especifica el método, dependerá de la gradación del material en la elección (p. 105).

Para el desarrollo de compactación de suelos se realiza mediante la prueba Proctor, pues se lleva a cabo para medir la densidad seca del suelo trabajando por diferentes puntos con contenido de agua. Por ende, la densidad seca obtenida en una serie de determinaciones es graficada frente a la humedad correspondiente. Por lo cual, la curva trazada del contenido de humedad versus la densidad seca se obtiene una máxima densidad seca y un óptimo contenido de humedad, tanto para el sitio del suelo como para las profundidades, donde la posición del máximo de la curva corresponde a la densidad óptima (Hossne, Mayoga, Zasillo, Salazar & Subero, 2012, p. 330).

$$\rho_m = \frac{M_{wm} - M_m}{V} \quad (8)$$

Donde:

ρ_m : Densidad húmeda de la muestra compactada (gr/cm³)

M_{wm} : Peso del suelo húmedo + molde (gr.)

M_m : Peso del molde (gr.)

V : Volumen del molde (cm³)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{W}{100}} \quad (9)$$

Donde:

ρ_d : Densidad seca de la muestra compactada (gr/cm³)

ρ_m : Densidad húmeda del espécimen compactado (gr/cm³)

W : Contenido de humedad (%)

Cabe indicar que Higuera, Gómez & Pardo (2012), por medio de sus teorías menciona la importancia del agua, las cuales señala que, “El agua necesaria para la compactación del compuesto suelo-cal o suelo-cemento no debe contener sedimentos, sales o de residuos químicos, es decir, deberá ser pura” (p. 28).

2.2.3.2 CBR de Suelos

Según Ojeda, Mendoza & Baltazar (2018) señalan que, “el C.B.R. (California Bearing Ratio), es un ensayo que evalúa la resistencia del suelo ante la penetración de un esfuerzo al espécimen a comparación de su capacidad de soporte con piedras trituradas buena graduación con 100% de CBR.”

El C.B.R. es aplicado para determinar su calidad relativa del suelo de una subrasante, o materiales de subbase y bases granulares. [...] “El laboratorio y el campo California Bearing Ratio se ha determinado la prueba (CBR) como base cuantitativa para la comparación AASHTO para el procedimiento de diseño de pavimentos que se ha tomado para calcular el espesor del pavimento” (Khawla, Shubber, & Abedulridha, 2020, p. 2).

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L2-L1}{\text{Altura inicial}} * 100 \quad (10)$$

Donde:

L2 : Lectura final (mm)

L1 : Lectura inicial (mm)

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} * 100 \quad (11)$$

Según el MTC indica que, para determinar el CBR de un diseño de la subrasante, se estima lo siguiente:

1. En tramos que se estiman mayor o igual a 6 resultados de CBR por propiedades homogéneas o tipo de suelo, para el diseño de la subrasante se tomará el valor promedio de CBR evaluados por propiedades homogéneas.
2. En tramos que se estiman menor a 6 resultados de CBR por propiedades homogéneas o tipo de suelo, para el diseño de la subrasante se tomará los siguientes criterios: se considera

el valor promedio de CBR cuando estas sean semejantes o parecidos; pero si los valores de CBR no sean semejantes o parecidos, pues se estima el valor más bajo (crítico) o por otro lado sería dividir en grupos como subtramos que posean valores semejantes o parecidos y posterior obtener un valor promedio. Por ende, se considera que el tamaño del subtramo será a partir de 100 m, valores agrupados que se encuentran clasificados por calidad de subrasante

3. Ya determina el valor de CBR por cada tramo de propiedades homogéneas, será clasificada por calidad de subrasante y ver si corresponde al tramo o subtramo (2014, p. 35).

[...] El CBR muestra una tendencia a aumentar con la dosis de aditivo y con la energía de compactación, conociendo que tiene mayor ganancia la resistencia. [...] Aunque el aumento porcentual no es significativo para evaluar la eficacia de un tratamiento, pero se puede concluir que el aditivo es más contundente a menores energías (Tamayo, 1985, p. 26).

El ensayo de CBR consta en proveer especímenes de muestra con distintas humedades y energía. Posterior se penetra la muestra con una rapidez de 1.27 mm/min y el pisón con 19.3 cm² de sección. Se traza una curva donde el eje de las abscisas comprende a la penetración y el eje de las ordenadas comprende a la presión dado por el pisón al suelo; se denomina al trazo como curva de esfuerzo-deformación (Oyola, 2016, p. 3-4).

2.2.4 Clasificación de Suelos

Es muy importante la clasificación de suelos en cualquier proyecto de ingeniería civil, cual sea el trabajo a realizarse, porque el peso de las estructuras es inducido en el suelo.

A continuación, Villalaz describe a los suelos más comunes para su identificación del ingeniero civil:

2.2.4.1 Grava

Las gravas son acumulaciones de fragmentos rocosos de origen acarreada por las aguas que erosionan sus bordes. Por la cual se encuentran en la evacuación o lechos de ríos u otros puntos de arrastre hayan sido arrastradas; se hallan en grandes cantidades, pero con muchos o pocos cantos rodados, que por dimensión varía de 7.62cm (3") a 2.0mm. (Villalaz, 2004, p. 21).

2.2.4.2 Arena

Provenientes de la trituración artificial de rocas o erosión natural a partículas finas. Se originan como las gravas, aglomeradas en un depósito, pues las arenas de río abarcan cantidades de grava y arcilla, no son plásticas y son menos comprimibles que una arcilla. Por tamaño varía de 2mm a 0.05mm. (Villalaz, 2004, p. 22).

2.2.4.3 Limo

Son partículas finas con baja plasticidad o sin ella, siendo extraído de canteras (inorgánico) o extraído de ríos (orgánico). Pues se deduce que para resistir cargas de una zapata se descarta utilizar limos sueltos y/o saturados; su permeabilidad es muy pero muy alta en compresibilidad. Por tamaño permuta entre 0.05 mm a 0.005 mm. (Villalaz, 2004, p. 22).

2.2.4.4 Arcilla

Son materiales que poseen propiedades plásticas muy altas al ser mezcladas con agua, contiene magnesio hidratado o silicatos de hierro; su estructura es por lo general cristalino y complicados, pues sus partículas poseen una forma laminar. Las partículas están con diámetros menores a 0.002 mm (Villalaz, 2004, p. 22).

2.2.5 Sistemas de Clasificación de Suelos

MTC (2016) define que “una agrupación de materiales con semejantes peculiaridades, por la cual el objetivo es apreciar las propiedades del suelo y confrontarlo frente a otros tipos semejantes propiamente caracterizados; se deduce la definición como un sistema de clasificación de suelos” (p. 1159).

Actualmente, se utilizan dos sistemas de clasificación de suelos, empleando los límites de consistencia y la granulometría aplicadas usualmente en temas ingenieriles. Por las cuales son el American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). En Norteamérica, los ingenieros geotécnicos manejan el sistema SUCS, mientras que los ingenieros en carreteras manejan el sistema AASHTO (Das, 2015, p. 78).

2.2.5.1 Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO:

El proceso de clasificación de suelos de este sistema consiste en agruparlos, bajo fundamento de ensayos de laboratorio como granulometría, límites de consistencia e índice de plasticidad. Pues cada grupo se analiza por un «índice de grupo». Ende a ello el grupo de clasificación, junto al índice de grupo, ayuda a decretar la calidad relativa de terraplenes, subrasante, subbases y bases (MTC, 2016, p. 1159).

Tabla 1. Sistema de clasificación de suelos AASHTO

Clasificación general	Material granular (35% o menos pasa el tamiz N°200)							Material limo arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N°200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Subgrupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N° 10 (2.000 mm)	50 max.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 40 (0.425 mm)	30 max.	50 max.	51 mín.	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 200 (0.075 mm)	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz N°40 (0.425mm)											
Límite líquido	-	-	-	40 max.	41 mín.	40 max.	41 mín.	40 max.	41 mín.	40 max.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 max.	6 máx.	NP	10 max.	10 max.	11 mín.	11 mín.	10 max.	10 max.	11 mín.	11 mín.
Índice de grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipo de material	Piedras, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de fundación	Excelente - Bueno		Excelente - Bueno	Excelente - Bueno				Regular - Malo			
*El IP del subgrupo A-7-5, es igual o menor a LL=30											
*El IP del subgrupo A-7-6, es mayor que LL=30											

Fuente: (MTC, 2016)

Adicionamos un valor denominado índice de grupo (IG) a los grupos y subgrupos del suelo, que nos permite determinar su condición del suelo como subrasante de una vía; por las cuales colocamos el valor en paréntesis posterior a la asignación del grupo o subgrupo (Das, 2015, p. 80).

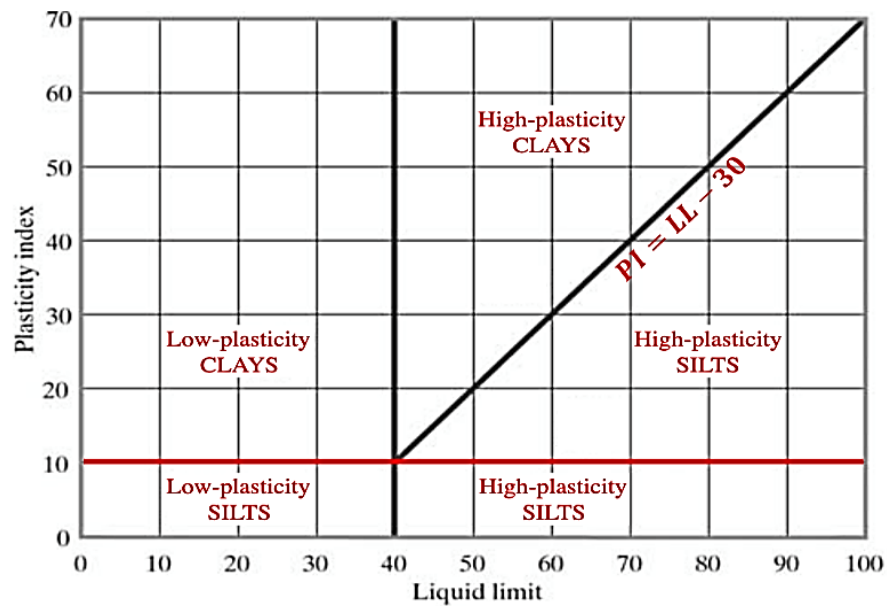


Figura 2. Estado de plasticidad del suelo por límite líquido vs Índice de plasticidad.
Fuente: (Braja M. Das, 2015)

2.2.5.2 Sistema de Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS):

Villalaz (2004) da a conocer que, “Arthur Casagrande representa a este sistema, por las cuales se dice que es el cambio y la conformación hecha a su sistema de clasificación para aeropuertos presentado en 1942” (p. 88).

Asimismo, el suelo es clasificado con el símbolo del grupo representado. Pues se tiene un prefijo y un sufijo por cada grupo; las iniciales de los seis primordiales tipos de suelos en inglés (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos y turba) son los prefijos, y las subdivisiones en cada grupo son los sufijos (Villalaz, 2004, p. 88).

Según el MTC (2016) menciona que, el sistema SUCS es encargada de identificar los suelos mediante su cualidad estructural y plasticidad [...]. El fundamento de clasificar los suelos es mediante las siguientes propiedades:

- Fracción porcentual pasante por el tamiz N°200 de gravas, arenas y finos.
- La curva formada por la granulometría distribuida.
- Por la peculiaridad plástica y su compresibilidad (p.1160).

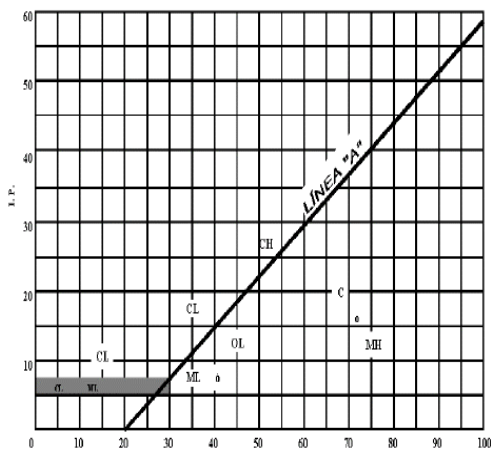
Según Das (2015) nos da a conocer que, el sistema de clasificación SUCS se presenta considerablemente en dos categorías:

- ✓ Suelos de partícula gruesa: material que es retenido en el tamiz N°200 con más del 50%, es representado con símbolos de prefijo "G" (grava o suelo gravoso) y "S" (arena o suelo arenoso).
- ✓ Suelos de partícula fina: material que pasa el tamiz N°200 más del 50%, es representado con símbolos de prefijo "M" (limo inorgánico o suelo limoso), "C" (arcilla inorgánica o suelo arcilloso) y "O" (limo orgánico y arcillas), adicionalmente el símbolo "Pt" (turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos) (p. 82).

Para la clasificación, se emplean otros símbolos que también son:

- W: bien graduada
- P: mal graduada
- L: plasticidad baja (LL menos del 50%)
- H: plasticidad alta (LL más del 50%)

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO	
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. $Cu = D_{60} / D_{10}$ $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$	
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		
		* GM d	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	
		u			
	GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. de símbolos dobles.		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4	ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	Cu = D ₆₀ / D ₁₀ mayor de 6 ; Cc = (D ₃₀) ² / (D ₁₀)(D ₆₀) entre 1 y 3.
			SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	
		ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* SM d	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
			u		
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. de símbolos dobles.	
DETERMÍNENSE LOS PORCENTAJES DE GRAYA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA; DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO: SGTUE: Menos del 5%; GM; GP; SW; SP; más del 12%: GM; GC; SM; SC. Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles. **					
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad	
		CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.		
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.	CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.) 	
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.		
	SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.		

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAYA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.

⊕ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.

* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFIO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFIO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Figura 3. Clasificación de suelos con el sistema SUCS

Fuente: (Brajá M. Das, 2015)

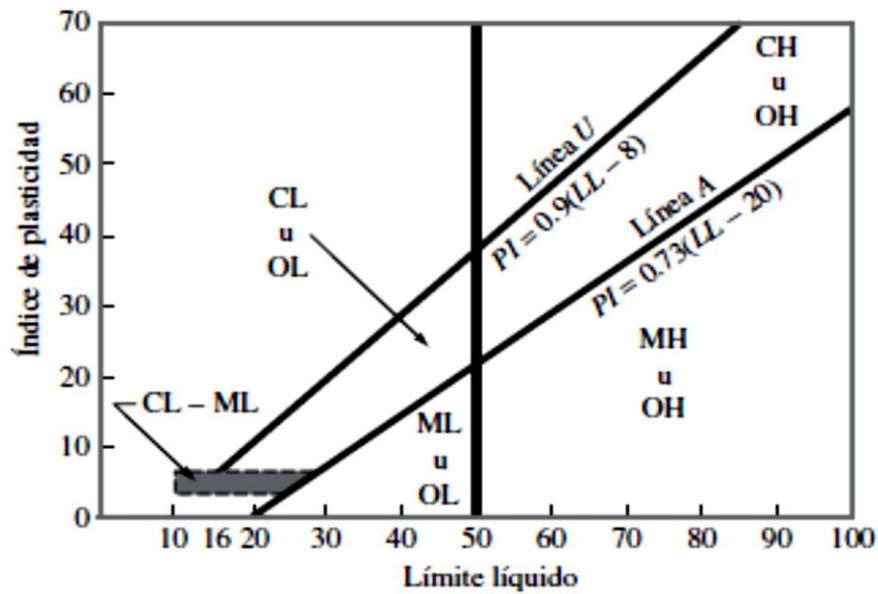


Figura 4. Carta de plasticidad para el sufijo del suelo fino
Fuente: (Braja M. Das, 2015)

Según que informa Das (2015), el sistema SUCS que clasifica al suelo según grupos determinados se puede también definir utilizando diagramas de flujo que se mostrarán más adelante. Al usarlas, recordemos que:

- ✓ Parte fina: %pasante por el tamiz N°200
- ✓ Parte gruesa: %retenido por el tamiz N°200
- ✓ Parte grava: %retenido por el tamiz N°4
- ✓ Parte arena: %retenido por el tamiz N°200 y %retenido por el tamiz N°4 (2015, p. 84).

Por consiguiente, se muestra la relación de los dos sistemas de clasificación de suelos, AASHTO y SUCS como se muestra:

Tabla 2. Interpretación relacional de los sistemas de clasificación de suelos AASHTO – SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO 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	GM, 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, 2014)

2.2.6 Tipos de Suelos

2.2.6.1 Suelos Granulares

Suelos de material granular disgregado consolida una resistencia máxima a deformaciones, que logra alcanzar una falla representada por una curva plasmada en el gráfico de tensión vs deformación, y por el mismo material, pero en estado compacto opta a una resistencia superior obteniendo bajas deformaciones, posteriormente reduce hasta una resistencia residual de grandes deformaciones. En conclusión, el material disgregado nos garantiza deformaciones volumétricas en contracción, es decir, disminuye el volumen, en cambio el material compacto garantiza inicialmente una deformación volumétrica minúscula en contracción y posterior desarrolla un aumento de volumen (Verdugo & De la Hoz, 2006, p. 200).

2.2.6.2 Suelos Cohesivos

Según Shan, Shen, Kilgore & Kornel (2015) menciona que los suelos cohesivos generalmente incluyen partículas minerales de arcilla y limo de grano fino que pasan por el tamiz N°200 menos de 0.003 pulgadas. Estas partículas generalmente aparecen en forma de placas planas, agujas o tubos con una superficie específica establecida como vincular la

superficie y el volumen. En presencia de agua, estas partículas están sujetas a fuerzas fisicoquímicas en relación con su peso, que mantienen unida la masa del suelo. Estas fuerzas fisicoquímicas son más dominantes que el peso de las partículas sumergidas para resistir la erosión (p. 1).

Sin embargo, intentar aplicar una comprensión de fuerzas fisicoquímicas a la escala micro es difícil y puede no producir resultados prácticos porque la erosión de suelos cohesivos generalmente ocurre en la escala más macro de grupos de suelos que las partículas individuales (p. 1).

2.2.6.3 Suelos Orgánicos

Según Martínez, Fuentes & Acevedo (2008) menciona que, es denominada también como materia orgánica del suelo, viene a ser compuesta por desechos orgánicos procedentes de animales y vegetales, que pasa por etapas de descomposición, por ende, esta se va acumulando con el tiempo en el perfil estratigráfico del suelo como en su superficie (p. 71).

2.2.7 Estabilización de Suelos

Este proceso consiste en la modificación de las cualidades del suelo in situ a costos bajos y de mejor calidad. Para el mejoramiento o estabilización de suelos se consideran dos principales técnicas: la estabilización mecánica y la estabilización química (Das, 2015, p. 266).

Se puede definir también que una estabilización de suelos es un proceso en mejorar las propiedades de un suelo natural con baja calidad; como entre algunos de ellos mencionamos es su contenido de humedad, su alta plasticidad y su baja consistencia debido a la erosión y a la falta de drenar el agua en cambios climáticos.

De acuerdo con Palli (2015) señala que existen casos que puedan justificar la acción a una estabilización o mejora de suelo en:

- a) Material de subrasante en malas condiciones, como suelos limosos o arcillosos contenidas de alta plasticidad.
- b) Materiales para subrasante, base o sub base específicamente limitados.
- c) Presencias de humedad.
- d) Condiciones de necesidad de mejor calidad de una buena base, por ejemplo, para una autopista.
- e) Aprovechar la reutilización del material existente, lugar de la ejecución de la obra (p. 50).

En los suelos cohesivos, la estabilización reduce la alteración volumétrica y la baja resistencia por cargas en incremento de la humedad, permitiendo que suelos no aptos para subrasantes sean usados como tales, o que los mejores suelos puedan ser utilizados como subbases y, en excepciones como bases (Higuera, Gómez & Pardo, 2012, p. 26).

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo ⁽¹⁾	Dosificación ⁽²⁾	Curado (Apertura Al Tránsito) ⁽⁵⁾	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 18% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 o AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽²⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽²⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Figura 5. Consideraciones referenciales para optar el tipo de estabilizador

Fuente: (MTC, 2014)

2.2.8 Tipos de Estabilización:

Consideramos el tratamiento de estabilización conveniente de un suelo dependiendo al tipo de suelo que se tenga según su clasificación obtenida y el diseñador opte en usar, que se deduce el proceso de la siguiente manera:

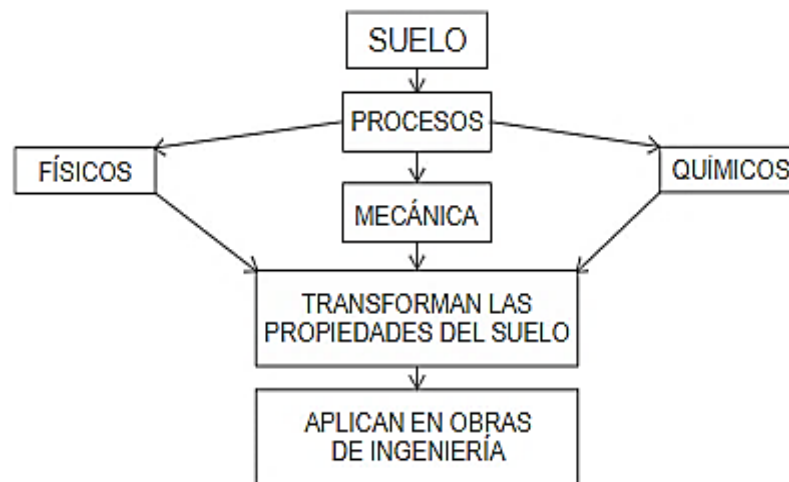


Figura 6. Flujograma del proceso de estabilización de un suelo.
Fuente: (Higuera, 2010)

2.2.8.1 Estabilización Física

Según Gonzalez (2018) señala que la estabilización física es utilizada para lograr cambios físicos en el suelo. Por las cuales encontramos estabilizar con:

- Mezclas de suelos: consiste en adicionar un suelo de otro tipo con la necesidad de cumplir las características requeridas en su uso. Para ello se procede compactarla.
- Geotextiles: son materia de telas permeables y no degradables empleadas como filtrante, controla la erosión del suelo y transporta el lodo.
- Consolidación: es un proceso donde el suelo se somete a cargas en un tiempo considerado, produciendo el drenaje del agua, disminuyendo el volumen para que haya un mejor contacto entre las partículas y poder soportar cargas externas que serán sometidas (p. 42).

2.2.8.2 Estabilización Mecánica

De Solminihaç, Echevarría, & Thenoux (2019), definen que “utilizar la estabilización mecánica consiste en modificar sus cualidades del suelo en relación al tamaño de partículas con la agregación, remoción o compactación del suelo” (p. 1).

De acuerdo con Das (2015) indica que, la estabilización mecánica conlleva a usar otros métodos que modifican de igual manera sus cualidades del suelo sin la agregar elementos u otras agentes mecánicos para consolidar las partículas. Pues comprende con los siguientes:

- Vibroflotación: técnica utilizada para la consolidación in situ para suelos gruesos y sueltos de capas gruesas, que con su peso y fuerza centrífuga permite disminuir la cantidad de agua del suelo por medio de sus aberturas superiores e inferiores de la vibroflotación.
- Voladura o blasting: técnica utilizada para la consolidación del suelo granular, que consiste en detonar las cargas explosivas, a profundidades consideradas bajo la superficie del suelo saturado, con pruebas de 3 a 5 veces se logra la detonación deseada.
- Compactación dinámica: técnica utilizada para la consolidación del suelo granular, que consiste en la caída de un peso establecido por repetidas veces en el suelo, por la cual el martillo genera unas ondas de tensión y logra la densificación del suelo.
- Precarga: conocida también como precompresión, técnica utilizada para disminuir el asentamiento al más mínimo post construcción.
- Drenes de arena: esta técnica consiste en acelerar el asentamiento de arcillas blandas y alcanzar una precompresión previo al desarrollo de la cimentación; pues se

elaboran orificios en cada capa de la arcilla; por consiguiente se complementa con arena, posteriormente colocamos una carga en la sección, que permitirá que sean presionadas los poros de la arcilla, produciendo que esta presión en exceso sea expulsada por el drenaje de arena en forma radial o verticalmente, provocando un asentamiento rápido de la capa de arcilla.

2.2.8.3 Estabilización Química

La estabilización química implica que el suelo pueda mejorar sus cualidades utilizando un aditivo mezclado con el suelo, hace que sus propiedades moleculares del suelo sean alteradas, que en ocasiones, entre granos asociados produce mejor resistencia (De Solminihac, Echevarría & Thenoux , 2019, p. 1).

La estabilización química es mejorar el comportamiento del suelo aplicando un aditivo, pues mejoran la manejabilidad del suelo, produciendo que el material sea más sencillo de utilizarlo en la construcción. Considerado en uso de bajar su plasticidad y la expansión-contracción en estado potencial (Das, 2015, p. 266).

Según Salas (2017) señala que, los elementos químicos poseen sus cualidades como estabilizadores, las cuales son:

- Cal: se encarga de los suelos arcillosos en disminuir su plasticidad.
- Cemento Portland: se encarga de las arenas o gravas finas en incrementar su resistencia.
- Productos Asfálticos: usado en materiales triturados sin cohesión.
- Cloruro de Sodio: se encarga de arcillas y limos para impermeabilizar y reducir los polvos.
- Cloruro de Calcio: se encarga de impermeabilizar y reducir los polvos.

- Escorias de Fundición: se encarga de incrementar la resistencia, impermeabilizar y extender la vida útil de las carpetas asfálticas.
- Polímeros: se encarga de incrementar la resistencia, impermeabilizar y proyectar más su vida útil de las carpetas asfálticas.
- Hule de Neumáticos: se encarga de incrementar la resistencia, impermeabilizar y proyectar su vida útil de las carpetas asfálticas (p. 71).

La estabilización química es una categoría importante de estabilización de suelos que implica el uso de agentes químicos; la modificación del suelo es una adición de aditivos activos como cal y cemento para que el suelo cambie sus propiedades, por lo tanto, la estabilización del suelo es el tratamiento de este para mejorar su textura, aumentar su resistencia, aumentar su CBR y reducir el encogimiento-hinchamiento y ser apta en la construcción vial a largo plazo. Por lo que, el suelo es mejorado por medio de: estabilización con cal y con cemento, como también otros estabilizantes útiles (Zambri, Nadhirah & Ghazaly, 2018, p. 2).

La estabilización química con un buen proceso establecido y el uso de aditivos apropiados se puede lograr con el suelo una mejor resistencia, rigidez y reducir la plasticidad e hinchazón. Por los que los aditivos comunes que se tienen son: cal, cemento, yeso y cenizas volantes, pues convencionalmente es utilizado para mejorar las propiedades mecánicas en suelos finos: limos y arcillas (Shah, Arif, Sabir & Iqbal, 2020, p. 341-342).

1. Estabilización con cal

Según MTC (2014) señalan que, es el establecimiento de un nuevo producto químico debido a la combinación del suelo-cal, obteniendo una rápida reacción de intercambio iónico y floculación, posterior reacción lenta tipo puzolánico (p. 101).

Un suelo tratado con cal conlleva a modificar sus propiedades importantes de ingeniería, como es el índice de plasticidad, contracción y la California Bearing Ratio (CBR), conformando al suelo con mejor resistencia, trabajabilidad y reduciendo la hinchazón (Shah, Arif, Sabir & Iqbal, 2020, p. 341-342).

Una estabilidad con cal es reconocida comúnmente y utilizado en trabajos de desarrollo de construcciones civiles. La cal es utilizada principalmente para deshidratar el suelo con el fin de mejorar su trabajabilidad y capacidad de carga. Esta modificación con cal se usa considerablemente para la construcción de terraplén y subrasante de suelo arcilloso ya que el efecto es rápido y modifica las características geotécnicas del suelo tales como su límite plástico, resistencia al corte y compactación del suelo. Por las que se tienen tipos de cal y las utilizadas para una estabilización de suelos y la manera de darle uso como estabilizante que se muestran a continuación: (Baqir, Al-Adili & Sharef, 2018, p. 1)

A. Tipos de cal utilizadas para la estabilización de suelos

Se consideran para uso de estabilización la cal aérea. De manera que zapata (2016), señalan que presentan las siguientes formas:

- Cal viva: cal de tipo aérea compuesta por óxidos de calcio y de magnesio por procesos de calcinación de piedras calizas. poseen una reacción exotérmica debido a la hidratación por presencia de agua.
- Cal hidratada: cal de tipo aérea compuesta de hidróxido de calcio. Por la cual, originada de cales vivas con una hidratación controlada, al estar contactada con agua posee una reacción menos exotérmica que una cal viva.
- Cal en forma de leche: es cal hidratada por agua en suspensión, por las cuales también se obtiene de la hidratación con agua de la cal viva, formando así la

suspensión de lechada de cal (preparada en fábrica o in situ) con agua (p. 46-47).

B. Maneras de estabilización suelo-cal in situ

Según Das (2015) señala que, para estabilizar un suelo en campo con cal, se puede hacer de las siguientes maneras:

- Se mezcla la proporción adecuada de cal al material in situ o de préstamo, procediendo a la adición de humedad y luego compactarla.
- Mezclar el suelo con proporción de cal y agua adecuada en una planta posterior ser trasladada al sitio para su compactación.
- Por medio de una un vehículo de inyección con un mástil elevador hidráulico con vigas transversales y varillas de inyección. En un tanque es preparada la lechada de cal con 1.13 kg de cal seca a 1 galón de agua en lotes de 3m de diámetro y 12 m de largo, las cuales son bombeadas a las varillas de inyección. Pues esta lechada de cal es inyectada al suelo de 4 a 5 m de profundidad (p. 268).

Según Rodríguez & Hidalgo (2005) indica que, “la cal como estabilizador de suelos no debe ser un material grumoso o aglomerado, sino homogéneo, pretendiendo que se endurezca con el dióxido de carbono expuesta en el aire” (p. 114).

2. Estabilización con cemento

Según Carvalho, Ramos, Zegarra & Pereira (2016) determinan que, “un suelo mezclado con cemento y agua, compactadas con su óptimo contenido de humedad, considerando su máxima densidad seca, obtenemos durabilidad y resistencia mediante la reacción del cemento hidratado.”

La incorporación en porcentajes proporcionales en peso de cemento Portland se determinaron en tener un mejor control de la trabajabilidad durante el proceso de compactación. Pero, para establecer el proceso de estabilización del suelo con cemento será importante analizar las propiedades mecánicas del suelo para aplicarlas en uso de terraplenes y subrasante de vías terrestres (Dinka, Agon & Geremew, 2019, p. 421).

Según De Solminihac, Echevarría & Thenoux (2019) define que, una estabilización con cemento es añadirle al suelo, cemento Portland que permite endurecerlo por hidratación del cemento. Las cuales en un suelo cemento permite mejorar las propiedades físicas del suelo que depende del tipo de suelo, la densidad seca de la mezcla compactada, cemento, tiempo y calidad de mezclado (p. 11).

Hay diferentes tipos de suelo-cemento que depende de los componentes en proporciones que son: suelo modificado con cemento, suelo-cemento plástico y suelo-cemento compactado, y esta última es la mezcla más usada, y para lograr una mejor resistencia opta tomar una proporción de 4-25% en peso de suelo seco y compactado (Rivera, Aguirre, Mejía & Orobio, 2020).

Según Palli (2015) señala que, una estabilización es compactar un suelo mezclada con cemento con su óptimo contenido de humedad, por lo que su cargo es que el material se adhiera y conforme una sólida masa, y para obtener la máxima densidad debe el cemento hidratarse con agua. Es aplicada a diversos sin considerar los suelos orgánicos, las cuales los limos, arenas limosas y arcillas, que con la mezcla suelo-cemento se obtienen buenas cualidades, a comparación de suelos granulares que:

- El módulo de elasticidad es mayor
- Mayor permeabilidad
- Mejor resistencia a la erosión del agua

- Aumenta la resistencia ante la humedad
- Con el tiempo su resistencia aumenta (p. 51).

“Para la estabilización se requiere el material suelo, por las cuales el material puede ser de afirmado, extraído de la superficie existente o que provengan de” (MTC, 2013, p. 247):

- ✓ Zona de préstamo o excavaciones.
- ✓ Agregados locales (cantera).
- ✓ Combinación de ambos.

A continuación, se muestra el esquema para la toma de decisiones para seleccionar el estabilizante a usarse en la subrasante, referenciados con los valores del índice de plasticidad (IP), categorizados como menor a 15, entre 15 a 35 y mayor a 35. Los suelos con un alto IP son predominantemente arcillosos, mientras que con un IP más bajo son predominantemente limosos. [...] La experiencia muestra que los suelos con alto IP son mucho menos deseables para la subrasante o la capa base (Nik, Jalil, Celik & Albayrak, 2019, p. 5-6).

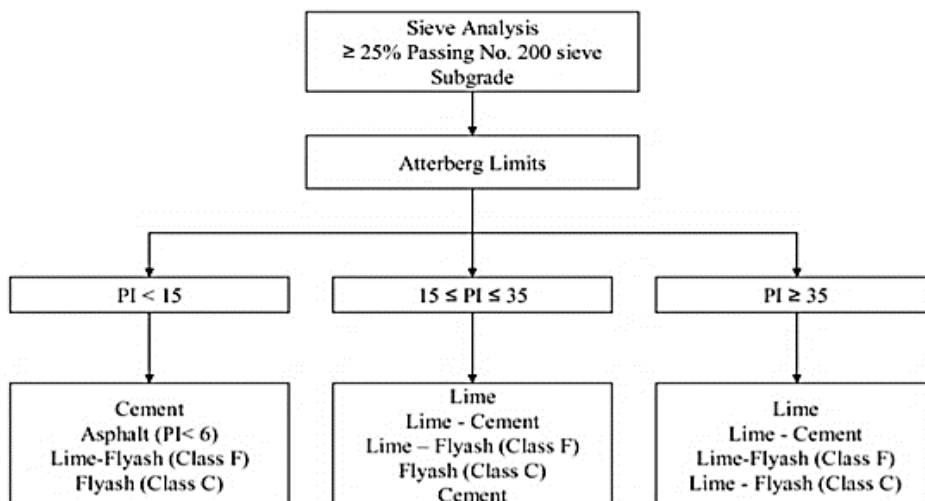


Figura 7. Diagrama de flujo para la selección de estabilizadores de suelos para uso de subrasante. Fuente: (IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering)

Para la elección eficaz y prudente de un aditivo estabilizante dependerá del suelo que se tenga y en las condiciones en que se encuentre. Por lo tanto, es importante analizar el comportamiento mecánico del suelo tratado como lo es determinar el aditivo estabilizador (Dinka, Agon & Geremew, 2019, p. 421).

2.2.9 Subrasante

Según el MTC (2014), define que, la subrasante es el cimiento fundamental para el prisma de la carretera formada por la estructura del pavimento y construida sobre el terreno natural. Una subrasante debe contar con adecuadas propiedades y compactados por capas, por las cuales esto constituye a una selección de material en condiciones óptimas [...]. En la fase de la construcción, debe ser compactada tomando la máxima densidad seca a un 95% de los últimos 30cm de suelo debajo del nivel superior de la subrasante (p. 20).

Se estima realizar una estabilización de suelos de la subrasante por el método necesario cuando el CBR < 6% (subrasante pobre o subrasante inadecuado), y dependiendo a la naturaleza del suelo; por las cuales se considera material adecuado para las capas de la subrasante cuando el CBR ≥ 6% (p. 40).

Es importante que la superficie superior de la subrasante esté elevada sobre el nivel freático, considerando que esté en una categoría de subrasante: excelente a muy buena (CBR ≥ 20%) a 0.60m; de buena a regular (6% ≥ CBR > 20%) a 0.80m; para una subrasante pobre (3% ≤ CBR < 6%) a 1.00m y para una subrasante inadecuada (CBR < 3%) a 1.20m (p. 41).

Tabla 3. *Categorías de subrasante*

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Insuficiente	3% ≤ CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	6% ≤ CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	10% ≤ CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	20% ≤ CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: (MTC, 2014)

El suelo sobre el que se encuentra la carretera se llama subrasante. Para el desempeño de las carreteras dependerá de muchos factores incluyendo el tipo de suelo, densidad del tránsito vehicular, las condiciones climatológicas sujetas a la carretera. La subrasante debe soportar cargas que son transferidas desde la estructura del pavimento. Pues la capacidad de soporte de cargas consecuentemente se ve influenciada por el estado de compactación, la humedad y por el tipo de suelo (Çimen, Saltan & Keskin, 2013).

2.2.9.1 Caracterización de Subrasantes

Según el MTC (2014) señala que, se hacen pozos exploratorios o calicatas con profundidad mínima de 1.50m, que permite diagnosticar el material de la subrasante por medio de sus propiedades físico-mecánicas. Por ende, se realizan calicatas dentro de la sección de la calzada dispuesta en toda su longitud a distancias aproximadamente iguales en forma alternada.

Una vez se tengan las muestras, se procede a realizar los ensayos en laboratorio para registrar los datos y proceder determinar gráficamente y de manera escrita los resultados, como también obtener estructuralmente la estratigrafía del suelo (eje y bordes), con sus cotas correspondientes a profundidad mínima de 1.50m, para el diseño geométrico vial se toma en cuenta como superficie superior la línea de subrasante, y por debajo se tiene los

tipos de suelo del terraplén y el suelo natural con sus cualidades básicas (p. 26).

2.2.9.2 Puntos de Control

Según NTE CE. 010 (2010) indica que, para la evaluación de un suelo, el muestreo por punto, se ubica generalmente en las intersecciones de las vías. [...] la profundidad considerada es de 1.50 metros por debajo del nivel rasante de la vía, posterior a la excavación se procede a la toma de muestras, fotografías, apuntes descriptivos, entre otros aspectos necesarios (p. 8).

A continuación, se muestra la exploración de puntos por los siguientes aspectos:

Tabla 4. *Número de puntos de exploración de suelos*

Tipo de Vía	Número mínimo de puntos de investigación	Área (m2)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectivas	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente: (NTE CE-010 Pavimentos Urbanos, 2010)

El tipo de vía local, son consideradas como la conexión del distrito con el centro urbano. Por las cuales estas vías se caracterizan por tener dos carriles en diferentes direcciones, constituida en una sola calzada direcciones, que son llamadas calles, jirones y hasta avenidas.

2.2.10 Pavimento Rígido

A lo que mencionan Rincón & Higuera (2017) en su artículo que, el pavimento rígido es una losa de concreto simple con el criterio de modulación de acuerdo a lo que indica en la guía de AASHTO, que cuya finalidad es de transferir la carga hacia las juntas transversales y longitudinales y de esta manera directa al contacto de

la estructura del pavimento que su deformación es aplicada hacia la subrasante o cimiento del pavimento. (p. 152).

Según MTC (2014) señala que, los esfuerzos producidos por cargas de tránsito repetidas, que se transfieren los esfuerzos en intensidades menores hacia las capas inferiores y a la subrasante, todo esto es absorbido principalmente por la losa. El pavimento de concreto se divide en los siguientes tipos:

- Pavimento con juntas, de concreto simple
- Pavimento con juntas, de concreto reforzada
- Pavimento continuamente reforzado, de concreto (p. 224)

Según Shaban, Alsabbagh, Wtaife & Suksawang (2020) señalan que, los pavimentos rígidos se componen de varias losas de hormigón, unidas por juntas longitudinales y transversales, que descansan en subestructuras multicapa, tomando ciertas consideraciones:

- ✓ Las juntas transversales y longitudinales son perpendiculares y paralelas a la dirección del tráfico.
- ✓ El pavimento de hormigón simple articulado (no reforzado) (JPCP) es el más común, que son construidas con espacios de juntas cortos.
- ✓ Las clavijas y las barras de amarre se utilizan por lo general para transferir las cargas a la rueda, y estas a las juntas del pavimento.
- ✓ Las dimensiones del JPCP están en función del espesor de la losa, es recomendable que el espacio máximo entre juntas sea inferior a 6,0 m y la relación entre el espacio entre juntas longitudinal y transversal debe ser inferior a 1,25.
- ✓ JPCP puede ser colocado sobre subrasante o sobre múltiples capas de material estabilizado (capas base y subbase). (p. 1)

2.2.10.1 Estructura del Pavimento

De acuerdo con el MTC (2014) indica que, se denomina pavimento a la conformación de varias capas que descansan sobre una subrasante, con el fin de soportar y distribuir los esfuerzos producidos por el volumen vehicular. Generalmente la estructura del pavimento está constituida por las siguientes capas:

- Capa de Rodadura: es la zona superior de concreto (pavimento rígido) o adoquines, o de tipo bituminoso (pavimentos flexibles), con el fin de soportar el tránsito vehicular.
- Base: es la capa ubicada bajo la capa de rodadura, que contribuye en transmitir y distribuir las cargas del tránsito. Por lo que requiere material granular drenante ($CBR \geq 80\%$) o material tratado con cal, cemento o asfalto.
- Sub base: capa que sostiene a la base y a la carpeta con un espesor de diseño. Como también funciona como drenaje controlando la capilaridad del suelo, por las que esta capa puede omitirse debido al tipo, diseño y dimensión del pavimento. Al igual que la base puede ser de material granular con CBR mayor al 40% o material tratado con cal, cemento o asfalto (p. 21).

2.3 ENFOQUE CONCEPTUAL:

- **Suelo:** estructura de partículas orgánicas e inorgánicas que se diferencian por sus cualidades, pues son constituidas por medio de perfiles o estratos, hecho del que se abunda su aplicación (Badillo & Rodríguez, 2010, p. 34).
- **Cemento:** para la estabilización de suelo será de tipo portland (MTC, 2013, p. 248).
- **Cal:** en estabilizaciones se usa cal viva o cal hidratada obteniendo suelo – cal que pueda satisfacer a las necesidades del suelo (MTC, 2013, p. 262).
- **Estabilización de suelos:** consiste en mejorar el suelo en correlación de las propiedades físicas y/o mecánicas desarrollando tratamientos mecánicos y/o físico – químicos (MTC, 2016, p. 1040).
- **Estabilización mecánica:** consiste en mejorar el suelo en correlación a sus propiedades físicas y mecánicas (MTC, 2016, p. 1040).
- **Estabilización química:** consiste en mejorar el suelo en correlación a sus propiedades físicas y/o mecánicas, adicionando aditivos químicos (MTC, 2016, p. 1040).
- **Estabilización suelo – cal:** es la combinación del suelo, cal (viva o hidratada) y agua. Pues esta cal se solidifica en el aire, al contactarse con agua, cuyo efecto de esta combinación es que su plasticidad sea modificada, e incrementa la óptima humedad de compactación y reduciendo la humedad del suelo natural (MTC, 2014, p. 101).
- **Estabilización suelo – cemento:** es la combinación del suelo con cemento, agua y otras adiciones, que son compactadas y curadas. Por las que se obtiene una mejor resistencia modificada de un suelo suelto a uno solidificado (MTC, 2014, p. 102).
- **Pavimento:** una o más capas conformadas sobre la subrasante, por lo que es encargada de resistir y distribuir la carga del volumen de tránsito vehicular hacia el suelo (MTC, 2016, p. 1041)
- **Subrasante:** es la capa de soporte de la subbase, base y carpeta de hormigón o asfalto que conforma la estructura del pavimento (MTC, 2016, p. 1041).

- **Subbase:** capa de uso estructural, con espesor diseñado, que va sobre la subrasante (MTC, 2016, p. 1041).
- **Base:** capa de uso estructural, con espesor diseñado, que va sobre la subbase o sobre la subrasante, dependiendo de la inclusión de la capa subbase (MTC, 2016, p. 1041).
- **Carpeta de rodadura:** capa del pavimento en la parte superior que percibe el tránsito directo. Por lo tanto, la capa debe resistir al deslizamiento, la abrasión y desintegración producto del factor clima y el tránsito vehicular (MTC, 2016, p. 1041).
- **CBR (California Bearing Ratio):** valor relativo de soporte de un suelo o material, evaluados en suelos de subrasante, base, subbase y afirmados (MTC, 2016, p. 248).

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo aplicada porque según definiciones de Supo (2014), deduce que el tipo de investigación por intervención del investigador es de tipo experimental o aplicada ya que abarca la recolección de datos (prospectivo), que son medidas en más de dos ocasiones (longitudinales), y posee un análisis estadístico bivariado que plantea y pone a prueba las hipótesis (analítico). Por las cuales la variable dependiente se somete a un tratamiento para adquirir ciertos resultados a través de una acción estimulada por la variable independiente (causa – efecto).

3.1.2 Nivel de Investigación

Como también esta investigación contempla un nivel de investigación explicativo, debido a que Supo (2014) deduce que, el nivel de investigación explicativo demuestra la relación de causalidad de la variable independiente al resultado y tomando control estadístico de las pruebas para descartar asociaciones aleatorias o causales y lograr obtener el resultado con una de ellas lo que corresponde la relación de variable independiente con la variable dependiente (causa-efecto).

3.1.3 Diseño de Investigación

Corresponde a un diseño de investigación experimental, ya que según Supo (2014), los datos se originaron en campo mediante la intervención deliberada (manipulación), pero no será experimental en su totalidad por las que se encuentra en un intervalo de cuasi – experimental, porque posee un grupo de control y requiere ser medida más de una vez.

3.2 Variables y Operacionalización

3.2.1 Variables de Investigación

Variable Independiente

El cemento y la cal son los materiales más usados para estabilizar suelos; por las que el cemento tiene mayor efectividad en suelos arenosos y arcillosos aumentando su capacidad de soporte; en cambio la cal trabaja específicamente en suelos arcillosos (cohesivos o plásticos) reduciendo la plasticidad convirtiéndolo a material más granular, pero todo este proceso dependerá de la combinación de ambos componentes en proporciones de porcentaje (Rivera, Aguirre, Mejía & Orobio, 2020).

V.I.: Cal y cemento. (X)

Variable Dependiente

La estabilización es un método ingenieril aplicado a diversos tipos de suelo con el fin de mejorar sus propiedades geotécnicas (propiedades físicas y mecánicas), sustituyendo las propiedades iniciales que se tiene del suelo, superando así la inestabilidad volumétrica e incrementar la calidad relativa "CBR" (durabilidad y resistencia) del suelo tratado (Rivera, Aguirre, Mejía & Orobio, 2020).

V.D.: Estabilización de suelos cohesivos. $(Y) = f(X)$

3.2.2 Operacionalización de Variables:

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente Cal y cemento.	El cemento y la cal son los materiales más usados para estabilizar suelos; por las que el cemento tiene mayor efectividad en suelos arenosos y arcillosos aumentando su capacidad de soporte; en cambio la cal trabaja específicamente en suelos arcillosos (cohesivos o plásticos) reduciendo la plasticidad convirtiéndolo a material más granular, pero todo este proceso dependerá de la combinación de ambos componentes en proporciones de porcentaje (Rivera, Aguirre, Mejía & Orobio, 2020).	La cal y cemento son estabilizadores de suelo utilizados para disminuir la plasticidad y mejorar la capacidad de soporte del suelo, pues estos resultados dependerán de la dosificación en proporciones aplicadas de estos elementos estabilizantes a un suelo de baja calidad y mejorar la subrasante.	Dosificación de cal y cemento.	Proporciones de aditivos estabilizantes: 1%, 2% y 3%	Razón
Variable Dependiente Estabilización de suelos cohesivos.	La estabilización es un método ingenieril aplicado a diversos tipos de suelo con el fin de mejorar sus propiedades geotécnicas (propiedades físicas y mecánicas), sustituyendo las propiedades iniciales que se tiene del suelo, superando así la inestabilidad volumétrica e incrementar la calidad relativa "CBR" (durabilidad y resistencia) del suelo tratado (Rivera, Aguirre, Mejía & Orobio, 2020).	La estabilización brinda una mejor calidad en las propiedades físicas y mecánicas del suelo, como también obtenemos mejor resistencia y durabilidad (CBR) del suelo para usos de una subrasante.	Propiedades físicas ----- Propiedades mecánicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de humedad • Límites de consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) ----- • Óptimo contenido de humedad (Proctor modificado) • Máxima densidad seca (Proctor modificado) • CBR en laboratorio 	Razón ----- Razón

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población:

De acuerdo con el autor Vara (2012), da a conocer que, “una población (N) es en general un grupo de unidades que se desea estudiar con características comunes (personas, objetos, eventos, documentos, etc.), ubicados por extensión en un lugar o territorio que cambian con el paso del tiempo” (p. 221).

Por lo tanto, la población de esta investigación es la subrasante de la Av. Santa Rosa desde la progresiva Km 0+530 a Km 1+160 con una distancia de 630 metros, Juliaca, San Román – Puno.

3.3.2 Muestra:

Según Hernández, Fernández & Baptista (2014) da a conocer que, “la muestra (n) es un subconjunto representativo de la población, seleccionados mediante algún método racional, para definir y precisar la parte de la población en interés” (p. 173).

Para determinar el tamaño de muestra según Vara (2012) indica que, una muestra dependerá del tamaño de su población definida que, si es igual a 100 mil, pues su muestra será representada con 370, pero si es menor a ese valor se requiere de un cálculo con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{E^2} \quad (12)$$

Donde:

n : tamaño de la muestra

Z : nivel de confianza

p : proporción de éxito

q : proporción complementaria (1 - p)

E : error permitido

Para “Z”: se estiman niveles de confianza con: 95%=1.96, 96%=2.05, 97%=2.17, 98%=2.33 y 99%=2.58, por las cuales es recomendable utilizar el 95%.

Para “p” y “q”: si se desconoce o no se cuenta con estudios previos, se considera un 50% para cada uno (p. 227).

Y para “E”: se estima un error máximo permitido entre 5% y 7%.

Por las cuales tenemos como datos: $Z=95\% \equiv 1.96$, $E=5\% \equiv 0.05$, $p=50\% \equiv 0.5$ y $q=1-0.5=0.5$.

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{E^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2}$$

$$n = 384.16 \equiv 385 \text{ m.}$$

Por lo tanto, deducimos con el cálculo que la muestra para esta investigación son 385 metros de la subrasante para su respectiva evaluación, que serán evaluados por medio de puntos de control de 1.20 metros de lado y con 1.50 metro de profundidad, con una extracción de 95-100 kilogramos de material para el estudio de suelos respetivamente por cada punto de aplicación.

3.3.3 Muestreo:

Para esta investigación se tomó como muestreo no probabilístico porque por definición de los autores Hernández, Fernández & Baptista (2014) consideran que: Un muestreo no probabilístico no dependerá de un rango de probabilidades establecidas para seleccionar la muestra, por lo contrario, la selección de la muestra se basa al procedimiento decisivo del investigador que responde al criterio de la investigación; pues elegir este muestreo no probabilístico depende al planteamiento de estudio, diseño de investigación y el provecho de su contribución (p. 176).

Por lo tanto, se toma en cuenta la técnica de muestreo no probabilístico, considerando para la muestra el uso de 04 calicatas determinados según la NTP CE - 010 Pavimentos Urbanos en función al tipo de vía considerada y el área de influencia que abarca cada muestreo, relacionando este valor con la muestra definida.

3.4 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1 Técnicas:

Según Vara (2012), indica que, una de las técnicas comunes es la observación, siendo ésta esencial para recolectar datos según al estado en que se encuentre el fenómeno en el presente, hechos que vienen a ser cercanos a la realidad; sin considerar los hechos de antecedentes observados (p. 257).

Por lo tanto, para esta investigación, la técnica utilizada es la observación experimental, que consiste en recolectar los datos, documentos por medio de un proceso experimental de la muestra realizada por los equipos e instrumentos de laboratorio, y la técnica bibliográfica que se toman los fundamentos teóricos y procesos referenciados por reglamentos y normas establecidas por el MTC, ASTM, NTP, y manuales referentes al tema de registro de datos por cada proceso en un laboratorio de suelos.

3.4.2 Instrumentos:

De acuerdo con Vara (2012), da a conocer que, un instrumento es un medio por la cual permite medir o registrar variables, mediante indicadores establecidos. Por las cuales estos instrumentos deben constar de: fiabilidad que viene a ser la precisión, congruencia que el instrumento al ser aplicada varias veces debe producir el mismo resultado; la validez viene a ser la evidencia justificada que se mide, es decir, que cada instrumento de medición debe trabajar netamente a lo que le corresponde y no realizar otros trabajos con un instrumento que no lo corresponde (245).

Por lo tanto, para esta investigación se utilizó instrumentos como es la ficha técnica de recolección de datos proporcionadas con fiabilidad y validez por el laboratorio de suelos brindados por sus profesionales y especialistas, por las cuales estas fichas son establecidas de acuerdo a los requisitos de cada prueba bajo reglamentos y normas constituidas por el MTC, ASTM, NTP y manuales en relación al área de Geotecnia y Pavimentos por cada proceso necesario que se muestran en el ANEXO 2.

3.5 Procedimientos

Para el presente trabajo de investigación, cuenta en desarrollar procesos de estudio de suelos en laboratorio, que tomando en cuenta el muestreo se consideró en tomar cuatro puntos de investigación (calicatas) a una profundidad mínima de 1.50 metros que dependieron al área de influencia según normas relacionadas con la muestra de la sección de tipo de vía urbana estudiada (Ver Tabla 4) por lo que se considera a ser un tipo de vía local.

Por lo tanto, la recolección de datos será directamente obtenidas a través de los ensayos de laboratorio utilizando los equipos e instrumentos requeridos según el objetivo de estudio.

Para el procedimiento metodológico del presente trabajo de investigación se desarrolló de la manera siguiente:

ETAPA I: Trabajo en campo.

De acuerdo a las muestras obtenidas de la población, se procedió a:

- Realizar las excavaciones de 1.50 metros de profundidad con una maquinaria para extraer las muestras requeridas a laboratorio de suelos a nivel de subrasante según norma MTC.
- Extraer las muestras necesarias de cada calicata para realizar el estudio de suelos correspondiente en laboratorio.

ETAPA II: Obtención de los aditivos estabilizantes.

- Se procede a obtener los aditivos estabilizantes de cal y cemento, las cuales fueron obtenidas: el cemento de ferretería, y la cal por pedido de industria procesadora.

ETAPA III: Ensayos de laboratorio (muestra patrón y suelo mejorado).

Se elabora una relación de los ensayos correspondientes para identificar el tipo de suelo que se tiene y posterior estabilizarlos, y son:

Tabla 5. Ensayos en laboratorio de suelos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYO	NORMAS	
1	MUESTRA NATURAL	PROPIEDADES FÍSICAS	Contenido de Humedad	ASTM D2216 / MTC E 108
2			Límite Líquido	ASTM D 4318 / MTC E 110
3			Límite Plástico	ASTM D4318-17 / MTC E 111
4			Granulometría	ASTM D422 - D2216 - D427 / MTC E 107
5			Clasificación de Suelos AASHTO	ASTM D3282-15
6			Clasificación de Suelos SUCS	ASTM D2487-17
7		PROPIEDADES MECÁNICAS	Compactación de Suelos (Proctor)	ASTM D1557 / MTC E 115
8			CBR	ASTM D1883 / MTC E 132
10	ADICIONANDO AL SUELO CON CAL Y CEMENTO	PROPIEDADES FÍSICAS	Límite Líquido	ASTM D 4318 / MTC E 110
11			Límite Plástico	ASTM D4318-17 / MTC E 111
12			Granulometría	ASTM D422 - D2216 - D427 / MTC E 107
13		PROPIEDADES MECÁNICAS	Compactación de Suelos (Proctor)	ASTM D1557 / MTC E 115
14			CBR	ASTM D1883 / MTC E 132

Fuente: Elaboración propia.

- Para empezar primeramente se realizó el cuarteo correspondiente de la muestra total y tomando el 50% de material selecto para el proceso de cada ensayo y por cada calicata.

- Para el ensayo de Contenido de Humedad del suelo, esta muestra es extraída de cada calicata sin tener que alterarla de manera selectiva y etiquetada en bolsas impermeables, por las cuales en el laboratorio, en recipientes registrada su peso se coloca cierta cantidad de muestra para ser pesada en la balanza de precisión registrando su peso del suelo húmedo y posteriormente se procede a secarla en un horno a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$, posterior a las 24 horas se debe registrar nuevamente el peso del suelo seco, por ende teniendo los datos registrados se determinara su humedad por medio de fórmulas y cálculos según la norma ASTM D2216 / MTC E 108.
- Para los Límites de Consistencia: límite líquido y límite plástico se procede a realizar la selección del material secado naturalmente y triturada, las cuales se hace el uso del tamiz N°40 (0.425mm) de aproximadamente 150 a 200 gramos de muestra pasante por el tamiz para cada límite.
- Para el ensayo del Límite Líquido, la muestra selecta se procede a humedecerla con pipeta llena de agua, próxima a tener una consistencia no excedida ni seca, sino en promedio dentro de un recipiente, que será después será puesta en la Cuchara de Casagrande formando una media luna con la ayuda de una espátula de 3" – 4" y ranurada por la mitad de norte a sur con un ancho de 13mm (1/2"), y proceder a realizar los golpes correspondiente hasta juntar la parte dividida en tres puntos de: 15 - 25 golpes, de 20 a 30 golpes y 25 a 30 golpes, posterior se toma la muestra de forma perpendicular a la ranura la cual se haya juntado por los golpes, que serán colocadas en taras con peso registrado que se tomará apunte de su peso húmedo y llevarlo a secar en el horno por 24 horas y nuevamente registrar su peso seco de la muestra. En caso de la adición de aditivos de cal y cemento, el procedimiento es el mismo con la diferencia que su peso es complementado con proporciones ya estimadas. Y por consecuente se procede a realizar los cálculos según la norma ASTM D 4318 / MTC E 110.

- Para el ensayo del Límite Plástico, la muestra selecta se toma 20 gramos y procedemos a humedecerla con una pipeta llena de agua, por las cuales se amasa la muestra dándole forma de esfera, debe tener una consistencia promedia al igual que la muestra del límite líquido, posteriormente tomando una porción de la esfera se moldea sobre un vidrio de vinilo y con la yema de los dedos suavemente formando cilindros de aproximadamente 3.2mm (1/8”), punto donde se debe notar el desmoronamiento de esa muestra, caso contrario deberá repetirse el ensayo, cuando logre el desmoronamiento se toma la muestra deteriorada en taras con peso registrado y tomar apunte del peso húmedo de la muestra, prosiguiendo será secada en el horno por 24 horas y nuevamente registrar su peso del suelo seco. En caso de la adición de aditivos de cal y cemento, el procedimiento es el mismo con la diferencia que su peso es complementado con proporciones estimadas de aditivos estabilizantes de cal y cemento. Y por consecuente se procede a realizar los cálculos según la norma ASTM D4318-17 / MTC E 111.
- Para el ensayo de la Granulometría, se toma un muestra considerada seca y triturada, teniendo en consideración que para el tamizado primeramente debe ser lavada la muestra con agua potable por el tamiz N°200 y con la ayuda de una pipeta, con el objetivo de separar las micromoléculas pasantes del tamiz mencionado como también de algunas materias orgánicas, una vez lavada se debe secar la muestra por 24 horas en el horno, por lo tanto se procede a distribuir las partículas por medio de los tamices N°10, N°20, N°50, N°100, N°200 y el fondo, posteriormente se registra los pesos retenidos por cada tamiz en la balanza de precisión según norma ASTM D422 - D2216 - D427 / MTC E 107, para luego determinar con los datos registrados su clasificación bajo los sistemas de SUCS / AASHTO según normas ASTM D2487-17 / ASTM D3282-15. En caso de la adición de aditivos de cal y cemento, el procedimiento es el mismo con la diferencia que su peso es complementado con proporciones ya estimadas. Y por

consecuente se procede a realizar los cálculos según las normas mencionadas.

- Para el ensayo de Proctor Modificado (compactación de suelos), se analizará primeramente que método utilizarlo de acuerdo a la granulometría que se obtenga, por las cuales se pudo observar que se tiene mayormente suelos finos, definiendo así el uso del Método "A" (diámetro 4"), porque la muestra es pasante del tamiz N°4 (4.75 mm), luego se divide la muestra en cuatro partes iguales (para 4 puntos) de 3500 gr. cada uno, que nos permitirá obtener la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, que para ello primeramente se tomará los datos de registro de peso y volumen del molde, después se debe preparar la muestra homogenizando con agua con 6%, 8%, 10% y 12% del peso total de la muestra para la muestra natural, pero para la adición de aditivos de cal y cemento debe proporcionarse 1% (0.5% cal más 0.5% de cemento), de 2% (1% cal más 1% de cemento) y 3% (1.5% cal más 1.5% de cemento) del complemento del peso total de la muestra, y amasarlo con las manos hasta quedar homogenizada toda la muestra con agua, cal y cemento.

Una vez homogenizado la muestra con agua y los aditivos estabilizantes se divide la muestra en la bandeja en cinco partes iguales, representando cada parte dividida a una capa dentro del molde Proctor que será compactada con el pisón manipulada por uno mismo, que se colocará la muestra homogenizada en bolsas impermeables por 24 horas para que pueda mantener su humedad, por lo tanto, se registrará el peso pasado el tiempo se procederá a realizar la compactación de la muestra de 25 golpes por capa.

Posteriormente a la compactación de la muestra se procede a quitar el anillo del molde, enzararla con una regla metálica y pesarlo en una balanza, luego se extrae de la parte inferior con un cincel y comba la muestra compactada, luego tomar esas muestras en una tara y registrar su peso húmedo, colocarlo al horno y nuevamente pesarlo el suelo seco, con todos los datos registrados se hará un cálculo de

obtener la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad según normas ASTM D1557 / MTC E 115, tanto del suelo natural como del suelo estabilizado.

- Para el ensayo de CBR, se inicia con los registros peso y volumen (diámetro 6") del molde de Proctor Modificado, como también medir la altura del disco espaciador, posterior se preparan 3 muestras de 5600 gramos para la homogenización agregando la cantidad de agua obtenida según el óptimo contenido de humedad del ensayo Proctor para la muestra natural y agregando cal y cemento para su estabilización según las proporciones indicadas (50% cada una del total de la proporción).

Por ende, homogenizado la muestra se procede en compactar la muestra después de 24 horas de reposo, por ello para empezar a compactarla se debe colocar el papel filtro antes de cada capa y como también al concluir todo el proceso de compactación a caída libre con el pisón, las cuales serán compactas en 5 capas por 12, 26 y 55 golpes en un molde cada uno tanto para la muestra natural y para cada proporción establecido para mejorar el suelo con cal y cemento.

Posterior a la compactación se lleva a cabo el enrasamiento de la muestra quitando el collarín del molde y registrar su peso, luego se coloca sobre la muestra compactada los discos espaciadores, y se procede a sumergir en una poza con agua, que debe estar nivelada y sumergida durante 96 horas (4 días) que durante ese tiempo se debe medir la expansión cada 24 horas con un dial deformímetro apoyada en un trípode (simula la fluctuación en el nivel del agua subterránea). Una vez pasado el tiempo de 4 días se lleva los moldes a la prensa de penetración para dar lectura la penetración y la resistencia del suelo como índice de CBR; con todos los datos obtenidos se hará el cálculo respectivo y graficada el valor de CBR según normas ASTM D1883 / MTC E 132.

ETAPA IV: Procesamiento de datos para los resultados.

- Terminado la etapa de ensayos de laboratorio, todos los datos obtenidos en campo como en el proceso de cada ensayo establecido serán procesados al programa de Microsoft Excel que por medio de fórmulas o ecuaciones establecidos por las normas ASTM, MTC y NTE, se obtendrán los resultados esperados

3.6 Método de Análisis de Datos

Para el desarrollo de esta investigación se consideró realizar en tres etapas: muestreo en campo (in situ), ensayos de muestras en laboratorio y por último realizar los cálculos en gabinete. Para ello se determina en realizar un mejoramiento de suelos cohesivos para su conformación como fundamento de apoyo de la estructura de un pavimento que viene a ser la subrasante, por las que los datos que se registraron en cada ensayo de laboratorio se calculará con el programa Excel como sistema de confianza que determinará coherencia de los resultados con las hipótesis mencionadas, es así que llegaremos a ciertas conclusiones y dar algunas recomendaciones a lo que se observe e intérprete de los resultados y de esa manera dar aporte informativo y alternativa de solución de mejorar su condición del suelo a la sociedad de la Ciudad de Juliaca.

3.7 Aspectos Éticos

En la presente tesis, las fuentes bibliográficas consideradas para el desarrollo de esta investigación son avaladas y de entera confianza, que en ningún momento se acudió al plagio de otros autores mencionados en este trabajo de investigación, tomando en cuenta la manera de citar y referenciar según la norma internacional ISO 690, como también el uso de la “Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis para la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales” brindada por la Universidad César Vallejo, y aprobado por el Vicerrectorado de Investigación.

IV. RESULTADOS

En la presente tesis que por título tiene: “Estabilización de suelos cohesivos con cal y cemento para mejorar la subrasante de la Avenida Santa Rosa, Puno, 2021”, que se desarrolló de acuerdo a los objetivos establecidos, que contempla en determinar la manera de estabilizar el suelo con cal y cemento para mejorar la subrasante de dicha avenida, para ello, primeramente se debe considerar para una subrasante primordialmente el tipo de suelo y su CBR, las cuales para tal objetivo se determina en clasificar al suelo por medio de sus propiedades físicas y determinar su CBR por medio de sus propiedades mecánicas del suelo, las cuales dichas propiedades fueron procesadas en laboratorio de suelos basadas a las normas vigentes del MTC, NTE y el ASTM.

Cabe mencionar que el estudio de suelos realizado consta de una población localizada en la Región de Puno, Provincia de San Román, en el Distrito de Juliaca, la cual queda ubicada al Noreste de la ciudad de Juliaca a 3825 m.s.n.m. que abarca la Avenida Santa Rosa con cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. *Características de la población de investigación*

Población de la investigación	Características de la vía			Número de calicatas
	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)	
Avenida Santa Rosa	10.00	630.00	6300.00	04

Fuente: Elaboración propia.

4.1 Trabajos en Campo

Tabla 7. *Descripción de calicatas.*

CALICATA	MARGEN	PROFUNDIDAD	COORDENADAS UTM	
			ESTE	NORTE
C - 01	Derecho	1.50 m.	379986	8287938
C - 02	Izquierdo	1.50 m.	380056	8287982
C - 03	Derecho	1.50 m.	380221	8288069
C - 04	Izquierdo	1.50 m.	380873	8288130

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7 se puede apreciar la descripción por cada calicata excavadas a 1.50 metros de profundidad a lo que indica la norma vigente del MTC Suelos y Pavimentos, para el estudio de suelos de una subrasante, con su respectiva ubicación con coordenadas UTM.

Posteriormente a la identificación y extracción de muestras por cada calicata se procedió a determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón (suelo natural).

4.2 Ensayos de Laboratorio a la Muestra Patrón

4.2.1 Propiedades Físicas del Suelo

Para las propiedades físicas de la muestra patrón se desarrollaron los siguientes ensayos de laboratorio:

A) Contenido de humedad

Este ensayo nos permite determinar la cantidad de agua que contiene el suelo determinado en unidades de porcentaje.

Tabla 8. Resumen de resultados del contenido de humedad de la muestra patrón (suelo natural)

CALICATA	MARGEN	ALTURA (m.)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C – 01	Derecho	0.30 – 1.50	8.81
C – 02	Izquierdo	0.25 – 1.50	8.75
C – 03	Derecho	0.35 – 1.50	9.25
C – 04	Izquierdo	0.25 – 1.50	7.25

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Comparación del contenido de humedad de la muestra patrón por calicata
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 y en la Figura 8 se puede observar que las calicatas con mayor contenido de humedad son las tres primeras, resaltando la calicata 3 con 9.25% de mayor contenido de humedad, y la cuarta calicata con un 2% menos que el máximo valor de contenido de humedad de las calicatas anteriores.

B) Límite líquido (LL)

Este ensayo nos permite saber el contenido de humedad y el límite en que se encuentra del estado plástico y el estado líquido, por las cuales también nos permite determinar el índice de plasticidad del suelo.

Tabla 9. Resumen de resultados del límite líquido de la muestra patrón (suelo natural)

CALICATA	MARGEN	ALTURA (m.)	LÍMITE LÍQUIDO (%)
C-01	Derecho	0.30 – 1.50	52.35
C-02	Izquierdo	0.25 – 1.50	51.29
C-03	Derecho	0.35 – 1.50	51.32
C-04	Izquierdo	0.25 – 1.50	22.27

Fuente: Elaboración propia.

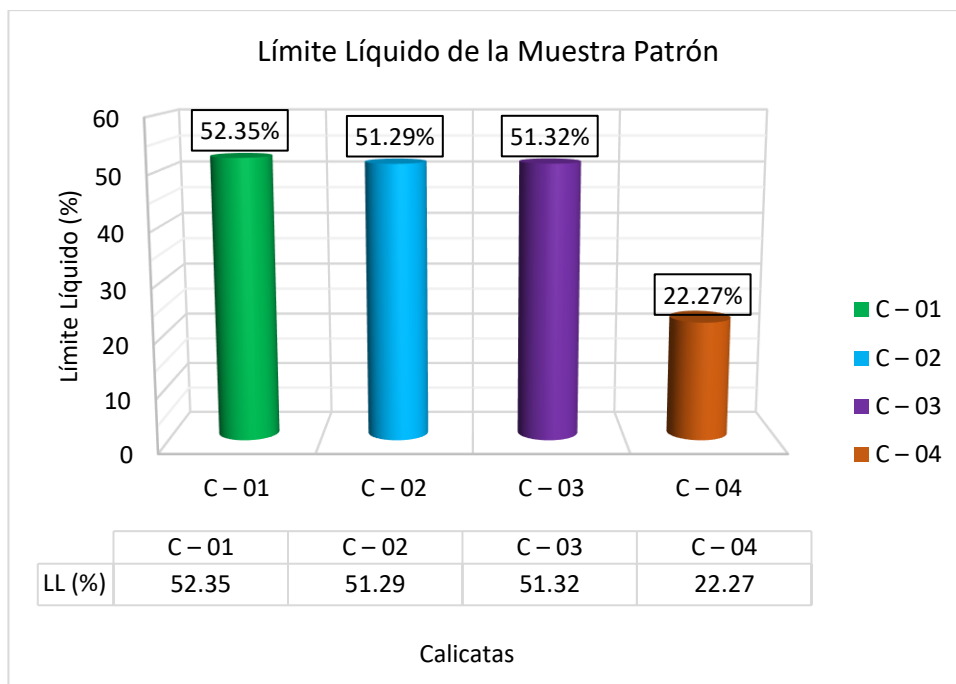


Figura 9. Relación gráfica del límite líquido de la muestra patrón por calicata
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9 y en la Figura 9 apreciamos que las calicatas 01, 02 y 03 tiene más de 50% de límite líquido a lo que es una señal de ser un suelo limos o arcillas que superan el valor mínimo de 41%, y que la calicata 04 con un valor del límite por debajo del 40% según normas del MTC indicaría que sea un suelo arenoso o limoso.

C) Límite plástico (LP)

Este ensayo nos permite saber el contenido de humedad y el límite en que se encuentra del estado semisólido y el estado plástico, por las cuales también nos permite determinar el índice de plasticidad del suelo.

Tabla 10. Resumen de resultados del límite plástico de la muestra patrón (suelo natural)

CALICATA	MARGEN	ALTURA (m.)	LÍMITE PLÁSTICO (%)
C - 01	Derecho	0.30 - 1.50	33.3
C - 02	Izquierdo	0.25 - 1.50	32.38
C - 03	Derecho	0.35 - 1.50	32.42
C - 04	Izquierdo	0.25 - 1.50	18.59

Fuente: Elaboración propia.

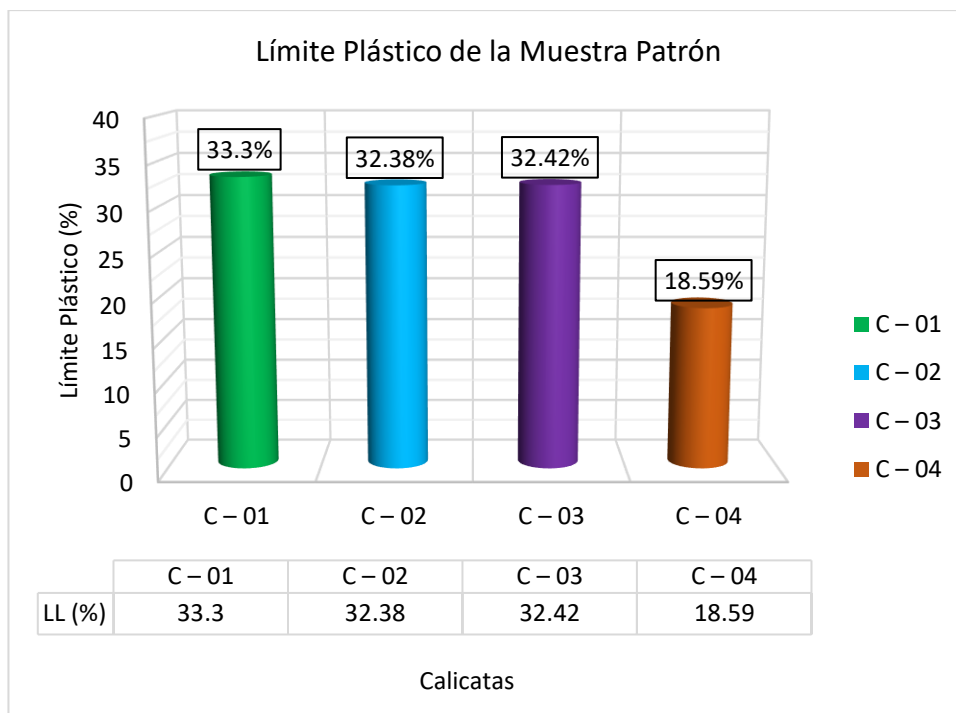


Figura 10. Relación gráfica del límite plástico de la muestra patrón por calicata
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 10 y en la Figura 10 se puede ver que las calicatas 01, 02 y 03 siguen teniendo un alto límite plástico con una mínima variación centesimal, y que la calicata 04 se encuentra por debajo del 20% de límite plástico.

D) Índice de plasticidad (IP)

Con la diferencia del límite líquido y el límite plástico se obtiene el índice de plasticidad que nos permitirá clasificar el suelo por el sistema SUCS y por el sistema AASHTO

Tabla 11. Resumen de resultados del índice de plasticidad de la muestra patrón (suelo natural)

CALICATA	MARGEN	ALTURA (m.)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
C - 01	Derecho	0.30 - 1.50	19.05
C - 02	Izquierdo	0.25 - 1.50	18.91
C - 03	Derecho	0.35 - 1.50	18.90
C - 04	Izquierdo	0.25 - 1.50	3.68

Fuente: Elaboración propia.

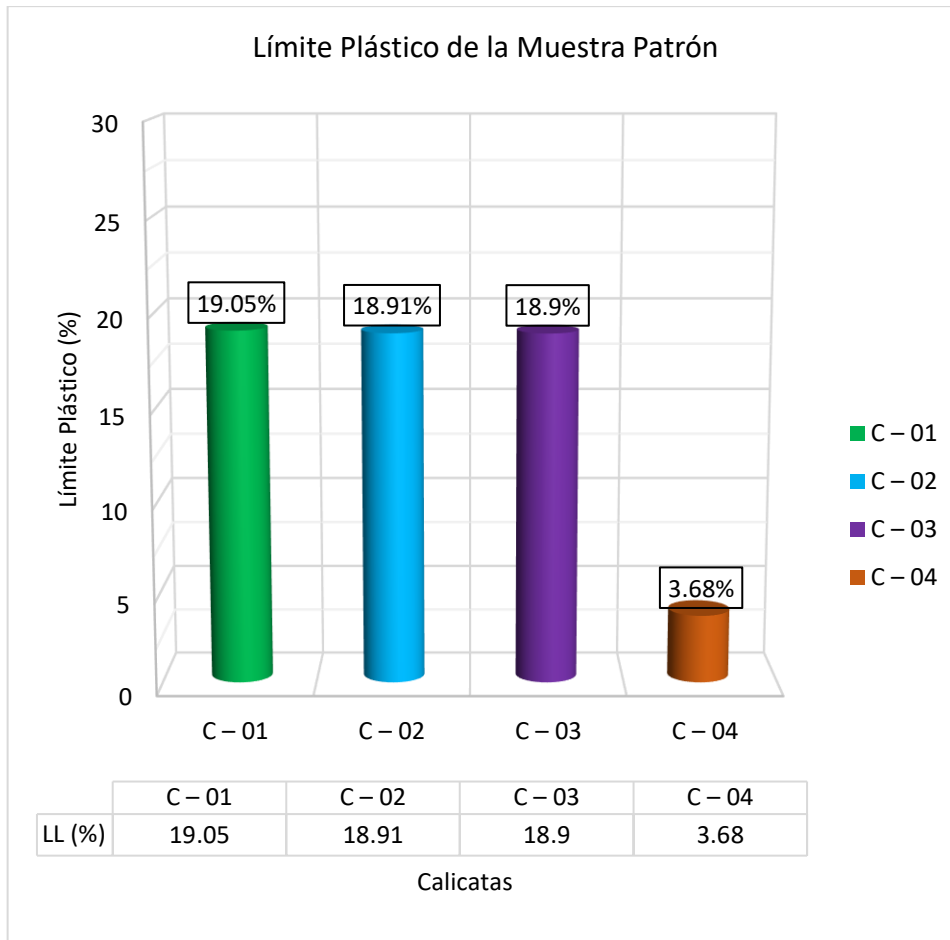


Figura 11. Relación gráfica del índice de plasticidad del la muestra patrón por calicata
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 y en la Figura 11 se aprecia que el índice de plasticidad de las cuatro calicatas es superior a 3% a lo que indica según la clasificación AASHTO llegaría a ser desde un suelo arenoso hasta un suelo arcilloso.

E) Granulometría

Este ensayo permite distribuir la muestra por tamaños mediante los tamices y determinar su clasificación del suelo por la forma de su comportamiento, ya sea por su gradación o por su plasticidad.

Tabla 12. Resumen de resultados de granulometría de la muestra patrón (suelo natural)

TAMIZ		CALICATA 01		CALICATA 02		CALICATA 03		CALICATA 04	
ASTM	mm.	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante
1/2"	12.500	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.6	99.4
N°4	4.750	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.3	99.2
N°10	2.000	0.1	99.9	0.1	99.9	0.2	99.8	3.8	95.3
N°20	0.850	0.4	99.5	0.5	99.4	0.4	99.4	16.0	79.3
N°40	0.425	0.7	98.8	0.8	98.6	0.6	98.9	16.8	62.5
N°100	0.150	4.2	94.7	4.2	94.4	4.4	94.5	18.0	44.5
N°200	0.075	3.6	91.0	3.6	90.9	4.1	90.4	13.7	30.9

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12 se puede ver la distribución de las muestras a través de los tamices, correspondientes al tamaño de sus partículas por lo que se deduce que en las calicatas 01, 02 y 03 las muestras que pasan en el tamiz N°200 son más del 50% que conduciría a tener mayor suelo fino que grueso; pero en la muestra de la calicata 04 no sucede lo mismo, sino que se tiene menos del 50% pasante al tamiz N°200 pero mayor al 50% pasante del tamiz N°4 a lo que señalaría ser arena o combinación con algo de fino según la tabla de clasificación de suelos AASHTO.

F) Clasificación de suelos con los sistemas SUCS y AASHTO

La clasificación de suelos es muy importante que nos permitirá determinar la clase y el tipo de suelo que analizándolo podremos identificar si requiere un tratamiento al suelo.

Tabla 13. Resumen de resultados de la clasificación de suelos de la muestra patrón (suelo natural)

CALICATA	% DE GRAVA	% DE ARENA	% DE FINOS	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
							SUCS	AASHTO
C – 01	0.0	9.00	91.00	52.35	33.3	19.05	MH	A-7-5
C – 02	0.0	9.10	90.90	51.29	32.38	18.91	MH	A-7-5
C – 03	0.0	9.60	90.40	51.32	32.42	18.9	MH	A-7-5
C – 04	0.8	68.30	30.90	22.27	18.59	3.68	SM	A-2-4

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 13 se puede observar la clasificación del suelo mediante ambos sistemas SUCS y AASHTO, mediante los resultados anteriores se obtuvieron que las tres primeras muestras corresponden a ser limos de alta plasticidad, resaltando que estos suelos son conocidos como cohesivos por ser fino, ya sea limoso o arcilloso especificada con su estado de plasticidad; que a diferencia de la calicata cuatro no correspondería a ser un suelo cohesivo, pues para su fundación llegan a ser de regular a malo. Como se sabe un suelo cohesivo con tales propiedades físicas obtenidas en laboratorio llega a ser tratada con aditivos estabilizantes, que según la Figura 5 señala que con un IP mayor o igual al 18% y cuya clasificación sea a partir del A-7 requiere el uso de la cal y el cemento. Pero para ello también es necesario conocer sus propiedades mecánicas del suelo, que solo se tendrá en cuenta los más críticos, es decir, los suelos cohesivos.

4.2.2 Propiedades Mecánicas del Suelo

G) Proctor Modificado

Nos permite conocer el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca del suelo.

Tabla 14. Resumen de resultados del proctor modificado de la muestra patrón (suelo natural)

CALICATA	MARGEN	ALTURA (m.)	PROCTOR	
			M.D.S. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)
C – 01	Derecho	0.30 – 1.50	1.539	23.27
C – 02	Izquierdo	0.25 – 1.50	1.548	22.16
C – 03	Derecho	0.35 – 1.50	1.553	22.05

Fuente: Elaboración propia.

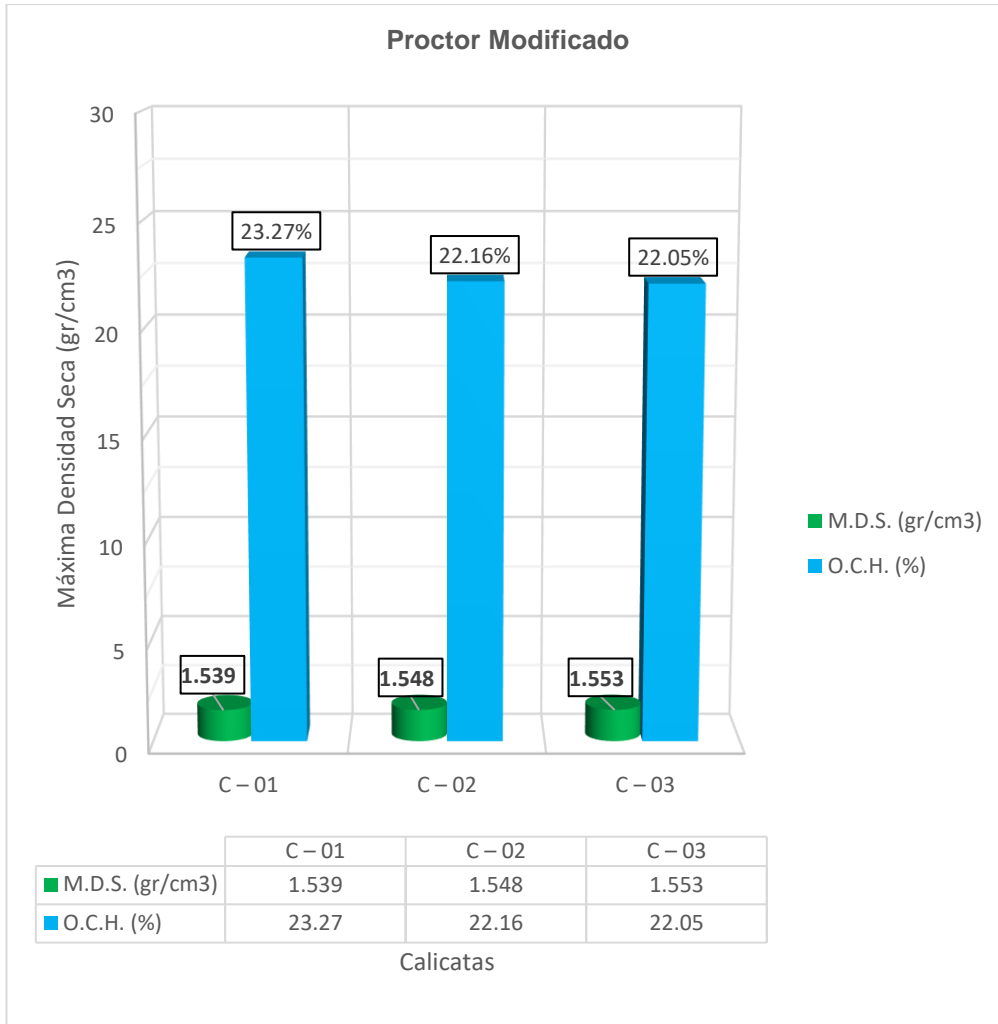


Figura 12. Relación de O.C.H y M.D.S. de la muestra patrón por cada calicata
Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar en la Tabla 14 y la Figura 12 se observa que la muestra de la calicata 01 tiene el menor valor de M.D.S. y el mayor valor en O.C.H.; pero en la muestra de la calicata 03 es lo contrario, que tiene el mayor valor de M.D.S. y el menor valor de O.C.H. relacionadas entre las tres muestras de suelo.

H) California Bearing Ratio (CBR)

Este ensayo nos permitirá conocer la capacidad de resistencia del suelo por medio de porcentajes que determinan desde un estado malo hasta un estado excelente, por las cuales fueron compactadas con los resultados del O.C.H. y la M.D.S. del proctor modificado.

Tabla 15. Resumen de resultados de CBR de la muestra patrón (suelo natural)

CALICATA	MARGEN	ALTURA (m.)	CBR	
			100%	95%
C – 01	Derecho	0.30 – 1.50	2.5	1.6
C – 02	Izquierdo	0.25 – 1.50	2.7	1.5
C – 03	Derecho	0.35 – 1.50	3.0	1.8

Fuente: Elaboración propia.

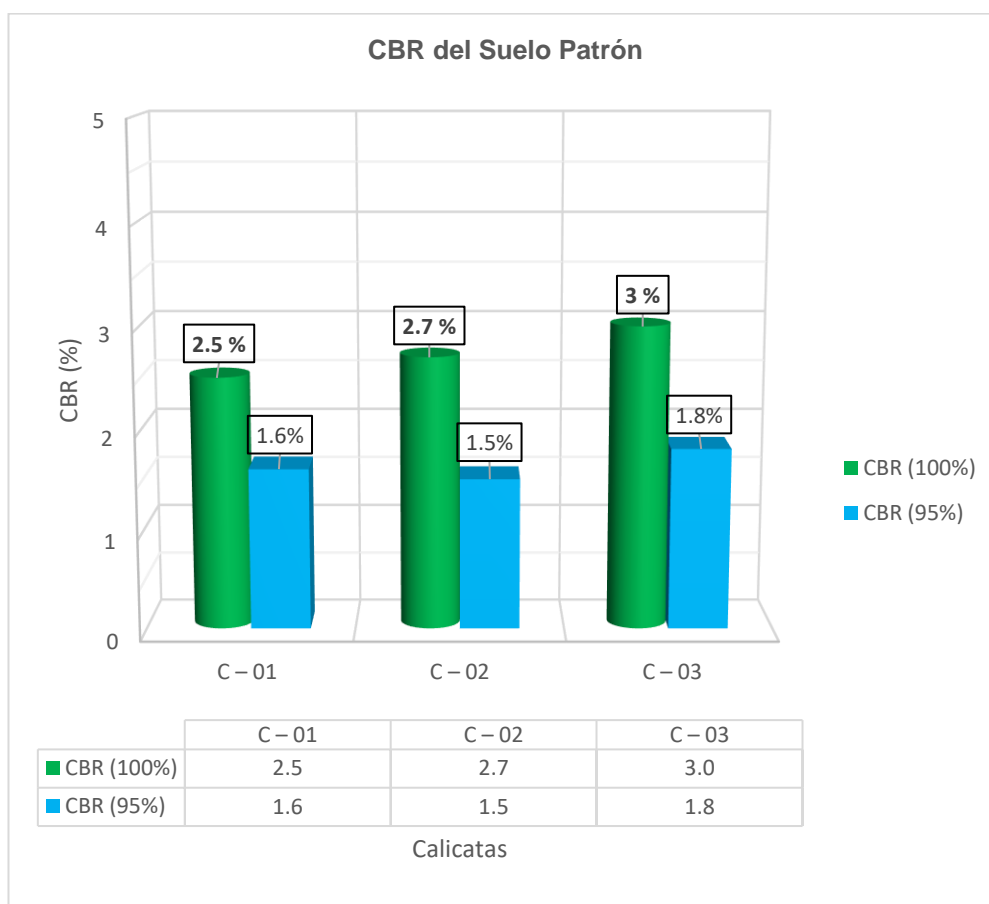


Figura 13. Relación de CBR al 100% y 95% de la muestra patrón por calicatas
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 15 y en la Figura 13 se observa que las muestras del suelo por cada calicata tienen un CBR por debajo del 3% ya se considerado al 100% o bien al 95%, que por las cuales para uso de subrasante el reglamento del MTC “Sección Suelos y Pavimentos” indica que a partir del 3% para abajo corresponde a suelos malos y que requiere de un tratamiento con aditivos estabilizantes, como es la cal y el cemento, que ayudará a incrementar su resistencia y disminuir su plasticidad.

4.3 Ensayos de Laboratorio de la Muestra Patrón (M.P.) + Aditivos Estabilizantes (Cal y Cemento)

A) Cambio del contenido de humedad del suelo adicionando cal y cemento

Al agregar aditivos estabilizantes (cal y cemento) a la muestra patrón produce un cambio a su contenido de humedad que se verá en la siguiente tabla:

Tabla 16. Resumen del contenido de humedad de la C 01 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C – 01	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	8.81
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	8.72
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	8.34
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	6.53

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

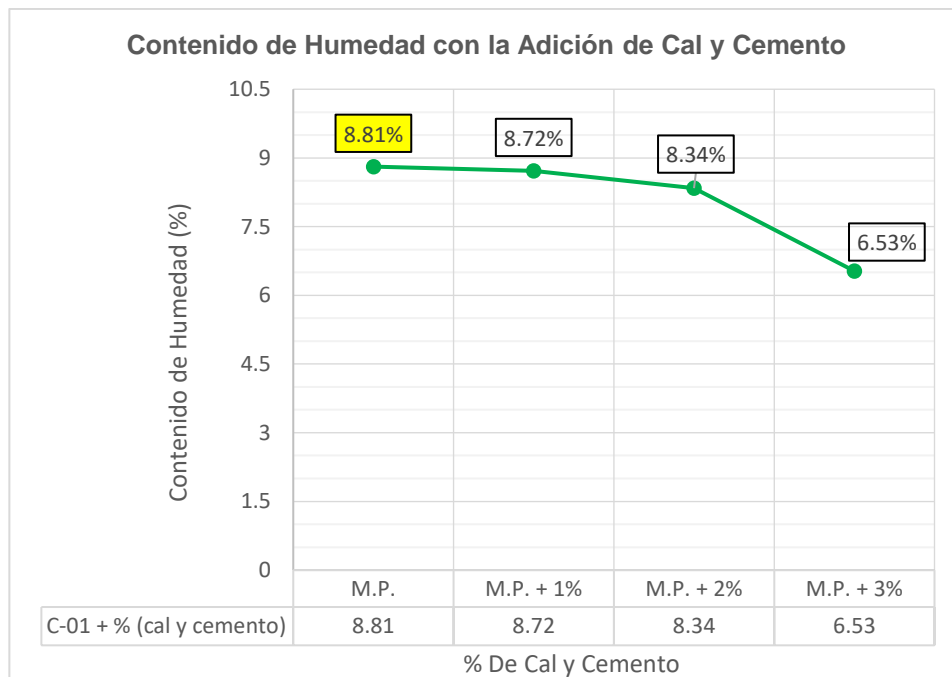


Figura 14. Influencia de la cal y el cemento en el contenido de humedad de la calicata 01

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 16 y en la Figura 14 se aprecia el resultado del contenido de humedad del suelo de la calicata 01 adicionada con proporciones de cal y cemento, analizando que disminuye su valor de humedad de manera no lineal, que tomando en cuenta su mayor proporción de esos aditivos, tendrá una relación de reducir aún más la humedad del suelo.

Tabla 17. Resumen del contenido de humedad de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón (M.P.)	8.75
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	8.69
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	8.25
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	7.86

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

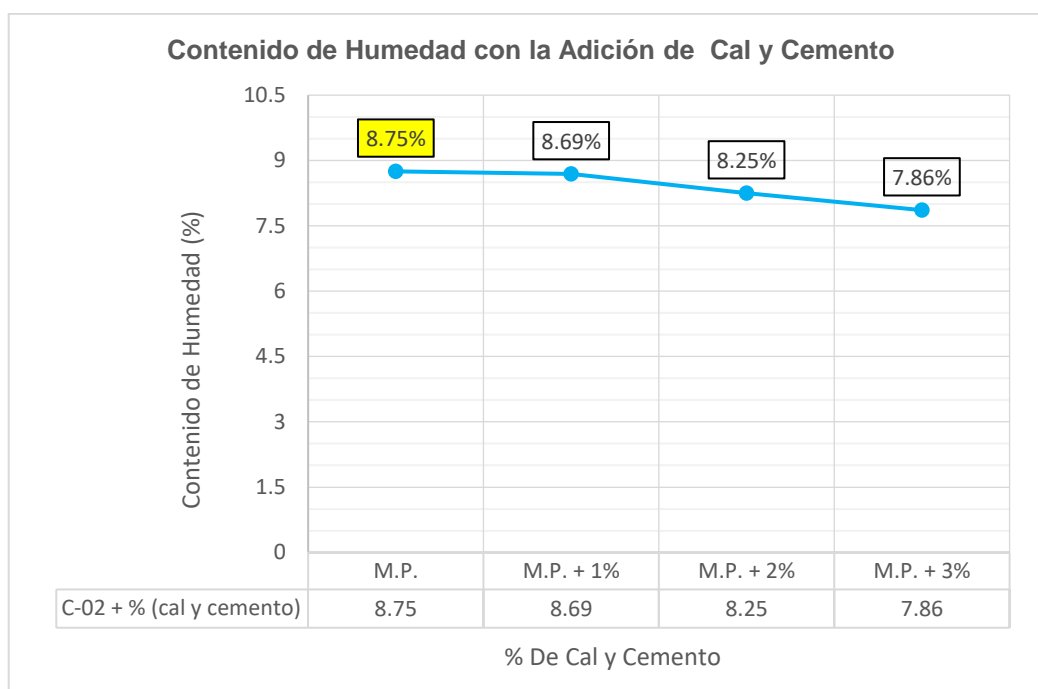


Figura 15. Influencia de la cal y el cemento en el contenido de humedad de la calicata 02

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 17 y en la Figura 15 se aprecia el resultado del contenido de humedad del suelo de la calicata 02 adicionada con proporciones de cal y cemento, analizando que disminuye su valor de humedad de manera no lineal, que tomando en cuenta su mayor proporción de esos aditivos, tendrá una relación de reducir aún más la humedad del suelo.

Tabla 18. Resumen del contenido de humedad de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C – 03	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	9.25
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	8.56
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	8.07
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	6.48

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

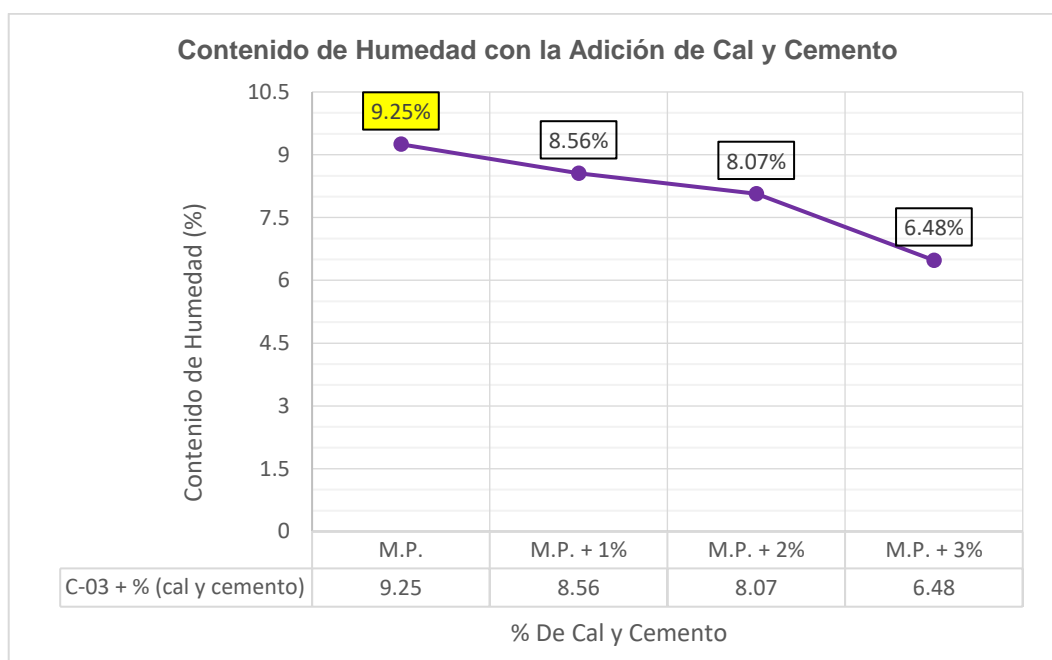


Figura 16. Influencia de la cal y el cemento en el contenido de humedad de la calicata 03
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 18 y en la Figura 16 se aprecia el resultado del contenido de humedad del suelo de la calicata 03 adicionada con proporciones de cal y cemento, analizando que disminuye su valor de humedad de manera no

lineal, que tomando en cuenta su mayor proporción de esos aditivos, tendrá una relación de reducir aún más la humedad del suelo.

B) Cambio del límite líquido del suelo al adicionar cal y cemento

La adición de cal y cemento a un suelo cohesivo es factible porque reducirá su valor de límite líquido que influirá posteriormente en su índice de plasticidad.

Tabla 19. Resumen del límite líquido de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (%)
C – 01	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	52.35
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	50.72
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	50.45
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	48.95

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

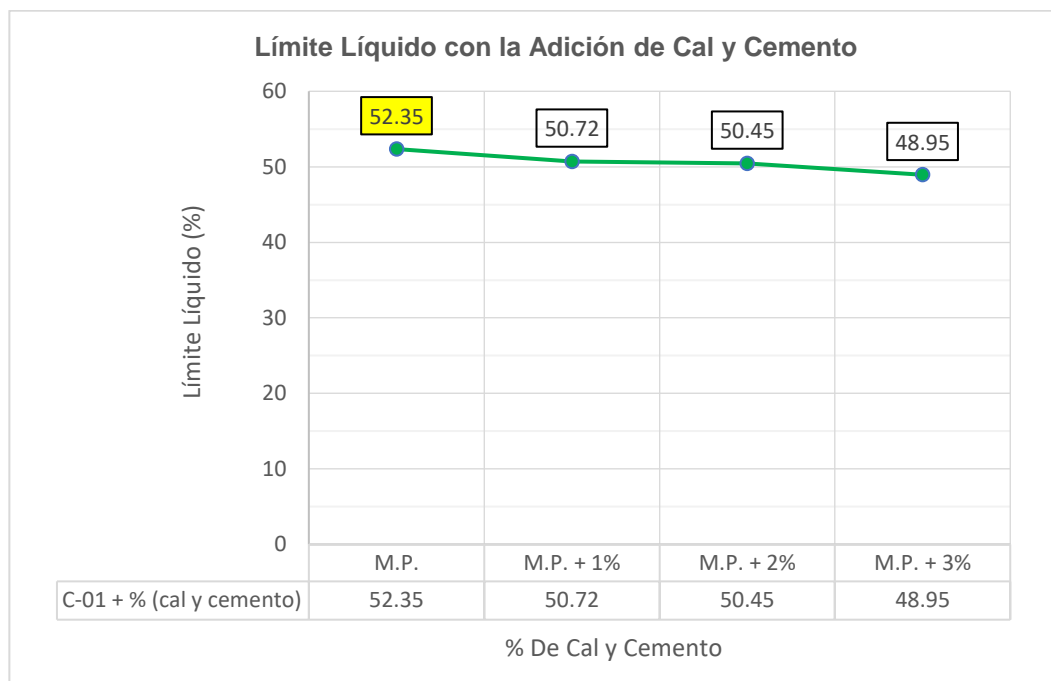


Figura 17. Influencia de la cal y el cemento en el límite líquido de la calicata 01

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 19 y en la Figura 17 se aprecia los resultados de la muestra de la calicata 01 mejorada con cal y cemento que va reduciendo de manera mínima y escalada que depende a las dosificaciones proporcionales de cal y cemento, que por ello afecta posteriormente en el resultado del índice de plasticidad.

Tabla 20. Resumen del límite líquido de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (%)
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón (M.P.)	51.29
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	50.85
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	50.15
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	49.53

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

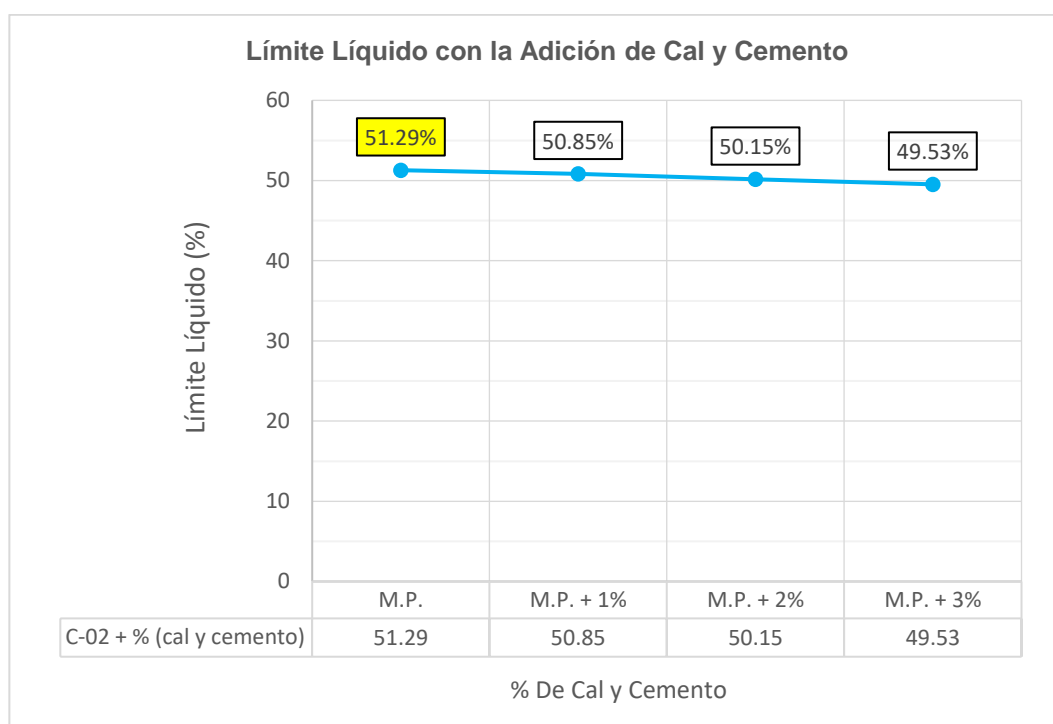


Figura 18. Influencia de la cal y el cemento en el límite líquido de la calicata 02

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 20 y en la Figura 18 se aprecia los resultados de la muestra de la calicata 02 mejorada con cal y cemento que va reduciendo de

manera mínima y escalada que depende a las dosificaciones proporcionales de cal y cemento, que por ello afecta posteriormente en el resultado del índice de plasticidad.

Tabla 21. Resumen del límite líquido de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (%)
C – 03	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	51.32
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	50.97
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	50.03
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	48.67

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

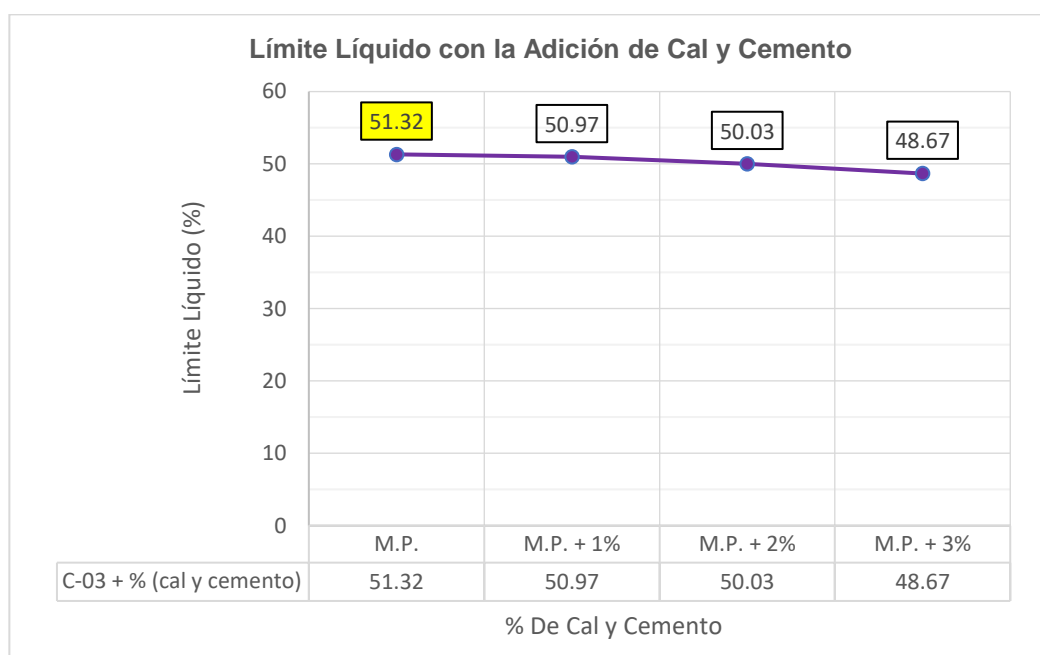


Figura 19. Influencia de la cal y el cemento en el límite líquido de la calicata 03
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 21 y en la Figura 19 se aprecia los resultados de la muestra de la calicata 03 mejorada con cal y cemento que va reduciendo de manera mínima y escalada que depende a las dosificaciones proporcionales de cal y cemento, que por ello afecta posteriormente en el resultado del índice de plasticidad.

C) Cambio del límite plástico del suelo al adicionar cal y cemento

El límite plástico nos permite determinar el porcentaje de plasticidad que contiene un suelo que posteriormente será útil para conocer su índice de plasticidad.

Tabla 22. Resumen del límite plástico de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LÍMITE PLÁSTICO (%)
C – 01	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	33.30
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	32.02
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	32.66
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	32.08

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

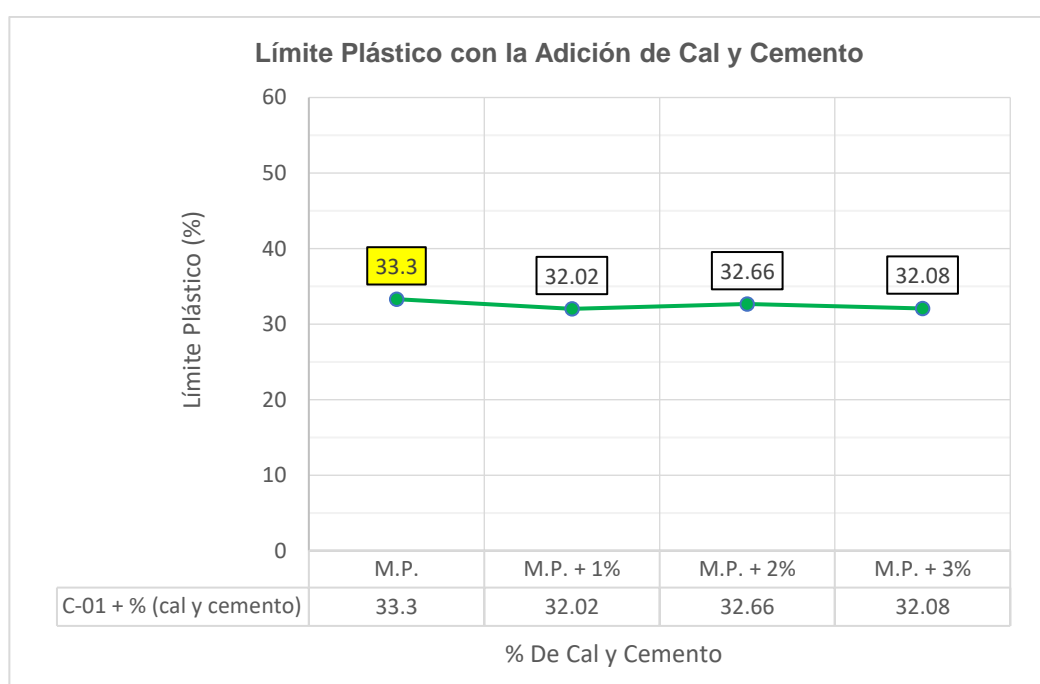


Figura 20. Influencia de la cal y el cemento en el límite plástico de la calicata 01

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 22 y en la Figura 20 se observa el resultado de la muestra de la calicata 01 mejorada con proporciones de cal y cemento hubo variaciones mínimas en reducción del límite plástico con dosificación del 2% de cal y cemento adicionado, como también una reducción más

considerable del límite plástico con proporciones de 1% y 3% de cal y cemento adicionado al suelo, por lo que se podría estimar que su valor se mantendría en ese rango obtenido con las proporciones de 1%, 2% y 3% de aditivos (cal y cemento) incorporados al suelo.

Tabla 23. Resumen del límite plástico de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LÍMITE PLÁSTICO (%)
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón (M.P.)	32.38
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	32.06
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	32.31
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	32.53

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

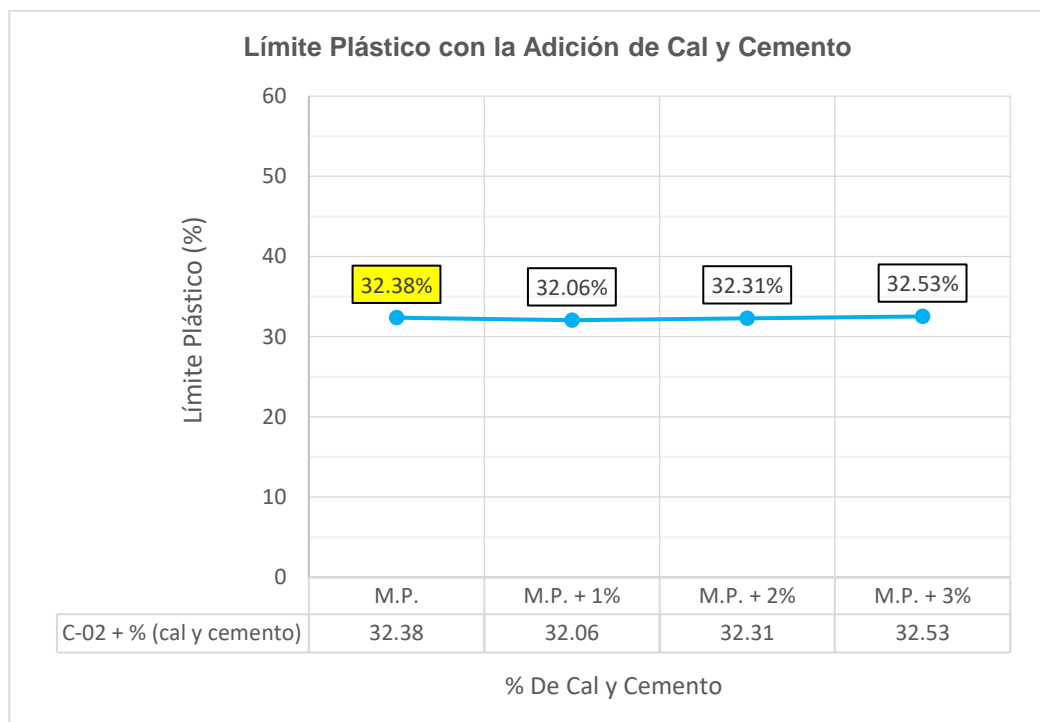


Figura 21. Influencia de la cal y el cemento en el límite plástico de la calicata 02

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 23 y en la Figura 21 se observa el resultado de la muestra de la calicata 02 mejorada con proporciones de cal y cemento hubo variaciones mínimas en reducción del límite plástico con dosificaciones de

1% y 2% de cal y cemento adicionado, como también un incremento considerable de 1%-1.5% del límite plástico con proporción del 3% de cal y cemento adicionado al suelo, por lo que se podría estimar que su valor a la primera dosificación disminuye, pero al momento de aumentar la dosificación también aumenta su valor del límite plástico del suelo tratado.

Tabla 24. Resumen del límite plástico de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LÍMITE PLÁSTICO (%)
C – 03	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	32.42
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	32.16
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	32.47
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	31.42

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

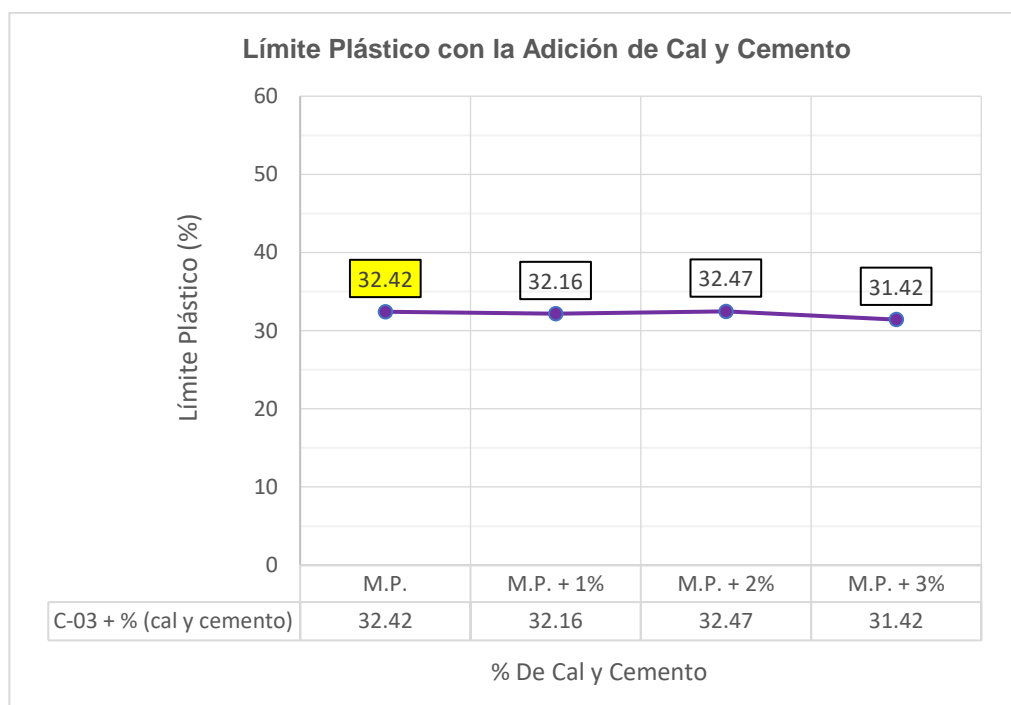


Figura 22. Influencia de la cal y el cemento en el límite plástico de la calicata 03

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 24 y en la Figura 22 se observa el resultado de la muestra de la calicata 03 mejorada con proporciones de cal y cemento hubo variaciones mínimas en reducción del límite plástico con dosificaciones de

1% y 3% de cal y cemento adicionado, como también un incremento minúsculo de 0.05% del límite plástico con proporción del 2% de cal y cemento adicionado al suelo, por lo que se podría estimar que su valor a la primera dosificación disminuye, pero al momento de aumentar la dosificación también aumenta su valor del límite plástico del suelo tratado.

D) Variación del índice de plasticidad del suelo al adicionar cal y cemento

Al mejorar el suelo al añadir proporciones de cal y cemento mediante el límite líquido y el límite plástico obtenemos el índice de plasticidad por la que estos aditivos reducirá su plasticidad, y hasta en ocasiones cambiar su clasificación transformándolo de un suelo de alta plasticidad a un suelo de baja plasticidad, dependiendo del porcentaje de intervención de la cal y el cemento en el suelo.

Tabla 25. Resumen del índice de plasticidad de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
C – 01	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	19.05
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	18.70
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	17.79
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	16.87
Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:			
<ul style="list-style-type: none"> • El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento • El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento • El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento 			

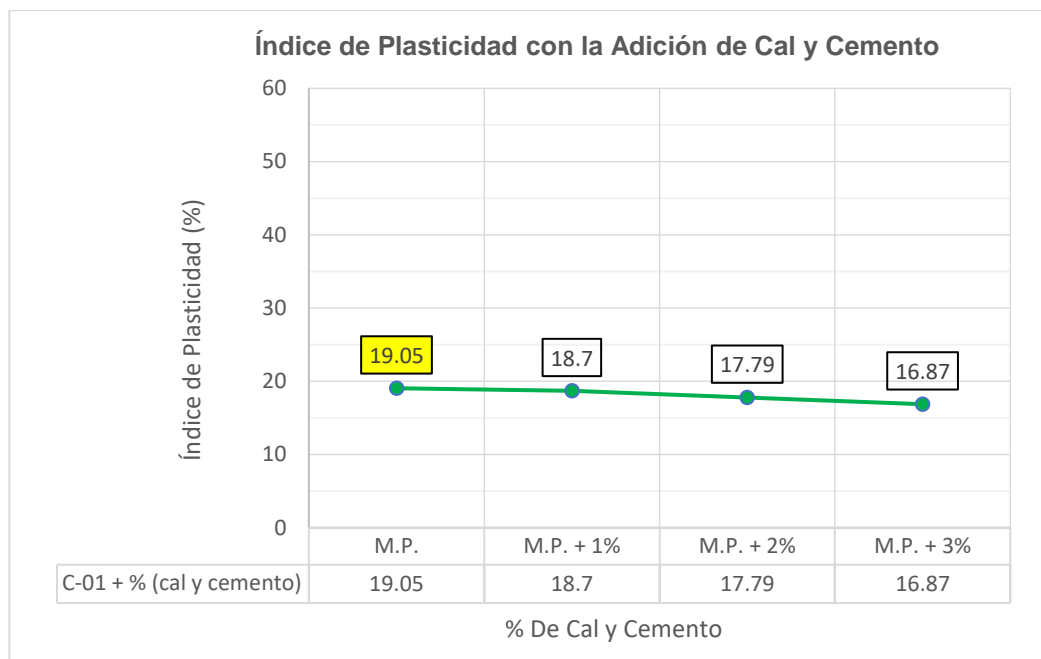


Figura 23. Influencia de la cal y el cemento en el índice de plasticidad de la calicata 01
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 25 y en la Figura 23 se aprecia el resultado de la muestra de la calicata 01 mejorada con proporciones de cal y cemento, que hubo reducción del índice de plasticidad desde 0.35% a 2.5% aproximadamente con dosificaciones de 1%, 2% y 3% de cal y cemento adicionado, mientras la adición de cal y cemento a un suelo sea proporcionalmente, éste reacciona en disminuir su plasticidad de manera progresiva, resultando tener un suelo menos plástico, pero más resistente.

Tabla 26. Resumen del índice de plasticidad de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón (M.P.)	18.91
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	18.79
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	17.84
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	17.00

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

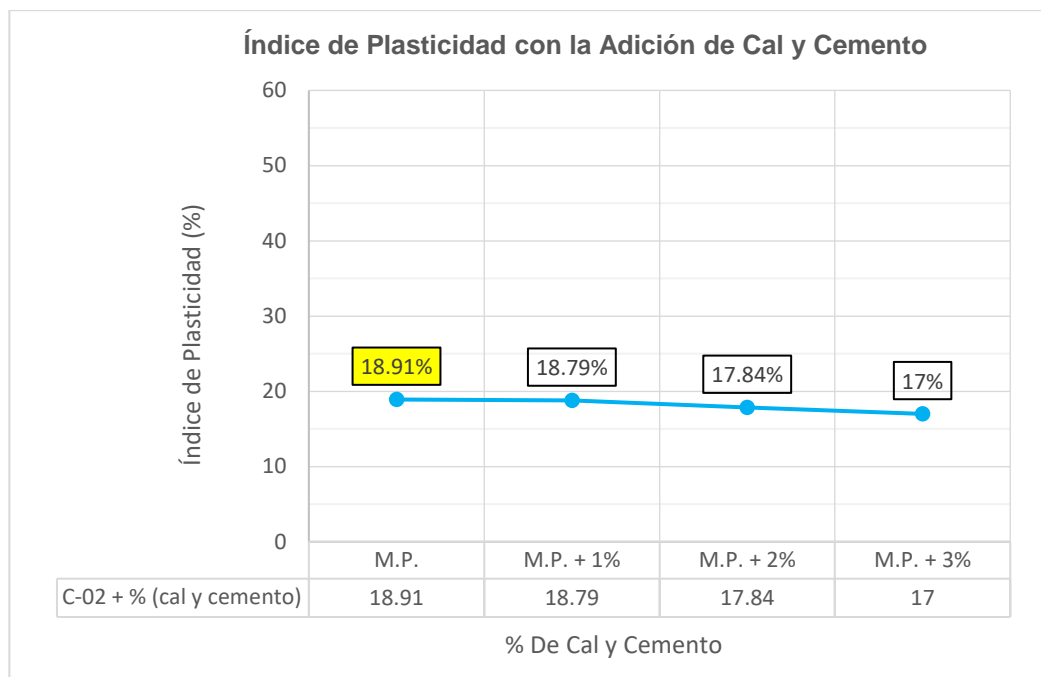


Figura 24. Influencia de la cal y el cemento en el índice de plasticidad de la calicata 02
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 26 y en la Figura 24 se aprecia el resultado de la muestra de la calicata 02 mejorada con proporciones de cal y cemento, que hubo reducción del índice de plasticidad desde 0.2% a 2% aproximadamente con dosificaciones de 1%, 2% y 3% de cal y cemento adicionado, mientras la adición de cal y cemento a un suelo sea proporcionalmente, éste reacciona en disminuir su plasticidad de manera progresiva, resultando tener un suelo menos plástico, pero más resistente.

Tabla 27. Resumen del índice de plasticidad de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
C – 03	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	18.90
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	18.81
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	17.56
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	17.25

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

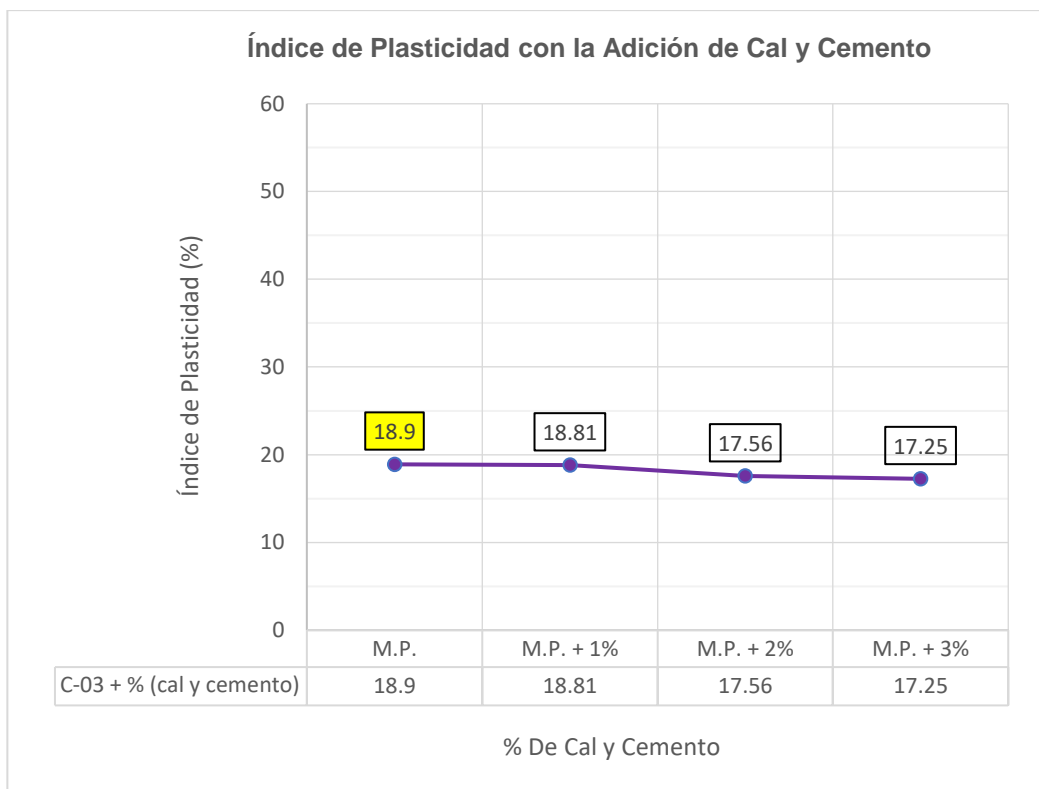


Figura 25. Influencia de la cal y el cemento en el índice de plasticidad de la calicata 03
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 27 y en la Figura 25 se aprecia el resultado de la muestra de la calicata 03 mejorada con proporciones de cal y cemento, que hubo reducción del índice de plasticidad desde 0.1% a 2% aproximadamente con dosificaciones de 1%, 2% y 3% de cal y cemento adicionado, mientras la adición de cal y cemento a un suelo sea proporcionalmente, éste reacciona en disminuir su plasticidad de manera progresiva, resultando tener un suelo menos plástico, pero más resistente.

E) Granulometría

La granulometría nos permite tener la distribución de sus granos del suelo e identificar si el suelo es grueso o fino.

Tabla 28. Resumen de la granulometría de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento

TAMIZ		CALICATA 01							
		M.P.		M.P. + 1%		M.P. + 2%		M.P. + 3%	
ASTM	mm.	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante
N°4	4.750	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N°10	2.000	0.1	99.9	0.3	99.7	0.3	99.7	0.4	99.6
N°20	0.850	0.4	99.5	0.4	99.3	0.5	99.3	0.5	99.1
N°40	0.425	0.7	98.8	0.4	98.9	0.7	98.6	0.6	98.5
N°100	0.150	4.2	94.7	1.1	97.8	1.0	97.6	1.0	97.4
N°200	0.075	3.6	91.0	0.7	97.1	1.3	96.3	1.6	95.8

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 28 se observa que la distribución del material de la calicata 01 pasa más del 50%, e incluso se incrementa a comparación de la muestra patrón debido a la incorporación proporcional de cal y cemento de 1%, 2% y 3%.

Tabla 29. Resumen de la granulometría de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento

TAMIZ		CALICATA 02							
		M.P.		M.P. + 1%		M.P. + 2%		M.P. + 3%	
ASTM	mm.	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante
N°4	4.750	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N°10	2.000	0.1	99.9	0.3	99.7	0.2	99.8	0.4	99.6
N°20	0.850	0.5	99.4	0.4	99.4	0.5	99.3	0.5	99.1
N°40	0.425	0.8	98.6	0.4	99.0	0.6	98.8	0.5	98.6
N°100	0.150	4.2	94.4	1.0	98.0	0.9	97.9	1.0	97.6
N°200	0.075	3.6	90.9	0.7	97.3	1.3	96.6	1.6	96.0

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 29 se observa que la distribución del material de la calicata 02 pasa más del 50%, e incluso se incrementa a comparación de la muestra patrón debido a la incorporación proporcional de cal y cemento de 1%, 2% y 3%.

Tabla 30. Resumen de la granulometría de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento

TAMIZ		CALICATA 03							
		M.P.		M.P. + 1%		M.P. + 2%		M.P. + 3%	
ASTM	mm.	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante	% Retenida	% Pasante
N°4	4.750	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N°10	2.000	0.2	99.8	0.2	99.8	0.4	99.6	0.5	99.5
N°20	0.850	0.4	99.4	0.4	99.4	0.4	99.2	0.6	98.9
N°40	0.425	0.5	98.9	0.4	99.0	0.7	98.5	0.6	98.3
N°100	0.150	4.4	94.5	1.0	98.0	0.9	97.6	1.0	97.3
N°200	0.075	4.1	90.4	0.6	97.4	1.2	96.4	1.6	95.7

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 30 se observa que la distribución del material de la calicata 03 pasa más del 50%, e incluso se incrementa a comparación de la muestra patrón debido a la incorporación proporcional de cal y cemento de 1%, 2% y 3%.

F) Proctor Modificado

Permite determinar el óptimo contenido de humedad (O.C.H.) y la máxima densidad seca (M.D.S.) del suelo para ser empleado posteriormente en el ensayo de CBR.

Tabla 31. Resumen de proctor de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROCTOR	
			M.D.S. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)
C – 01	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	1.539	23.27
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	1.793	23.41
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	1.749	24.10
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	1.682	24.93

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

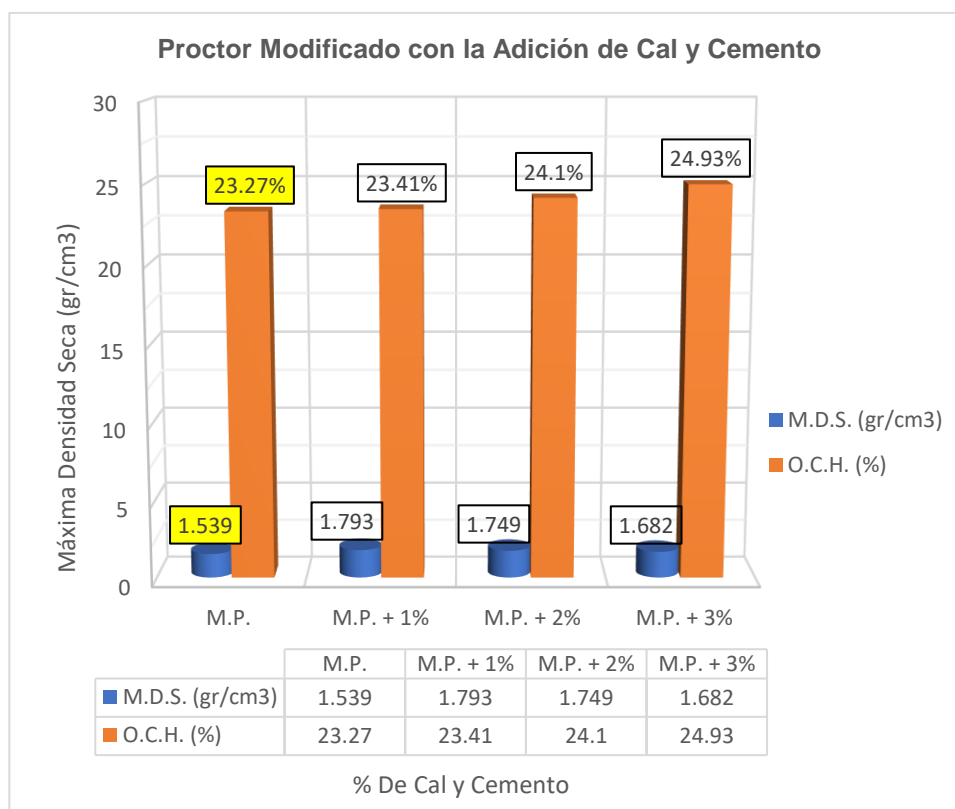


Figura 26. Influencia de la cal y el cemento en el ensayo proctor de la calicata 01
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 31 y en la Figura 26 se observa que en la muestra de suelo de la calicata 01, la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad aumenta desde el valor de la muestra patrón a medida que se va adicionando proporciones de cal y cemento en el suelo.

Tabla 32. Resumen de proctor de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROCTOR	
			M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. (%)
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón (M.P.)	1.548	22.16
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	1.789	23.68
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	1.722	24.37
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	1.664	24.89

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

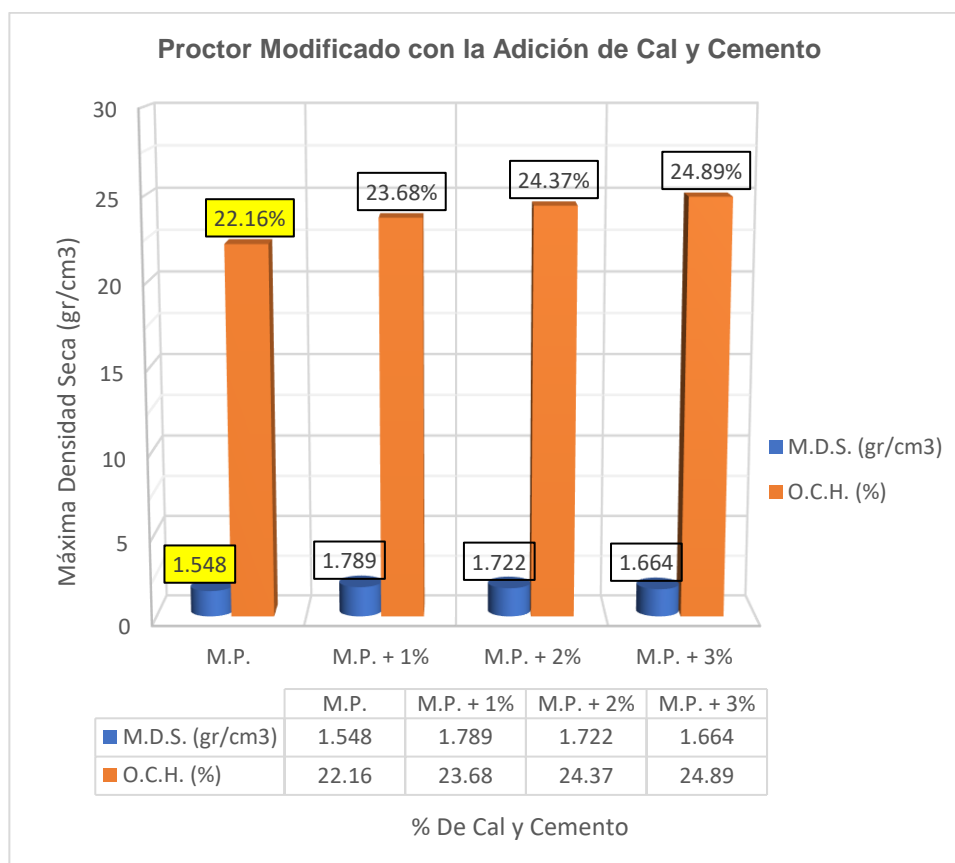


Figura 27. Influencia de la cal y el cemento en el ensayo proctor de la calicata 02

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 32 y en la Figura 27 se observa que en la muestra de suelo de la calicata 02, la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad aumenta desde el valor de la muestra patrón a medida que se va adicionando proporciones de cal y cemento en el suelo.

Tabla 33. Resumen de proctor de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROCTOR	
			M.D.S. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)
C – 03	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	1.553	22.05
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	1.782	23.78
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	1.735	24.27
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	1.679	25.20

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

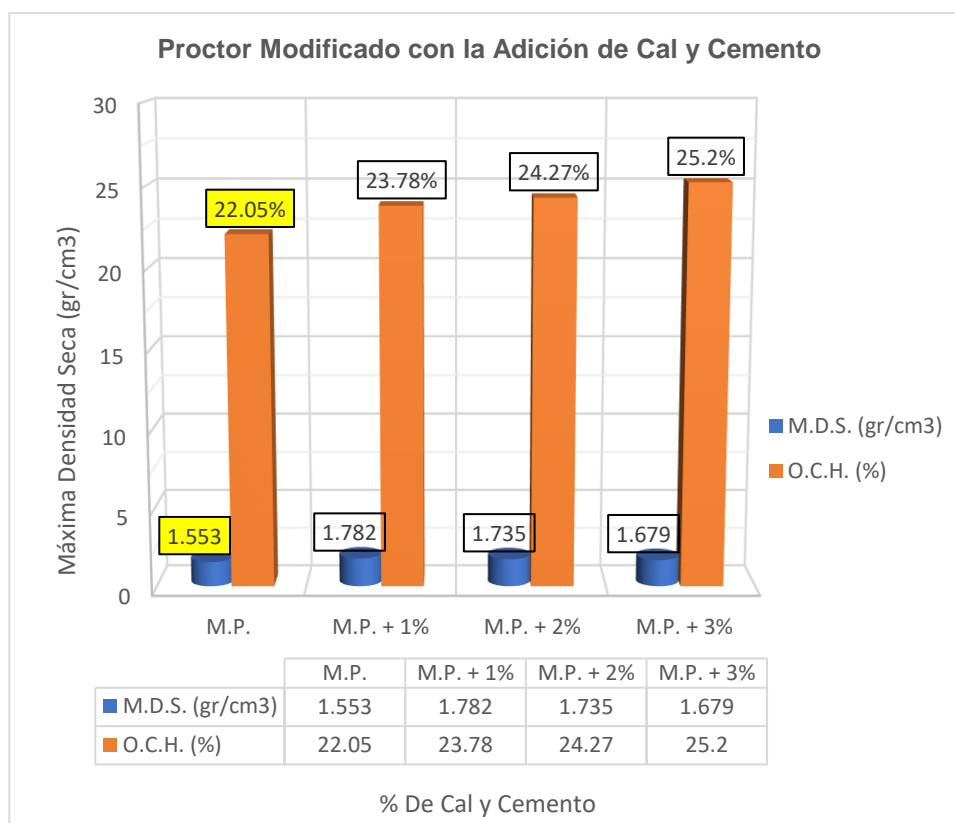


Figura 28. Influencia de la cal y el cemento en el ensayo proctor de la calicata 03

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 33 y en la Figura 28 se observa que en la muestra de suelo de la calicata 03, la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad aumenta desde el valor de la muestra patrón a medida que se va adicionando proporciones de cal y cemento en el suelo.

G) California Bearing Ratio (CBR)

Con estos valores se determina la capacidad del suelo mejorado con la adición de cal y cemento, que determina a ser usado como la subrasante de un pavimento rígido.

Tabla 34. Resumen de CBR de la muestra patrón de la C 01 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CBR	
			100%	95%
C – 01	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	2.5	1.6
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	18.5	11.6
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	42.3	35.1
C – 01	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	60.1	54.9

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

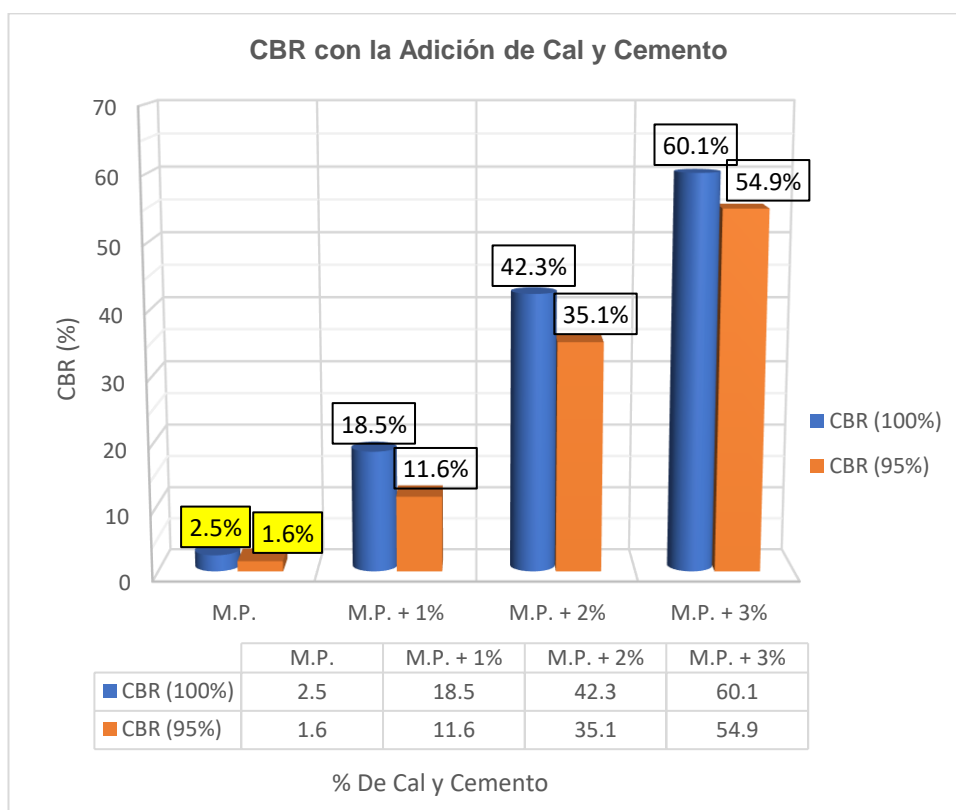


Figura 29. Influencia de la cal y el cemento en el CBR de la calicata 01

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 34 y en la Figura 29 se puede apreciar el incremento radical del valor de CBR del suelo de la calicata 01, debido a la adición de aditivos estabilizantes con proporciones ya estimadas, se obtuvieron valores que supera la categoría de subrasante buena con el 1% de cal y cemento, a partir del 2% de cal y cemento se logra obtener una categoría de subrasante excelente, haciéndolo más sólido y resistente.

Tabla 35. Resumen de CBR de la muestra patrón de la C 02 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CBR	
			100%	95%
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón (M.P.)	2.7	1.5
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	18.4	11.2
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	40.4	34.5
C – 02	Izquierdo	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	59.5	54.2

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

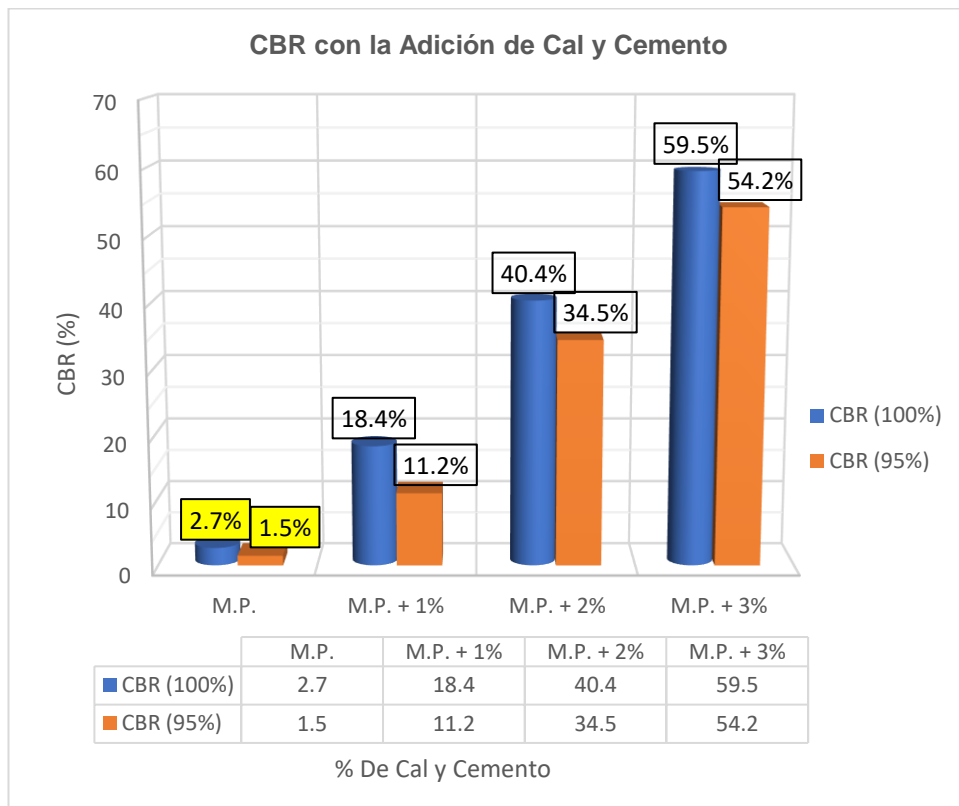


Figura 30. Influencia de la cal y el cemento en el CBR de la calicata 02

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 35 y en la Figura 30 se puede apreciar el incremento radical del valor de CBR del suelo de la calicata 02, debido a la adición de aditivos estabilizantes con proporciones ya estimadas, se obtuvieron valores que supera la categoría de subrasante buena con el 1% de cal y cemento, a partir del 2% de cal y cemento se logra obtener una categoría de subrasante excelente, haciéndolo más sólido y resistente.

Tabla 36. Resumen de CBR de la muestra patrón de la C 03 + cal + cemento

CALICATA	MARGEN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CBR	
			100%	95%
C – 03	Derecho	Muestra Patrón (M.P.)	3.0	1.8
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 1% (cal y cemento)	17.8	10.6
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 2% (cal y cemento)	41.6	33.9
C – 03	Derecho	Muestra Patrón + 3% (cal y cemento)	62.7	53.1

Especificaciones de la dosificación con cal y cemento:

- El 1% (cal y cemento) = 0.5% cal + 0.5% cemento
- El 2% (cal y cemento) = 1.0% cal + 1.0% cemento
- El 3% (cal y cemento) = 1.5% cal + 1.5% cemento

Fuente: Elaboración propia.

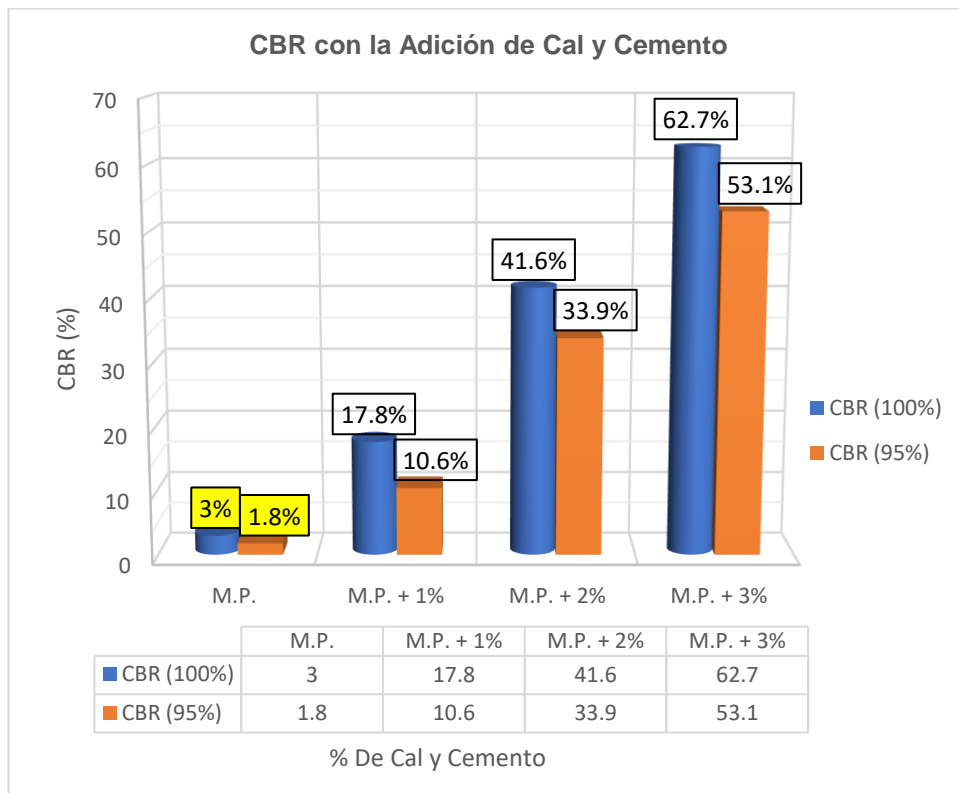


Figura 31. Influencia de la cal y el cemento en el CBR de la calicata 03

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 36 y en la Figura 31 se puede apreciar el incremento radical del valor de CBR del suelo de la calicata 03, debido a la adición de aditivos estabilizantes con proporciones ya estimadas, se obtuvieron valores que supera la categoría de subrasante buena con el 1% de cal y cemento, a partir del 2% de cal y cemento se logra obtener una categoría de subrasante excelente, haciéndolo más sólido y resistente.

4.4 Procesamiento de los Resultados del Estudio de Suelos

4.4.1 Resumen de Resultados

Tabla 37. Resumen general de resultados del estudio de suelos

Descripción del suelo	Propiedades Físicas del Suelo					Propiedades Mecánicas del Suelo		
	Calicata	Contenido de Humedad (%)	Límites de Consistencia			Proctor		CBR
			LL (%)	LP (%)	IP (%)	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)	
Muestra Patrón	C-01	8.81	52.35	33.3	19.05	1.539	23.27	1.6
	C-02	8.75	51.29	32.38	18.91	1.548	22.16	1.5
	C-03	9.25	51.32	32.42	18.9	1.553	22.05	1.8
	C-04	7.25	22.27	18.59	3.68	--	--	--
Muestra Patrón + 1% de cal y cemento	C-01	8.72	50.72	32.02	18.7	1.793	23.41	11.6
	C-02	8.69	50.85	32.06	18.79	1.789	23.68	11.2
	C-03	8.56	50.97	32.16	18.81	1.782	23.78	10.6
Muestra Patrón + 2% de cal y cemento	C-01	8.34	50.45	32.66	17.79	1.749	24.1	35.1
	C-02	8.25	50.15	32.31	17.84	1.722	24.37	34.5
	C-03	8.07	50.03	32.47	17.56	1.735	24.27	33.9
Muestra Patrón + 3% de cal y cemento	C-01	6.53	48.95	32.08	16.87	1.682	24.93	54.9
	C-02	7.86	49.53	32.53	17	1.664	24.89	54.2
	C-03	6.48	48.67	31.42	17.25	1.679	25.2	53.1

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Prueba Estadística

La prueba estadística es muy importante porque ayuda a procesar por medio de la estadística básica que son: la media y la desviación estándar, cuyos resultados se obtuvieron con el uso del programa SPSS Statistics y el Microsoft Excel, estos valores nos permitirá determinar calcular la prueba de hipótesis posteriormente.

Tabla 38. Estadística básica del contenido de humedad

Descripción	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Contenido de Humedad	4	7.25	9.25	8.5150	.87230
Contenido de Humedad con 1% de cal y cemento	3	8.56	8.72	8.6567	.08505
Contenido de Humedad con 2% de cal y cemento	3	8.07	8.34	8.2200	.13748
Contenido de Humedad con 3% de cal y cemento	3	6.48	7.86	6.9567	.78271

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Tabla 38 los resultados de media aritmética y otros del contenido de humedad que será empleado posteriormente para la prueba de hipótesis.

Tabla 39. Estadística básica del límite líquido

Descripción	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Límite Líquido	4	22.27	52.35	44.3075	14.69993
Límite Líquido con 1% de cal y cemento	3	50.72	50.97	50.8467	.12503
Límite Líquido con 2% de cal y cemento	3	50.03	50.45	50.2100	.21633
Límite Líquido con 3% de cal y cemento	3	48.67	49.53	49.0500	.43863

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Tabla 39 los resultados de media aritmética y otros del límite líquido que será empleado posteriormente para la prueba de hipótesis.

Tabla 40. Estadística básica del límite plástico

Descripción	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Límite Plástico	4	333.00	3242.00	2168.0000	1385.77078
Límite Plástico con 1% de cal y cemento	3	3202.00	3216.00	3208.0000	7.21110
Límite Plástico con 2% de cal y cemento	3	3231.00	3266.00	3248.0000	17.52142
Límite Plástico con 3% de cal y cemento	3	3142.00	3253.00	3201.0000	55.83010

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Tabla 40 los resultados de media aritmética y otros del límite plástico que será empleado posteriormente para la prueba de hipótesis.

Tabla 41. Estadística básica del índice de plasticidad

Descripción	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Índice de Plasticidad	4	3.68	19.05	15.1350	7.63697
Índice de Plasticidad con 1% de cal y cemento	3	18.70	18.81	18.7667	.05859
Índice de Plasticidad con 2% de cal y cemento	3	17.56	17.84	17.7300	.14933
Índice de Plasticidad con 3% de cal y cemento	3	16.87	17.25	17.0400	.19313

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Tabla 41 los resultados de media aritmética y otros del índice de plasticidad que será empleado posteriormente para la prueba de hipótesis.

Tabla 42. Estadística básica de la máxima densidad seca (M.D.S.)

Descripción	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
M.D.S.	3	1.54	1.55	1.5467	.00709
M.D.S. con 1% de cal y cemento	3	1.78	1.79	1.7880	.00557
M.D.S. con 2% de cal y cemento	3	1.72	1.75	1.7353	.01350
M.D.S. con 3% de cal y cemento	3	1.66	1.68	1.6750	.00964

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Tabla 42 los resultados de media aritmética y otros de la máxima densidad seca (M.D.S.) que será empleado posteriormente para la prueba de hipótesis.

Tabla 43. Estadística básica del óptimo contenido de humedad (O.C.H.)

Descripción	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
O.C.H.	3	22.05	23.27	22.4933	.67486
O.C.H. con 1% de cal y cemento	3	23.41	23.78	23.6233	.19140
O.C.H. con 2% de cal y cemento	3	24.10	24.37	24.2467	.13650
O.C.H. con 3% de cal y cemento	3	24.89	25.20	25.0067	.16862

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Tabla 43 los resultados de media aritmética y otros del óptimo contenido de humedad (O.C.H.) que será empleado posteriormente para la prueba de hipótesis.

Tabla 44. Estadística básica del CBR

Descripción	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
CBR	3	1.50	1.80	1.6333	.15275
CBR con 1% de cal y cemento	3	10.60	11.60	11.1333	.50332
CBR con 2% de cal y cemento	3	33.90	35.10	34.5000	.60000
CBR con 3% de cal y cemento	3	53.10	54.90	54.0667	.90738

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Tabla 44 los resultados de media aritmética y otros del CBR que será empleado posteriormente para la prueba de hipótesis.

4.5 Prueba de Hipótesis

Según Supo (2014) da a conocer que, una hipótesis está relacionada en determinar si el resultado esperado llega a ser verdadera o falsa, pues esta decisión es obtenida mediante probabilidades que se denomina prueba de hipótesis. Por las cuales esta prueba está estructurada estadísticamente por dos orígenes que son: la hipótesis nula y la hipótesis alterna.

La prueba de hipótesis es muy importante debido a que determinará que los resultados obtenidos cumplan o no con las hipótesis planteadas, pero para ello se requiere un procedimiento de cálculos como son: la prueba de normalidad, plantear la hipótesis nula y la hipótesis alternativa, coeficiente de correlación y la toma de decisiones; los cálculos fueron establecidos mediante el uso del programa SPSS Statistics y el Microsoft Excel.

1. Prueba de normalidad

Según Droppelmann (2018) menciona que, la prueba de normalidad denominada también como distribución normal, comprende en saber la forma del comportamiento de las probabilidades que presenta las variables según su naturaleza, con respecto a la gráfica funcional llamada campana de Gauss. Para ello se procede unos pasos necesarios que a continuación se mencionan (p. 40).

- Planteamiento de hipótesis (nula y alternativa)
- Nivel de significancia
- Tipo de prueba estadística (shapiro wilk) debido a tener menor o igual a 50 muestras.
- Decisión y conclusión de la prueba: considerando los criterios de decisión que son:
Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a
Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

2. Planteamiento de la hipótesis

Según Supo (2014) define que, para plantear las hipótesis opta de originar reglas de decisión para negar o afirmar las propuestas planteadas con la idea de errar en las probabilidades. Como es lo común en plantear la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_a) de acuerdo a lo requerido en los objetivos de la tesis.

Hipótesis Nula (H_0): es una hipótesis de trabajo, a la que es sometida el contraste, considerando a ser rechazada o no ser rechazada, pues ésta niega a la hipótesis alterna.

Hipótesis alterna (H_a): es una hipótesis de del investigador, pues es una afirmación que uno desea probar, considerada verdadera si se rechaza a la hipótesis nula.

3. Método de análisis estadístico

Denominado también como coeficiente de correlación, que para definir el método a utilizar dependerá de la prueba de normalidad. Pues se emplean comúnmente si ambas variables son numéricas el método R de Pearson (si tiene una distribución normal) y Rho de Spearman (si no tiene una distribución normal). Considerando los criterios:

Si $p\text{-valor} < 0,05$ rechazamos la H_0

Si $p\text{-valor} \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

4. Toma de decisiones e interpretación

Es el punto más importante porque de acuerdo al valor obtenido de acuerdo a los criterios del método estadístico, se decide si se rechaza la hipótesis nula o se acepta con el valor de significancia (Sig). Para la interpretación del resultado se toma en cuenta el valor del método obtenido ya sea positivo, negativo o cero, ubicando en una línea de interpretación del coeficiente.

Como $p=0.150 \geq 0,05$ entonces aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a , es decir los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística paramétrica.

2. Planteamiento de la hipótesis

H_0 : La adición de cal y cemento en el suelo reduce el contenido de humedad

H_a : La adición de cal y cemento en el suelo incrementa el contenido de humedad

3. Método de análisis estadístico

Se usará el método de R Pearson por ser una estadística paramétrica o distribución normal.

Confianza : 0.95

Significancia : 0.05

Si $p\text{-valor} < 0,05$ rechazamos la H_0

Si $p\text{-valor} \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla 46. Análisis estadístico del contenido de humedad con R Pearson

Descripción		Adición de cal y cemento	Contenido de humedad
Adición de cal y cemento	Correlación de Pearson	1	-0.852
	Sig. (bilateral)		0.148
	N	4	4
Contenido de humedad	Correlación de Pearson	-0.852	1
	Sig. (bilateral)	0.148	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia.

4. Toma de decisiones e interpretación

Como $p\text{-valor}=0.148 \geq 0,05$ entonces aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a , es decir, que la adición de cal y cemento en el suelo reduce el contenido de humedad. Con el valor de R Pearson = -0.852 se interpreta como una correlación negativa muy fuerte.

4.5.2 Prueba de Hipótesis del Límite Líquido

1. Prueba de normalidad

- Planteamiento de hipótesis

Ho: Los datos del límite líquido tienen una distribución normal.

Ha: Los datos del límite líquido no tienen una distribución normal

- Nivel de significancia

Confianza : 95%

significancia (alfa) : 5% = 0.05

- Tipo de prueba estadística

Usaremos la prueba estadística Shapiro-Wilk debido a tener menor o igual a 50 muestras.

Tabla 47. Prueba de normalidad del límite líquido

Pruebas de normalidad						
Descripción de Variables	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de cal y cemento	0.151	4		0.993	4	0.972
Límite líquido	0.310	4		0.837	4	0.186

Fuente: Elaboración propia.

- Decisión y conclusión

Si $p < 0,05$ rechazamos la Ho y acepto la Ha

Si $p \geq 0,05$ aceptamos la Ho y rechazamos la Ha

Como $p = 0.186 \geq 0,05$ entonces aceptamos la Ho y rechazo la Ha, es decir los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística paramétrica.

2. Planteamiento de la hipótesis

Ho: La adición de cal y cemento en el suelo reduce el límite líquido

Ha: La adición de cal y cemento en el suelo incrementa el límite líquido

3. Método de análisis estadístico

Se usará el método de R Pearson por ser una estadística paramétrica o distribución normal.

Confianza : 0.95

Significancia : 0.05

Si $p\text{-valor} < 0,05$ rechazamos la H_0

Si $p\text{-valor} \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla 48. Análisis estadístico del límite líquido con R Pearson

Descripción		Adición de cal y cemento	Límite líquido
Adición de cal y cemento	Correlación de Pearson	1	0.593
	Sig. (bilateral)		0.407
	N	4	4
Límite líquido	Correlación de Pearson	0.593	1
	Sig. (bilateral)	0.407	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia.

4. Toma de decisiones e interpretación

Como $p\text{-valor} = 0.407 \geq 0,05$ entonces aceptamos la H_0 y rechazo la H_a , es decir, que la adición de cal y cemento en el suelo reduce el límite líquido. Con el valor de R Pearson = 0.593 se interpreta como una correlación positiva moderada.

4.5.3 Prueba de Hipótesis del Límite Plástico

1. Prueba de normalidad

- Planteamiento de hipótesis

H_0 : Los datos del límite plástico tienen una distribución normal.

H_a : Los datos del límite plástico no tienen una distribución normal.

- Nivel de significancia

Confianza : 95%

significancia (alfa) : 5% = 0.05

- Tipo de prueba estadística

Usaremos la prueba estadística Shapiro-Wilk debido a tener menor o igual a 50 muestras.

Tabla 49. Prueba de normalidad del límite plástico

Pruebas de normalidad						
Descripción de Variables	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de cal y cemento	0.151	4		0.993	4	0.972
Límite plástico	0.397	4		0.750	4	0.039

Fuente: Elaboración propia.

- Decisión y conclusión

Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a

Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Como $p = 0.039 < 0,05$ entonces rechazamos la H_0 y acepto la H_a , es decir los datos no tienen una distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística no paramétrica.

2. Planteamiento de la hipótesis

H_0 : La adición de cal y cemento en el suelo reduce el límite plástico.

H_a : La adición de cal y cemento en el suelo incrementa el límite plástico.

3. Método de análisis estadístico

Se usará el método de Rho Spearman por ser una estadística no paramétrica o sin distribución normal.

Confianza : 0.95

Significancia : 0.05

Si $p\text{-valor} < 0,05$ rechazamos la H_0

Si $p\text{-valor} \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla 50. Análisis estadístico del límite plástico con Rho Spearman

Descripción		Adición de cal y cemento	Límite plástico
Rho de Spearman	Coeficiente de correlación	1.000	0.400
	Adición de cal y cemento		
	Sig. (bilateral)		0.600
	N	4	4
	Coeficiente de correlación	0.400	1.000
	Límite plástico		
	Sig. (bilateral)	0.600	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia.

4. Toma de decisiones e interpretación

Como $p\text{-valor}=0.600 \geq 0,05$ entonces aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a , es decir, que la adición de cal y cemento en el suelo reduce el límite plástico. Con el valor de Rho Spearman = 0.400 se interpreta como una correlación positiva moderada.

4.5.4 Prueba de Hipótesis del índice de Plasticidad

1. Prueba de normalidad

- Planteamiento de hipótesis

H_0 : Los datos del índice de plasticidad tienen una distribución normal.

H_a : Los datos del índice de plasticidad no tienen una distribución normal

- Nivel de significancia

Confianza : 95%

significancia (alfa) : 5% = 0.05

- Tipo de prueba estadística
Usaremos la prueba estadística Shapiro-Wilk debido a tener menor o igual a 50 muestras.

Tabla 51. Prueba de normalidad del índice de plasticidad

Pruebas de normalidad						
Descripción de Variables	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de cal y cemento	0.151	4		0.993	4	0.972
Índice de plasticidad	0.216	4		0.971	4	0.849

Fuente: Elaboración propia.

- Decisión y conclusión
Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a
Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Como $p = 0.849 \geq 0,05$ entonces aceptamos la H_0 y rechazo la H_a , es decir los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística paramétrica.

2. Planteamiento de la hipótesis

H_0 : La adición de cal y cemento en el suelo reduce el índice de plasticidad.

H_a : La adición de cal y cemento en el suelo incrementa el índice de plasticidad.

3. Método de análisis estadístico

Se usará el método de R Pearson por ser una estadística paramétrica o distribución normal.

Confianza : 0.95

Significancia : 0.05

Si $p\text{-valor} < 0,05$ rechazamos la H_0

Si $p\text{-valor} \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla 52. Análisis estadístico del índice de plasticidad con R Pearson

Descripción		Adición de cal y cemento	Índice de plasticidad
Adición de cal y cemento	Correlación de Pearson	1	0.394
	Sig. (bilateral)		0.606
	N	4	4
Índice de plasticidad	Correlación de Pearson	0.394	1
	Sig. (bilateral)	0.606	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia.

4. Toma de decisiones e interpretación

Como $p\text{-valor}=0.606 \geq 0,05$ entonces aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a , es decir, que la adición de cal y cemento en el suelo reduce el índice de plasticidad. Con el valor de R Pearson = 0.394 se interpreta como una correlación positiva débil.

4.5.5 Prueba de Hipótesis de la Máxima Densidad Seca

1. Prueba de normalidad

- Planteamiento de hipótesis

H_0 : Los datos de la máxima densidad seca tienen una distribución normal.

H_a : Los datos de la máxima densidad seca no tienen una distribución normal

- Nivel de significancia

Confianza : 95%

significancia (alfa) : 5% = 0.05

- Tipo de prueba estadística

Usaremos la prueba estadística Shapiro-Wilk debido a tener menor o igual a 50 muestras.

Tabla 53. Prueba de normalidad de la máxima densidad seca

Pruebas de normalidad						
Descripción de Variables	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de cal y cemento	0.151	4		0.993	4	0.972
Máxima Densidad Seca	0.212	4		0.950	4	0.718

Fuente: Elaboración propia.

- Decisión y conclusión

Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a

Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Como $p = 0.718 \geq 0,05$ entonces aceptamos la H_0 y rechazo la H_a , es decir los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística paramétrica.

2. Planteamiento de la hipótesis

H_0 : La adición de cal y cemento en el suelo reduce la máxima densidad seca.

H_a : La adición de cal y cemento en el suelo incrementa la máxima densidad seca

3. Método de análisis estadístico

Se usará el método de R Pearson por ser una estadística paramétrica o distribución normal.

Confianza : 0.95

Significancia : 0.05

Si $p\text{-valor} < 0,05$ rechazamos la H_0

Si $p\text{-valor} \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla 54. Análisis estadístico de la máxima densidad seca con R Pearson

Descripción		Adición de cal y cemento	Máxima Densidad Seca
Adición de cal y cemento	Correlación de Pearson	1	0.424
	Sig. (bilateral)		0.576
	N	4	4
Máxima Densidad Seca	Correlación de Pearson	0.424	1
	Sig. (bilateral)	0.576	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia.

4. Toma de decisiones e interpretación

Como $p\text{-valor}=0.576 \geq 0,05$ entonces aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a , es decir, que la adición de cal y cemento en el suelo reduce la máxima densidad seca. Con el valor de R Pearson = 0.424 se interpreta como una correlación positiva moderada.

4.5.6 Prueba de Hipótesis del Óptimo Contenido de Humedad

1. Prueba de normalidad

- Planteamiento de hipótesis

H_0 : Los datos del óptimo contenido de humedad tienen una distribución normal.

H_a : Los datos del óptimo contenido de humedad no tienen una distribución normal

- Nivel de significancia

Confianza : 95%

significancia (alfa) : 5% = 0.05

- Tipo de prueba estadística

Usaremos la prueba estadística Shapiro-Wilk debido a tener menor o igual a 50 muestras.

Tabla 55. Prueba de normalidad del óptimo contenido de humedad

Pruebas de normalidad						
Descripción de Variables	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de cal y cemento	0.151	4		0.993	4	0.972
Óptimo Contenido de Humedad	0.167	4		0.990	4	0.957

Fuente: Elaboración propia.

- Decisión y conclusión

Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a

Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Como $p = 0.957 \geq 0,05$ entonces aceptamos la H_0 y rechazo la H_a , es decir los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística paramétrica.

2. Planteamiento de la hipótesis

H_0 : La adición de cal y cemento en el suelo reduce el óptimo contenido de humedad.

H_a : La adición de cal y cemento en el suelo incrementa el óptimo contenido de humedad.

3. Método de análisis estadístico

Se usará el método de R Pearson por ser una estadística paramétrica o distribución normal.

Confianza : 0.95

Significancia : 0.05

Si $p\text{-valor} < 0,05$ rechazamos la H_0

Si $p\text{-valor} \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla 56. Análisis estadístico del óptimo contenido de humedad con R Pearson

Descripción		Adición de cal y cemento	Óptimo Contenido de Humedad
Adición de cal y cemento	Correlación de Pearson	1	,992**
	Sig. (bilateral)		.008
	N	4	4
Óptimo Contenido de Humedad	Correlación de Pearson	,992**	1
	Sig. (bilateral)	.008	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia.

4. Toma de decisiones e interpretación

Como $p\text{-valor}=0.008 < 0,05$ entonces rechazamos la H_0 y acepto la H_a , es decir, que la adición de cal y cemento en el suelo incrementa el óptimo contenido de humedad. Con el valor de R Pearson = 0.992 se interpreta como una correlación positiva muy fuerte.

4.5.7 Prueba de Hipótesis del CBR

1. Prueba de normalidad

- Planteamiento de hipótesis

H_0 : Los datos del CBR tienen una distribución normal.

H_a : Los datos del CBR no tienen una distribución normal

- Nivel de significancia

Confianza : 95%

significancia (alfa) : 5% = 0.05

- Tipo de prueba estadística

Usaremos la prueba estadística Shapiro-Wilk debido a tener menor o igual a 50 muestras.

Tabla 57. Prueba de normalidad del CBR

Pruebas de normalidad						
Descripción de Variables	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de cal y cemento	0.151	4		0.993	4	0.972
CBR	0.226	4		0.953	4	0.732

Fuente: Elaboración propia.

- Decisión y conclusión

Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a

Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Como $p = 0.732 \geq 0,05$ entonces aceptamos la H_0 y rechazo la H_a , es decir los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística paramétrica.

2. Planteamiento de la hipótesis

H_0 : La adición de cal y cemento en el suelo reduce el CBR.

H_a : La adición de cal y cemento en el suelo incrementa el CBR.

3. Método de análisis estadístico

Se usará el método de R Pearson por ser una estadística paramétrica o distribución normal.

Confianza : 0.95

Significancia : 0.05

Si $p\text{-valor} < 0,05$ rechazamos la H_0

Si $p\text{-valor} \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla 58. Análisis estadístico del CBR con R Pearson

Descripción		Adición de cal y cemento	CBR
Adición de cal y cemento	Correlación de Pearson	1	0,988*
	Sig. (bilateral)		0.012
	N	4	4
CBR	Correlación de Pearson	0,988*	1
	Sig. (bilateral)	0.012	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia.

4. Toma de decisiones e interpretación

Como $p\text{-valor}=0.012 < 0,05$ entonces rechazamos la H_0 y acepto la H_a , es decir, que la adición de cal y cemento en el suelo incrementa el CBR. Con el valor de R Pearson = 0.988 se interpreta como una correlación positiva muy fuerte.

V. DISCUSIÓN

D1. El objetivo general de esta tesis es mejorar la subrasante con la estabilización al suelo cohesivo adicionando cal y cemento con 1%, 2% y 3% a los suelos cohesivos, por lo que se obtuvieron buenos resultados en la muestra patrón como en reducir su contenido de humedad, su plasticidad e incrementar su valor de CBR a grandes rasgos que eso se obtiene ya con el 1% de cal y cemento llegando al CBR de 11.1%; pues realizando una comparación con el autor (López y Ortiz, 2018) optan por el objetivo de estabilizar el suelo existente de los jirones Molinopata y Santo Domingo haciendo solo el uso de la cal por medio del método Eades & Grim, que determino entre un 3% a 5% obtiene mejorar su estructura del suelo, su textura y su CBR al 8%. Por lo que en esta ocasión se discute la influencia del cemento en el valor del CBR que al 1% pudo disminuir la proporción de la cal y obteniendo mejores resultados que el autor López obtuvo en su investigación.

D2. Como primer objetivo específico se tiene en esta tesis en evaluar las características físicas y mecánicas que tiene la avenida Santa Rosa, por las cuales se identificaron mediante los sistemas de clasificación SUCS y AAHTO correspondiente a esa vía, suelos con más del 50% de finos, con más del 8% en contenido de humedad, con un $IP > 18\%$ y un $CBR < 3\%$, cuya clasificación resultó ser suelo limoso de alta plasticidad considerada como suelos cohesivos, que con el valor de su capacidad del suelo es de baja calidad. Por lo que se disputa con el autor (Sánchez, 2014) que elaboro los mismos ensayos y pudo determinar que su contenido de humedad esta sobre el 25%, cuya granulometría que obtuvo fue también superior al 50%, con un IP superior a 60% y su CBR menor a 6%, y cuya clasificación resultó ser arcillas de alta plasticidad. Como también señala el autor (Altamirano y Díaz, 2015) en su proyecto de investigación obtuvo resultados similares a las anteriores que con sus datos obtenidos clasificó como suelo arcilloso de alta plasticidad y con capacidad de carga devaluada, pero en esta ocasión identificó que era un suelo con alto porcentaje de expansión debido a los drásticos cambios de humedad en su zona de estudio. Que según normativa

del MTC, ASTM, entre otros textos e investigaciones, mencionan que un suelo fino con características de alta plasticidad y su CBR menor al 6% vienen a considerarse como suelos malos para una subrasante, por lo que requiere realizar una estabilización del suelo, es decir debe ser tratada el material con aditivos estabilizantes seleccionados según el tipo de suelo que se tenga y dar proporciones adecuadas para poder mejorar esas propiedades y cumplir con su objetivo en la estructura de un pavimento.

D3. Como segundo objetivo específico es determinar cómo influye la estabilización del suelo con cal y cemento en mejorar sus propiedades físicas, por medio del estudio de suelos realizados en laboratorio se dedujo que eran suelos limosos de alta plasticidad debido a que su IP era mayor a 18%, pues lo que se obtiene al adicionar porcentajes de 1%, 2% y 3% hace que disminuya su plasticidad proporcionalmente de 18.94% a 17.04% con la máxima proporción, mientras que la dosificación sea mayor, esta seguirá reduciendo su IP, como sucede también con su contenido de humedad. Pero por otro lado el investigador (Gonzales, 2018) determinó que su valor de IP fue de 16.37% a lo que le resulta adicionando cemento, cal y cenizas volantes con proporciones de 4% a 9% una disminución a 9.37% como máximo, definiendo ser en ese caso considerable el porcentaje de la ceniza volante, teniendo una mayor acción en reducir el IP, pero debido también a su dosificación superior al 3%, pero el autor Gonzales, no experimentó los aditivos estabilizantes en su contenido de humedad, para ver si influye la dosificación una vez aplicada a un proyecto ejecutivo en pavimentos.

D4. Como tercer objetivo específico es determinar cómo influye la estabilización del suelo con cal y cemento en mejorar sus propiedades mecánicas, por medio del estudio de suelos realizado lo que importa en esta ocasión es el valor del CBR del suelo, se determinó que en el suelo se mejoró radicalmente sus propiedades mecánicas con solo el 1% de cal y cemento pudo elevar 6.9 veces el CBR de la muestra patrón que tiene 1.6%, a comparación del autor (Velásquez, 2018), que en su trabajo de investigación pudo incrementar el CBR de 1.5% a 6.52% con la misma proporción del 1%

pero en este caso de cemento portland tipo I, a lo que se indicaría en un aumento de 4.3 veces su valor inicial, por las cuales se ve también en sus resultados que a mayor cantidad de cemento el valor de su CBR va disminuyendo, razones por las cuales podría ser un mal procesamiento de dosificación del material con el aditivo estabilizante, por lo que menciono en esta presente investigación ocurre lo contrario mientras mayor sea la proporción de cal y cemento el CBR incrementa radicalmente.

D5. Con los resultados que se obtuvo en esta tesis de investigación sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo que resaltando entre todas esas propiedades se tiene el índice de plasticidad, la clasificación del suelo y su CBR, que con estas propiedades se puede determinar la clase de suelo que se tiene si es de alta o baja plasticidad y su resistencia de soporte del suelo. En la presente tesis se obtuvo una clasificación de suelo limoso de alta plasticidad con un IP mayor a 18% y su valor de CBR de 1.6%, que por medio de la incorporación de cal y cemento de dosificaciones de 1%, 2% y 3%, pudo reducir su IP con el valor mínimo 1% de su valor inicial, con respecto a su CBR incrementa satisfactoriamente con 6.9 veces más de su valor inicial. Por lo que el autor (Afolayan, 2017) en su artículo de investigación obtuvo una clasificación de arena limoso con un IP de 7.5%, con un valor de CBR de 6.28%, por lo que el autor adiciona también cal y cemento para mejorar sus propiedades del suelo con dosificaciones de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% que con la mínima proporción obtuvo cambios en reducir su IP con 0.98% (con cal) y 0.95% (con cemento) de su valor inicial, con respecto a su CBR obtuvo incremento de 1.2 veces más (con cal) y 0.64 veces más (con cemento) de su valor inicial. Por lo que se aprecia es que el autor trabajó la estabilización de suelos con cal y cemento por separado, por lo que menciono en favorecer la estabilización con mezcla de cal y cemento al suelo trabaja mejor que estabilizarlo por separado y con poca proporción se obtienen cambios radicales.

VI. CONCLUSIONES

1. Con respuesta al objetivo general: mediante un análisis realizado a los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio se concluye que estabilizando suelos finos con alta plasticidad (suelo cohesivo), que adicionando aditivos estabilizantes como la cal y el cemento con proporciones de 1%, 2% y 3% realizan cambios positivos en las propiedades del suelo determinando a darle uso como subrasante de un pavimento, considerando a la proporción del 1% de cal y cemento realizan grandes cambios en el suelo natural.
2. Con respuesta al objetivo específico 1: se considera que las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural denominado como suelo patrón se identificó con los resultados obtenidos en laboratorio de suelos que, la C-01: en granulometría se tiene 0% de grava con un 9% de arena gruesa a fina y 91% de finos, con IP de 19.05% y un CBR de 1.60%. La C-02: en granulometría se tiene 0% de grava con 9.1% de arena gruesa a fina y 90.9% de finos, con IP de 18.91% y un CBR de 1.50%. La C-03: en granulometría se tiene 0% de grava con 9.6% de arena gruesa a fina y con 90.4% de finos, con IP de 18.90% y un CBR de 1.80%. La C-04 en granulometría se tiene 0.8% de grava con 68.3% de arena gruesa a fina y con 30.9% de finos, con un IP de 3.68%, pues con estos valores determinamos su clasificación con el sistema de clasificación AASHTO (A-7-5) y con el sistema de clasificación SUCS (MH) cuyas especificaciones se identifican como un suelo limoso de alta plasticidad, a excepción de la C-04 (A-2-4/SM) como suelo arena limosa, debido a que no posee una distribución granulométrica con más del 50% de finos y que su IP es inferior al 18%; que según las normas del MTC en Suelos y Pavimentos señalan que para una subrasante con esas cualidades de suelos con alta plasticidad, con IP superior al 18%, con un contenido de humedad promediada resulta 8.94% entre las tres primeras calicatas y un CBR que promediada entre todas las calicatas analizadas resulta 1.6% que se categoriza como una subrasante inadecuada según establece el MTC en su norma de Suelos y Pavimentos, por las cuales con todo lo mencionado se deduce en realizar un mejoramiento al suelo mediante un proceso de

estabilización, que en este caso se da con el uso de la cal y cemento, para reducir la plasticidad e incrementar su CBR.

3. Con respuesta al objetivo específico 2: se determina que con la adición proporcional del 1%, 2% y 3% de cal y cemento influye en el cambio de sus propiedades físicas del suelo, como se determina con el 1% de cal y cemento: de manera promediada reduce un 3.1% en su contenido de humedad, en su IP pudo reducir un 1.0% promedio a su IP inicial, en su granulometría hubo cambios minuciosos en su distribución. Con el 2% de cal y cemento: de manera promediada reduce un 8.1% en su contenido de humedad, en su IP pudo reducir un 6.9% promedio a su IP inicial, en su granulometría hubo cambios minuciosos en su distribución. Con el 3% de cal y cemento se determina que: reduce un 22.2% en su contenido de humedad, en su IP pudo reducir un 10.1% promedio a su IP inicial, en su granulometría hubo cambios positivos en su distribución que se obtuvo una clasificación de suelo como limo de baja plasticidad. Por lo general se concluye que en sus propiedades físicas se obtuvo lo requerido en disminuir su plasticidad que con el 1% ya hubo cambios significativos resaltando que con el 3% cambio su clasificación al suelo como de baja plasticidad. Por lo que a mayor proporción se irá convirtiendo en una suelo muy sólido y seca.
4. Con respuesta al objetivo específico 3: se determina que con la adición proporcional del 1%, 2% y 3% de cal y cemento influye en el cambio de sus propiedades mecánicas del suelo, como se ve con los resultados del 1% de cal y cemento: aumenta un 5.0% en su óptimo contenido de humedad, como también aumenta un 15.5% en su máxima densidad seca, y su CBR incrementa 6.9 veces más del resultado patrón. Con el 2% de cal y cemento: aumenta un 7.8% en su óptimo contenido de humedad, como también aumenta un 12.3% en su máxima densidad seca, y su CBR incrementa 21.6 veces más del resultado patrón. Con el 3% de cal y cemento: aumenta un 11.2% en su óptimo contenido de humedad, como también aumenta un 8.4% en su máxima densidad seca, y su CBR incrementa 33.8 veces más del resultado patrón. Por lo general se concluye que en sus propiedades mecánicas se obtuvo lo requerido que, al incrementar las proporciones de cal y cemento incrementa su CBR a grandes rasgos, como también

incrementa su óptimo contenido de humedad considerablemente, pero en el caso de la máxima densidad seca aumenta pero de manera minúscula que mientras a mayor proporción pueda llegar a un punto cero de incremento porcentual.

De manera general se puede concluir que la cal y el cemento combinado realizan grandes cambios significativos en materiales críticos como es un suelo cohesivo con alta plasticidad y baja resistencia.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda identificar el tipo de aditivo estabilizador según los resultados del suelo patrón con las normas del MTC de suelos y pavimentos, para el uso de estabilizante y realizar una investigación con proporciones propuestos del investigador con los aditivos estabilizantes.

Se recomienda realizar una estabilización de suelos a aquellos suelo altamente plásticos que para identificarlo se toma en cuenta su valor de $IP \geq 18\%$, el $CBR < 6\%$, la granulometría superior al 50% de finos, y su contenido de humedad.

Se recomienda no estabilizar el suelo cuyo espejo de agua del nivel freático se encuentre a una profundidad menor a 1.50 metros de la superficie del terreno natural, por lo que el material estabilizado estaría en constante contacto con el agua, por lo que requiere en ese caso otro tipo de tratamiento al suelo.

Se recomienda a los futuros investigadores en realizar un estudio comparativo de estabilización de suelos con cal y cemento por separado y determinar cual es la mayor influencia de cambio en las propiedades físicas y mecánicas del suelo cohesivo con alta plasticidad.

Se recomienda no realizar estabilizaciones de suelos cohesivos o arcillosos con proporciones mayores al 3% debido a que su valor de CBR incrementa radicalmente, pues esto podría provocar una solidificación del suelo, convirtiéndolo más rígido pero menos flexible ante la acción de cargas que provocan esfuerzos y deformaciones en la estructura del pavimento, por lo que produciría una falla de quiebre en la subrasante y produciendo tal vez hundimiento en la superficie de la capa de rodadura como fisuras o grietas llegando a mayores con el tiempo.

Se recomienda realizar un estudio futuro de estabilización de suelos con cal y cemento con dosificaciones menores al 1% y determinar su proporción óptima que cumplan con las cualidades específicas de una subrasante.

Se recomienda realizar el proceso de estabilización no solo con el material in situ, sino también aplicarlo a materiales de cantera para uso de subrasante u otros usos relacionados a obras viales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **ARTICULOS DE REVISTA:**

A) Artículos en inglés:

AFOLAYAN, Olaniyi D. 2017. *Evaluation of the Effect of Lime and Cement on the Engineering Properties of Selected Soil in a University in Southwestern Nigeria*. Revista Journal of Advancement in Engineering and Technology, Vol. 5, 4, Ogbomoso : Civil Engineering Department, Ladoke Akintola University of Technology, 2017, pág. 6. 2348-2931.

BAQIR, Husam, AL-ADILI, Aqeel y SHAREF, Ali. 2018. *Compressibility of soft Iraqi soil stabilized with traditional Iraqi stabilizers (cement and lime)*. Revista MATEC Web of Conferences, Vol. 162, Mayo de 2018, 01015, págs. 1-8.

BEHAK, Leonardo y PERES NÚÑEZ, Washington. 2008. *Characterization of a material comprised of sandy soil, rice husk ash and potentially useful lime in pavements*. Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 23, 1, Santiago : s.n., Abril de 2008, págs. 34-41. 0718-5073.

CASTRO, M., y otros. 2020. *Analysis of high plasticity clayey soil improvement at subgrade level through Portland cement added to decrease volumetric change*. Revista IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, s.l. : Institute of Physics Publishing, Febrero de 2020, págs. 1-5. 17578981.

ÇIMEN, Ömür, SALTAN, Mehmet y KESKIN NILAY, S. 2013. *Stabilization of clayey subgrade with waste pumice for road infrastructure*. Revista Science and Engineering of Composite Materials, Vol. 22, 5, 2013, págs. 583-590.

CORREA, José, y otros. 2019. *Soil compaction and the architectural plasticity of root systems*. Revista Journal of Experimental Botany, Vol. 70, [ed.] Zhang. Jianhua. 21, Noviembre de 2019, págs. 6019-6034. 6019–6034.

DINKA, Oluma Gudina, AGON, Elmer y GEREMEW, Anteneh. 2019. *Performance studies on subgrade formation using lime and cement in road projects*. Revista: Applied Journal of Environmental Engineering Science, Vol. 5, 4, Etiopía : s.n., 2019, págs. 420-436. 2509-2065.

DROPPELMANN, Guillermo. 2018. *Normality Test*. Revista Actualizaciones Clínica Meds, Vol. 2, 1, Chile : s.n., 2018, págs. 39-43. 0719-8620.

GÓMEZ PÉREZ, Luis Eduardo, GÜILLÍN ACOSTA, William Ferney y GALLARDO AMAYA, Romel Jesús. 2016. *Variability of mechanical properties for compressible clayey soils stabilized with cementitious material*. Revista Tecnura, Vol. 20, Extra 1, Colombia : s.n., 2016, págs. 95-107. 2248-7638.

HOSSNE GARCÍA, Américo José, y otros. 2012. *Savanna soil water content effect on its shear strength-compaction relationship*. Revista Científica UDO Agrícola, Vol. 12, 2, Venezuela : s.n., 2012, págs. 324-337. 1317-9152.

KHAWLA, H. H., SHUBBER y ABEDURIDHA SAAD, Ahmed. 2020. *Subgrade stabilization strategies effect on pavement thickness according to AASHTO pavement design method*. Revista IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 737, 012145, 2020, págs. 1-12.

LUBIS, A. S., MUIS, Z. A. y SIMBOLON, C. A. 2018. *The estimation of parameter compaction values for pavement subgrade stabilized with lime*. Revista IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 309, 012118, 2018.

MARTÍNEZ H., Eduardo, FUENTES E., Juan Pablo y ACEVEDO H., Edmundo. 2008. *Soil organic carbon and soil properties*. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal, Vol. 8, 1, Santiago : Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Producción Agrícola, págs. 68-96. 0718-2791.

NIK DAUD, N. N., y otros. 2019. *The important aspects of subgrade stabilization for road construction*. Revista IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 512, 012005, 2019, págs. 1-10.

OJEDA FARÍAS, O., MENDOZA RANGEL, J. M. y BALTZAR SAMORA, M. A. 2018. *Influence of sugar cane bagasse ash inclusion on compacting, CBR and unconfined compressive strength of a subgrade granular material*. Revista ALCONPAT, Vol. 8. 2, Mérida : s.n., March de 2018, 2007-6835.

ORTÍZ, Irene, y otros. 2018. *Determination of soil physical properties and its application in the identification of soil horizons.*: s.n., 2018, Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Vol. 16, 1, Madrid, págs. 57-63. 1132-9157

OSPINA GARCÍA, Miguel Ángel, CHAVES PABÓN, Saieth Baudilio y JIMÉNEZ SICACHÁ, Luis Miguel. 2020. *Improvement of clayey subgrades through the addition of steel waste.* Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 15 de Agosto de 2020.

SHABAN, Alaa M., y otros. 2020. *Effect of Pavement Foundation Materials on Rigid Pavement Response.* Revista IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 671, págs. 1-11. 0.12085, 2020.

SHAH, Syed Husnain Ali, y otros. 2020. *In-situ stabilization of clays with lime, dolerite and quartzite powders.* Revista: Acta Geodynamica et Geomaterialia, Vol. 17, 3, Pakistan : s.n., 2020, págs. 341-352. 1214-9705.

TOIRAC CORRAL, José. 2012. *Granulometric characterization of sand factory in the Dominican Republic, their impact on the quality and cost of concrete.* Revista Ciencia y Sociedad, Vol. 37, 3, Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo, 2012, págs. 293-334. 0378-7680.

YOUDEOWEI, P. O., NWANKWOALA, H. O. y AYIBANIMIWORIO, G. T. 2020. *Soil stabilization and improvement of marine clays using cement and lime in a marshland.* Revista Engineering Heritage Journal (GWK), Vol. 4, 1, 2020, págs. 8-14. 2521-0440.

ZAHRAALSADAT, Eliaslankaran, y otros. 2021. *Evaluation of the Effects of Cement and Lime with Rice Husk Ash as an Additive on Strength Behavior of Coastal Soil.* Revista Materials (Basel), [ed.] Jakub Zdarta. 14, Malaysia : Academic Editor, 2021, pág. 15.

ZAMBRI, Mohd, NADHIRAH y GHAZALY, Zuhayr Md. 2018. *Peat Soil Stabilization using Lime and Cement.* Revista International Conference on Civil & Environmental Engineering, Vol. 34, 01034, Marzo de 2018, págs. 1-7.

B) Artículos en español:

ALARCÓN, J., JIMÉNEZ, M. y BENÍTEZ, R. 2020. *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso*. Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 35, 1, Santiago : s.n., 2020. 0718-5073.

CARVALLO, M., y otros. 2016. *Evaluación a lo largo del tiempo de las propiedades mecánicas de los bloques de suelo-cemento utilizados en pavimentos semipermeables*. Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 31, 1, Abril de 2016, pág. Santiago. 0718-5073.

DE SOLMINIHAC T., Hernán, ECHEVARRÍA G., Gerardo y THENOUX Z., Guillermo. 2019. *Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la construcción de estructuras de pavimentos.*, Revista Ingeniería de Construcción, Santiago : s.n., 2019, pág. 24. 0718-5073.

GALLARDO AMAYA, Romel Jesús, MARTÍNEZ OVALLOS, Ciro Andrey y MUÑOZ QUINTERO, Angie Alejandra. 2020. *Caracterización de un suelo plástico para estabilización con cementantes*. Revistas Respuestas, Vol. 25, S2, Ayacucho - Perú : s.n., 2020, págs. 6-13. 2422-5053.

HIGUERA SANDOVAL, Carlos Hernando, GÓMEZ CRISTANCHO, Jenny Carolina y PARDO NARANJO, Óscar Eduardo. 2012.. *Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio*. Revista Facultad de Ingeniería, Vol. 21, 32, Colombia : s.n., 2012, págs. 21-40. 0121-1129.

MORENO MAROTO, José Manuel y AZCÁRATE. *Un método preciso, rápido y sencillo para determinar el límite plástico y la consistencia de los suelos.*, Revista de Ingeniería Geotécnica. La Coruña: Sociedad Española de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, 2016, Jacinto Alonso. 2016., págs. 139-146, 978-84-945284-2-2.

OYOLA GUZMÁN, Romer Daniel. 2016. *Determinación de la resistencia a la penetración de un suelo cohesivo en diferentes condiciones de hidratación y compactación*. Revista de Arquitectura e Ingeniería, Vol. 10, 3, Bolivia : s.n., 2016, págs. 1-10. 1990-8830.

RINCÓN OCHOA, Giovanni Édgar y HIGUERA SANDOVAL, Carlos Hernando. 2017. *Programa informático para el diseño de pavimentos flexibles y rígidos por el método AASHTO*. Revista Ingenio Magno, Vol. 8, 1, Boyacá: Universidad Santo Tomás, 2017, págs. 148-161. 2422-2399.

RIVERA, Jhonatan F., y otros. 2020. *Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente*. Revista Informador Técnico, Vol. 84, 2, Bogotá : s.n., Julio de 2020, págs. 202-226. 2256-5035.

RODRÍGUEZ MORENO, Mario Alberto y HIDALGO MONTOYA, César Augusto. 2005. *Comportamiento de suelos residuales*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. 4, 6, Medellín : s.n., 2005, págs. 111-122.

SALINAS, Judith, ÑURINDA, Kellner y RAMÍREZ, Javier. 2014. *Comportamiento del índice de plasticidad de una pasta arcillosa madurada naturalmente.*, Revista Científica Nexo, Vol. 27, 02, Managua: s.n., 2014, págs. 74-81. 1818-6742.

TAMAYO TAMAYO, Jorge. 1985. *Mejoramiento del comportamiento de suelos y materiales con la incorporación de aditivos no convencionales*. Revista Ingeniería e Investigación, Vol. 3, 2, Bogotá : s.n., 1985, págs. 24-32. 0120-5609.

VERDUGO, Ramón y DE LA HOZ, Karem. 2006. *Caracterización geomecánica de suelos granulares gruesos*. Revista Internacional de Desastres Naturales e Infraestructura Civil , Vol. VI (2), Santiago : s.n., 25 de Agosto de 2006.

- **TESIS:**

ALTAMIRANO NAVARRO, Genaro José y DÍAZ SANDINO, Axell Exequiel. 2015. *Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas*. Departamento de Construcción, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA. Managua : s.n., 2015. pág. 113, Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

GONZALES CARPIO, Flor Marilia. 2018. *Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno*. FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS

PURAS, UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ. PUNO : s.n., 2018. pág. 138, Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

LÓPEZ SUMARRIVA, José Johel y ORTIZ PINARES, Grely. 2018. *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay*. Facultad de Ingeniería, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES. Apurímac : s.n., 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

PALLI APAZA, Edwin E. 2015. *Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román*. Escuel Prefsional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Altiplano. Puno : s.n., 2015. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

SALAS MERCADO, Dante. 2017. *Estabilización de suelos con adición de cemento y aditivo terrasil para el mejoramiento de la base del Km 11+000 al Km 9+000 de la carretera Puno-Tiquillaca-Mañazo*. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Juliaca : s.n., 2017. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

SÁNCHEZ ALBÁN, María Angélica. 2014. *Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del cantón Tosagua provincia de Manabí*. Quito : s.n., 2014. pág. 416, Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

SHAN, Haoyin, y otros. 2015. *Scour in cohesive soils*. Federal Highway Administration. s.l. : U.S. Department of Transportation, 2015. pág. 96, Reporte.

VELÁSQUEZ PEREYRA, César. 2018. *Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina*. FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. CAJAMARCA : s.n., 2018. pág. 155, Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

ZAPATA, Rodrigo. 2018. *Tipos de Suelos: Caracterización de suelos arcillosos y limosos*. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario . Santa Fé : s.n., 2018. Informe.

- **LIBROS:**

BADILLO, Juarez y RODRÍGUEZ, Rico. 2010. *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. [ed.] Noriega. 3ra. México : Limusa S.A., 2010. Vol. Tomo I.

DAS, Braj M. 2015. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. [ed.] Sergio R. Cervante Gonzáles. [trad.] Javier León Cárdenas. 4ta. s.l. : Cengage Learning Editores S.A., 2015. 978-607-519-373-1.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. 2014. *Metodología de la Investigación*. Sexta. Santa Fe : McGRAW-HILL, 2014. pág. 634. 978-1-4562-2396-0.

MTC. 2013. *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras*. Lima : s.n., 2013. Vol. I.

MTC. 2014. *Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos*. 2014.

MTC. 2016. *Manual de Ensayos de Materiales*. Lima : s.n., 2016.

NTE CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS. 2010. PAVIMENTOS URBANOS. LIMA : s.n., 2010. pág. 75.

SUPO, José. 2014. *Seminarios de Investigación Científica: Sinopsis del Libro y Carpeta de Aprendizaje*. [ed.] Bioestadístico E.I.R.L. Primera. Arequipa : s.n., 2014. 1503094979.

VARA HORNA, Arístides Alfredo. 2012. *Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa*. Lima : Tercera, 2012. pág. 451.

VILLALAZ, Crespo. 2004. *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. [ed.] Noriega. 5ta. México : Limusa, 2004.

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Estabilización de suelos cohesivos con cal y cemento para mejorar la subrasante de la Avenida Santa Rosa, Puno, 2021.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	METODOLOGÍA
PG. ¿De qué forma se estabiliza el suelo cohesivo adicionando cal y cemento para mejorar la subrasante de la Av. Santa Rosa en la ciudad de Juliaca?	OG. Estabilizar el suelo cohesivo adicionando cal y cemento para mejorar la subrasante de la Av. Santa Rosa en la ciudad de Juliaca.	HG. La estabilización del suelo cohesivo con cal y cemento mejora considerablemente sus cualidades de la subrasante de la Av. Santa Rosa en la ciudad de Juliaca.	Variable Independiente 1. Cal y cemento	Dosificación de cal y cemento.	Proporción de aditivos estabilizantes: 1%, 2% y 3%	Razón	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Método Científico MÉTODOS ESPECÍFICOS: Enfoque Cuantitativo
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS		Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> Contenido de humedad Límites de consistencia (Atterberg) Análisis granulométrico 	Razón	NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo
PE1. ¿Qué propiedades físicas y mecánicas tiene el suelo de la Av. Santa Rosa de la ciudad de Juliaca?	OE1. Evaluar las propiedades físicas y mecánicas que tiene el suelo de la Av. Santa Rosa en la ciudad de Juliaca.	HE1. Dado que el suelo influenciado por el clima y la población, sus propiedades físicas y mecánicas alteradas se obtengan en condiciones de baja calidad y considerando a ser probablemente un suelo cohesivo.	Variable Dependiente 2. Estabilización de suelos cohesivos	Propiedades mecánicas.	<ul style="list-style-type: none"> Compactación de suelo (Proctor modificado) CBR en laboratorio 	Razón	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental
PE2. ¿Cómo influye en mejorar las propiedades físicas del suelo cohesivo con el proceso de estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento para una subrasante?	OE2. Determinar la influencia de mejora en las propiedades físicas del suelo cohesivo con el proceso de estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento para una subrasante.	HE2. La estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento en suelos cohesivos influyen en mejorar positivamente sus propiedades físicas para una subrasante.				Razón	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada
PE3. ¿Cómo influye en mejorar las propiedades mecánicas del suelo cohesivo con el proceso de estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento para una subrasante?	OE2. Determinar la influencia de mejora en las propiedades mecánicas del suelo cohesivo con el proceso de estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento para una subrasante.	HE3. La estabilización con dosificaciones proporcionales de cal y cemento en suelos cohesivos influyen en mejorar positivamente sus propiedades físicas para una subrasante.				Razón	POBLACIÓN: Subrasante de la Av. Santa Rosa desde el progresivo km 0+530 a km 1+160, Juliaca, San Román, Puno. MUESTRA: Material de la subrasante con 385 metros de la subrasante de la población. MUESTREO: No probabilístico, representado por 4 calicatas. TÉCNICA Observación experimental, con recolectar datos por procesos de laboratorio, basados por fuentes bibliográficas, normas, o reglamentos establecidos por el MTC, entre otros. INSTRUMENTO Fichas técnicas de recolección de datos, herramientas y equipos de laboratorio,

ANEXO 2

Fichas técnicas de recolección de datos.



CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-003

Versión : 2.0

Aprobado : Ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO:

LUGAR:

REGISTRO:

SOLICITANTES:

FECHA:

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA:

MUESTRA:

UBICACIÓN:

LUGAR DE MUESTREO:

DESCRIP.:

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01		
1	Peso de recipiente	g.			
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.			
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.			
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.			
5	Peso de muestra de suelo seco	g.			
6	Humedad	%			
7	Humedad Promedio	%			

OBSERVACIONES

- _____

- _____



LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD

(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)

Código : F - 005

Versión : 2.0

Aprobado : Ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO :

LUGAR :

SOLICITANTES :

REGISTRO :

FECHA :

DATOS DE MUESTRA

CANTERA :

UBICACIÓN :

DESCRIP. :

MUESTRA :

LUGAR DE MUESTREO :

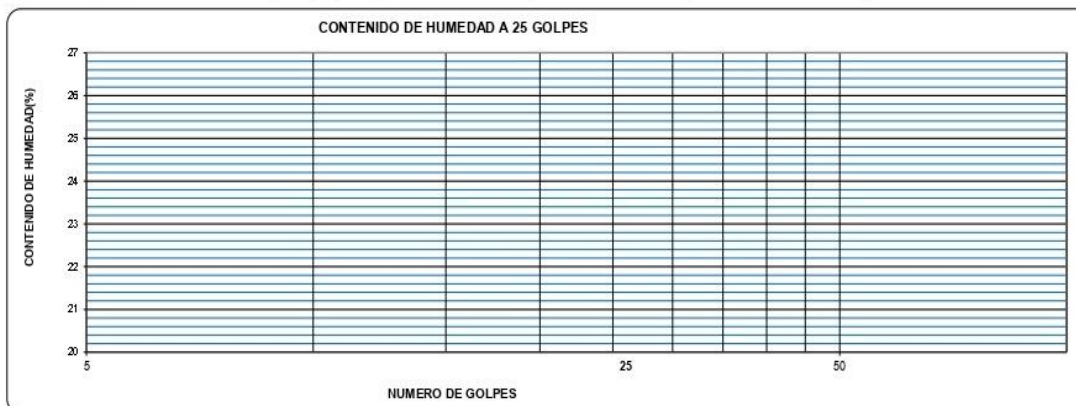
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
	ID			
Nº CAPSULA				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			-
PESO DE AGUA	(g)			-
PESO DE LA TARA	(g)			-
PESO DEL SUELO SECO	(g)			-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			-
NUMERO DE GOLPES				-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
	ID			PROMEDIO
Nº TARRO			-	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)		-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)		-	-
PESO DE LA TARA	(g.)		-	-
PESO DEL AGUA	(g.)		-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)		-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		-	-

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	
LIMITE PLÁSTICO (%)	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	

OBSERVACIONES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 004

Versión : 2.0

Aprobado : Ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO:

LUGAR:

SOLICITANTES:

REGISTRO:

FECHA:

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA:

UBICACIÓN:

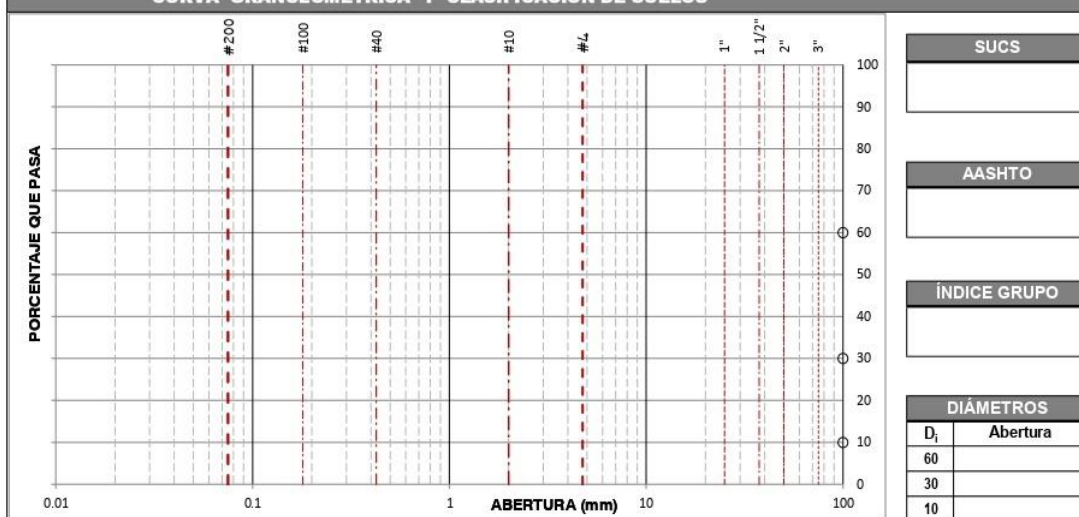
DESCRIP.:

MUESTRA:

LUGAR DE MUESTREO:

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN		PESO (g)	%	%	SUELO		
	ASTM	(mm)					GENERALES	
1	3 1/2"	90.000					Peso muestra seca	
2	3"	75.000					Peso muestra lavada y seca	
3	2 1/2"	63.000					Finos equiv. <#4:	
4	2"	50.000					Grava usada	
5	1 1/2"	37.500					Fino ensayado < #4	
6	1"	25.000					Frac. equiv. < #200:	
7	3/4"	19.000					TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500					TAMANO MAXIMO	
9	3/8"	9.500					COEFICIENTES	
10	#4	4.750					Uniformidad (Cu)	
11	#10	2.000					Curvatura (Cc)	
12	#20	0.850						
13	#40	0.425						
14	#100	0.150						
15	#200	0.075						
16	Fondo	0.075						
17								
18								
19								
20								

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F- 006
Versión : 2.0
Aprobado : Ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: _____
LUGAR: _____ REGISTRO: _____
SOLICITANTES: _____ FECHA: _____

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: _____ MUESTRA: _____
UBICACIÓN: _____ LUGAR DE MUESTREO: _____
DESCRIP.: _____

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : _____
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : _____
NUMERO DE CAPAS : _____

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)				
PESO DE MOLDE (gr)				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)				

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)				
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)				
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)				
PESO DE SUELO SECO (gr)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) _____ ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) _____

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F-007
 Versión : 2.0
 Aprobado : Ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO:

LUGAR:

SOLICITANTES:

REGISTRO :

FECHA :

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: MUESTRA :
 UBICACIÓN: LUGAR DE MUESTREO :
 DESCRIP. :

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	AASHTO	PROCTOR	N°CAPAS	
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE01	26 GOLPES MOLDE02	55 GOLPES MOLDE03

DENSIDAD

Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g						
2	Peso del molde	g						
3	Volumen del molde REG:	cc						
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g						
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc						
6	Id. Capsula	-						
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g						
8	Peso del suelo seco + capsula	g						
9	Peso del agua, [7]-[8]	g						
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g						
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%						
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc						

PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)								
	STANDARD	pulg.		12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 20.42 cm ²	0.000											
	0.025											
	0.050											
	0.075											
70.5 kg-f/cm ²	0.100											
	0.150											
105.7 kg-f/cm ²	0.200											
	0.250											
	0.300											
	0.400											
	0.500											

u CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X² + x

EXPANSIÓN

TIEMPO			LECTURA DIAL(Dw): 0.001"			ALTURAS				H _{plazo} =	
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
11/03/21	9:30:00 a.m.	0									
13/03/21	9:30:00 a.m.	48									
15/03/21	9:30:00 a.m.	96									

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL	
Densidad Seca prom.				Humedad óptima	Penetración	0.1" 0.2"
Penetración: 0.1"				MDS	100% MDS	
Penetración: 0.2"				95 % de la MDS	95 % MDS	

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F-008
Versión : 2.0
Aprobado : Ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO:

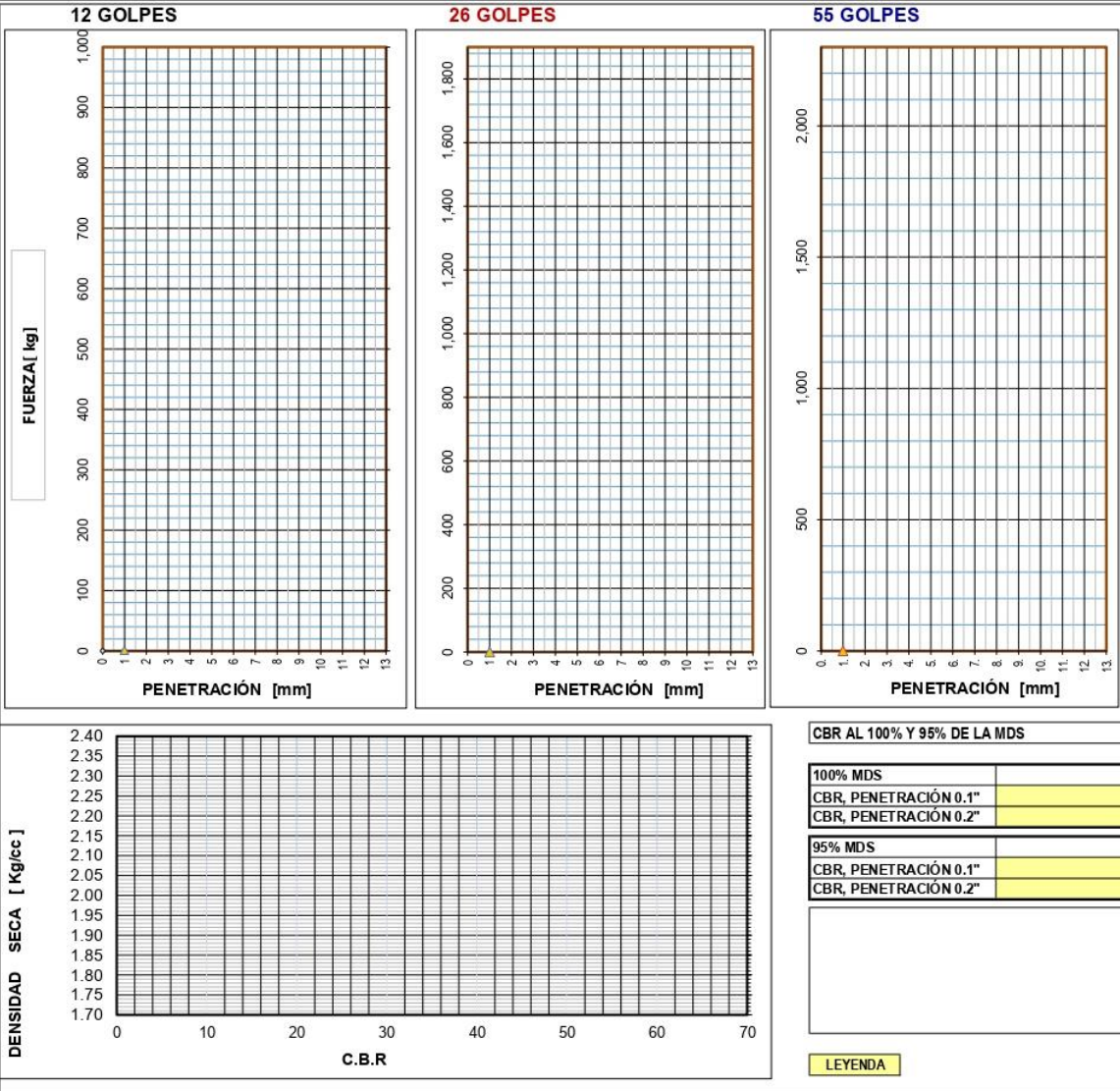
LUGAR:

SOLICITANTES:

REGISTRO :

FECHA :

GRAFICA



ANEXO 3

Plano de ubicación de la zona en estudio.

ANEXO 4

Plano de ubicación y dimensionamiento de la zona en estudio.



Fuente: Elaboración propia en Google Earth.

ANEXO 5

Panel fotográfico del proceso de recolección de datos

ANEXO 5.1. Etapa I: Trabajo en campo.

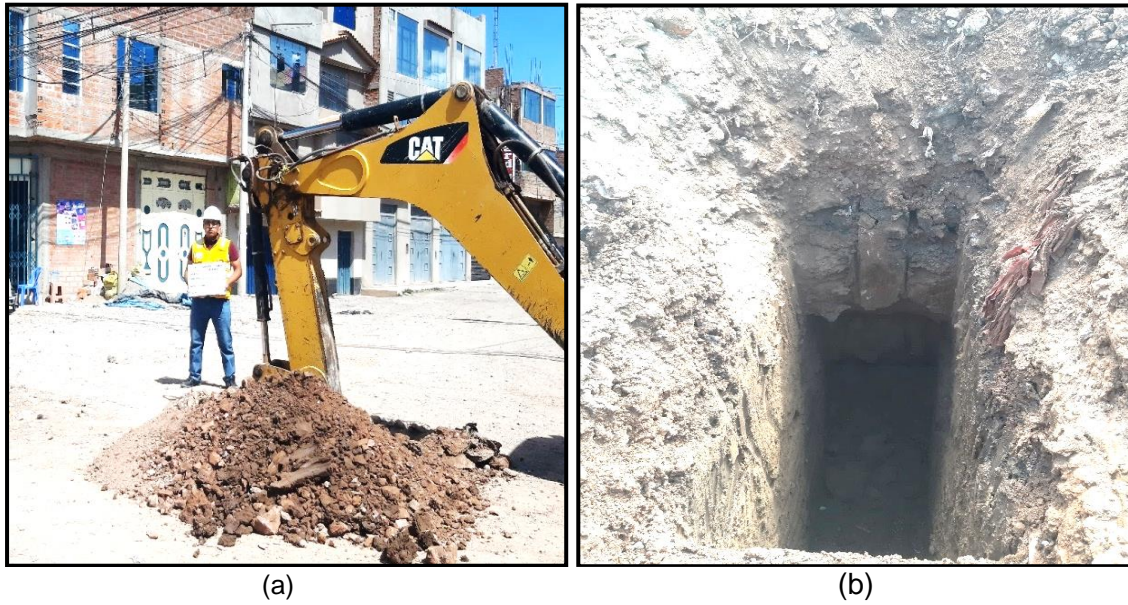


Figura 33. (a) Excavación de calicatas con maquinaria pesada. (b) Vista interior de la calicata excavada
Fuente: Elaboración propia.



Figura 34. Obtención de muestras por calicatas.
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5.2. Etapa II: Obtención de los aditivos estabilizantes



Figura 35. Obtención del cemento tipo IP.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 36. Obtención de la cal hidratada.
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5.3. Etapa III: Ensayos de laboratorio

1. Contenido de Humedad



Figura 37. Registro del peso húmedo del suelo.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 38. Secado de la muestra en el horno.
Fuente: Elaboración propia.

2. Límites de Consistencia



Figura 39. Obtención de la muestra por el tamiz N°40.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 40. Equipos y herramientas del Límite Líquido.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 41. Procedimiento del Límite Líquido en la cuchara de Casagrande.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 42. Registro del peso húmedo extraída de la cuchara de Casagrande.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 43. (a) Moldeo de la muestra en forma esférica. (b) Prueba de plasticidad de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 44. Registro del peso húmedo de los ensayo del límite líquido y del límite plástico.
Fuente: Elaboración propia.

3. Granulometría

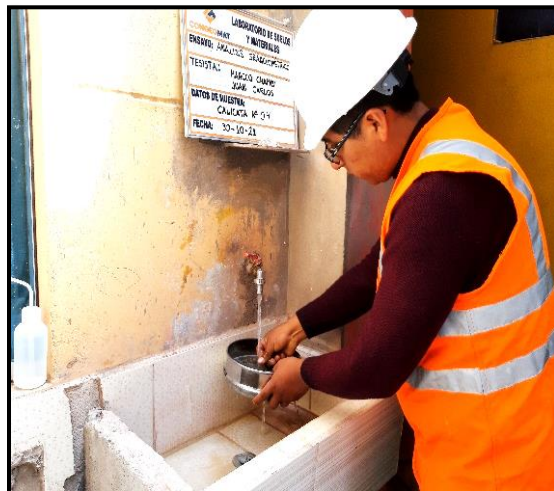


Figura 45. Lavado de la muestra para la Granulometría.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 46. Procedimiento del tamizado de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.

4. Proctor



Figura 47. (a) Registro del peso de cal requerido. (b) Registro del peso de cemento requerido.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 48. (a) Incorporación de la cal y cemento a la muestra. (b) Proceso de homogenización de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 49. (a) Llenado de la muestra en el molde proctor. (b) Compactación de la muestra en 5 capas.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 50. Enrazado de la muestra compactada.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 51. Registro del peso húmedo de la muestra compactada.
Fuente: Elaboración propia.

5. CBR



Figura 52. Homogenización de la muestra + cal + cemento proporcionalmente.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 53. Proceso de compactación de la muestra homogenizada.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 54. Registro de la expansión del suelo posterior a los 4 días de sumergido.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 55. Lectura de la penetración del suelo con el equipo CBR.
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6

Certificados del resultado de los ensayos de laboratorio



CONGEO MAT
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

**ESTABILIZACIÓN DE
SUELOS COHESIVOS CON
CAL Y CEMENTO PARA
MEJORAR LA
SUBRASANTE DE LA
AVENIDA SANTA ROSA,
PUNO, 2021.**

PERFIL ESTRATIGRÁFICO



**PUNO – PERÚ
2021**

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 15/11/2021

DATOS DE MUESTRAS

UBICACIÓN: CALICATA 01
CALICATA: C - 01
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
PROFUND.: 0.00 - 1.50m.
MUESTRAS: 2
LADO: DERECHO
COORDENADA: E 379986
N 8287938

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	NIVEL FREÁTICO (m.)		CALICATA Nro.
				No encontrado		C - 1
				SIMBOLOGÍA		ENSAYOS IN SITU
		SUCS	AASHTO			
0.01	M-1	Pt	TOPSOIL	Pt	-	
0.30						
1.50	M-2	MH A-7-5 (14)	Limo de alta plasticidad, contiene 0% de grava gruesa a fina, con tamaño máximo de nº. 4 (4.75mm), contenido de 9.00% de arena gruesa a fina y 91.0% de finos (L.L. = 52.35, L.P. = 33.30 e I.P. = 19.05), con un contenido de humedad de 8.81%, color marrón.	MH	A-7-5 (14)	



OBSERVACIONES

- MAB y MAS
- El muestreo fue realizado por el solicitante

TIPO DE MUESTRA: MAB: muestra alterada en bolsa MAS: muestra alterada en seco MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS




CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 15/11/2021

DATOS DE MUESTRAS

UBICACIÓN: CALICATA 02
CALICATA: C - 02
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
PROFUND.: 0.00 - 1.50m.
MUESTRAS: 2
LADO: IZQUIERDO
COORDENADA: E 380056
N 8287982

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	NIVEL FREÁTICO (m.)		CALICATA Nro.
				No encontrado		
				C - 2		
				SIMBOLOGÍA		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.01	M-1	Pt	TOPSOIL	Pt	-	
0.25						
1.50	M-2	MH A-7-5 (14)	Limo de alta plasticidad, contiene 0% de grava gruesa a fina, con tamaño máximo de n° 4 (4.75mm), contenido de 9.10% de arena gruesa a fina y 90.9% de finos (L.L. = 51.29, L.P. = 32.38 e I.P. = 18.91), con un contenido de humedad de 8.75%, color marrón.	MH	A-7-5 (14)	



OBSERVACIONES

- MAB y MAS
- El muestreo fue realizado por el solicitante

TIPO DE MUESTRA: MAB: muestra alterada en bolsa MAS: muestra alterada en saco MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153



SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 15/11/2021

DATOS DE MUESTRAS

UBICACIÓN: CALICATA 03
CALICATA: C - 03
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA
PROFUND.: 0.00 - 1.50m

MUESTRAS: 2
LADO: DERECHO
COORDENADA: E 380221
N 8288069

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	NIVEL FREÁTICO (m.)		CALICATA Nro.
				No encontrado		
				C - 3		
				SIMBOLOGÍA		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.01	M-1	Pt	TOPSOIL	Pt	-	
0.35	M-2	MH A-7-5 (14)	Limo de alta plasticidad, contiene 0% de grava gruesa a fina, con tamaño máximo de n°. 4 (4.75mm), contenido de 9.60% de arena gruesa a fina y 90.4% de finos (L.L. = 51.32, L.P. = 32.42 e I.P. = 18.90), con un contenido de humedad de 9.25%, color marrón.	MH	A-7-5 (14)	
1.50						



OBSERVACIONES

- MAB y MAS

- El muestreo fue realizado por el solicitante

TIPO DE MUESTRA: MAB: muestra alterada en bolsa MAS: muestra alterada en seco MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


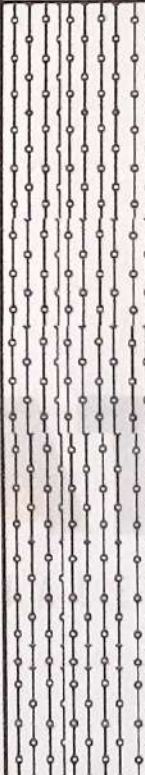

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quipe Bustiza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 15/11/2021

DATOS DE MUESTRAS


UBICACIÓN: CALICATA 04
CALICATA: C - 04
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA
PROFUND.: 0.00 - 1.50m
MUESTRAS: 2
LADO: IZQUIERDO
COORDENADA: E 380873
N 8288130

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	NIVEL FREÁTICO (m.)		CALICATA Nro. C - 4
				No encontrado		
				SIMBOLOGÍA		
		SUCS	AASHTO	ENSAYOS IN SITU		
0.01 0.35	M-1	Pt	TOPSOIL	Pt	-	
1.50	M-2	SM A-2-4 (0)	Limo de alta plasticidad, contiene 0.80% de grava gruesa a fina, con tamaño máximo de 1/2", contenido de 68.30% de arena gruesa a fina y 30.90% de finos (L.L = 22.27, L.P = 18.59 e I.P = 3.68), con un contenido de humedad de 7.25%, color marrón.	SM	A-2-4 (0)	



OBSERVACIONES
- MAB y MAS
- El muestreo fue realizado por el solicitante

TIPO DE MUESTRA: MAB: muestra alterada en bolsa MAS: muestra alterada en saco MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintava
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustirza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P N° 151300



CONGEO MAT
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

**ESTABILIZACIÓN DE
SUELOS COHESIVOS CON
CAL Y CEMENTO PARA
MEJORAR LA
SUBRASANTE DE LA
AVENIDA SANTA ROSA,
PUNO, 2021.**

MUESTRAS PATRÓN (SUELO NATURAL)

**PUNO – PERÚ
2021**

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016
 Versión : 2.0
 Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

PROYECTO: ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO : C - 2021 - 153
 FECHA : 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM 00+530 A KM 01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	86.90	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	312.57	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	294.30	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	18.27	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	207.40	--	--
6	Humedad	%	8.81	--	--
Humedad Promedio		%	8.81		

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
 - Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustirza
 ING^o DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F-017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C-2021-153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

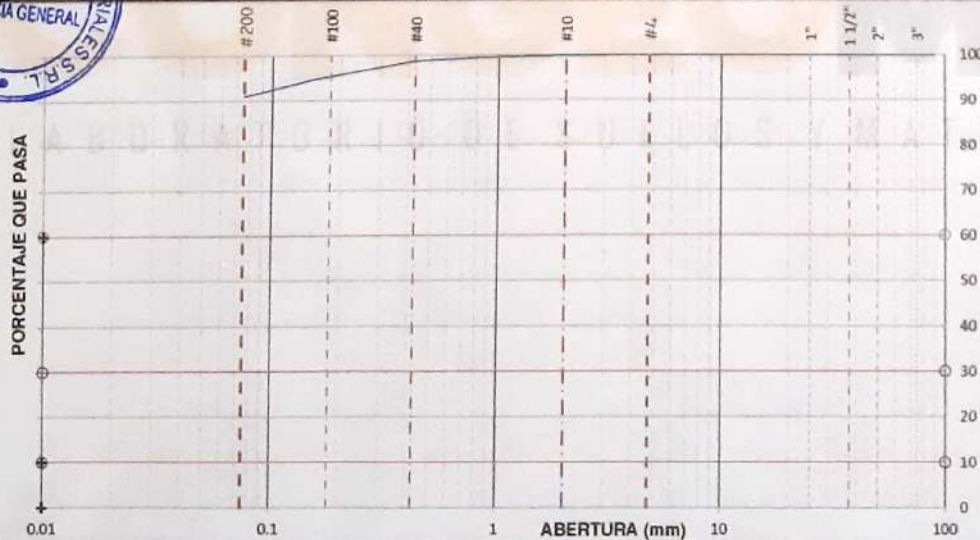
TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0	
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0	
11	#10	2.000	1.4	0.1	99.9	
12	#20	0.850	6.0	0.4	99.5	
13	#40	0.425	10.6	0.7	98.8	
14	#100	0.150	62.7	4.2	94.7	
15	#200	0.075	55.1	3.6	91.0	
16	Fondo	0.075	1.374.2	91.0		
17						

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1.510 g
Peso muestra lavada y seca	136 g
Finos equiv < #4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1.510 g
Frac. equiv < #200	91.0%
1.374 g	
TIPO DE TAMIZADO	
TAMIZADO	MANUAL
TAMAÑO MÁXIMO	
TAMAÑO MÁXIMO	#4
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1.000
Curvatura (Cc)	1.000
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Límite Líquido (LL)	52.35
Límite Plástico (LP)	33.30
Índice Plástico (IP)	19.05

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



SUCS

MH

AASHTO

A-7-5

INDICE GRUPO

(14)

DIÁMETROS

D _s	Abertura
60	0.010 mm
30	0.010 mm
10	0.010 mm

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Las ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 04-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND: 0.30m a 1.50 m

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		ID	C-02	C-05	
Nº CAPSULA					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	29.65	30.26	30.82	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	25.86	26.65	26.89	-
PESO DE AGUA	(g)	3.79	3.61	3.93	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.87	19.82	19.08	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.89	6.83	7.81	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	54.22	52.86	50.32	-
NUMERO DE GOLPES		16	26	35	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		ID	T-03	T-11	
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	20.55	26.63	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	19.56	25.46	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	16.58	21.95	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.99	1.17	-	-
SUELO SECO	(g.)	2.98	3.51	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.27	33.33	-	33.30

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	52.35
LIMITE PLÁSTICO (%)	33.30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	19.05

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONGEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 05-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01
MARGEN: DERECHO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)
COORDENADA: E: 379986
N: 8287938
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN: "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA: 25
NUMERO DE CAPAS: 5

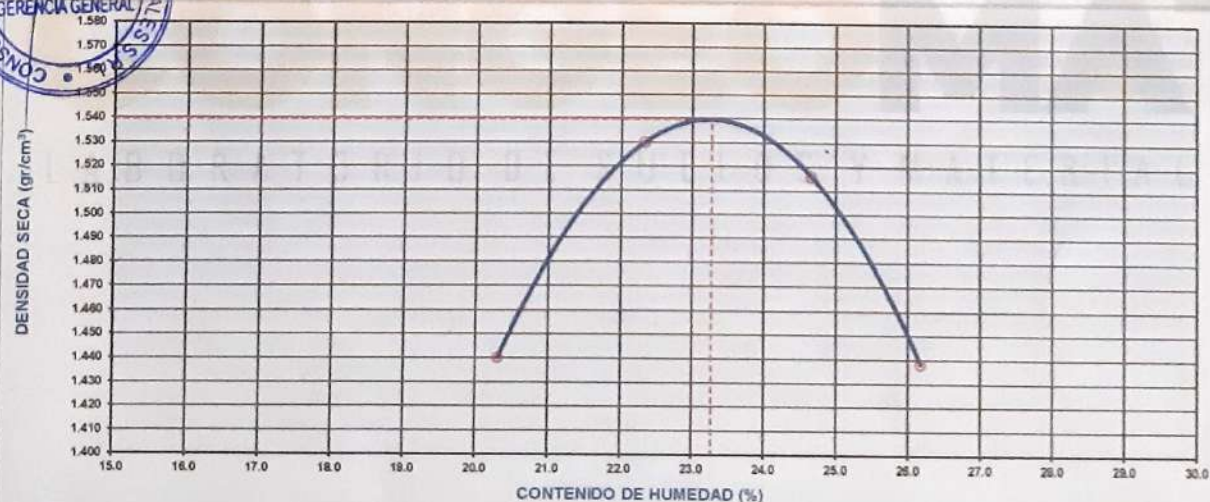
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5679	5830	5850	5768
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1881	2032	2052	1970
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.733	1.872	1.890	1.814
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.440	1.530	1.516	1.438

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	424.2	365.3	491.9	361.5
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	352.6	298.6	394.6	286.5
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	71.6	66.7	97.3	75.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	352.6	298.6	394.6	286.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.31	22.34	24.66	26.18

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1.539 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 23.27

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Timaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bastinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

MARGEN: DERECHO

COORDENADA: E: 379986

N: 8287938

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION: SUCS MH AASHTO A-7-5 PROCTOR HO=23.27 MDS=1.539 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE01	MOLDE04	MOLDE04	MOLDE05		

DENSIDAD

Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,514	11,928	11,975	12,247	11,753	11,980
2	Peso del molde	g	7,795	7,795	8,075	8,075	7,982	7,982
3	Volumen del molde REG	cc	2,136	2,136	2,133	2,133	1,985	1,985
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,719	4,133	3,900	4,172	3,771	3,998
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.74	1.93	1.83	1.96	1.90	2.01
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	422.0	409.0	425.1	407.0	450.8	377.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	342.6	298.6	345.7	301.8	386.1	286.5
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	79.4	110.4	79.4	105.2	84.7	90.5
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	342.6	298.6	345.7	301.8	386.1	286.5
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	23.18	36.97	22.97	34.86	23.14	31.59
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.414	1.413	1.487	1.450	1.543	1.531

PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)					
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
0.000	0	0	0	0		0		0	
0.025	8	10	17	8		10		17	
0.050	11	16	36	11		16		36	
0.075	13	18	39	13		18		39	
70.5 kg-f/cm2	15	24	43	15	14*	24	24*	43	36*
0.150	19	30	49	19		30		49	
105.7 kg-f/cm2	21	39	58	21	21*	39	36*	58	60*
0.250	23	40	70	22		40		70	
0.300	25	42	82	26		42		82	
0.400	26	48	101	26		48		101	
0.500	29	56	115	29		56		115	

10 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: $X^2 + 1.00030000 X - 0.153800$

EXPANSIÓN

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
06/11/21	8:10:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
08/11/21	8:10:00 a.m.	48	31.00	29.00	18.00	0.79	0.68%	0.74	0.63%	0.46	0.39%
10/11/21	8:10:00 a.m.	96	34.00	30.00	24.00	0.86	0.74%	0.76	0.65%	0.61	0.52%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
				Humedad óptima	23.27%	Penetración	0.1"	0.2"
Densidad Seca prom.	1.41	1.47	1.54	MDS	1.539	100% MDS	2.5	2.8
Penetración: 0.1"	1.0	1.6	2.5	95 % de la MDS	1.463	95 % MDS	1.6	1.6
Penetración: 0.2"	1.0	1.7	2.8					

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Pariquehua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustiza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 379988

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM 00+530 A KM 01+180) - JULIACA

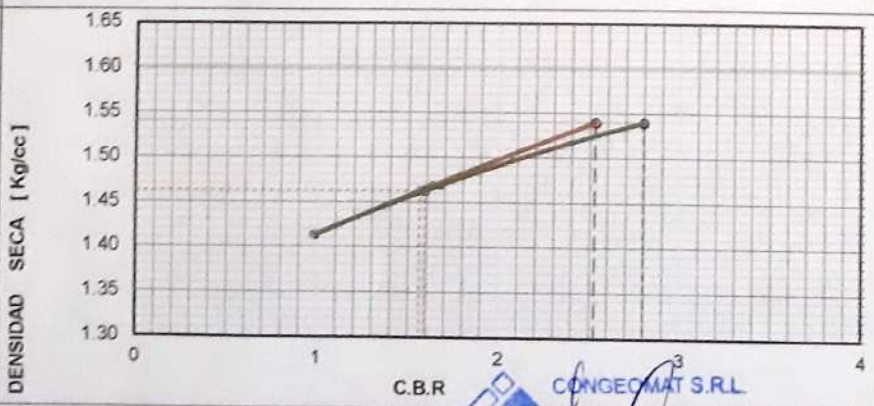
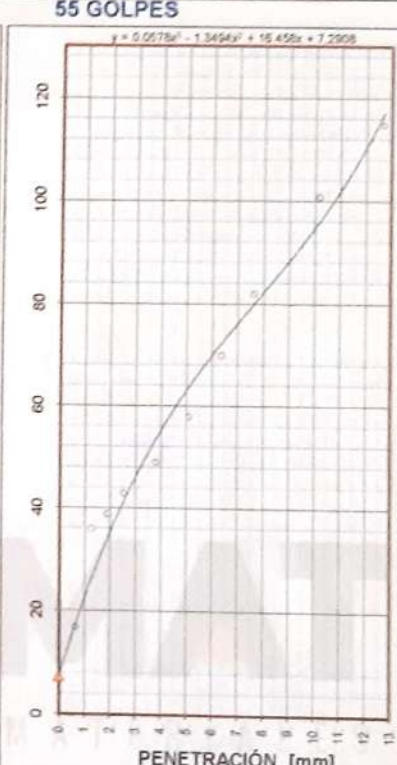
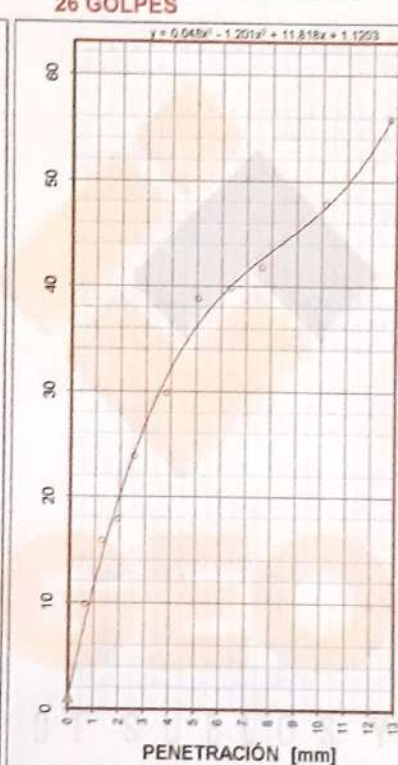
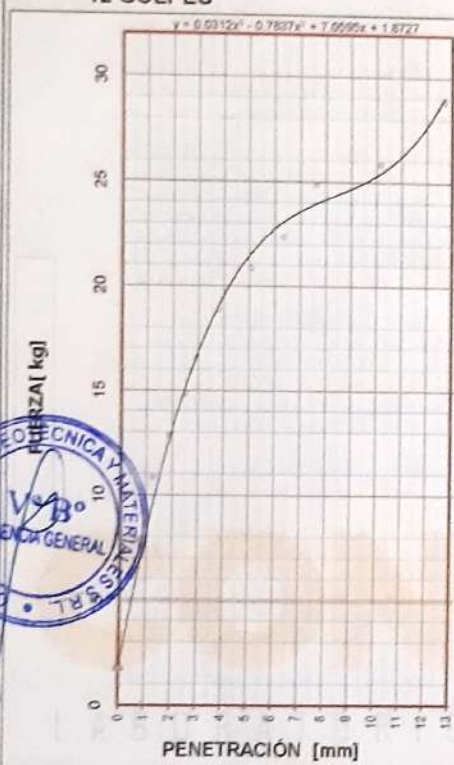
N: 8287938

GRAFICA

12 GOLPES

26 GOLPES

55 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

100% MDS	1.54
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	2.5
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	2.8
95% MDS	1.46
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	1.6
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	1.6

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA
CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustiza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA

N: 6287938

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.81	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	MH	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(14)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	9.00	--
7	Porcentaje de Finos	%	91.00	--
8	Límite líquido	%	52.35	--
9	Límite plástico	%	33.30	--
10	Índice de plasticidad	%	19.05	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm ³	1.539	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	23.27	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	2.50	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	1.60	--

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN : IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287982

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g	90.21	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g	303.71	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g	266.53	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g	17.18	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g	196.32	--	--
6	Humedad	%	8.75	--	--
	Humedad Promedio	%		8.75	

OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintava
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quipe Bustinza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN : IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287982

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

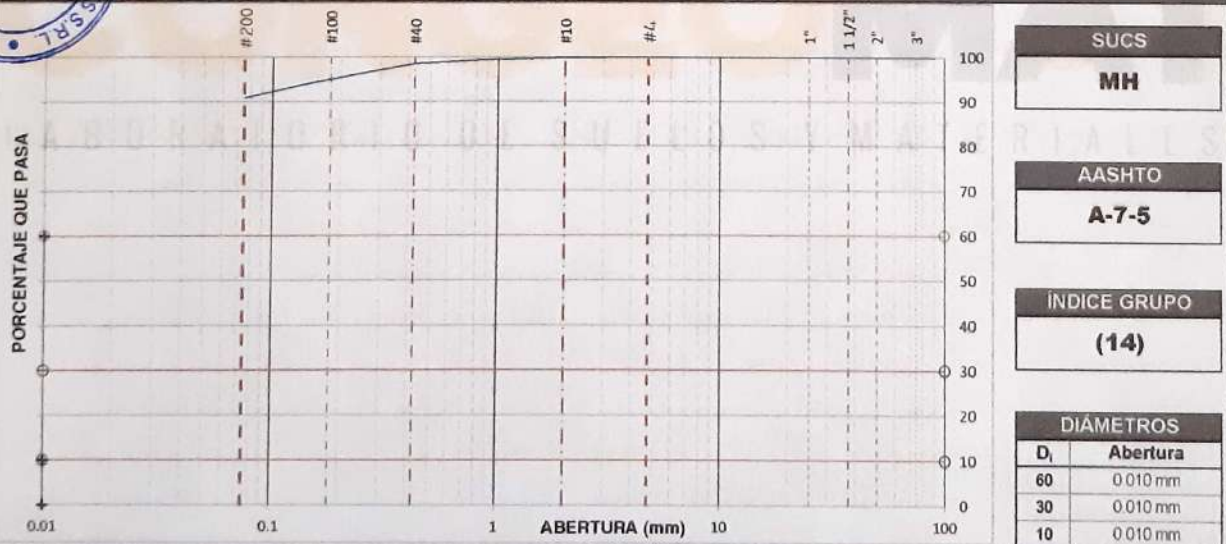
TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0	
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0	
11	#10	2.000	1.0	0.1	99.9	
12	#20	0.850	5.5	0.5	99.4	
13	#40	0.425	8.6	0.8	98.6	
14	#100	0.150	46.0	4.2	94.4	
15	#200	0.075	39.5	3.6	90.9	
	Fondo	0.075	999.4	90.9		

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1,100 g
Peso muestra lavada y seca	100 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,100 g
Frac. equiv < #200	90.9%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMAÑO MÁXIMO	#4
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1.000
Curvatura (Cc)	1.000
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Límite Líquido (LL)	51.29
Límite Plástico (LP)	32.38
Índice Plástico (IP)	18.91

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Paracahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustirza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 04-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 02
DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)
TRAMO : AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL : LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN : IZQUIERDO
COORDENADA : E: 380056
N: 8287982
PROFUND: 0.25m a 1.50 m

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-08	C-07	C-06	
Nº CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	30.87	33.35	34.17	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	26.63	28.84	29.37	-
PESO DE AGUA	(g)	4.24	4.51	4.80	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.74	20.06	19.61	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.89	8.78	9.76	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	53.74	51.37	49.18	-
NUMERO DE GOLPES		16	26	35	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-09	T-10		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	23.29	23.56	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	22.04	22.53	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.19	19.34	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	1.25	1.03	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.85	3.19	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.47	32.29	-	32.38

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	51.29
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.38
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.91

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P Nº 161300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 05-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02 MARGEN : IZQUIERDO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) COORDENADA: E: 380056
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM 00+530 A KM 01+160) - JULIACA N: 8287982
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

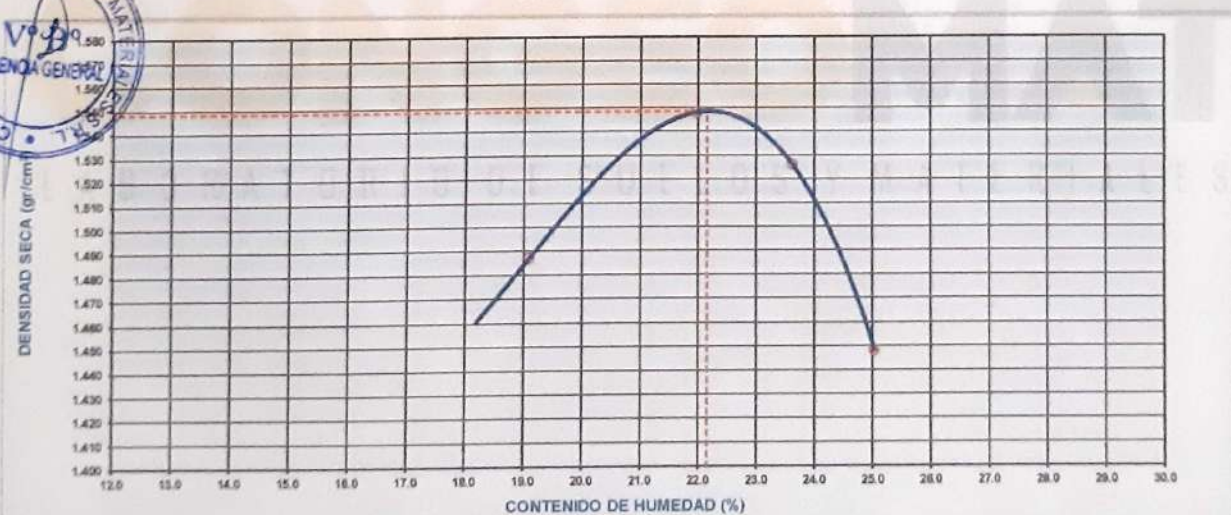
COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5721	5848	5846	5764	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1923	2050	2048	1966	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.771	1.888	1.886	1.811	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.487	1.548	1.526	1.448	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPiente N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	453.2	387.8	430.8	402.3	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	380.6	317.9	348.5	321.8	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	72.6	69.9	82.3	80.6	
PESO DE SUELO SECO (gr)	380.6	317.9	348.5	321.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.09	21.97	23.62	25.03	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.548	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		22.16	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustirza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN: IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287982

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	MH	AASHTO	A-7-5	PROCTOR	HO=22 16	MDS=1.548	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES				
			MOLDE07	MOLDE11	MOLDE08				

DENSIDAD

Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,586	12,041	11,803	12,210	11,950	12,290
2	Peso del molde	g	8,028	8,028	8,037	8,037	7,961	7,961
3	Volumen del molde REG	cc	2,086	2,086	2,106	2,106	2,107	2,107
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,558	4,013	3,766	4,173	3,989	4,329
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.71	1.92	1.79	1.98	1.89	2.05
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	508.0	415.0	486.5	384.0	471.0	529.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	414.2	302.1	398.4	286.5	383.7	401.2
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	93.8	112.9	88.1	97.5	87.3	127.8
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	414.2	302.1	398.4	286.5	383.7	401.2
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	22.64	37.35	22.10	34.03	22.75	31.85
13	Densidad seca, [5]/([1+12]/100)	g/cc	1.391	1.401	1.465	1.478	1.542	1.558

PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA			
0.000	0	0	0	0		0	0			
0.025	9	11	22	8		11	22			
0.050	13	17	34	13		17	34			
0.075	14	19	40	14		18	40			
70.5 kg-f/cm2	0.100	16	23	45	15	14*	23	21*	44	38*
105.7 kg-f/cm2	0.150	18	28	52	18		28		51	
	0.200	20	35	59	19	20*	35	33*	58	60*
	0.250	22	37	68	21		37		68	
	0.300	23	41	76	23		41		75	
	0.400	25	45	96	24		45		95	
	0.500	26	51	117	26		51		117	

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: $X^2 + 1.00030000 X - 0.153600$

EXPANSIÓN

TIEMPO			LECTURA DIAL(Div) 0.001"			ALTURAS				H _{húmedo} = 116.6 mm	
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
06/11/21	9:50:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
08/11/21	9:50:00 a.m.	48	32.00	30.60	17.20	0.81	0.70%	0.78	0.67%	0.44	0.37%
10/11/21	9:50:00 a.m.	96	33.40	31.50	23.20	0.85	0.73%	0.80	0.69%	0.59	0.51%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.40	1.47	1.55	Humedad óptima	22.16%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	1.0	1.5	2.7	MDS	1.548	100% MDS	2.7	2.8
Penetración: 0.2"	0.9	1.5	2.8	95 % de la MDS	1.471	95 % MDS	1.5	1.5

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustirza
 ING.º DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

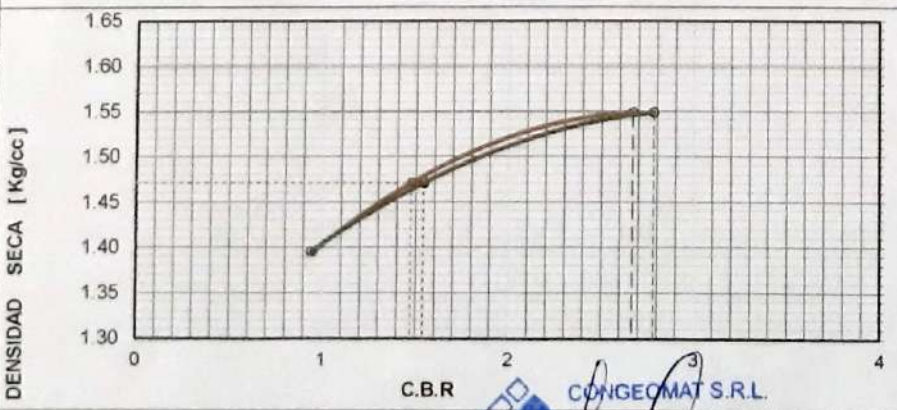
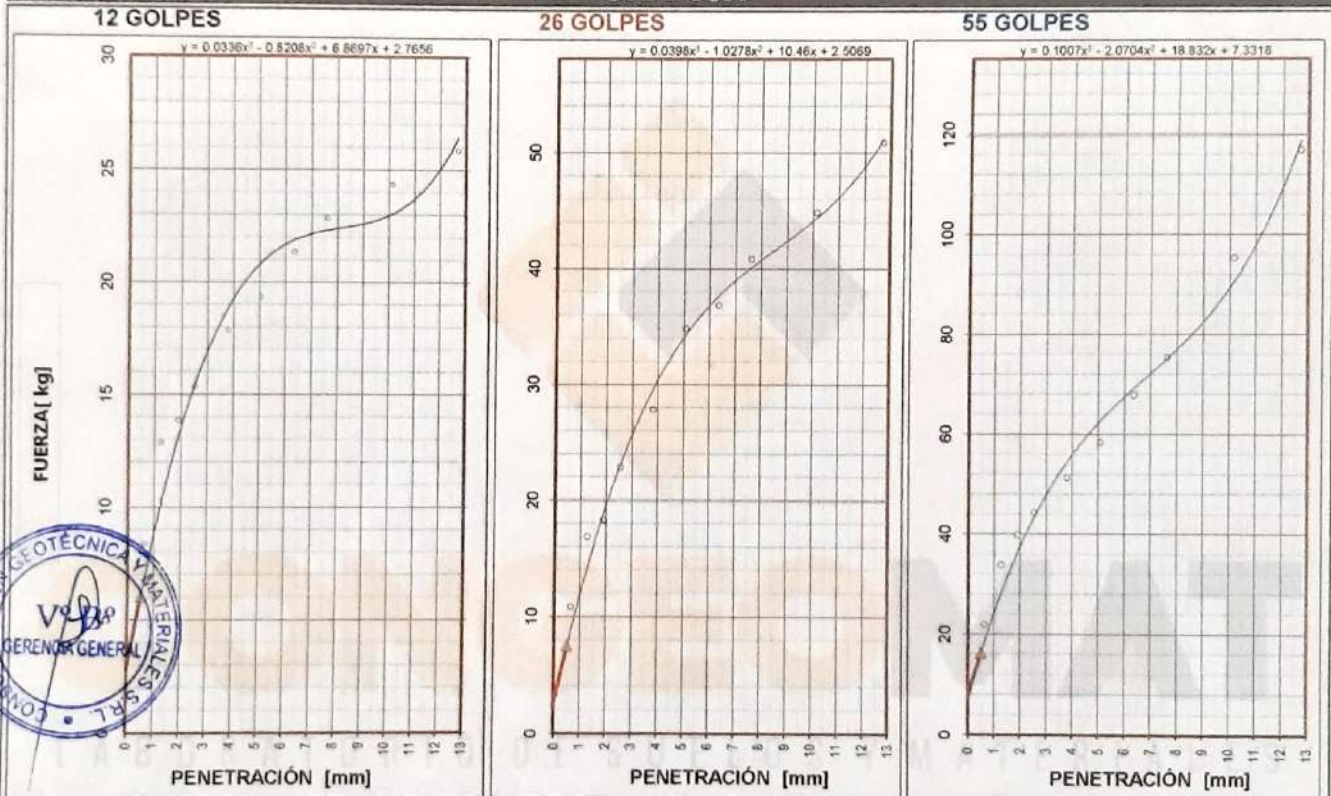
DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
 UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
 REGISTRO: C - 2021 - 153
 FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
 DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)
 TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
 MARGEN: IZQUIERDO
 COORDENADA: E: 380056
 N: 8287982

GRAFICA



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

100% MDS	1.55
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	2.7
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	2.8
95% MDS	1.47
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	1.5
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	1.5

LEYENDA

CONGEMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN: IZQUIERDO
COORDENADA: E: 380056
N: 8287982
PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.75	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	MH	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(14)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	9.10	--
7	Porcentaje de Finos	%	90.90	--
8	Limite liquido	%	51.29	--
9	Limite plástico	%	32.38	--
10	Indice de plasticidad	%	18.91	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.55	--
13	Optimo contenido de humedad	%	22.16	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	2.70	--
	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	1.50	--



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Patichahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Altherth Ysidro Quispe Bustanza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	76.80	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	324.63	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	303.65	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	20.98	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	226.85	--	--
6	Humedad	%	9.25	--	--
7	Humedad Promedio	%	9.25		

OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alherth Ysidro Quispe Bustanza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F-017
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 08-11-2021

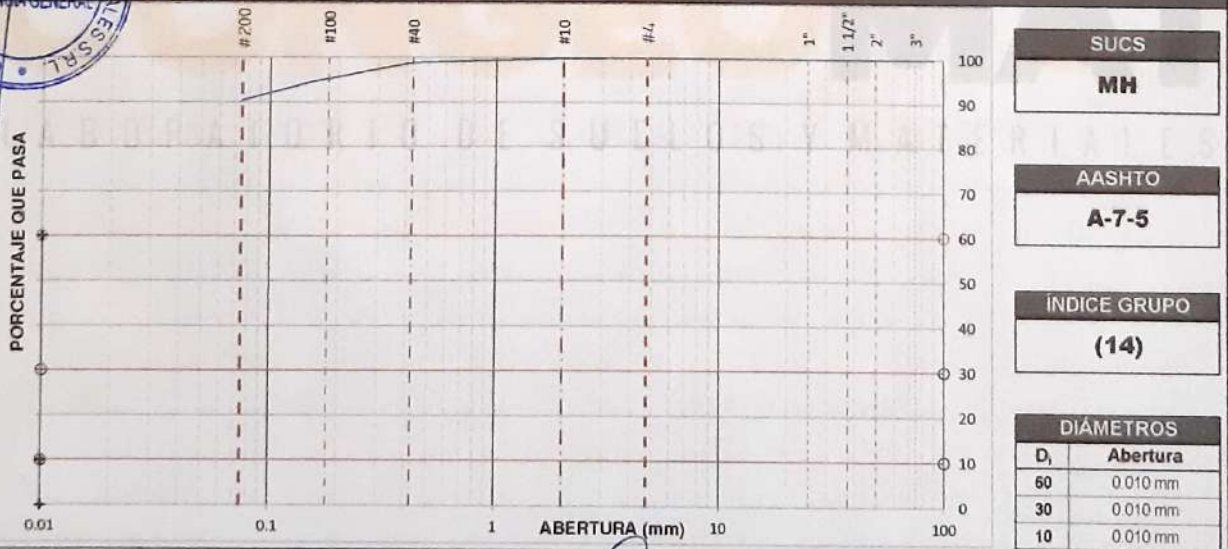
DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN: DERECHO
COORDENADA: E: 380221
N: 8288069
PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

TAMIZADO					RESUMEN			
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%				
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0			
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0			
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0			
11	#10	2.000	4.7	0.2	99.8			
12	#20	0.850	10.8	0.4	99.4			
13	#40	0.425	14.8	0.6	98.9			
14	#100	0.150	115.7	4.4	94.5			
15	#200	0.075	107.6	4.1	90.4			
16	Fondo	0.075	2,396.4	90.4				

DESCRIPCIÓN		VALOR
GENERALES		
Peso muestra seca		2.650 g
Peso muestra lavada y seca		254 g
Finos equiv <#4	100.0%	2.650 g
Grava usada	0.0%	0 g
Fino ensayado < #4		2.650 g
Frac. equiv < #200	90.4%	2.396 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL	
TAMANO MAXIMO	#4	
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)	1.000	
Curvatura (Cc)	1.000	
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCIÓN		
Límite Líquido (LL)	51.32	
Límite Plástico (LP)	32.42	
Índice Plástico (IP)	18.90	

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustiza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 09-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 03
DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)
TRAMO : AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL : LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN : DERECHO
COORDENADA : E: 380221
N: 8288069
PROFUND: 0.35m a 1.50 m

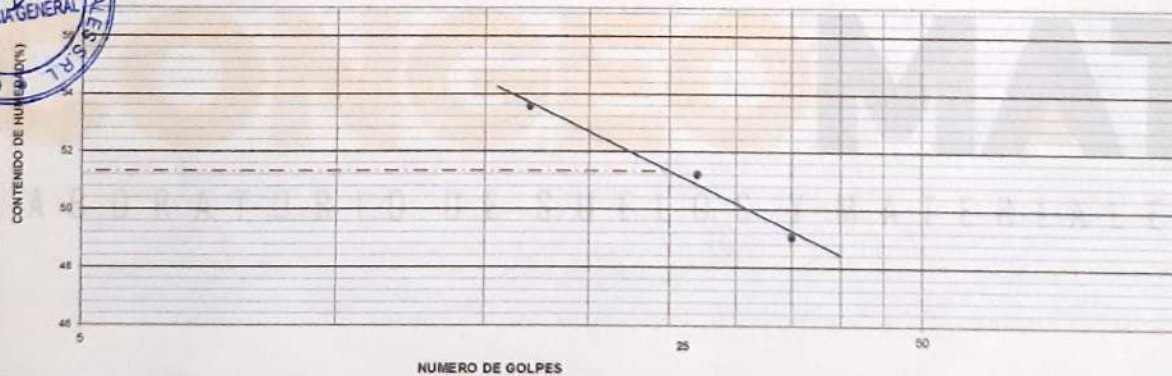
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-04	C-21	C-25	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	31.39	32.17	35.16	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	27.25	28.20	30.31	-
PESO DE AGUA	(g)	4.14	3.97	4.85	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.52	20.45	20.42	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.73	7.75	9.89	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	53.56	51.21	49.04	-
NUMERO DE GOLPES		17	27	35	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-30	T-32	-	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	22.64	22.07	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	21.64	21.08	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	18.54	18.05	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	1.00	0.99	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.10	3.03	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.26	32.59	-	32.42

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	51.32
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.42
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.90

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING' DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151380

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
MARGEN: DERECHO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)
COORDENADA: E: 380221
N: 8288069
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA
PROFUND.: 0.35m a 1.50 m
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN: "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA: 25
NUMERO DE CAPAS: 5

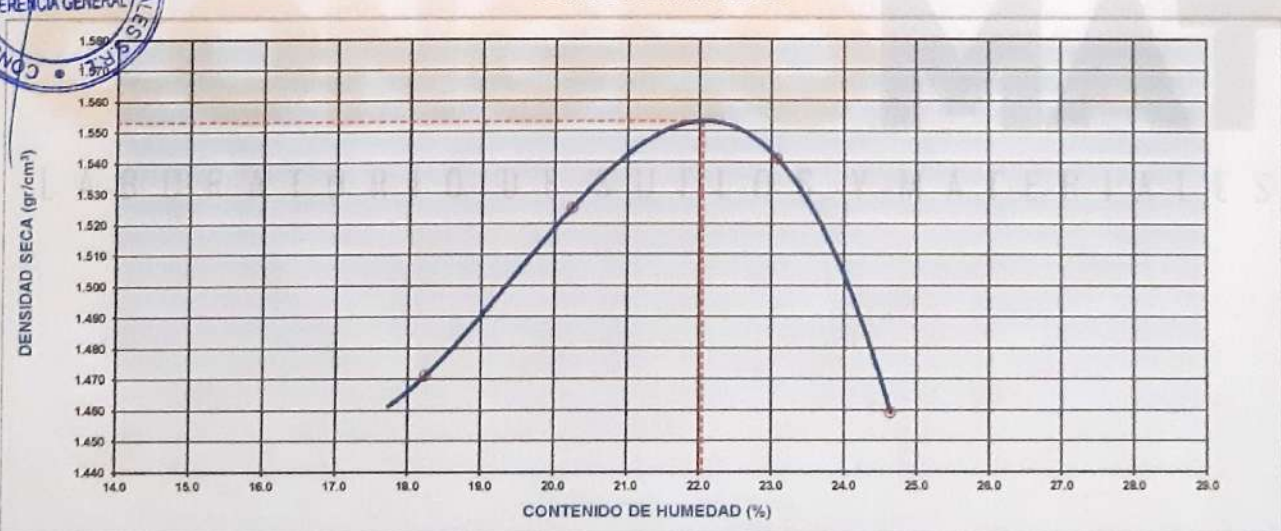
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5686	5789	5857	5773
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1888	1991	2059	1975
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.739	1.834	1.896	1.819
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.471	1.525	1.541	1.459

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	339.2	367.2	365.3	425.9
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	286.9	305.4	296.8	341.7
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	52.3	61.8	68.5	84.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	286.9	305.4	296.8	341.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.23	20.24	23.08	24.64

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1.553 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 22.05

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN: DERECHO
COORDENADA: E: 380221
N: 8288069
PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	MH	AASHTO	A-7-5	PROCTOR	HO=22.05	MDS=1.553	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	MOLDE15	MOLDE16	MOLDE17	

DENSIDAD

Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,296	11,577	11,923	12,252	12,204	12,388
2	Peso del molde	g	7,627	7,627	8,141	8,141	8,203	8,203
3	Volumen del molde REG	cc	2,106	2,106	2,122	2,122	2,108	2,108
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,669	3,950	3,782	4,111	4,001	4,183
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.74	1.88	1.78	1.94	1.90	1.98
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	350.0	439.0	347.6	394.0	372.2	378.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	286.9	325.4	284.7	296.6	304.7	290.1
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	63.1	113.6	62.9	97.4	67.5	85.9
10	Peso de la capsula	g						
	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	286.9	325.4	284.7	296.6	304.7	290.1
	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	21.99	34.91	22.09	32.84	22.15	29.61
15	Densidad seca, [5]/(1+(12)/100)	g/cc	1.428	1.390	1.480	1.458	1.554	1.531

PENETRACION

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
	pulg.	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón 20.42 cm ²	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.025	5	11	18	5		11		18	
	0.050	9	15	30	9		15		30	
	0.075	14	23	42	14		23		42	
70.5 kg-f/cm ²	0.100	16	26	46	16	15*	26	23*	46	43*
	0.150	18	30	60	18		30		60	
105.7 kg-f/cm ²	0.200	22	35	73	22	22*	35	37*	73	73*
	0.250	25	45	86	25		45		86	
	0.300	27	48	95	27		48		95	
	0.400	29	53	116	29		53		116	
	0.500	35	60	124	35		60		124	

CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X² + 1.00030000 X - 0.153800

EXPANSION

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
11/11/21	15:15:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/11/21	15:15:00 a.m	48	30.00	28.00	16.00	0.76	0.65%	0.71	0.61%	0.41	0.35%
15/11/21	15:15:00 a.m	96	35.00	32.00	25.00	0.89	0.76%	0.81	0.70%	0.64	0.54%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.41	1.46	1.55	Humedad óptima	22.06%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	1.0	1.6	3.0	MDS	1.553	100% MDS	3.0	3.4
Penetración: 0.2"	1.0	1.7	3.4	95 % de la MDS	1.476	95 % MDS	1.6	2.0

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Parichahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quijpe Bustanza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

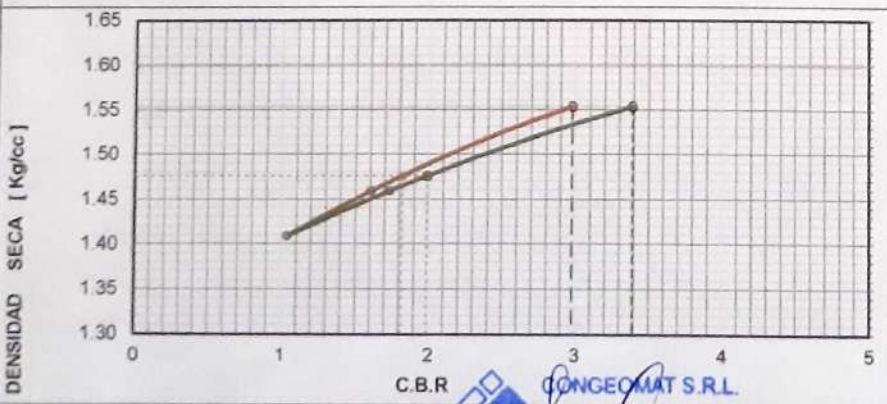
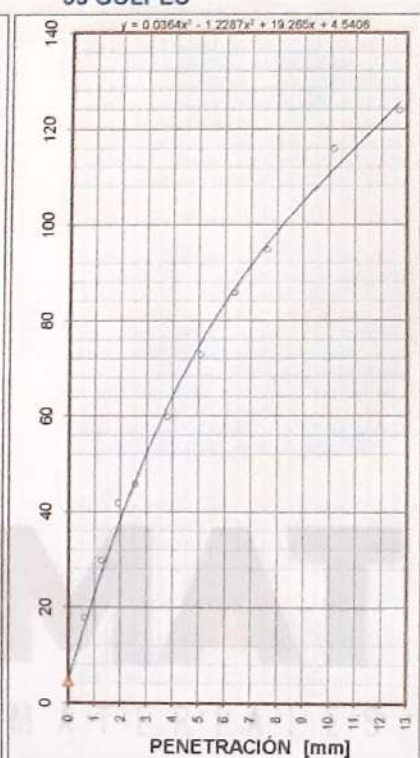
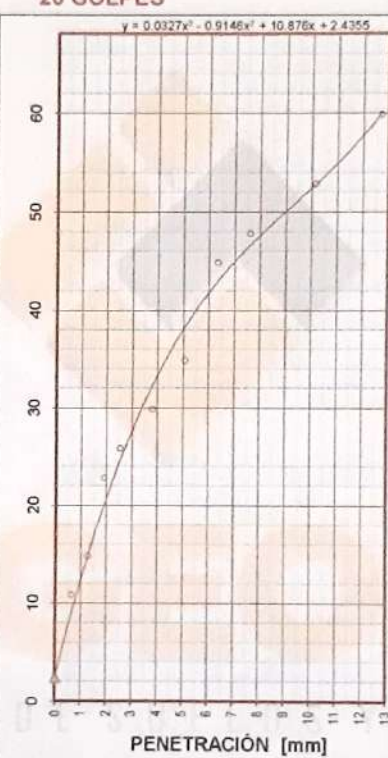
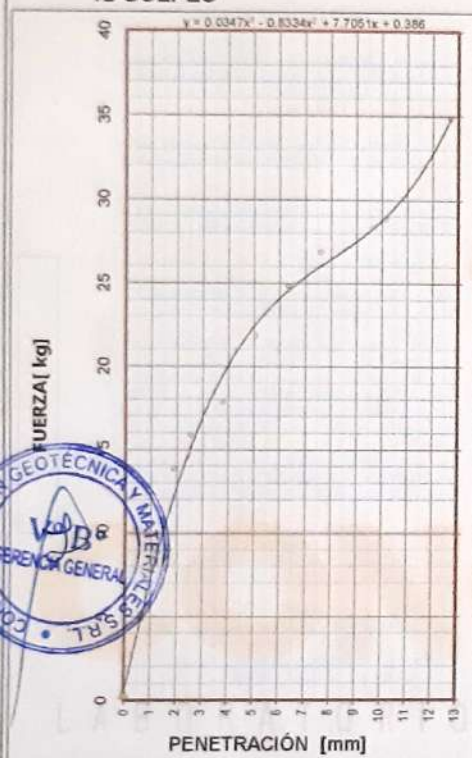
N: 8288069

GRAFICA

12 GOLPES

26 GOLPES

55 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

100% MDS	1.55
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	3.0
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	3.4
95% MDS	1.48
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	1.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	2.0

LEYENDA

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151388

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RESUMEN DEL ESTRATO

Código : F - 019
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN: DERECHO
COORDENADA: E: 380221
N: 8288069
PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	9.25	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	MH	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7.5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(14)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	9.60	--
7	Porcentaje de Finos	%	90.40	--
8	Límite líquido	%	51.32	--
9	Límite plástico	%	32.42	--
10	Índice de plasticidad	%	18.90	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.553	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	22.05	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	3.00	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	1.80	--



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.

John Percy Paricalhua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016
Version : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 04

MARGEN: IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 6287938

MATERIAL: ARENA LIMOSA

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g	76.50	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g	328.97	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g	311.90	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g	17.07	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g	235.40	--	--
6	Humedad	%	7.25	--	--
7	Humedad Promedio	%	7.25		



OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricañna Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 04

MARGEN: IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: ARENA LIMOSA

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

TAMIZADO

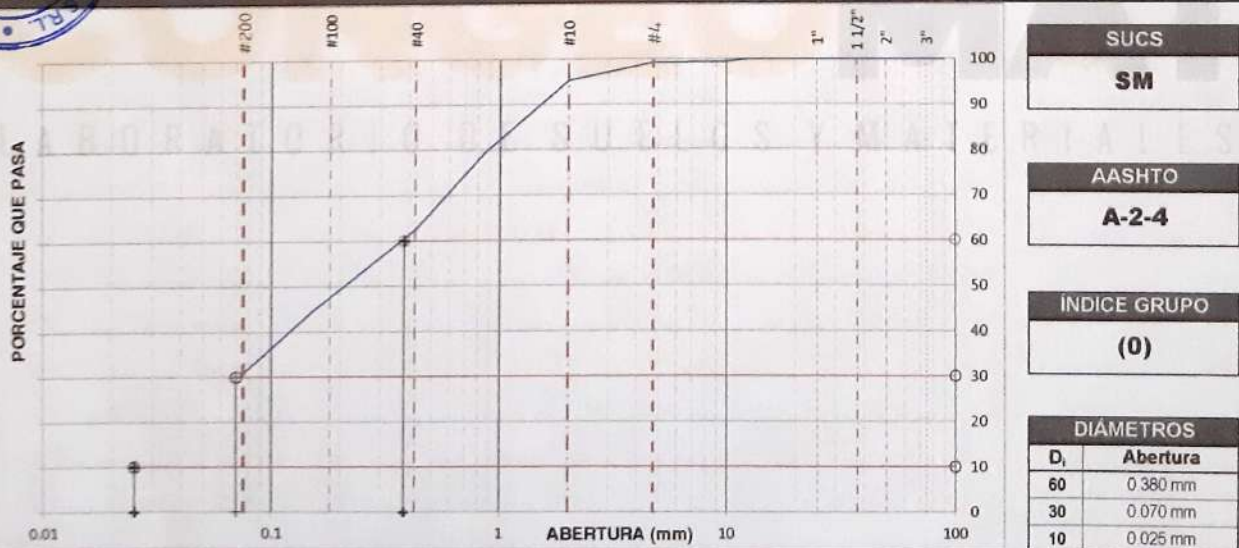
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO	
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9.500	32	0.6	99.4		
10	#4	4.750	16.0	0.3	99.2		
11	#10	2.000	27.1	3.8	95.3		
12	#20	0.850	112.9	16.0	79.3		
13	#40	0.425	118.6	16.8	62.5		
14	#100	0.150	126.9	18.0	44.5		
	#200	0.075	96.6	13.7	30.9		
	Ardo	0.075	217.9	30.9			

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	5.650 g
Peso muestra lavada y seca	3.904 g
Finos equiv. <#4:	99.2%
Grava usada	0.8%
Fino ensayado < #4	48 g
Fino ensayado < #200	700 g
Frac. equiv. < #200	30.9%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	1/2"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	15.200
Curvatura (Cc)	0.516
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Liquido (LL)	22.27
Limite Plástico (LP)	18.59
Indice Plástico (IP)	3.68



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONGEMAT S.R.L.

Alberth Ysidra Quispe Bustinza
ING^o DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 04-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 04
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: ARENA LIMOSA
MARGEN: IZQUIERDO
COORDENADA: E: 379986
N: 8287938
PROFUND: 0.25m a 1.50 m

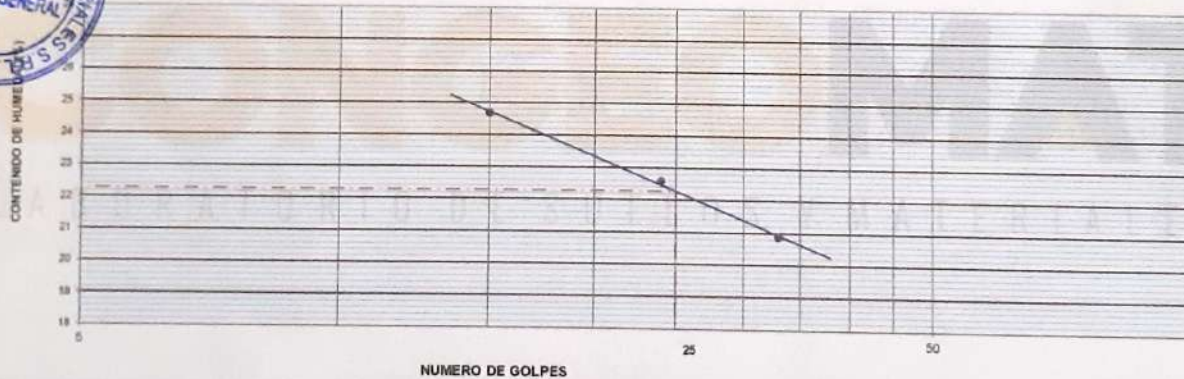
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-04	C-12	C-13	
N° CAPSULA	ID	C-04	C-12	C-13	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	40.74	43.19	46.94	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	36.54	39.00	42.65	-
PESO DE AGUA	(g)	4.20	4.19	4.29	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.52	20.44	22.09	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	17.02	18.56	20.56	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.68	22.58	20.87	-
NUMERO DE GOLPES		15	24	33	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-20	T-21			
N° TARRO	ID	T-20	T-21	-	-	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	26.38	27.58	-	-	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	25.45	26.51	-	-	
PESO DE LA TARA	(g)	20.45	20.75	-	-	
PESO DE AGUA	(g)	0.93	1.07	-	-	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.00	5.76	-	-	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.60	18.58	-	-	18.59

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	22.27
LIMITE PLÁSTICO (%)	18.59
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	3.68

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricamua Tintaya
 I.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO: C - 2021 - 153

FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 04

MARGEN: IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL)

COORDENADA: E: 379986
N: 8287938

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

MATERIAL: ARENA LIMOSA

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m


RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	7.25	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-2-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(0)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.80	
6	Porcentaje de Arena	%	68.30	--
7	Porcentaje de Finos	%	30.90	--
8	Límite líquido	%	22.27	--
9	Límite plástico	%	18.59	--
10	Índice de plasticidad	%	3.68	--
	Tamaño máximo	pulg.	1/2"	--



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

 CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300



CONGEMAT
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

**ESTABILIZACIÓN DE
SUELOS COHESIVOS CON
CAL Y CEMENTO PARA
MEJORAR LA
SUBRASANTE DE LA
AVENIDA SANTA ROSA,
PUNO, 2021.**

**MUESTRAS
PATRÓN
+0.5% CEMENTO
+0.5 % CAL**

**PUNO – PERÚ
2021**

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
PROYECTO: ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
REGISTRO: C - 2021 - 153
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
FECHA: 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01
MARGEN: DERECHO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
COORDENADA: E: 379986
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
N: 8287938
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	62.75	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	342.43	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	321.60	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	20.83	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	238.85	--	--
6	Humedad	%	8.72	--	--
	Humedad Promedio	%	8.72		

OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante
 Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Parcahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

 Alberth Ysidro Quispe Bustirza
 ING.º DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. Nº 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017

Versión : 2.0

Aprobado : ens-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO	
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		
11	#10	2.000	9.5	0.3	99.7		
12	#20	0.850	12.0	0.4	99.3		
13	#40	0.425	12.0	0.4	98.9		
14	#100	0.150	34.9	1.1	97.8		
15	#200	0.075	20.3	0.7	97.1		
16	Fondo	0.075	3.011.3	97.1			

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	3.100 g
Peso muestra lavada y seca	90 g
Finos equiv <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	3.100 g
Frac. equiv < #200	97.1%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMAÑO MÁXIMO	#4
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1.000
Curvatura (Cc)	1.000
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Límite Líquido (LL)	50.72
Límite Plástico (LP)	32.02
Índice Plástico (IP)	18.70

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Pariahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 04-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 01
DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
TRAMO : AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL : LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN : DERECHO
COORDENADA : E: 379986
N: 8287938
PROFUND: 0.30m a 1.50 m

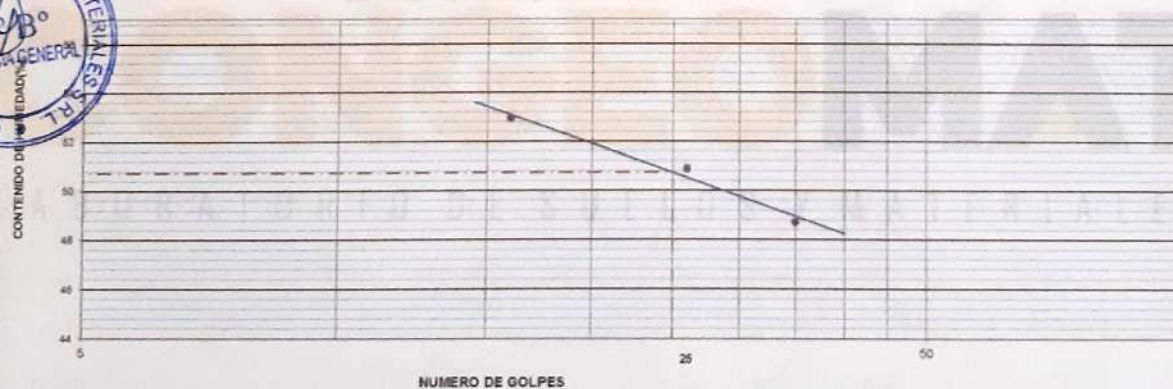
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		ID	C-33	C-35	C-39
Nº CAPSULA					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)		30.35	32.46	35.61
PESO TARA + SUELO SECO	(g)		26.30	28.42	31.62
PESO DE AGUA	(g)		4.05	4.04	3.99
PESO DE LA TARA	(g)		18.65	20.48	23.43
PESO DEL SUELO SECO	(g)		7.65	7.94	8.19
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		52.94	50.88	48.72
NUMERO DE GOLPES			16	26	35

LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		ID	T-41	T-42		
Nº TARRO						
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)		16.65	16.00	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)		15.72	15.03	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)		12.83	11.99	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)		0.93	0.97	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)		2.89	3.04	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		32.13	31.91	-	32.02

CONTENIDO DE HUMEDAD A 26 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	50.72
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.02
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.70

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Perry Paracahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustinza
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. Nº 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 05-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN: DERECHO
COORDENADA: E: 379986
N: 8287938
PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25
NUMERO DE CAPAS : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5958	6152	6201	6092
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2160	2354	2403	2294
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.989	2.168	2.213	2.113
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.651	1.773	1.778	1.668

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	388.5	354.2	330.7	393.9
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	322.4	289.7	265.7	310.9
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	66.1	64.5	65.0	83.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	322.4	289.7	265.7	310.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.50	22.26	24.46	26.70


MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.793	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.41
--	-------	---------------------------------	-------

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.

John Percy Panichua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustirza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01 MARGEN : DERECHO
 DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL COORDENADA: E: 379986
 TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA N: 8287938
 MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	MH	AASHTO	A-7-5	PROCTOR	HO=23.41	MDS=1.793	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	MOLDE19	MOLDE20	MOLDE21	

DENSIDAD

Condición de humedad	Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1 Peso suelo húmedo + molde	12,102	12,363	12,532	12,689	12,944	13,016
2 Peso del molde	7,856	7,856	8,034	8,034	8,205	8,205
3 Volumen del molde REG	2,104	2,104	2,120	2,120	2,141	2,141
4 Peso suelo húmedo, [1]-[2]	4,246	4,507	4,498	4,655	4,739	4,811
5 Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	2.02	2.14	2.12	2.20	2.21	2.25
6 Id. Capsula	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7 Peso del suelo húmedo + capsula	328.0	378.0	370.4	417.0	351.5	390.0
8 Peso del suelo seco + capsula	265.9	291.4	300.4	326.5	284.7	311.6
9 Peso del agua, [7]-[8]	62.1	86.6	70.0	90.5	66.8	78.4
10 Peso de la capsula						
11 Peso del suelo seco, [8]-[10]	265.9	291.4	300.4	326.5	284.7	311.6
12 Contenido de humedad, [9]/[11]	23.35	29.72	23.30	27.72	23.46	25.16
13 Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	1.636	1.651	1.721	1.719	1.793	1.795

PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
0.000	0	0	0	0		0		0		
0.025	59	92	114	59		92		114		
0.050	89	124	186	89		124		186		
0.075	105	146	235	105		146		235		
70.5 kg-f/cm2	0.100	129	203	300	129	120*	203	182*	300	266*
	0.150	156	230	341	156		230		341	
105.7 kg-f/cm2	0.200	198	286	396	198	190*	286	279*	396	409*
	0.250	211	307	447	211		307		447	
	0.300	235	336	493	235		336		493	
	0.400	265	351	524	265		351		524	
	0.500	293	397	568	293		397		568	

10 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X² + 1.00030000 X -0.153600

EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL(Div) 0.001"			ALTURAS						
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%	
06/11/21 14.40.00 p.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
08/11/21 14.40.00 p.m	48	17.00	15.00	12.00	0.43	0.37%	0.38	0.33%	0.30	0.26%
10/11/21 14.40.00 p.m	96	21.00	20.00	11.00	0.53	0.46%	0.51	0.44%	0.28	0.24%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.64	1.72	1.79	Humedad óptima	23.41%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	8.3	12.7	16.5	MDS	1.793	100% MDS	18.5	19.0
Penetración: 0.2"	8.8	12.9	19.0	95 % de la MDS	1.703	95 % MDS	11.6	11.9

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Parichahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

 Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
 REGISTRO : C - 2021 - 153
 FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

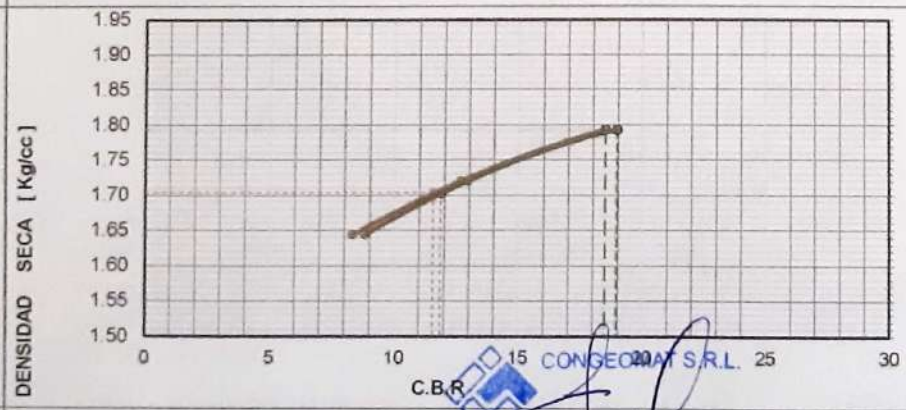
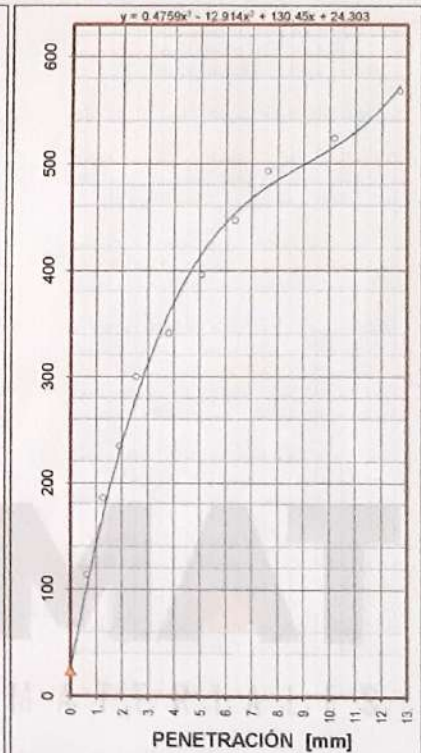
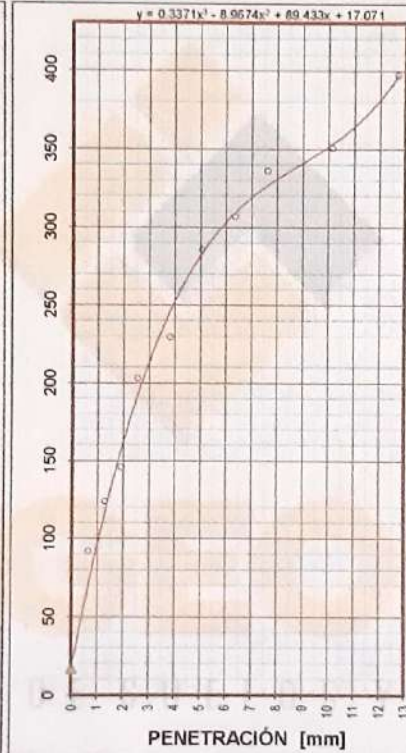
UBICACIÓN: CALICATA 01
 DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO
 TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
 MARGEN : DERECHO
 COORDENADA: E: 379986
 N: 8287938

GRAFICA

12 GOLPES

26 GOLPES

55 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.79
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	18.5
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	19.0
95% MDS	1.70
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	11.6
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	11.9

CONGEO MAT S.R.L.
 John Percy Paricamua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEO MAT S.R.L.
 LEYENDA
 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.72	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	MH	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(13)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	2.90	--
7	Porcentaje de Finos	%	97.10	--
8	Límite líquido	%	50.72	--
9	Límite plástico	%	32.02	--
10	Índice de plasticidad	%	18.70	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.79	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	23.41	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	18.50	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	11.60	--



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016
 Versión : 2.0
 Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
PROYECTO: ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
REGISTRO: C - 2021 - 153
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
FECHA: 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
MARGEN: IZQUIERDO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
COORDENADA: E: 380056
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
N: 8287982
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g	80.20	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g	313.23	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g	294.60	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g	18.63	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g	214.40	--	--
	Humedad	%	8.69	--	--
	Humedad Promedio	%	8.69		



OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante
 Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

 Altherth Ysidro Quispe Bustinza
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN: IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287982

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO	
1	3 1/2"	90 000	0	0.0	100.0		
2	3"	75 000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63 000	0	0.0	100.0		
4	2"	50 000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37 500	0	0.0	100.0		
6	1"	25 000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19 000	0	0.0	100.0		
8	1/2"	12 500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9 500	0	0.0	100.0		
10	#4	4 750	0.0	0.0	100.0		
11	#10	2 000	7.2	0.3	99.7		
12	#20	0 850	9.4	0.4	99.4		
13	#40	0 425	9.4	0.4	99.0		
14	#100	0 150	26.6	1.0	98.0		
15	#200	0 075	17.4	0.7	97.3		
16	Fondo	0 075	2 560 0	97.3			

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	2 630 g
Peso muestra lavada y seca	71 g
Finos equiv <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	2 630 g
Frac equiv < #200	97.3%
TIPO DE TAMIZADO	
TAMAÑO MÁXIMO	#4
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1 000
Curvatura (Cc)	1 000
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Límite Líquido (LL)	50.85
Límite Plástico (LP)	32.06
Índice Plástico (IP)	18.79

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 04-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 02
DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
MARGEN : IZQUIERDO
COORDENADA : E: 380056
N: 8287982
TRAMO : AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL : LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND: 0.25m a 1.50 m

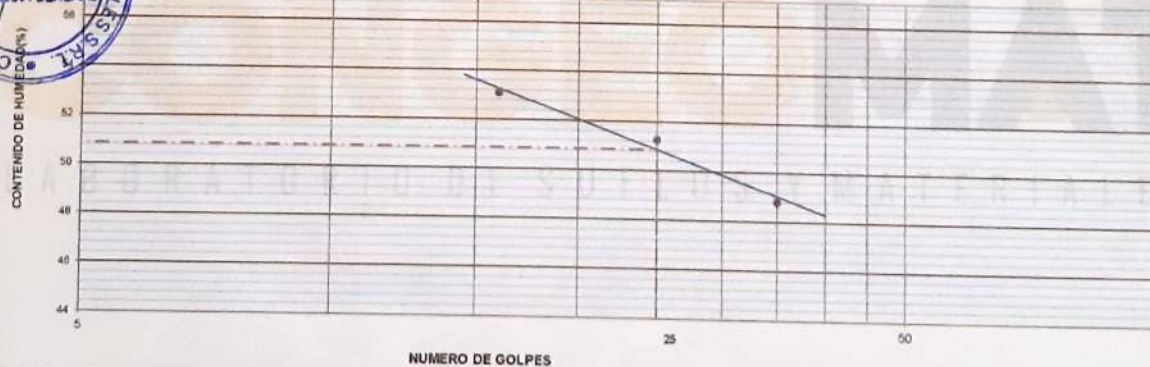
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		ID	C-23	C-27	C-28
Nº CAPSULA					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	29.43	31.54	32.73	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	25.43	27.48	29.06	-
PESO DE AGUA	(g)	4.01	4.06	3.67	-
PESO DE LA TARA	(g)	17.88	19.56	21.54	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.55	7.92	7.52	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	53.08	51.26	48.80	-
NUMERO DE GOLPES		16	25	35	-

LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		ID	T-30	T-31	PROMEDIO
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	22.25	18.48	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	21.35	17.45	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.54	14.24	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	0.90	1.03	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.81	3.21	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.03	32.09	-	32.06

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	50.85
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.06
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.79

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paracahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
INGº DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. Nº 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 05-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
MARGEN: IZQUIERDO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
COORDENADA: E: 380056
N: 8287982
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5975	6113	6203	6108	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2177	2315	2405	2310	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.005	2.132	2.215	2.128	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.670	1.749	1.789	1.692	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	344.0	418.1	377.3	407.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	286.5	342.9	304.7	323.6
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	57.5	75.2	72.6	83.4
PESO DE SUELO SECO (gr)	286.5	342.9	304.7	323.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.07	21.93	23.83	25.77

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 1.789 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 23.68

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Tintaya
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN: IZQUIERDO
COORDENADA: E: 380056
N: 8287982
PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	MH	AASHTO	A-7-5	PROCTOR	HO=23.68	MDS=1.789	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	MOLDE14	MOLDE17	MOLDE18	

DENSIDAD

N	CONDICIÓN DE HUMEDAD	UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	55 GOLPES		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11.899	12.155	12.650	12.842	12.855	12.923		
2	Peso del molde	g	7.674	7.674	8.203	8.203	8.180	8.180		
3	Volumen del molde REG	cc	2.111	2.111	2.108	2.108	2.117	2.117		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	4.225	4.481	4.447	4.639	4.675	4.743		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	2.00	2.12	2.11	2.20	2.21	2.24		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	292.0	410.0	369.1	481.0	377.0	411.0		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	236.5	314.8	298.6	375.6	304.8	326.8		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	55.5	95.2	70.5	105.4	72.2	84.2		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	236.5	314.8	298.6	375.6	304.8	326.8		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	23.47	30.24	23.61	28.06	23.69	25.76		
13	Densidad seca [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.621	1.630	1.707	1.718	1.785	1.781		

PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)			
		DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD					
Área del Molde	0.030	0	0	0	0
0.025	65	88	148	88	148
0.050	96	130	211	130	211
0.075	119	150	266	150	266
70.5 kg-f/cm2	0.100	138	181	133*	172*
	0.150	161	209	161	209
105.7 kg-f/cm2	0.200	212	291	202*	272*
	0.250	221	310	221	310
	0.300	239	338	239	338
	0.400	246	348	246	348
	0.500	280	385	280	385

10 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: $X^2 + 1.00030000 X - 0.153600$

EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL (Div)	0.001"	ALTURAS							
			12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	
06/11/21 13:45:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
08/11/21 13:45:00 p.m.	48	16.00	14.00	11.00	0.41	0.35%	0.36	0.30%	0.28	0.24%
10/11/21 13:45:00 p.m.	96	21.00	19.00	17.00	0.53	0.46%	0.48	0.41%	0.43	0.37%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL
Densidad Seca prom.	1.63	1.71	1.79	Humedad óptima	23.68%
Penetración: 0.1"	9.3	11.9	18.4	MDS	1.789
Penetración: 0.2"	9.3	12.6	18.8	95% de la MDS	1.700
					100% MDS
					95% MDS

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paracahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F-008

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN : IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

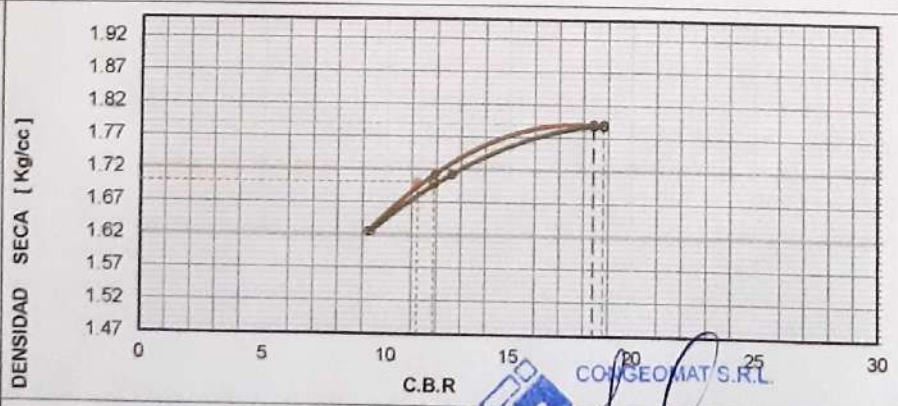
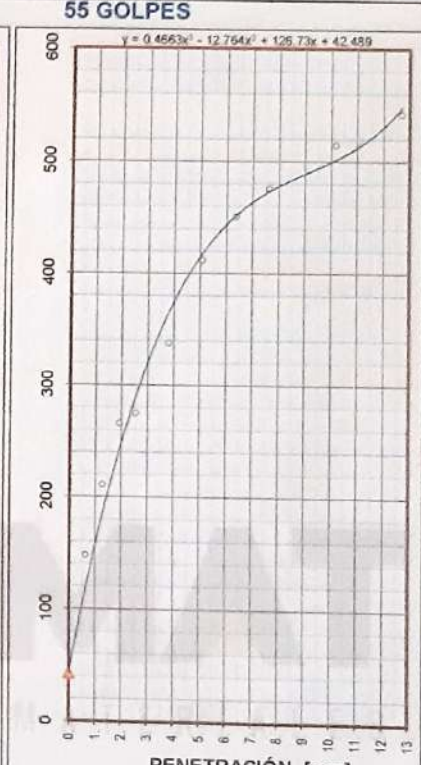
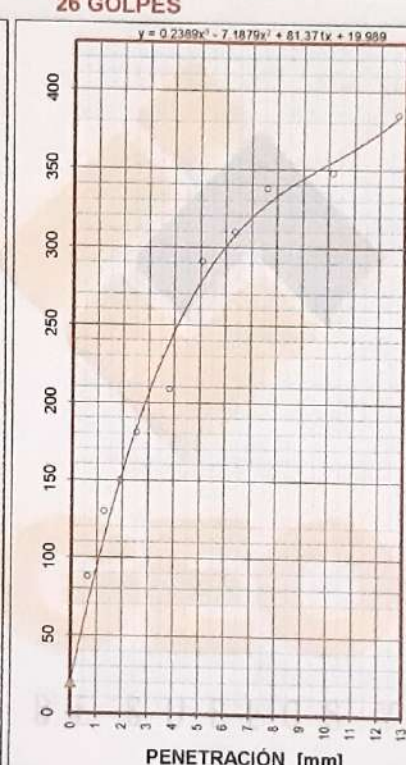
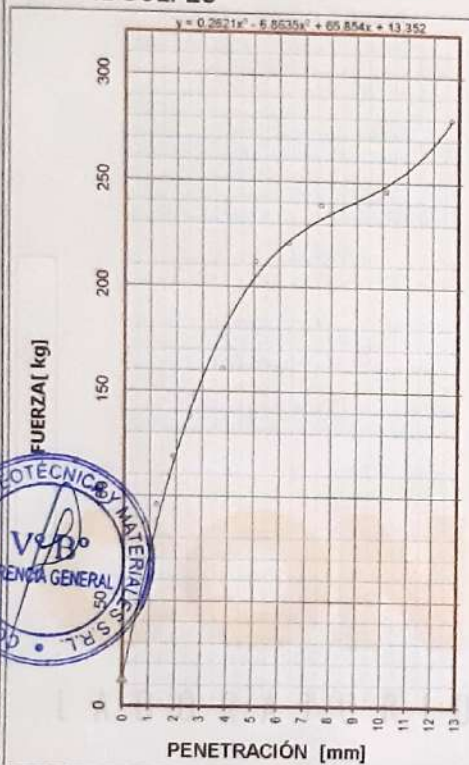
N: 8287982

GRAFICA

12 GOLPES

26 GOLPES

55 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

100% MDS	
100% MDS	1.79
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	18.4
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	18.8
95% MDS	
95% MDS	1.70
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	11.2
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	11.9

LEYENDA

CONGEMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quipe Bustiza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
MARGEN: IZQUIERDO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
COORDENADA: E: 380056
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM 00+530 A KM.01+160) - JULIACA
N: 8287982
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.69	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	MH	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(13)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	2.70	--
7	Porcentaje de Finos	%	97.30	--
8	Limite liquido	%	50.85	--
9	Limite plástico	%	32.06	--
10	Indice de plasticidad	%	18.79	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.79	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	23.68	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	18.40	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	11.20	--



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustirza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	80.74	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	315.29	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	296.80	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	18.49	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	216.06	--	--
	Humedad	%	8.56	--	--
	Humedad Promedio	%		8.56	

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
D.T.P. N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

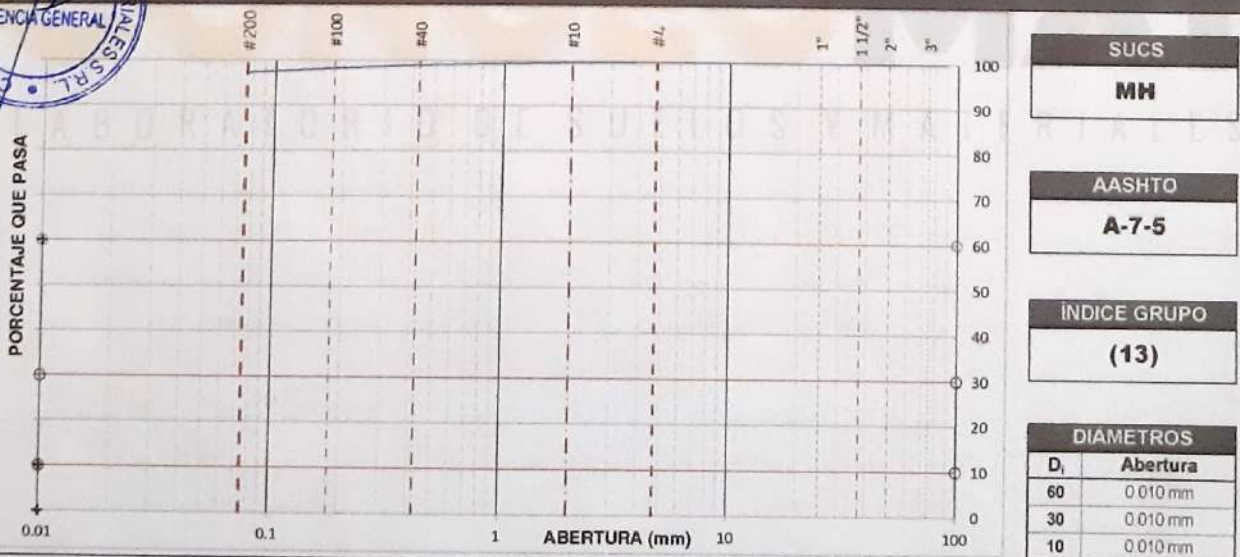
TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO	
1	3 1/2"	90 000	0	0.0	100.0		
2	3"	75 000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63 000	0	0.0	100.0		
4	2"	50 000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37 500	0	0.0	100.0		
6	1"	25 000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19 000	0	0.0	100.0		
8	1/2"	12 500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9 500	0	0.0	100.0		
10	#4	4 750	0.0	0.0	100.0		
11	#10	2 000	6.0	0.2	99.8		
12	#20	0 850	9.6	0.4	99.4		
13	#40	0 425	10.4	0.4	99.0		
14	#100	0 150	26.8	1.0	98.0		
15	#200	0 075	16.0	0.6	97.4		
16	Fondo	0 075	2 611.2	97.4			

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	2 680 g
Peso muestra lavada y seca	70 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	2 680 g
Frac. equiv. < #200	97.4%
TIPO DE TAMIZADO	
TAMANO MAXIMO	#4
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1 000
Curvatura (Cc)	1 000
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Limite Líquido (LL)	50.97
Limite Plástico (LP)	32.16
Indice Plástico (IP)	18.81

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCOO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 09-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 03
DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
MARGEN : DERECHO
COORDENADA : E: 380221
N: 8288069
TRAMO : AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA
MATERIAL : LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND: 0.35m a 1.50 m

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-22	C-23	C-24	
Nº CAPSULA	ID	C-22	C-23	C-24	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	29.31	30.08	30.48	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	25.56	25.96	26.72	-
PESO DE AGUA	(g)	3.75	4.12	3.76	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.52	17.68	19.05	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.04	8.08	7.67	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	53.27	50.98	49.02	-
NUMERO DE GOLPES		16	26	35	-

LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-26	T-27		
Nº TARRO	ID	T-26	T-27	-	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	22.37	23.43	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	21.28	22.51	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	17.89	19.65	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	1.09	0.92	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.39	2.86	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.15	32.17	-	32.16

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	50.97
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.16
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.81

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P Nº 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
MARGEN : DERECHO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
COORDENADA: E: 380221
N: 8288069
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

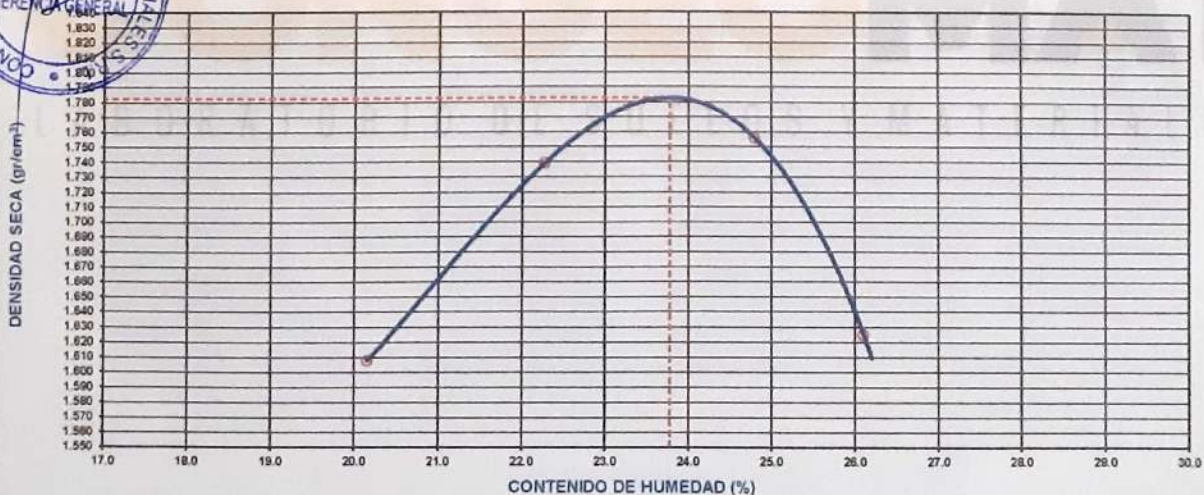
COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25			
NUMERO DE CAPAS	5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5896	6106	6177	6023
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2098	2308	2379	2225
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.932	2.126	2.191	2.049
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.608	1.739	1.756	1.625

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	356.5	372.8	371.4	408.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	296.7	304.9	297.6	323.7
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	59.8	67.9	73.8	84.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	296.7	304.9	297.6	323.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.16	22.27	24.80	26.10
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.782	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.78	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C-2021-153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN: SUCS MH AASHTO A-7.5 PROCTOR HO-23.78 MDS=1.782 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE08	MOLDE14	MOLDE08	MOLDE14	MOLDE08	MOLDE14

DENSIDAD

Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	12,166	12,335	12,135	12,265	12,574	12,653
2	Peso del molde	g	7,961	7,961	7,674	7,674	7,926	7,926
3	Volumen del molde REG.	cc	2,107	2,107	2,111	2,111	2,109	2,109
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	4,205	4,374	4,461	4,591	4,648	4,727
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	2.00	2.08	2.11	2.17	2.20	2.24
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	403.0	369.0	385.8	379.0	384.2	358.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	325.6	284.7	311.9	296.7	294.1	285.3
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	77.4	84.3	73.9	82.3	70.1	72.7
10	Peso de la capsula	g						
	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	325.6	284.7	311.9	296.7	294.1	285.3
	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	23.77	29.61	23.69	27.74	23.84	25.48
13	Densidad seca, [5]/([11]*[12]/100)	g/cc	1.612	1.602	1.708	1.703	1.780	1.786

PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)					
	pulg.	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón	0.000	0	0	0	0		0		0	
20.5 cm ²	0.025	45	86	124	45		86		124	
	0.050	76	102	204	76		102		204	
	0.075	111	125	263	111		125		263	
70.5 kg-f/cm ²	0.100	135	176	289	135	126*	176	163*	289	256*
	0.150	162	218	342	162		218		342	
105.7 kg-f/cm ²	0.200	186	269	396	186	191*	269	261*	396	403*
	0.250	207	296	425	207		296		425	
	0.300	229	328	502	229		328		502	
	0.400	256	346	574	256		346		574	
	0.500	302	389	603	302		389		603	

12 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.00030000 X - 0.153600

EXPANSIÓN

TIEMPO			LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
11/11/21	12:50:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/11/21	12:50:00 p.m.	48	17.00	16.00	11.00	0.43	0.37%	0.41	0.35%	0.28	0.24%
15/11/21	12:50:00 p.m.	96	22.00	21.00	19.00	0.56	0.48%	0.53	0.46%	0.48	0.41%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL			
Densidad Seca prom.	1.61	1.71	1.78	Humedad óptima	23.78%	Penetración	0.1"	0.2"	
Penetración: 0.1"	8.7	11.3	17.8	MDS	1.782	100% MDS	17.8	18.7	
Penetración: 0.2"	8.9	12.1	18.7	95% de la MDS	1.693	95% MDS	10.6	11.4	

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Faricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

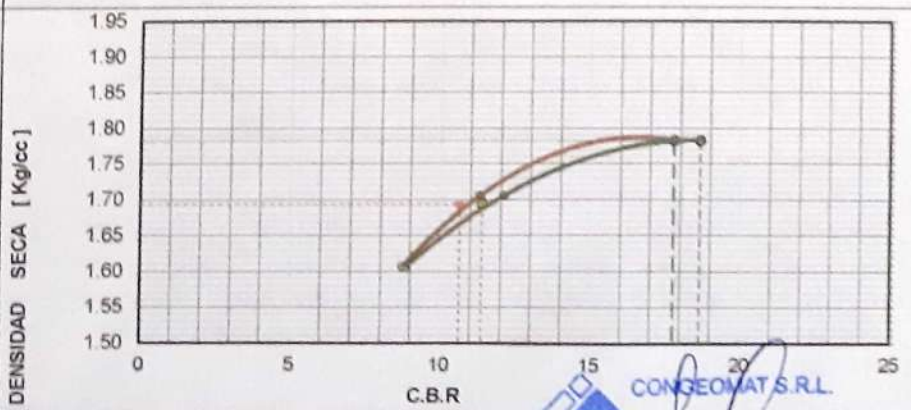
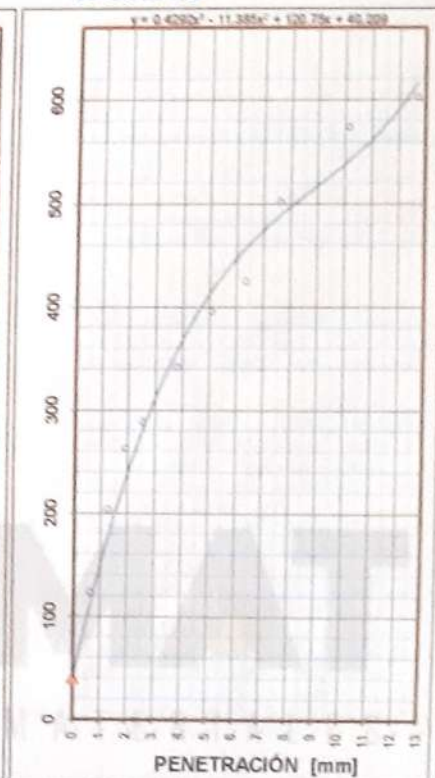
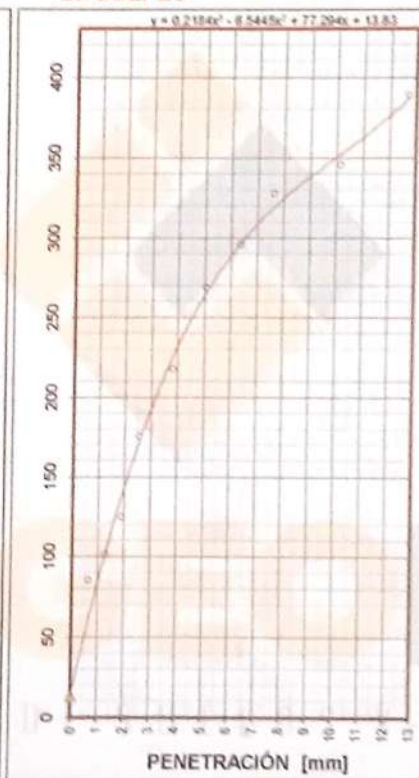
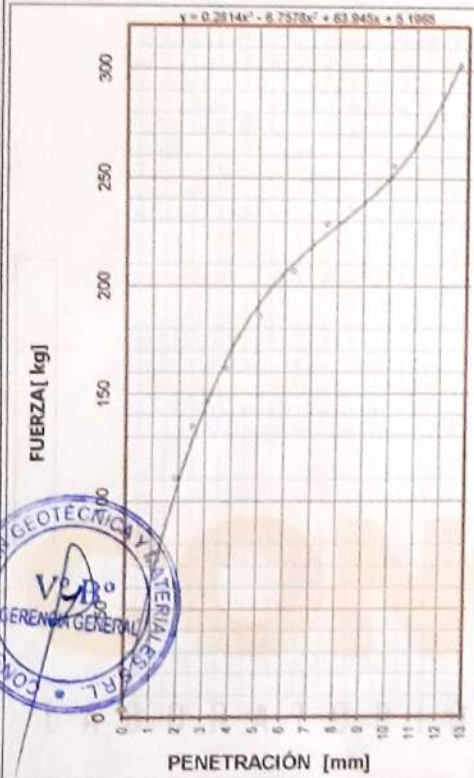
MARGEN: DERECHO
COORDENADA: E: 380221
N: 8288069

GRAFICA

12 GOLPES

26 GOLPES

55 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.78
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	17.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	18.7
95% MDS	1.69
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	10.6
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	11.4

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricalhua Tintava
I.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA
CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO: C - 2021 - 153

FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 0.5% CEMENTO + 0.5% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.56	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	MH	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(13)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	2.60	--
7	Porcentaje de Finos	%	97.40	--
8	Limite líquido	%	50.97	--
9	Limite plástico	%	32.16	--
10	Índice de plasticidad	%	18.81	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm ³	1.78	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	23.78	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	17.60	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	10.60	--

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Parkahua Tintaya

TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustanza

ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 181300



CONGEMAT
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ESTABILIZACIÓN DE
SUELOS COHESIVOS CON
CAL Y CEMENTO PARA
MEJORAR LA
SUBRASANTE DE LA
AVENIDA SANTA ROSA,
PUNO, 2021.

**MUESTRAS
PATRÓN
+1% CEMENTO
+1 % CAL**

PUNO - PERÚ
2021

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	81.40	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	314.76	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g	296.80	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g	17.96	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	215.40	--	--
6	Humedad	%	8.34	--	--
7	Humedad Promedio	%	8.34		

RESERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustirza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F-017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND: 0.30m a 1.50 m

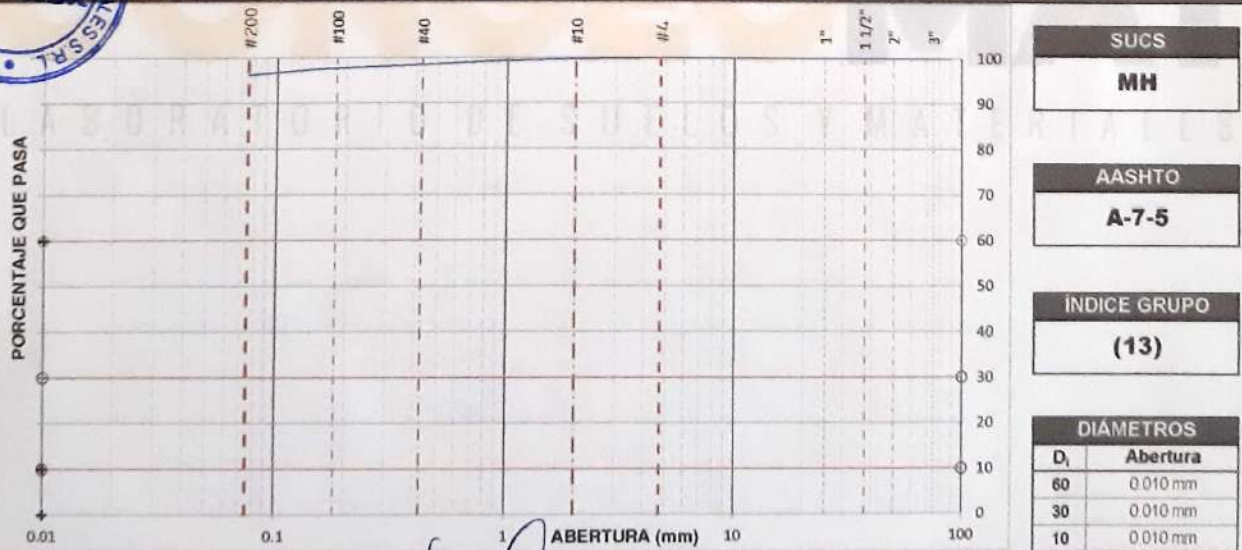
TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACIÓN		PESO (g)	%	%	SUELO
	ASTM	(mm)				
1	3 1/2"	90 000	0	0.0	100.0	
2	3"	75 000	0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63 000	0	0.0	100.0	
4	2"	50 000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37 500	0	0.0	100.0	
6	1"	25 000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19 000	0	0.0	100.0	
8	1/2"	12 500	0	0.0	100.0	
9	3/8"	9 500	0	0.0	100.0	
10	#4	4 750	0.0	0.0	100.0	
11	#10	2 000	9.2	0.3	99.7	
12	#20	0 850	16.0	0.5	99.3	
13	#40	0 425	24.2	0.7	98.6	
14	#100	0 150	33.9	1.0	97.6	
15	#200	0 075	45.3	1.3	96.3	
16	Fondo	0 075	3 391.4	96.3		

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	3 520 g
Peso muestra lavada y seca	130 g
Finos equiv <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	3 520 g
Frac. equiv < #200	96.3%
3 390 g	
TIPO DE TAMIZADO	
TAMANO MAXIMO	#4
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1 000
Curvatura (Cc)	1 000
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Límite Líquido (LL)	50.45
Límite Plástico (LP)	32.66
Índice Plástico (IP)	17.79

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante.
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante.

John Percy Patichahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 04-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL
MARGEN : DERECHO
COORDENADA: E: 379986
N: 8287938
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND: 0.30m a 1.50 m

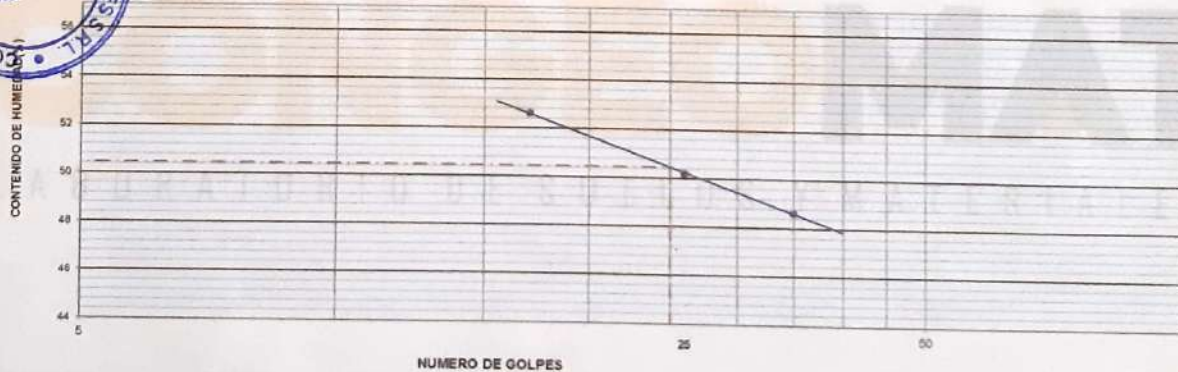
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-19	C-22	C-24	
Nº CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	30.49	30.64	31.52	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	26.34	26.59	27.44	-
PESO DE AGUA	(g)	4.15	4.05	4.08	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.45	18.52	19.05	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.88	8.07	8.39	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	52.60	50.19	48.63	-
NUMERO DE GOLPES		17	25	35	-

LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-25	T-26		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	21.22	21.98	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	20.15	20.97	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	16.86	17.89	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1.07	1.01	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.52	32.79	-	32.66

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	50.45
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.66
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.79

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bastinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P Nº 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 05-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN : DERECHO
COORDENADA: E: 379986
N: 8287938
PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

COMPACTACIÓN

METODO DE COMPACTACIÓN : "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25
NUMERO DE CAPAS : 5

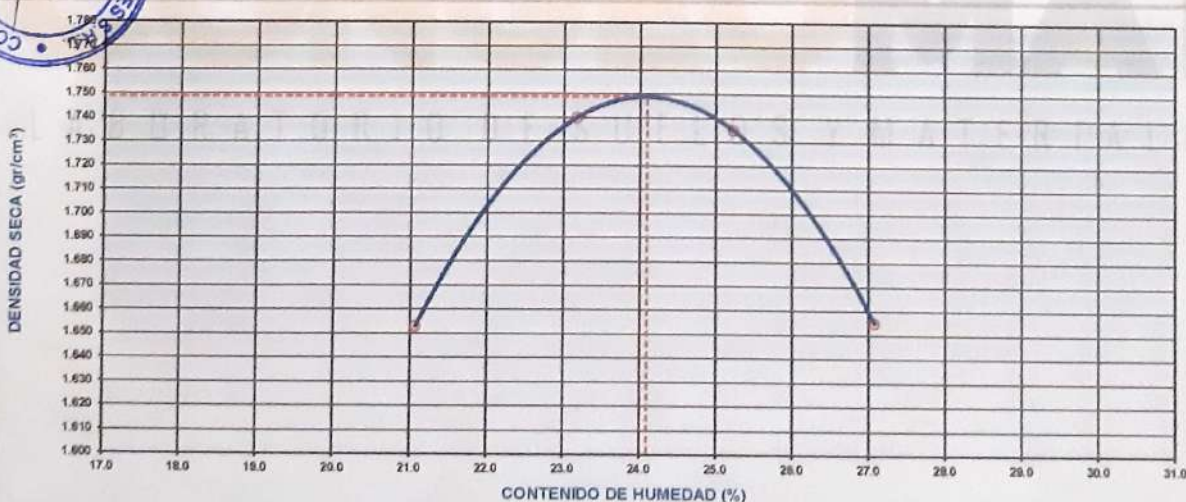
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5971	6125	6157	6081
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2173	2327	2359	2283
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.001	2.143	2.173	2.103
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.653	1.740	1.735	1.655

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	394.2	346.6	375.2	402.6
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	325.6	281.4	299.6	316.8
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	68.6	65.2	75.6	85.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	325.6	281.4	299.6	316.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.07	23.17	25.23	27.08

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.749 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 24.10

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151306

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACION: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO: C - 2021 - 153

FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACION: CALICATA 01

DESCRIPCION: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

MARGEN: DERECHO

COORDENADA: E: 379986
N: 8287938

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	MH	AASHTO	A-7-5	PROCTOR	HO=24.10	MDS=1.749	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	MOLDE13	MOLDE15	MOLDE16	

DENSIDAD

Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,752	11,889	12,032	12,137	12,725
2	Peso del molde	g	7,598	7,598	7,627	7,627	8,141
3	Volumen del molde REG	cc	2,108	2,108	2,106	2,106	2,122
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	4,154	4,291	4,405	4,510	4,584
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.97	2.04	2.09	2.14	2.16
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	450.0	374.0	345.7	424.0	333.5
8	Peso del suelo seco + capsula	g	362.5	289.9	278.5	331.4	268.5
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	87.5	84.1	67.2	92.6	65.0
10	Peso de la capsula	g					
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	362.5	289.9	278.5	331.4	268.5
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	24.14	29.01	24.13	27.94	24.21
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.587	1.578	1.685	1.674	1.739

PENETRACION

STANDARD	pulg.	LECTURA DIRECTA (KILO)			DIRECTA	CORREGIDA	FUERZA (kg)			DIRECTA	CORREGIDA
		12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES			DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA		
Aras de piston.	0.000	0	0	0	0		0		0		
20.42 cm2	0.025	156	229	328	156		229		328		
	0.050	295	365	461	295		365		461		
	0.075	318	485	583	318		485		583		
70.5 kg-f/cm2	0.100	388	566	610	388	369*	566	531*	610	608*	
	0.150	452	675	758	452		675		758		
105.7 kg-f/cm2	0.200	567	800	985	567	551*	800	800*	985	933*	
	0.250	601	849	1,027	601		849		1,027		
	0.300	623	924	1,099	623		924		1,099		
	0.400	695	956	1,135	695		956		1,135		
	0.500	780	983	1,204	780		983		1,204		

10 CORRECCION DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: $X^2 + 1.00030000 X - 0.153600$

EXPANSION

TIEMPO		LECTURA DIAL(Div) 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
08/11/21	12:40:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
08/11/21	12:40:00 p.m.	48	10.00	8.00	7.00	0.25	0.22%	0.20	0.17%	0.18	0.15%
10/11/21	12:40:00 p.m.	96	14.00	11.00	9.00	0.36	0.30%	0.28	0.24%	0.23	0.20%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.58	1.68	1.75	Humedad óptima	24.10%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	25.6	36.9	42.3	MDS	1.749		0.2"
Penetración: 0.2"	25.6	37.1	43.2	95% de la MDS	1.661	100% MDS	42.3
						95% MDS	35.1
							43.2
							35.2

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
 UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
 REGISTRO: C - 2021 - 153
 FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

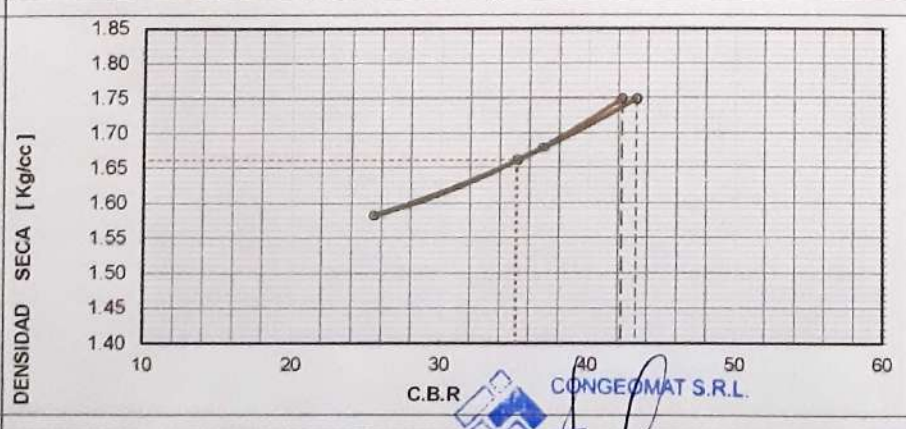
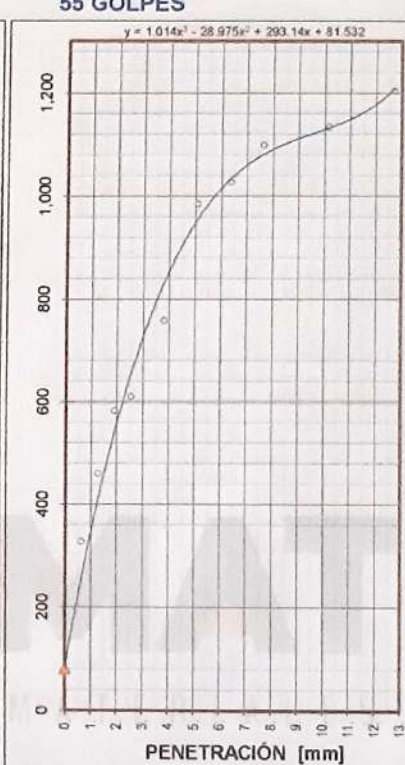
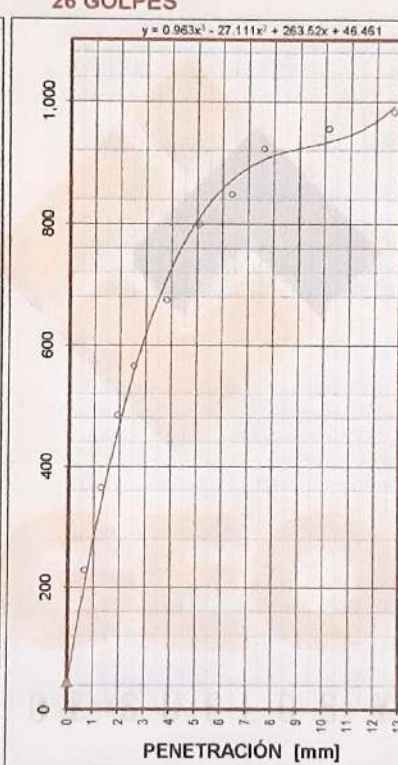
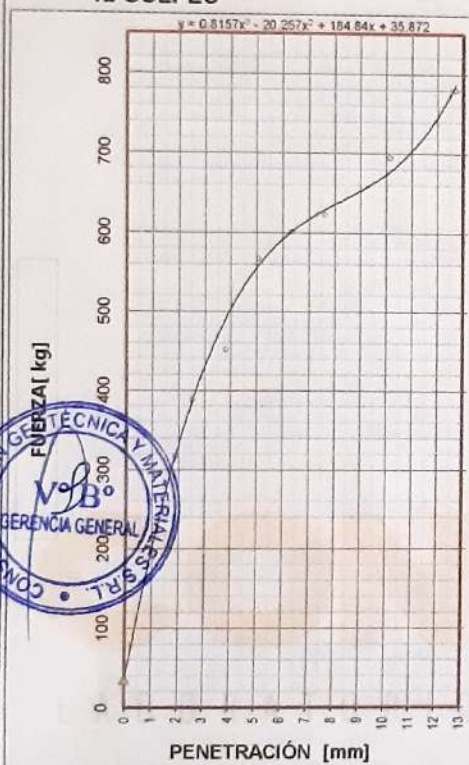
UBICACIÓN: CALICATA 01
 DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL
 TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+180) - JULIACA
 MARGEN: DERECHO
 COORDENADA: E: 379986
 N: 8287938

GRAFICA

12 GOLPES

26 GOLPES

55 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.75
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	42.3
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	43.2
95% MDS	1.66
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	35.1
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	35.2

CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Timaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA
 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO: C - 2021 - 153

FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.34	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	MH	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(13)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	3.70	--
7	Porcentaje de Finos	%	96.30	--
8	Límite líquido	%	50.45	--
9	Límite plástico	%	32.66	--
10	Índice de plasticidad	%	17.79	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm ³	1.75	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	24.10	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	42.30	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	35.10	--

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.



John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.



Alberth Ysidro Quispe Blatinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN : IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287982

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	79.30	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	330.87	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	311.70	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	19.17	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	232.40	--	--
	Humedad	%	8.25	--	--
	Humedad Promedio	%		8.25	



REVISIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02	MARGEN: IZQUIERDO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL	COORDENADA: E: 380056
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA	N: 8287982
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD	PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO	
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		
11	#10	2.000	4.0	0.2	99.8		
12	#20	0.850	10.7	0.5	99.3		
13	#40	0.425	12.7	0.6	98.8		
14	#100	0.150	19.3	0.9	97.9		
15	#200	0.075	28.7	1.3	96.6		
16	Fondo	0.075	2.154.6	96.6			

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	2.230 g
Peso muestra lavada y seca	78 g
Finos equiv <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	2.230 g
Frac. equiv < #200	96.6%
	2.154 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMAÑO MÁXIMO	#4
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1.000
Curvatura (Cc)	1.000
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Límite Líquido (LL)	50.15
Límite Plástico (LP)	32.31
Índice Plástico (IP)	17.84

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



SUCS

MH

AASHTO

A-7-5

ÍNDICE GRUPO

(13)

DIÁMETROS

D _i	Abertura
60	0.010 mm
30	0.010 mm
10	0.010 mm

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bastinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 09-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL
MARGEN : IZQUIERDO
COORDENADA: E: 380056
N: 8287982
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND: 0.25m a 1.50 m

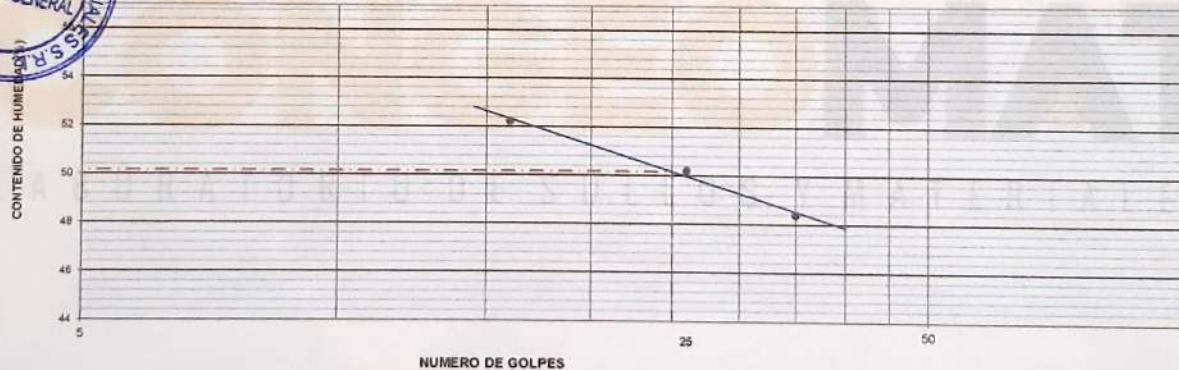
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-14	C-13	C-20	
N° CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	30.58	33.16	33.44	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	26.59	29.46	28.95	-
PESO DE AGUA	(g)	3.99	3.70	4.49	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.95	22.09	19.68	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.64	7.37	9.27	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	52.23	50.20	48.37	-
NUMERO DE GOLPES		16	26	35	-

LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		T-16	T-18		PROMEDIO
N° TARRO	ID			-	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	25.56	26.97	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	24.63	25.99	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.75	22.96	-	-
PESO DE AGUA	(g)	0.93	0.98	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.88	3.03	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.29	32.33	-	32.31

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	50.15
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.31
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.84

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustiza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151389

PRÓCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO: C - 2021 - 153

FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN: IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287982

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN: "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA: 25

NUMERO DE CAPAS: 5

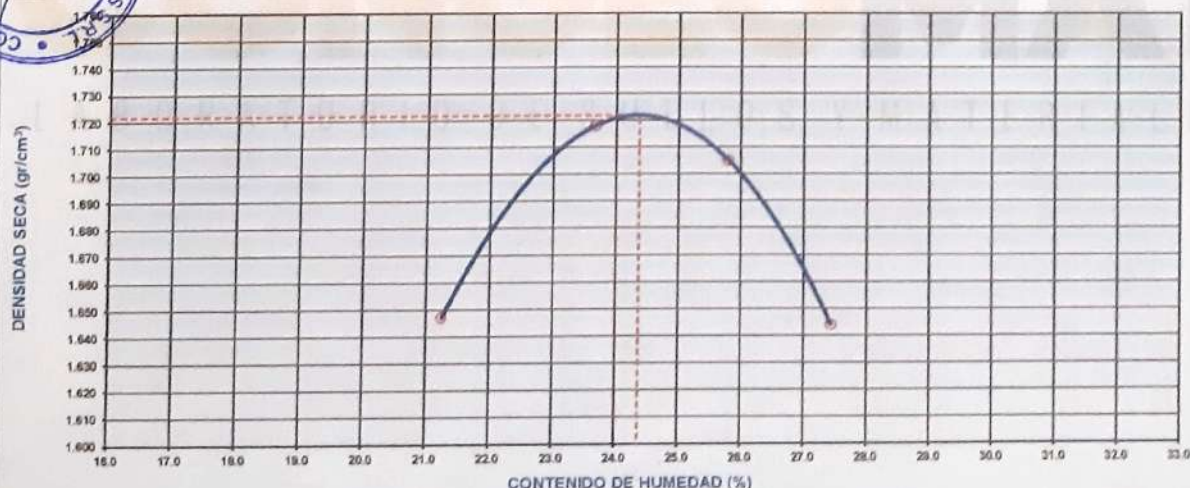
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5966	6104	6127	6073
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2168	2306	2329	2275
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.997	2.124	2.145	2.095
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.647	1.718	1.705	1.644

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	394.3	365.8	392.1	377.6
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	325.2	295.8	311.7	296.3
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	69.1	70.0	80.4	81.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	325.2	295.8	311.7	296.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.25	23.66	25.79	27.44

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1.722 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 24.37

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN : IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287982

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION: SUCS MH AASHTO A-7-5 PROCTOR HO-24.37 MDS=1.722 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE02	MOLDE11	MOLDE13	MOLDE13	MOLDE13	MOLDE13

DENSIDAD

Condición de humedad		UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES
1	Peso suelo húmedo + molde	g	12,065	12,243	12,339	12,455	12,105	12,187		
2	Peso del molde	g	7,964	7,964	8,037	8,037	7,598	7,598		
3	Volumen del molde REG	cc	2,116	2,116	2,106	2,106	2,108	2,108		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	4,101	4,279	4,302	4,418	4,507	4,589		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.94	2.02	2.04	2.10	2.14	2.18		
6	Id Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	639.0	469.0	356.3	353.0	418.6	373.0		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	514.2	362.5	286.5	275.9	336.5	297.4		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	124.8	106.5	69.8	77.1	82.1	75.6		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	514.2	362.5	286.5	275.9	336.5	297.4		
12	Gravimetrico de humedad, [9]/[11]	%	24.27	29.38	24.36	27.94	24.40	25.42		
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.560	1.563	1.643	1.640	1.719	1.736		

PENETRACIÓN

LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)			
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	
0.000	0	0	0	0
0.025	175	239	322	175
0.050	261	352	459	261
0.075	323	462	578	323
70.5 kg-f/cm2	0.100	374	541	374
	0.150	436	636	436
105.7 kg-f/cm2	0.200	575	792	575
	0.250	599	841	599
	0.300	651	918	651
	0.400	668	945	668
	0.500	760	967	760

10 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.00030000 X - 0.153600

EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL(Div) 0.001"			ALTURAS				H _{medo} = 116.6 mm	
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
11/11/21 10:30:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/11/21 10:30:00 a.m	48	9.00	8.00	0.23	0.20%	0.20	0.17%	0.15	0.13%
15/11/21 10:30:00 a.m	96	13.00	10.00	0.33	0.28%	0.25	0.22%	0.20	0.17%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.56	1.64	1.72	Humedad óptima	24.37%	
Penetración: 0.1"	25.1	35.0	40.4	MDS	1.722	40.4
Penetración: 0.2"	25.4	36.0	41.1	95 % de la MDS	1.636	34.5

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING.º DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN: IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM 00+530 A KM 01+160) - JULIACA

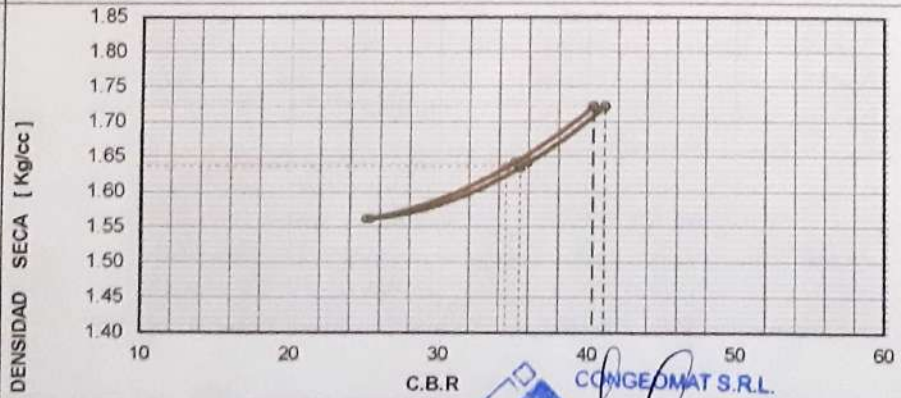
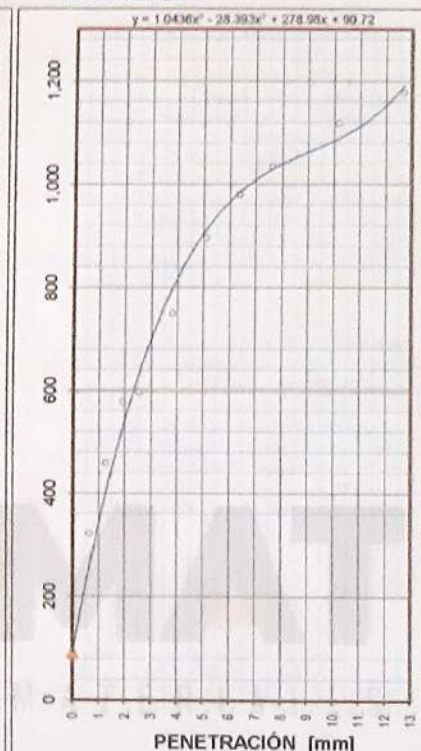
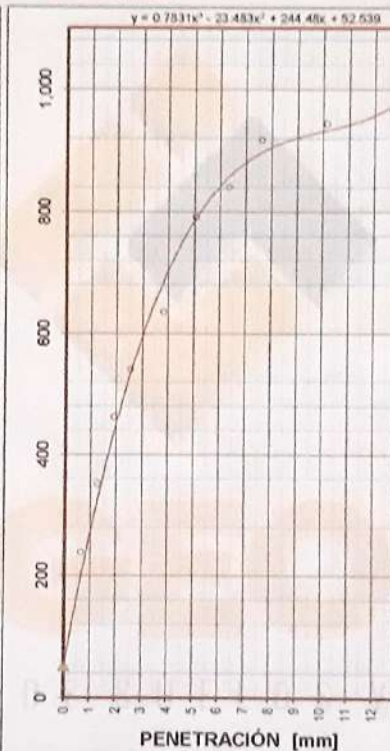
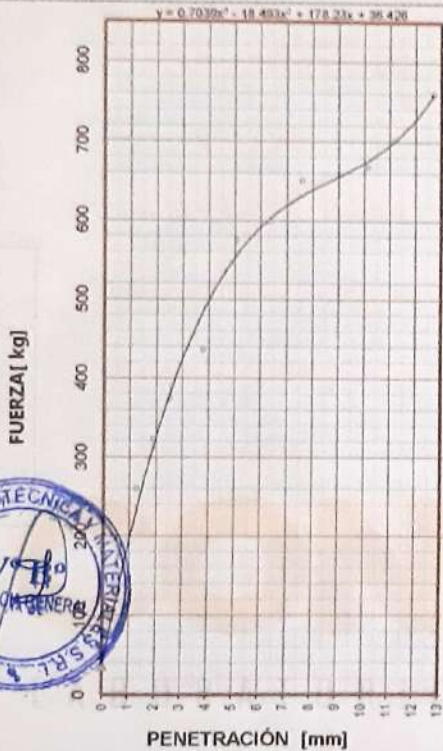
N: 8287982

GRAFICA

12 GOLPES

26 GOLPES

55 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.72
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	40.4
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	41.1
95% MDS	1.64
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	34.5
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	35.4

John Percy Paricahua Tintaya
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Isidro Quispe Bustinza
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
MARGEN: IZQUIERDO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL
COORDENADA: E: 380056
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
N: 8287982
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.25	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	MH	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(13)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	3.40	--
7	Porcentaje de Finos	%	96.60	--
8	Limite liquido	%	50.15	--
9	Limite plástico	%	32.31	--
10	Indice de plasticidad	%	17.84	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.72	--
13	Optimo contenido de humedad	%	24.37	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	40.40	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	34.50	--



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Pakicahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 181300

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
 PROYECTO: ROSA, PUNO, 2021.
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTE: BACH, HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
 REGISTRO : C - 2021 - 153
 FECHA : 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
 DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL
 TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA
 MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
 MARGEN : DERECHO
 COORDENADA: E: 380221
 N: 8288069
 PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g	82.40	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g	340.80	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g	321.50	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g	19.30	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g	239.10	--	--
6	Humedad	%	8.07	--	--
7	Humedad Promedio	%	8.07		



CONSEJERÍA

- Muestras proporcionadas por el solicitante
 - Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
	DENOMINACIÓN		PESO (g)	%			SUELO
	ASTM	(mm)					
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		
11	#10	2.000	16.5	0.4	99.6		
12	#20	0.850	18.2	0.4	99.2		
13	#40	0.425	27.6	0.7	98.5		
14	#100	0.150	38.6	0.9	97.6		
15	#200	0.075	51.5	1.2	96.4		
16	Fondo	0.075	4.027.6	96.4			
17							
20							

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	4.180 g
Peso muestra lavada y seca	150 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	4.180 g
Frac. equiv. < #200	96.4%
TIPO DE TAMIZADO	
MANUAL	
TAMANO MAXIMO	
#4	
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1.000
Curvatura (Cc)	1.000
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Liquido (LL)	50.03
Limite Plástico (LP)	32.47
Indice Plástico (IP)	17.56

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



SUCS

MH

AASHTO

A-7-5

INDICE GRUPO

(13)

DIÁMETROS

D _i	Abertura
60	0.010 mm
30	0.010 mm
10	0.010 mm

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Pariquehua Tintaya
TÉC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 09-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 03
DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL
TRAMO : AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL : LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
MARGEN : DERECHO
COORDENADA : E: 380221
N: 8288069
PROFUND: 0.35m a 1.50 m

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-11	C-15	C-12	
Nº CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	33.51	31.55	32.36	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	29.50	27.48	28.50	-
PESO DE AGUA	(g)	4.01	4.08	3.86	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.85	19.32	20.44	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.65	8.16	8.06	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	52.42	49.97	47.89	-
NUMERO DE GOLPES		16	27	35	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-19	T-17		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	23.15	24.96	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	22.14	23.96	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.03	20.88	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	1.01	1.00	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.11	3.08	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.48	32.47	-	32.47

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	50.03
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.47
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.56

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Parichagua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

PRÓCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO: C - 2021 - 153

FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

COMPACTACIÓN

METODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25
NUMERO DE CAPAS	:	5

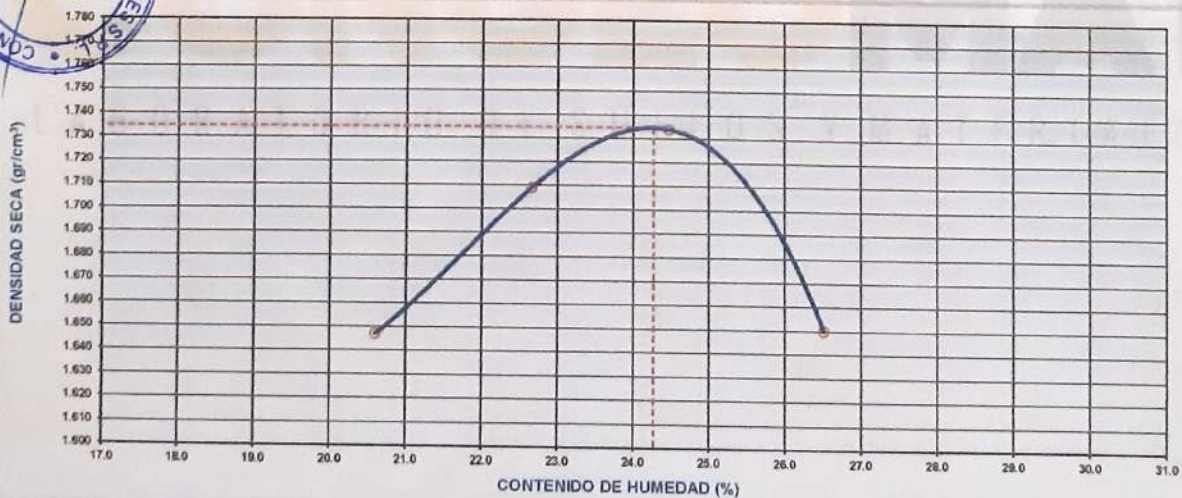
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5955	6074	6141	6065
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2157	2276	2343	2267
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.987	2.096	2.158	2.088
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.647	1.709	1.734	1.650

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	360.1	385.4	455.2	365.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	298.6	314.2	365.7	288.5
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	61.5	71.2	89.5	76.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	298.6	314.2	365.7	288.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.60	22.66	24.47	26.52

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.735 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 24.27

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante.

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustirza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151380

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C-2021-153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

MARGEN: DERECHO
COORDENADA: E: 380221
N: 8288069
PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	MH	AASHTO	A-7-5	PROCTOR	HO=24.27	MDS=1.735	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES				
			MOLDE03	MOLDE06	MOLDE07				

DENSIDAD

Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	12,225	12,405	12,325	12,452	12,503	12,588
2	Peso del molde	g	8,083	8,083	8,006	8,006	8,028	8,028
3	Volumen del molde REG	cc	2,124	2,124	2,103	2,103	2,086	2,086
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	4,142	4,322	4,319	4,446	4,475	4,540
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.95	2.03	2.05	2.11	2.15	2.18
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	358.0	422.0	391.1	370.0	331.7	416.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	286.5	325.6	314.7	288.9	267.0	330.7
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	69.5	96.4	76.4	81.1	64.7	85.3
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	286.5	325.6	314.7	288.9	267.0	330.7
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	24.26	29.61	24.28	28.07	24.23	25.79
13	Densidad seca, [5]/(1+([12]/100))	g/cc	1.589	1.670	1.653	1.651	1.727	1.730

PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (kg)			FUERZA (kg)					
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
0.000	0	0	0	0		0		0	
0.025	135	211	314	135		211		314	
0.050	275	385	477	275		385		477	
0.075	296	409	542	296		409		542	
70.5 kg-f/cm2	0.100	376	500	639	376	368*	500	492*	639
105.7 kg-f/cm2	0.150	465	653	785	465	571*	653	765*	785
	0.200	599	795	875	599		795	875	898*
	0.250	625	824	986	625		824	986	
	0.300	675	905	1,025	675		905	986	
	0.400	725	967	1,114	725		967	1,025	
	0.500	790	1,002	1,196	790		1,002	1,114	
								1,196	

CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: $X^2 + 1.0003000 X - 0.153600$

EXPANSIÓN

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
11/11/21	11:50:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/11/21	11:50:00 a.m	48	11.00	9.00	8.00	0.28	0.24%	0.23	0.20%	0.20	0.17%
15/11/21	11:50:00 a.m	96	16.00	12.00	10.00	0.41	0.35%	0.30	0.26%	0.25	0.22%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.57	1.65	1.73	Humedad óptima	24.27%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	25.6	34.2	41.6	MDS	1.735	100% MDS	41.6
Penetración: 0.2"	26.5	35.5	41.6	95 % de la MDS	1.648	95 % MDS	33.9
							35.1

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

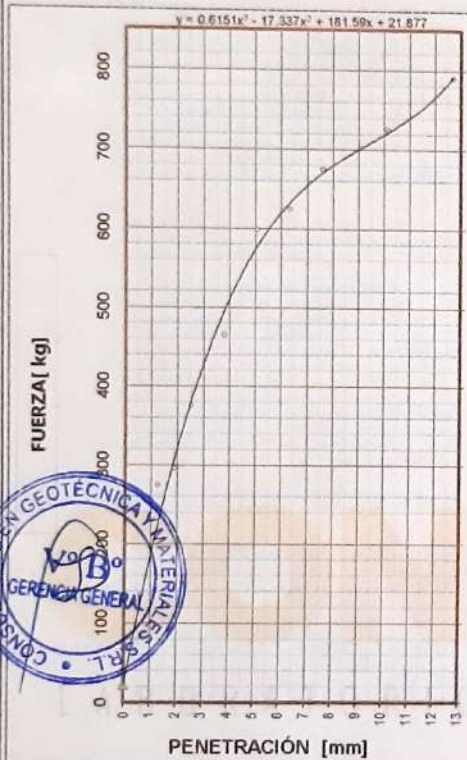
PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

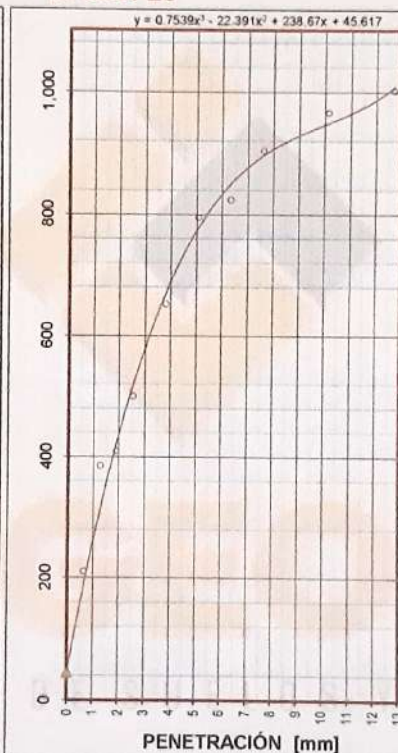
UBICACIÓN: CALICATA 03
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MARGEN: DERECHO
COORDENADA: E: 380221
N: 8288069

GRAFICA

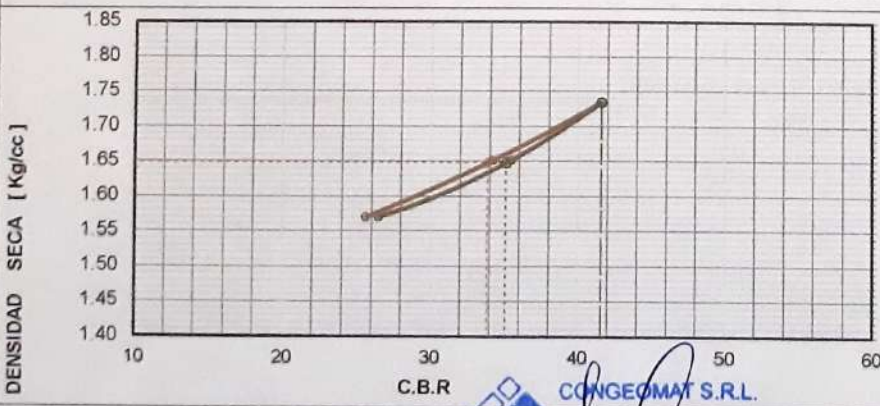
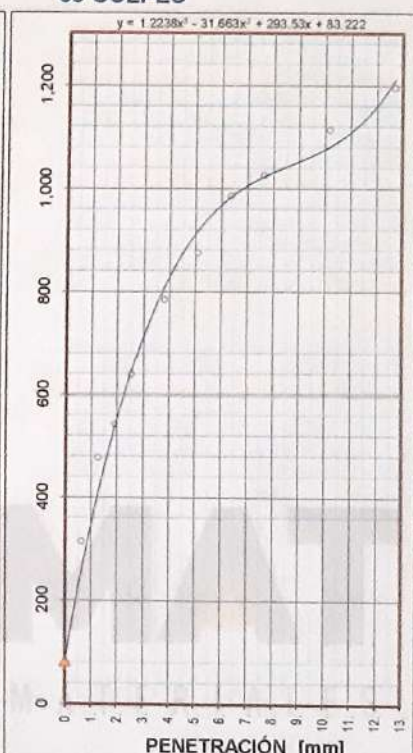
12 GOLPES



26 GOLPES



55 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

100% MDS	1.73
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	41.6
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	41.6
95% MDS	1.65
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	33.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	35.1


John Percy Parcahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151380

RESUMEN DEL ESTRATO

Código : F - 019
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.0% CEMENTO + 1.0% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.07	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	MH	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(13)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	3.60	--
7	Porcentaje de Finos	%	96.40	--
8	Límite líquido	%	50.03	--
9	Límite plástico	%	32.47	--
10	Índice de plasticidad	%	17.56	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Módulo de densidad seca	gr/cm3	1.73	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	24.27	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	41.60	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	33.90	--

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.

 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.

 Alberth Ysidro Quispe Bustarza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300



CONGEO MAT
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ESTABILIZACIÓN DE
SUELOS COHESIVOS CON
CAL Y CEMENTO PARA
MEJORAR LA
SUBRASANTE DE LA
AVENIDA SANTA ROSA,
PUNO, 2021.

**MUESTRAS
PATRÓN
+1.5% CEMENTO
+1.5 % CAL**

PUNO – PERÚ
2021

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

PROYECTO: ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	77.60	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g	312.82	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	298.40	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	14.42	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	220.80	--	--
	Humedad	%	6.53	--	--
	Humedad Promedio	%		6.53	



OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 29-10-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

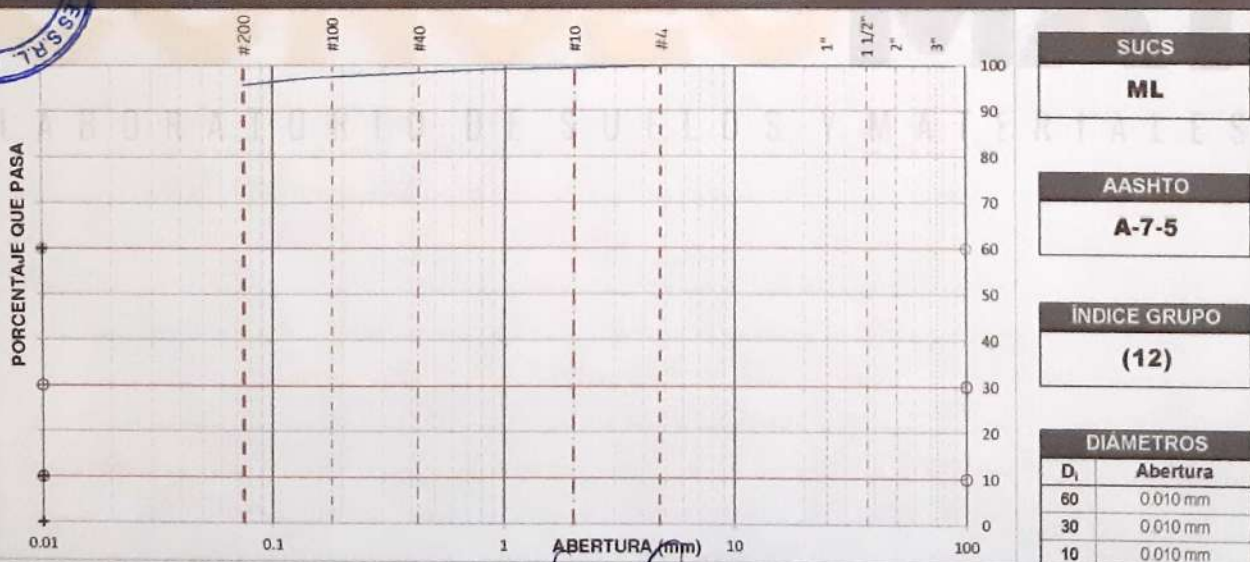
TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO	
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		
11	#10	2.000	7.1	0.4	99.6		
12	#20	0.850	8.9	0.5	99.1		
13	#40	0.425	10.3	0.6	98.5		
14	#100	0.150	17.5	1.0	97.4		
15	#200	0.075	27.9	1.6	95.8		
16	Fondo	0.075	1.628.3	95.8			

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1,700 g
Peso muestra lavada y seca	71 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,700 g
Frac. equiv. < #200	95.8%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMAÑO MÁXIMO	#4
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1.000
Curvatura (Cc)	1.000
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Límite Líquido (LL)	48.95
Límite Plástico (LP)	32.08
Índice Plástico (IP)	16.87

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Parichagua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 04-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND: 0.30m a 1.50 m

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		ID	C-14	C-15	
Nº CAPSULA					-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)		31.19	31.16	34.10
PESO TARA + SUELO SECO	(g)		27.05	27.26	30.18
PESO DE AGUA	(g)		4.14	3.90	3.92
PESO DE LA TARA	(g)		18.95	19.32	21.85
PESO DEL SUELO SECO	(g)		8.10	7.94	8.33
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		51.11	49.12	47.06
NUMERO DE GOLPES			15	27	35

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		ID	T-16	T-18	
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)		25.71	27.07	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)		24.75	26.07	-
PESO DE LA TARA	(g)		21.75	22.96	-
PESO DEL AGUA	(g)		0.96	1.00	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)		3.00	3.11	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		32.00	32.15	32.08

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

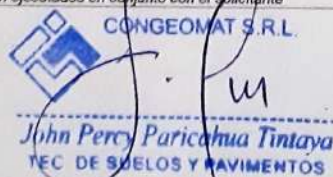


CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	48.95
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.08
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.87

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bastinza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 05-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01 MARGEN : DERECHO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL COORDENADA: E: 379986
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA N: 8287938
MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25
NUMERO DE CAPAS : 5

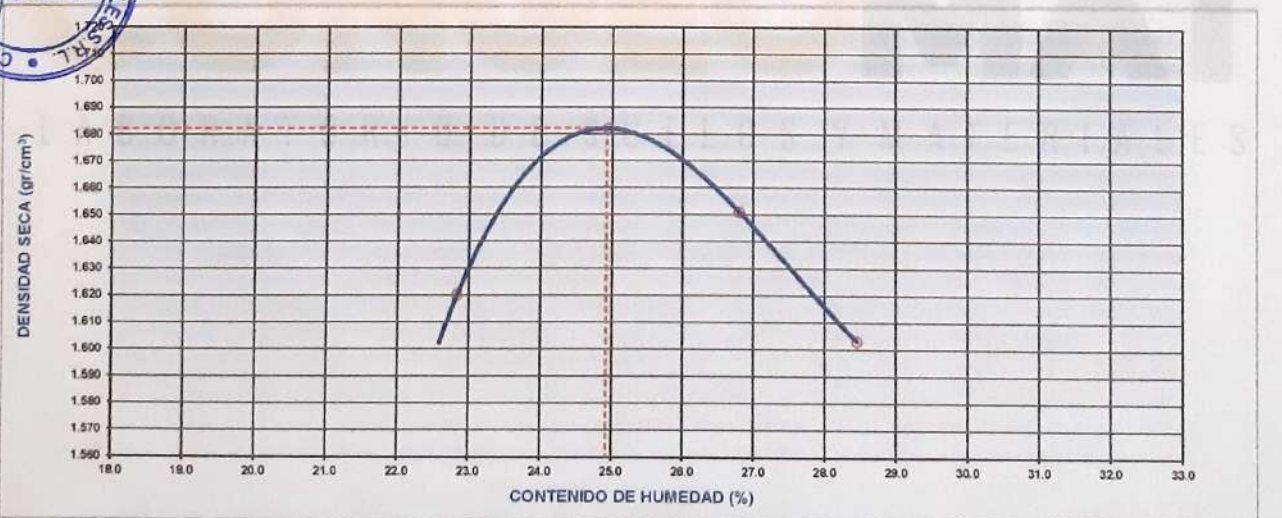
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5959	6080	6071	6034
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2161	2282	2273	2236
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.990	2.102	2.094	2.060
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.620	1.662	1.651	1.603

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	433.1	373.1	393.6	353.9
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	352.6	298.6	310.4	275.5
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	80.5	74.5	83.2	78.4
PESO DE SUELO SECO (gr)	352.6	298.6	310.4	275.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.83	24.95	26.80	28.46

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 1.682 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 24.93

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN: SUCS ML AASHTO A-7-5 PROCTOR HO=24.93 MDS=1.682 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE09	MOLDE10	MOLDE10	MOLDE12		

DENSIDAD

Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,844	11,935	11,966	12,088	12,363	12,352
2	Peso del molde	g	7,807	7,807	7,793	7,793	7,926	7,926
3	Volumen del molde REG.	cc	2,114	2,114	2,110	2,110	2,109	2,109
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	4,037	4,128	4,173	4,295	4,437	4,426
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.91	1.95	1.98	2.04	2.10	2.10
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	358.0	531.0	494.1	491.0	374.5	377.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	286.5	412.5	395.6	384.7	299.8	301.1
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	71.5	118.5	98.5	106.3	74.7	75.9
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	286.5	412.5	395.6	384.7	299.8	301.1
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	24.96	26.73	24.90	27.63	24.92	25.21
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.528	1.517	1.583	1.595	1.684	1.676

PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
	pulg.	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón = 30.42 cm ²	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.025	201	347	504	201		347		504	
	0.050	423	578	788	423		578		788	
	0.075	496	726	901	496		726		901	
70.5 kg-f/cm ²	0.100	596	830	935	596	569*	830	771*	935	865*
	0.150	688	939	1,011	688		939		1,011	
105.7 kg-f/cm ²	0.200	869	1,253	1,346	869	849*	1,253	1,185*	1,346	1,299*
	0.250	899	1,282	1,408	899		1,282		1,408	
	0.300	983	1,354	1,509	983		1,354		1,509	
	0.400	1,001	1,519	1,589	1,001		1,519		1,589	
	0.500	1,085	1,551	1,683	1,085		1,551		1,683	

15 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.0003000 X - 0.153600

EXPANSIÓN

TIEMPO			LECTURA DIAL(Div) 0.001"			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
08/11/21	11:30:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
08/11/21	11:30:00 a.m	48	8.00	7.00	5.00	0.20	0.17%	0.18	0.15%	0.13	0.11%
10/11/21	11:30:00 a.m	96	11.00	9.00	6.00	0.28	0.24%	0.23	0.20%	0.15	0.13%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.52	1.59	1.68	Humedad óptima	24.93%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	39.5	53.6	60.1	MDS	1.682	100% MDS	60.1
Penetración: 0.2"	39.4	54.9	60.2	95 % de la MDS	1.598	95 % MDS	54.9
							60.2
							56.2

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustiza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO
+ 1.5% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM 00+530 A KM.01+160) - JULIACA

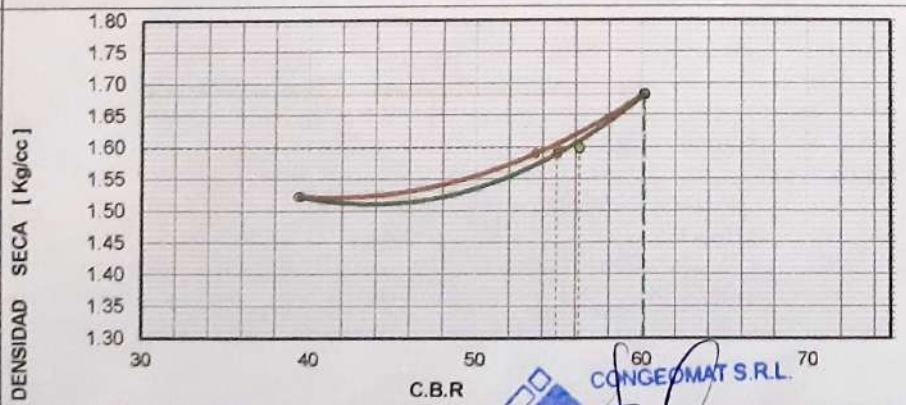
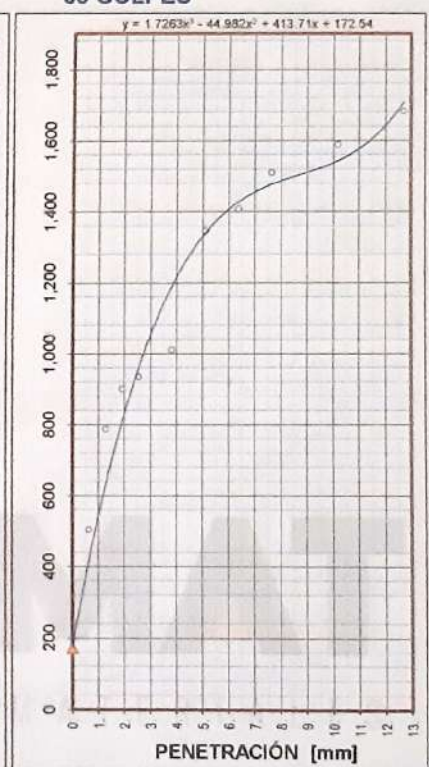
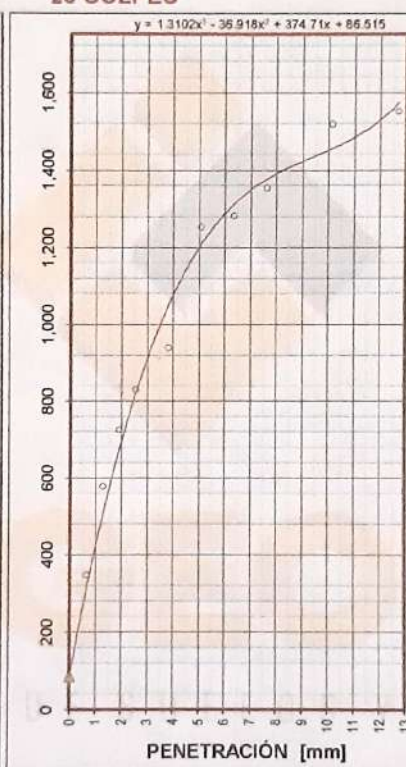
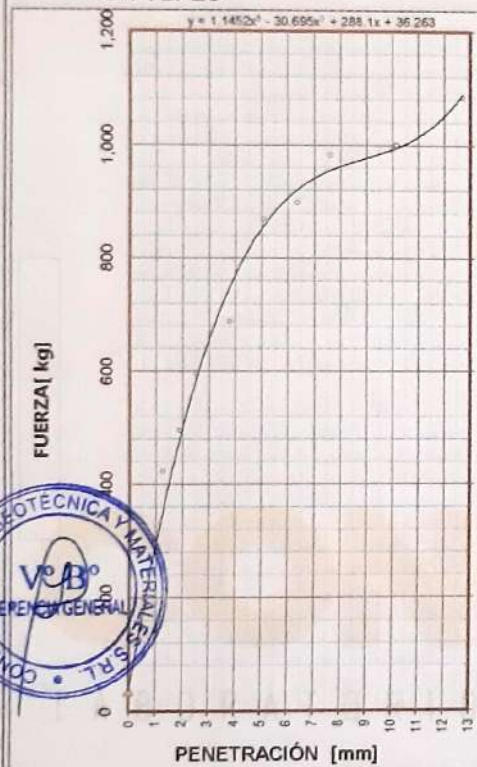
N: 8287938

GRAFICA

12 GOLPES

26 GOLPES

55 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

100% MDS	1.68
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	60.1
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	60.2

95% MDS	1.60
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	54.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	56.2

LEYENDA CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Poricalhua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO: C - 2021 - 153

FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 379986

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA

N: 8287938

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.30m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	6.53	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(12)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	4.20	--
7	Porcentaje de Finos	%	95.80	--
8	Limite liquido	%	48.95	--
	Limite plástico	%	32.08	--
10	Índice de plasticidad	%	16.87	--
	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.68	--
13	Optimo contenido de humedad	%	24.93	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	60.10	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	54.90	--

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paticahua Tintaya

TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Altherth Ysidro Quispe Bustanza

ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 02

MARGEN : IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA : E : 380056

TRAMO : AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N : 8287982

MATERIAL : LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND. : 0.25m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g	86.50	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g	310.85	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g	294.50	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g	16.35	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g	208.00	--	--
	Humedad	%	7.86	--	--
	Humedad Promedio	%		7.86	

CONSEJERÍAS

Muestras proporcionadas por el solicitante

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustirza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN: IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8287982

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND: 0.25m a 1.50 m

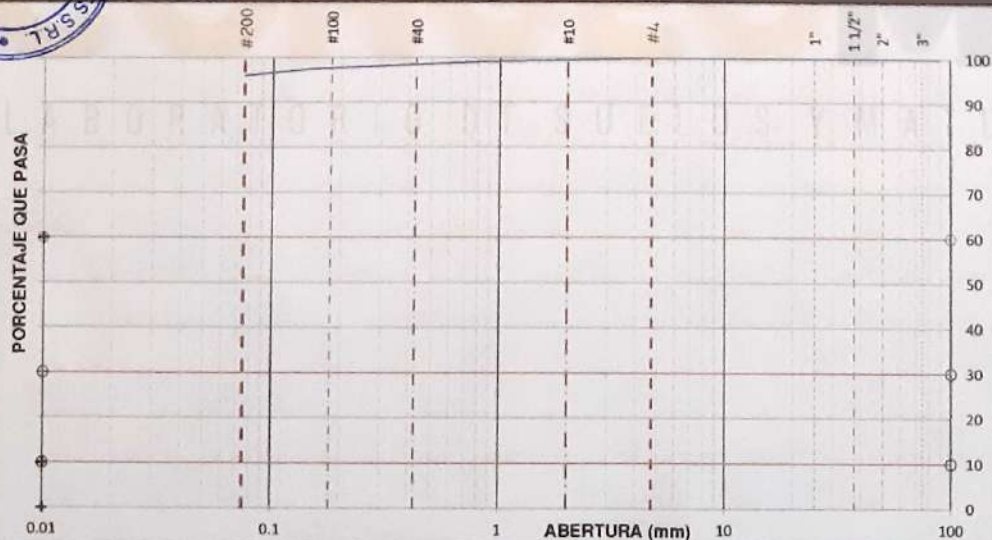
TAMIZADO

N	TAMIZ DENOMINACIÓN		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%		SUELO	
1	3 1/2"	90 000	0	0.0	100.0		
2	3"	75 000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63 000	0	0.0	100.0		
4	2"	50 000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37 500	0	0.0	100.0		
6	1"	25 000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19 000	0	0.0	100.0		
8	1/2"	12 500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9 500	0	0.0	100.0		
10	#4	4 750	0.0	0.0	100.0		
11	#10	2 000	4.4	0.4	99.6		
12	#20	0 850	6.4	0.5	99.1		
13	#40	0 425	6.4	0.5	98.6		
14	#100	0 150	12.6	1.0	97.6		
15	#200	0 075	20.2	1.6	96.0		
	Fondo	0 075	1 200.0	96.0			

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1 250 g
Peso muestra lavada y seca	50 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1 250 g
Frac. equiv < #200	96.0%
TIPO DE TAMIZADO	
MANUAL	
TAMANO MAXIMO	
#4	
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1 000
Curvatura (Cc)	1 000
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Limite Líquido (LL)	49.53
Limite Plástico (LP)	32.53
Índice Plástico (IP)	17.00

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



SUCS

ML

AASHTO

A-7-5

ÍNDICE GRUPO

(13)

DIÁMETROS

D _i	Abertura
60	0.010 mm
30	0.010 mm
10	0.010 mm

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Parícuta Tintaya
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 09-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL
MARGEN : IZQUIERDO
COORDENADA: E: 380056
N: 8287982
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
PROFUND: 0.25m a 1.50 m

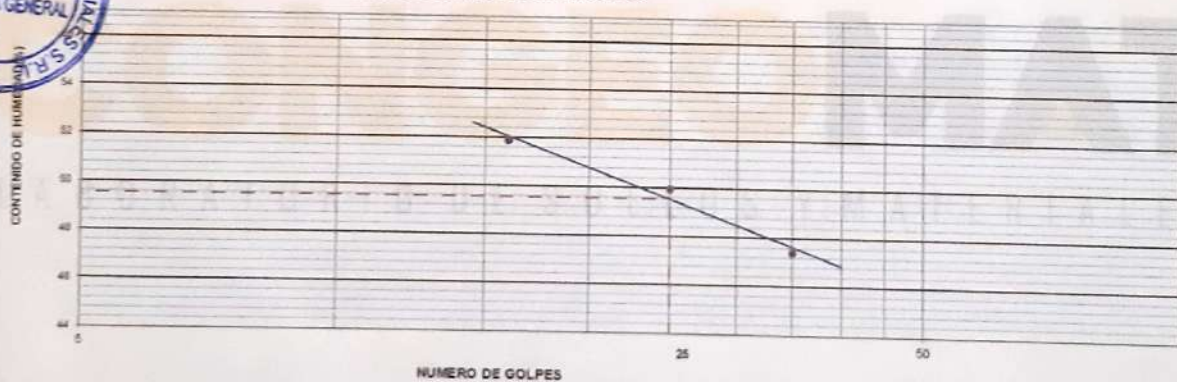
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		ID	C-03	C-02	C-01
Nº CAPSULA					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	32.09	33.81	34.98	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	27.43	29.15	29.80	-
PESO DE AGUA	(g)	4.61	4.66	5.18	-
PESO DE LA TARA	(g)	15.99	19.82	18.87	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.89	9.33	10.93	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	51.86	49.95	47.39	-
NUMERO DE GOLPES		16	25	35	-

LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		ID	T-04	T-05	PROMEDIO
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	23.23	24.36	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	22.32	23.07	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.54	19.06	-	-
PESO DE AGUA	(g)	0.91	1.29	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.78	3.99	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.73	32.33	-	32.53

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	49.53
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.53
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.00

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P Nº 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C - 2021 - 153
FECHA: 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
MARGEN: IZQUIERDO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL
COORDENADA: E: 380056
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA
N: 8287982
MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN: "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA: 25
NUMERO DE CAPAS: 5

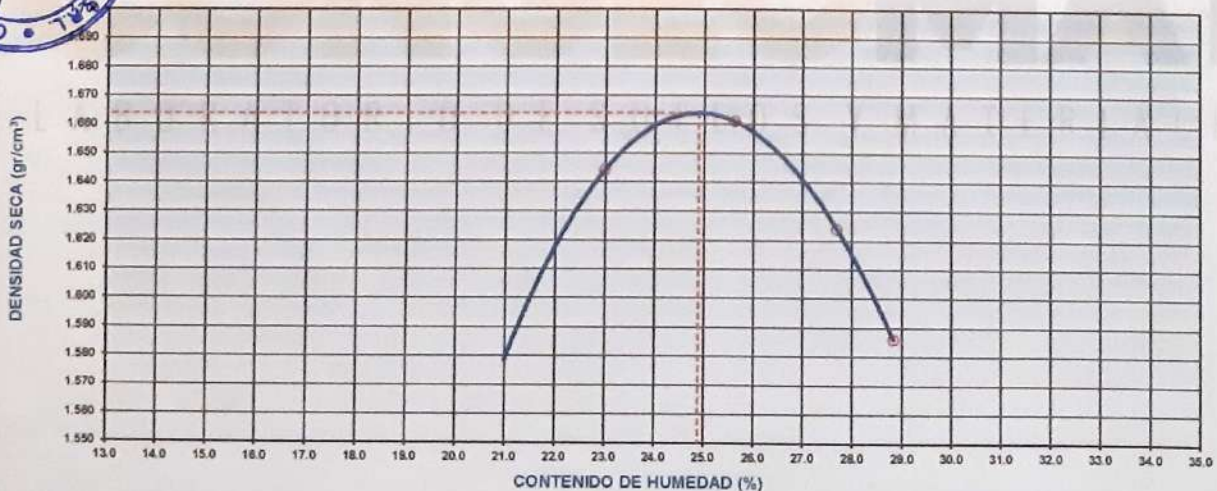
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5993	6063	6049	6017
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2195	2265	2251	2219
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.022	2.086	2.073	2.044
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.644	1.661	1.624	1.586

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	323.2	301.0	392.9	295.8
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	262.8	239.6	307.7	229.6
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	60.4	61.4	85.2	66.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	262.8	239.6	307.7	229.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.98	25.63	27.69	28.83

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1.664 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 24.89

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricalhua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN : IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA

N: 8287982

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION: SUCS ML AASHTO A-7-5 PROCTOR HO=24.89 MDS=1.664 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE10	MOLDE09	MOLDE09	MOLDE05		

DENSIDAD

Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,698	11,807	12,050	12,167	12,026	12,095
2	Peso del molde	g	7,793	7,793	7,807	7,807	7,980	7,980
3	Volumen del molde REG	cc	2,110	2,110	2,114	2,114	1,985	1,985
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,905	4,014	4,243	4,360	4,046	4,115
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.85	1.90	2.01	2.06	2.04	2.07
6	Id Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	435.0	677.0	437.6	599.0	455.8	444.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	349.0	526.4	351.4	470.4	370.1	356.7
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	86.0	150.6	86.2	128.6	85.7	87.3
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	349.0	526.4	351.4	470.4	370.1	356.7
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	24.65	28.60	24.53	27.34	23.17	24.46
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.485	1.479	1.612	1.620	1.655	1.666

PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)			
		DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD	pulg.	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	
Area del pistón:	0.000	0	0	0	0
	0.025	256	449	464	256
	0.050	417	664	717	417
	0.075	508	853	892	508
	0.100	581	888	919	581
	0.150	661	1,037	1,047	661
	0.200	871	1,247	1,344	872
	0.250	905	1,391	1,385	905
	0.300	975	1,474	1,496	975
	0.400	1,013	1,571	1,641	1,013
	0.500	1,061	1,612	1,668	1,061



CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.00030000 X - 0.153600

EXPANSIÓN

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS				H _{suelo} = 116.6 mm	
Fecha	Hora (Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
11/11/21	9:50:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/11/21	9:50:00 a.m.	48	7.00	6.00	5.00	0.18	0.15%	0.15	0.13%	0.13
15/11/21	9:50:00 a.m.	96	10.00	8.00	7.00	0.25	0.22%	0.20	0.17%	0.18

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.48	1.62	1.65	Humedad óptima	24.89%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	38.0	57.4	59.5	MDS	1.664	100% MDS	59.5
Penetración: 0.2"	38.7	58.4	60.1	95% de la MDS	1.581	95% MDS	54.2
							60.1
							55.3

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichhua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bastinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MARGEN : IZQUIERDO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 380056

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM:00+530 A KM:01+160) - JULIACA

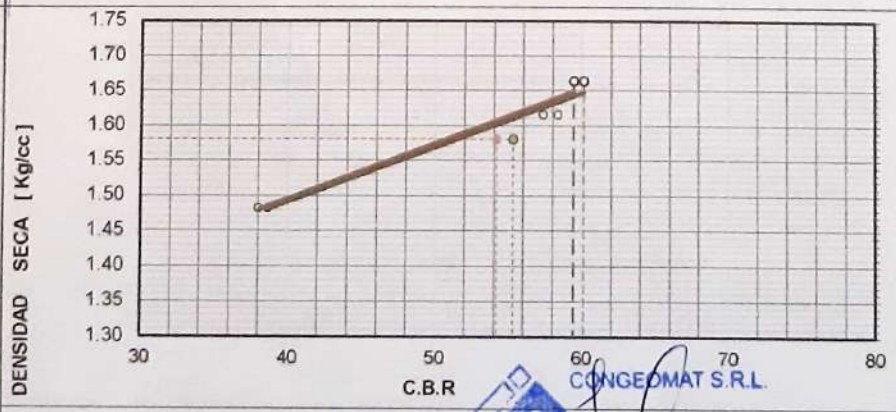
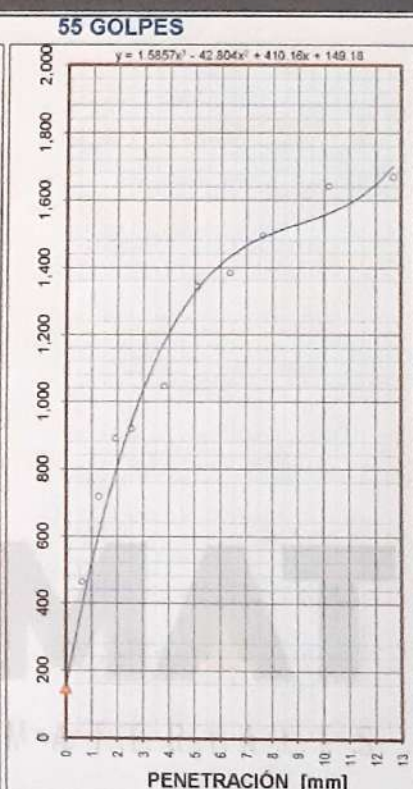
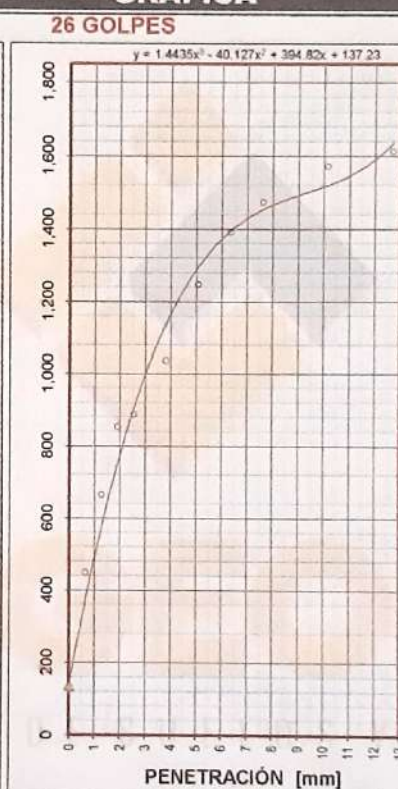
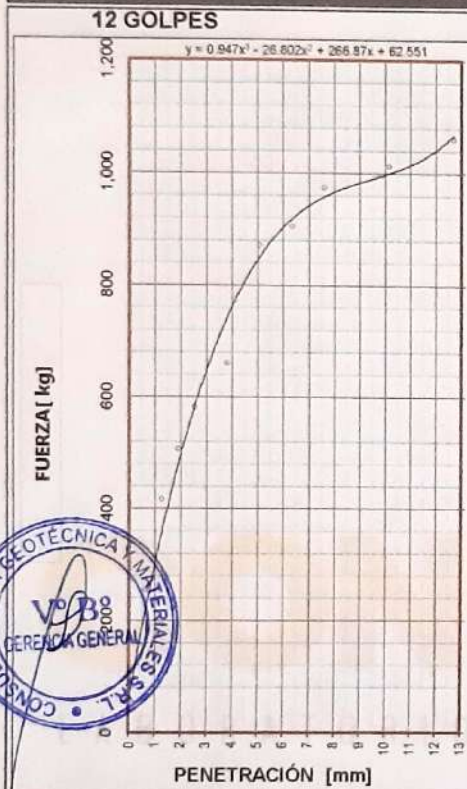
N: 8287982

GRAFICA

12 GOLPES

26 GOLPES

55 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

100% MDS	1.66
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	59.5
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	60.1
95% MDS	1.58
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	54.2
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	55.3

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA  CONGEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02
MARGEN : IZQUIERDO
DESCRIPCIÓN : MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL
COORDENADA: E: 380056
N: 8287982
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM 00+530 A KM 01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.25m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	7.86	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(13)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	4.00	--
7	Porcentaje de Finos	%	96.00	--
8	Límite líquido	%	49.53	--
9	Límite plástico	%	32.53	--
10	Índice de plasticidad	%	17.00	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.66	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	24.89	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	59.50	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	54.20	--



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustirza
ING² DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA
PROYECTO: ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO +
1.5% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	85.50	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	342.12	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	326.50	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	15.62	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	241.00	--	--
6	Humedad	%	6.48	--	--
Humedad Promedio		%	6.48		

RESERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C I P N° 151300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 08-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

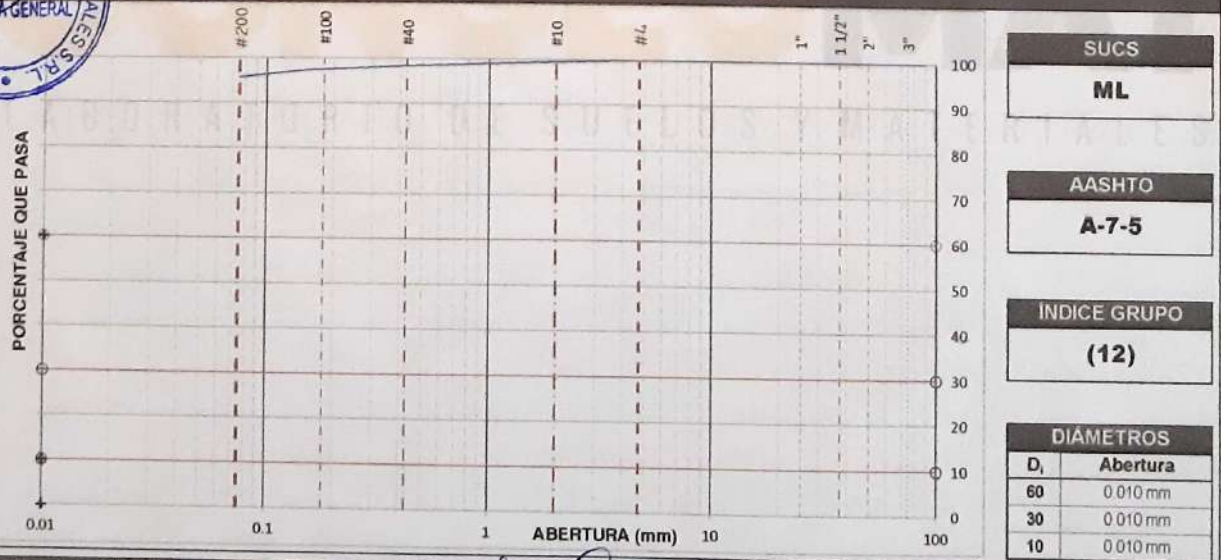
N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ DENOMINACION		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%) SUELO	DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		GENERALES Peso muestra seca: 2,540 g Peso muestra lavada y seca: 109 g Finos equiv. <#4: 100.0% → 2,540 g Grava usada: 0.0% → 0 g Fino ensayado < #4: 2,540 g Frac equiv < #200: 95.7% → 2,431 g TIPO DE TAMIZADO: MANUAL TAMANO MAXIMO: #4 COEFICIENTES Uniformidad (Cu): 1.000 Curvatura (Cc): 1.000 LIMITES DE ATTERBERG DESCRIPCION Limite Liquido (LL): 48.67 Limite Plástico (LP): 31.42 Indice Plástico (IP): 17.25	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0			
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0			
11	#10	2.000	12.3	0.5	99.5			
12	#20	0.850	14.7	0.6	98.9			
13	#40	0.425	14.7	0.6	98.4			
14	#100	0.150	26.4	1.0	97.3			
15	#200	0.075	41.7	1.6	95.7			
16	Fondo	0.075	2,430.2	95.7				
17								

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidra Quispe Bustanza
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 153

SOLICITANTE : BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA : 09-11-2021

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN : DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM 00+530 A KM 01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND: 0.35m a 1.50 m

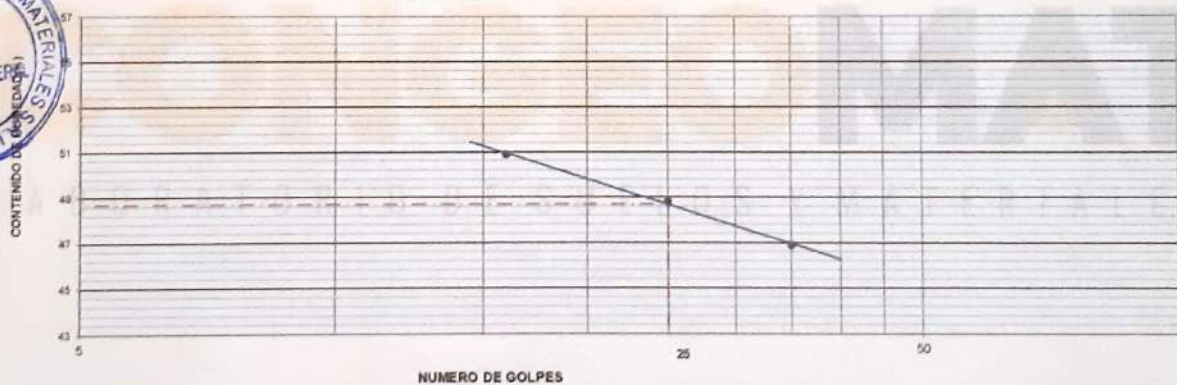
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID	C-07	C-08	C-10	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	32.07	31.18	34.95	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	28.02	27.10	30.87	-
PESO DE AGUA	(g)	4.05	4.08	4.09	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.06	18.74	22.15	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.96	8.36	8.72	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	50.88	48.80	46.87	-
NUMERO DE GOLPES		16	25	35	-

LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
N° TARRO	ID	T-06	T-09	-	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	20.26	22.20	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	19.36	21.24	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	16.49	18.19	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	0.90	0.96	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.87	3.05	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.36	31.48	-	31.42

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	48.87
LIMITE PLÁSTICO (%)	31.42
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.25

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Perry Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P N° 151300

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

REGISTRO : C - 2021 - 153
FECHA : 10-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
MARGEN : DERECHO
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL
COORDENADA: E: 380221
N: 8288069
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM 00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25
NUMERO DE CAPAS	:	5

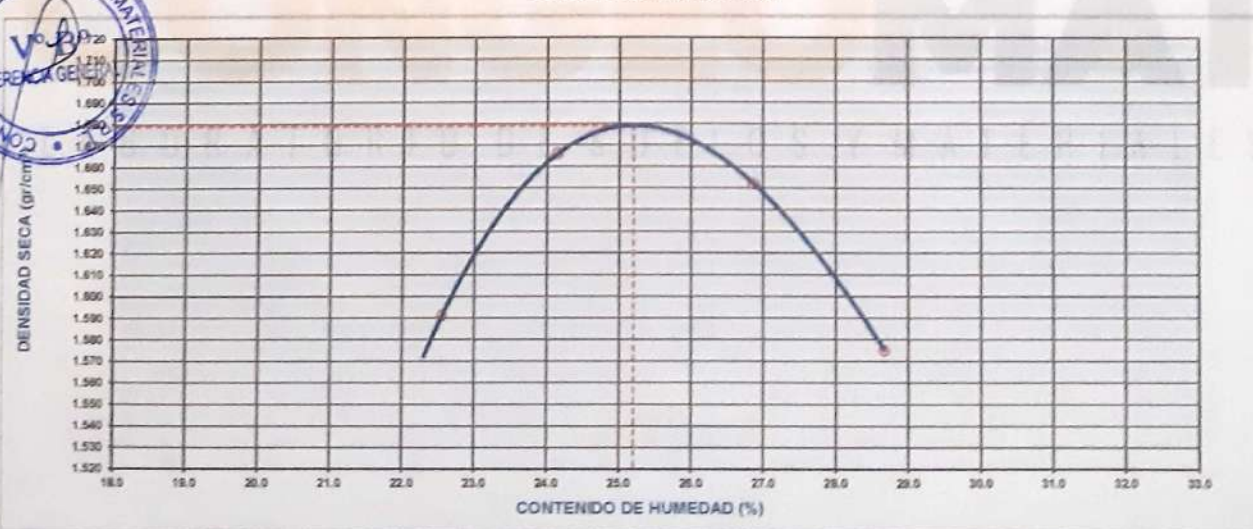
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5915	6044	6074	5999
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2117	2246	2276	2201
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.950	2.069	2.096	2.027
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.591	1.666	1.652	1.575

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	432.1	370.7	393.8	354.5
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	352.6	298.6	310.4	275.5
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	79.5	72.1	83.4	79.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	352.6	298.6	310.4	275.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.55	24.15	26.87	28.68

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.679 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 25.20

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
Juan Percy Paricahua Tintava
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustirza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151309

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
REGISTRO: C-2021-153
FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL
MARGEN: DERECHO
COORDENADA: E: 380221
N: 8288069
TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	ML	AASHTO	A-7.5	PROCTOR	HO=25 20	MDS=1 679	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN		UND	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES			
				MOLDE01	MOLDE08	MOLDE04			

DENSIDAD

Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	11,859	11,997	12,185	12,288	12,545	12,578
2	Peso del molde	7,795	7,795	7,961	7,961	8,075	8,075
3	Volumen del molde REG	2,136	2,136	2,107	2,107	2,133	2,133
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	4,064	4,202	4,224	4,327	4,470	4,503
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	1.90	1.97	2.00	2.05	2.10	2.11
6	Id Capsula	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	382.0	370.0	431.9	366.0	388.9	416.0
8	Peso del suelo seco + capsula	305.2	286.5	344.7	286.3	310.4	328.7
9	Peso del agua, [7]-[8]	76.8	83.5	87.2	79.7	78.5	87.3
10	Peso de la capsula						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	305.2	286.5	344.7	286.3	310.4	328.7
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	25.16	29.14	25.30	27.84	25.29	26.56
13	Densidad seca, [5]/(1+12/100)	1.520	1.523	1.600	1.606	1.673	1.668

PENETRACION

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
STANDARD	pulg.	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Alce del piston:	0.000	0	0	0	0		0		0	
20.42 cm2	0.025	215	341	521	214		341		521	
	0.050	436	593	804	436		593		804	
	0.075	502	751	965	502		751		965	
70.5 kg-f/cm2	0.100	647	899	1,001	647	604*	899	780*	1,001	903*
	0.150	772	999	1,149	772		999		1,149	
105.7 kg-f/cm2	0.200	919	1,235	1,338	919	924*	1,235	1,243*	1,338	1,356*
	0.250	997	1,371	1,424	997		1,371		1,424	
	0.300	1,095	1,525	1,568	1,095		1,525		1,568	
	0.400	1,157	1,735	1,785	1,157		1,735		1,785	
	0.500	1,256	1,790	1,856	1,256		1,791		1,856	

13 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.00030000 x -0.153600

EXPANSION

TIEMPO			LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
11/11/21	8:45:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/11/21	8:45:00 a.m.	48	6.00	5.00	3.00	0.15	0.13%	0.13	0.11%	0.08	0.07%
15/11/21	8:45:00 a.m.	96	9.00	7.00	5.00	0.23	0.20%	0.18	0.15%	0.13	0.11%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL			
Densidad Seca prom.	1.52	1.60	1.68	Humedad óptima	25.20%	Penetración	0.1"	0.2"	
Penetración: 0.1"	42.0	54.2	62.7	MDS	1.679	100% MDS	62.7	62.8	
Penetración: 0.2"	42.8	57.6	62.8	95 % de la MDS	1.595	95 % MDS	53.1	56.5	

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

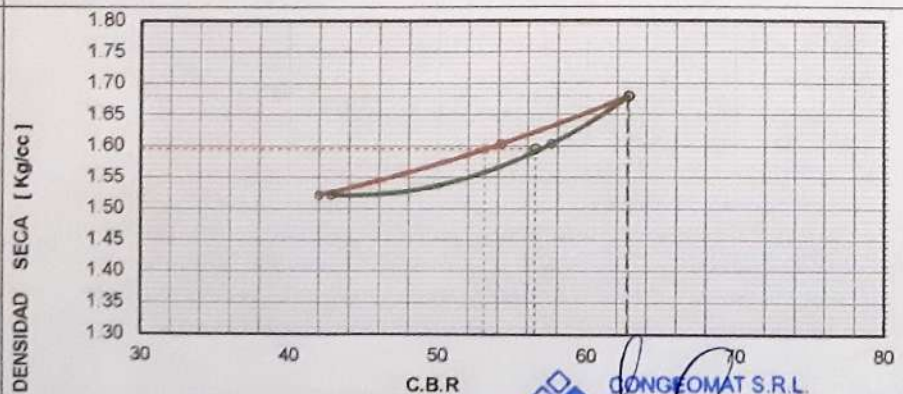
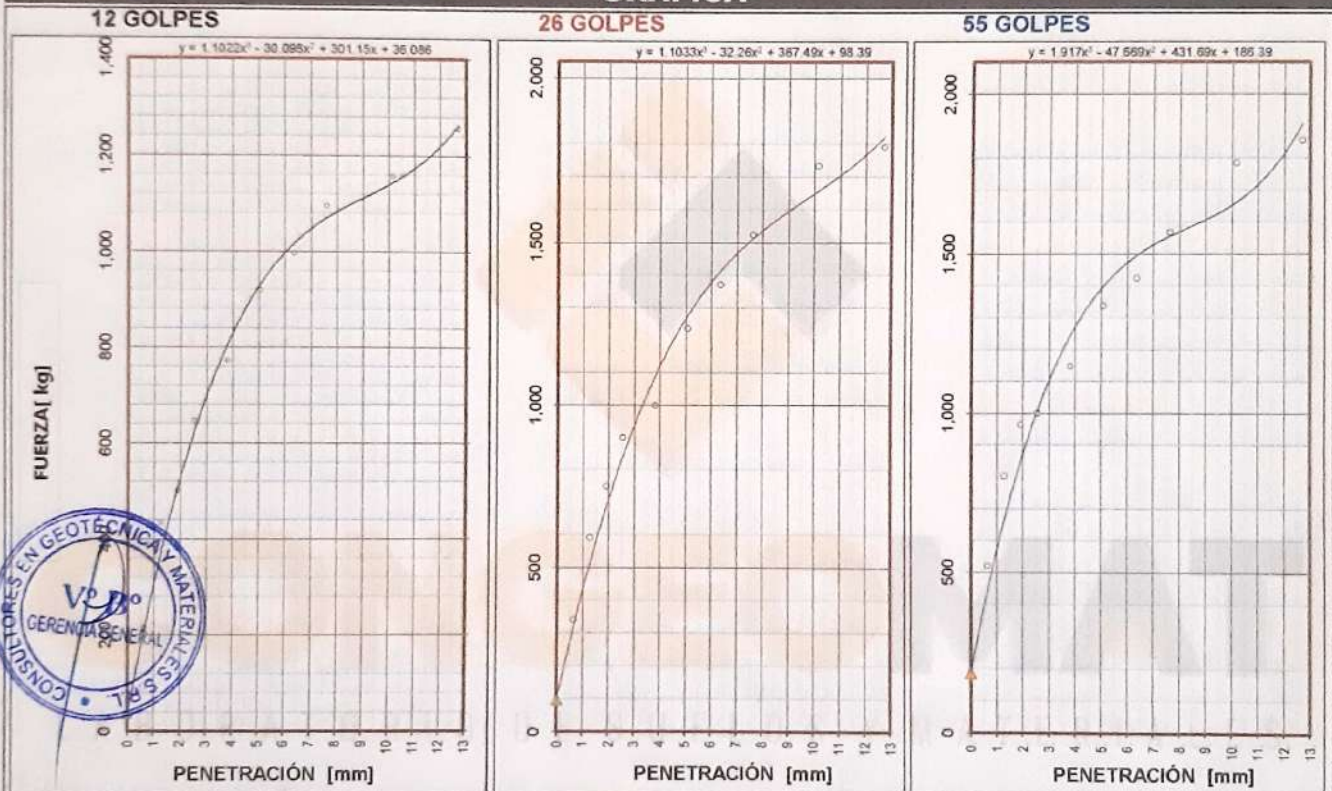
DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS
 REGISTRO : C - 2021 - 153
 FECHA : 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03
 DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL
 TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA
 MARGEN : DERECHO
 COORDENADA: E: 380221
 N: 8288069

GRAFICA



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.68
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	62.7
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	62.8
95% MDS	1.59
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	53.1
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	56.5

CONGEOMAT S.R.L.

 John Perty Poricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

 Alberth Ysidra Quispe Bastinza
 ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C I P N° 151300

LEYENDA

DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021.

LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 153

SOLICITANTE: BACH. HANCCO CHAMBI, JUAN CARLOS

FECHA: 15-11-2021

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MARGEN: DERECHO

DESCRIPCIÓN: MUESTRA PATRON (SUELO NATURAL) + 1.5% CEMENTO + 1.5% CAL

COORDENADA: E: 380221

TRAMO: AV. SANTA ROSA (KM.00+530 A KM.01+160) - JULIACA

N: 8288069

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

PROFUND.: 0.35m a 1.50 m

RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	6.48	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-5	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(12)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	4.30	--
7	Porcentaje de Finos	%	95.70	--
8	Límite líquido	%	48.67	--
9	Límite plástico	%	31.42	--
10	Índice de plasticidad	%	17.25	--
11	Tamaño máximo	pulg.	#4	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm ³	1.68	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	25.20	--
14	CBR a 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	62.70	--
	CBR a 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	53.10	--

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintava
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C I P N° 151300



CONGEMAT
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ESTABILIZACIÓN DE
SUELOS COHESIVOS CON
CAL Y CEMENTO PARA
MEJORAR LA
SUBRASANTE DE LA
AVENIDA SANTA ROSA,
PUNO, 2021.

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

PUNO – PERÚ
2021



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0746-0046-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 0746-046-2021

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala Resolución 1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo R21PE30

N° de serie 8340110203

Procedencia USA

Lugar de calibración LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SINI-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP-003-2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características técnicas del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30000.0	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000.0	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000.0	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.1	30000.0	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000.0	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.12	30000.0	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000.0	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30000.0	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.1	30000.0	0.04	-0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000.0	0.05	-0.12
Carga (g)	Diferencia Máxima Esperada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
15000	0		1			
30000	0		5			

CONGRUAS S.R.L.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote D1, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arso Group

Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀			Determinación de E ₀						
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07	
2		1	0.07	-0.02			500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0			500	0.08	-0.02	-0.03
4		1	0.02	0.03			500	0.07	0.05	0.05
5		1	0.07	-0.02			500	0.06	0.19	0.21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0.07	-0.02						1
5	5	0.06	0.01	0.01	5	0.06	0.01	0.03	1
10	10	0.06	-0.01	0.01	10	0.06	-0.07	-0.05	1
50	50	0.05	0	0	50	0.02	-0.07	-0.05	1
100	100	0.04	0	0	100	0.06	-0.01	0.01	1
500	500	0.07	0.01	0.01	500	0.06	-0.01	0.01	1
1000	1000	0.06	-0.02	0.02	1000	0.05	0	0.02	1
5000	4998	0.07	-0.05	0.03	4998	0.06	-0.1	-0.09	1
10000	9998	0.04	0.01	0.01	9998	0.06	-0.21	-0.09	5
15000	14997	0.05	0.09	0.03	14997	0.07	-0.12	-0.02	5
30000	30000	0.09	0.1	0.09	30000	0.09	-0.21	-0.21	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza
E₀: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada
E_c: Error en cero

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE ESTANDAR Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.0000000004608 R^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{Corregida}} = R + 0.831853118 R$

R: Indicación de lectura de la balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0750-046-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 0750-046-2021

Intervalo de indicación 3100 g

División de escala Resolución 0.01 g

División de verificación (e) 0.01 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo PAJ3102

N° de serie BADI55

Procedencia USA

Lugar de calibración LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INI-FCOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos en intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a las normativas vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1580 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsoú Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 500 g			Carga L1= 1000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	500.0	0.001	-0.001	1000	0.005	-0.002
2	500.0	0.002	-0.004	1000	0.004	-0.004
3	500.0	0.004	-0.005	1000	0.006	-0.004
4	500.0	0.003	-0.007	1000	0.003	-0.009
5	500.0	0.003	-0.009	1000	0.005	-0.012
6	500.0	0.004	-0.008	1000	0.007	-0.014
7	500.0	0.004	-0.008	1000	0.003	-0.01
8	500.0	0.007	-0.008	1000	0.005	-0.009
9	500.0	0.006	-0.008	1000	0.004	-0.007
10	500.0	0.005	-0.003	1000	0.004	-0.008

Carga (g)	Diferencia Máxima Encuentro (g)	Error Máximo Permitido (g)
500	0	0.05
1000		0.3

CONGRUENTE



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.004	-0.001	100	100	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		100	0.003	0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		100	0.004	-0.002	-0.005
4		1	0.007	0.001		100	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		100	0.004	0.004	0.002

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
5.00	5.00	0.004	-0.001						0.1
10.00	10.00	0.006	0.004	0.004	10.00	0.006	0.001	0.004	0.1
50.00	50.00	0.002	-0.005	0.003	50.00	0.005	0.004	-0.003	0.1
100.00	100.00	0.002	0.004	0.005	100.00	0.009	-0.003	-0.003	0.1
500.00	500.00	0.009	0.004	0.008	500.00	0.005	0.005	0.001	0.1
800.00	800.00	0.004	0.008	0.002	800.00	0.004	-0.004	0.003	0.1
1000.00	1000.00	0.005	0.008	0.003	1000.00	0.007	0.004	0.004	0.1
1500.00	1500.00	0.004	0.004	0.005	1500.00	0.005	-0.03	-0.002	0.1
3000.00	3000.00	0.009	0.004	0.004	3000.00	0.003	-0.008	-0.01	0.5
3100.00	3100.00	0.015	0.008	0.001	3100.00	0.014	-0.014	-0.01	0.5

Leyenda

I: Indicación de la balanza
E₀: Error en cero

ΔL: Carga Incremental
E_c: Error corregido

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_p = 2 \cdot \sqrt{0.00002 \text{ g}^2 + 0.0000025259908 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{Corregida}} = R + 136.069373490 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0751-046-2021

Página 1 de 5

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **HORNO DE LABORATORIO**

Identificación 0751-046-2021

Marca ARSOU

Modelo HR701

Serie 1201

Cámara 80 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Procedencia PERÚ

LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Ubicación

Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde volver en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso y el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0751-046-2021

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	TERMOMETRO CON SENSORES MARCA: LUTRON	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Diferencia - Máx - Mín °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.4	110.3	110.1	110.5	111.0	110.8	110.2	110.0	110.5	110.5	110.4	1.0
00:02	110	110.4	110.5	110.9	110.1	110.5	110.7	110.8	111.0	110.3	110.9	110.6	0.9
00:04	110	110.1	110.1	110.3	111.0	110.0	110.4	110.6	110.0	110.0	110.1	110.3	1.0
00:06	110	110.2	110.5	110.3	110.2	110.9	110.1	110.8	110.5	110.4	111.2	110.5	0.9
00:08	110	110.3	110.4	110.5	110.9	110.3	110.2	110.6	110.9	110.4	110.8	110.0	0.7
00:10	110	110.9	110.1	110.9	110.7	110.8	110.5	110.9	110.2	110.5	110.0	110.6	0.9
00:12	110	110.9	110.1	110.4	110.5	110.1	110.7	110.7	110.9	110.7	110.1	110.5	0.8
00:14	110	110.2	110.1	110.4	110.3	110.7	110.8	110.4	110.9	110.1	110.8	110.5	0.8
00:16	110	110.2	110.9	110.4	110.6	110.6	110.5	110.3	110.5	110.4	110.7	110.5	0.7
00:18	110	110.2	110.4	110.1	110.3	110.4	110.0	110.2	110.2	110.2	110.9	110.3	0.9
00:20	110	110.8	110.6	110.2	110.1	110.4	110.6	110.3	110.5	110.5	110.2	110.4	0.7
00:22	110	110.8	110.3	110.9	110.4	110.2	111.0	110.4	110.9	110.7	110.5	110.6	0.8
00:24	110	110.3	110.1	110.5	110.8	110.6	110.7	110.5	110.8	110.8	110.3	110.5	0.7
00:26	110	110.8	110.0	110.0	110.1	110.1	110.0	110.1	110.3	110.6	110.5	110.3	0.8
00:28	110	110.9	110.6	110.5	110.0	110.8	110.3	110.0	110.2	110.0	110.8	110.4	0.9
00:30	110	110.5	110.4	110.0	110.8	110.1	110.1	110.9	110.2	110.5	110.4	110.4	0.9
00:32	110	111.0	111.0	110.0	111.0	110.6	110.3	110.6	111.0	110.2	110.7	110.6	1.0
00:34	110	110.5	110.3	110.4	110.9	110.0	110.1	110.5	110.8	111.0	110.3	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.6	110.2	110.4	110.4	110.4	110.4	110.1	110.3	110.3	110.4	0.8
00:38	110	110.7	111.0	110.6	110.7	110.8	110.7	110.3	110.8	110.3	110.4	110.6	0.7
00:40	110	110.2	110.5	110.1	110.0	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	0.8
00:42	110	110.2	110.9	110.3	110.6	110.5	110.8	110.5	110.0	110.3	110.5	110.5	0.9
00:44	110	110.6	110.1	110.5	110.4	111.0	110.3	110.8	110.2	111.0	110.5	110.5	0.9
00:46	110	110.9	110.8	110.6	110.5	110.7	110.6	110.1	110.8	110.5	110.7	110.7	0.9
00:48	110	111.0	110.7	110.9	110.8	111.0	111.3	110.5	110.5	110.3	110.2	110.6	0.8
00:50	110	110.2	110.3	110.5	111.0	110.0	110.2	110.1	110.7	110.1	110.4	110.4	1.0
T. PROM.	110	110.5	110.4	110.4	110.5	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.5	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tma Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

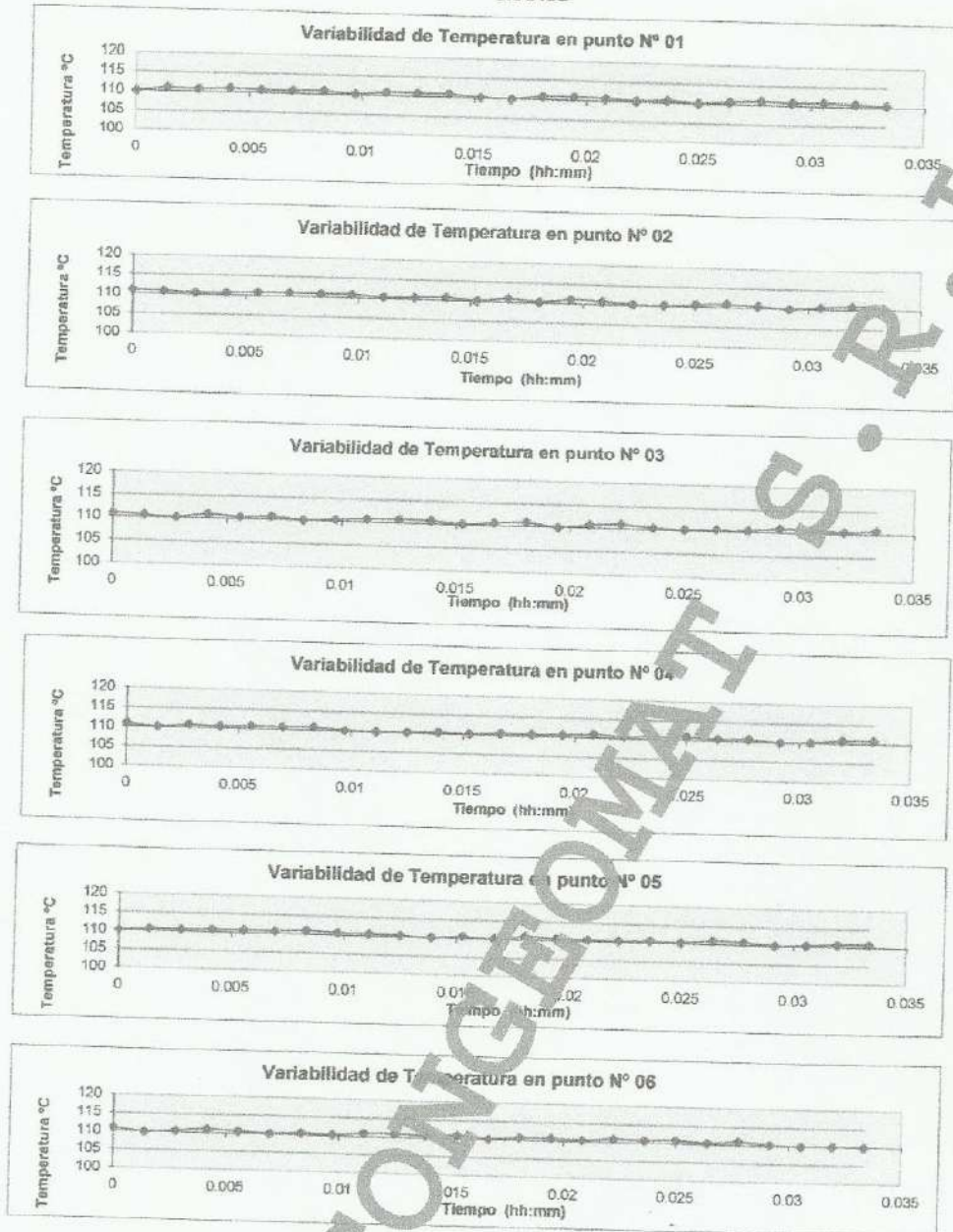
ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO



CONGEO MATE S.R.L.

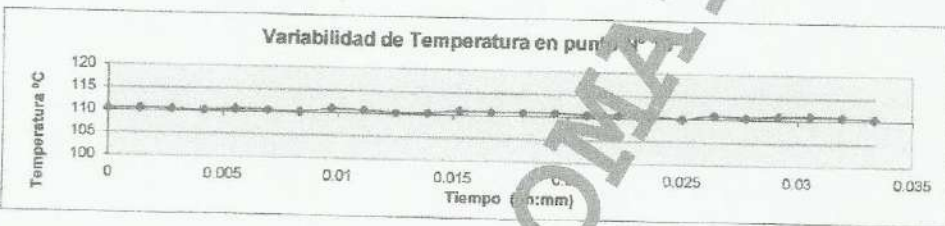
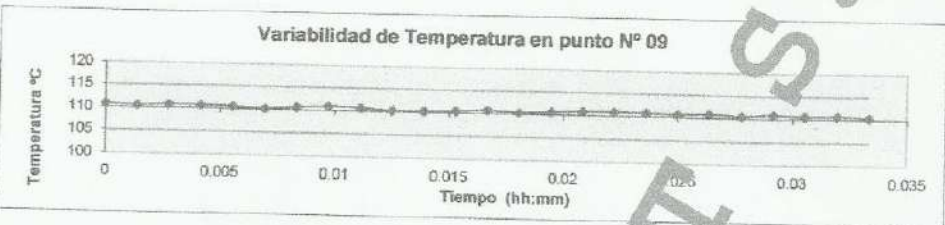
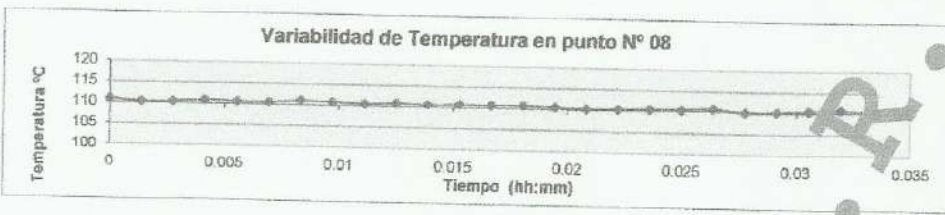
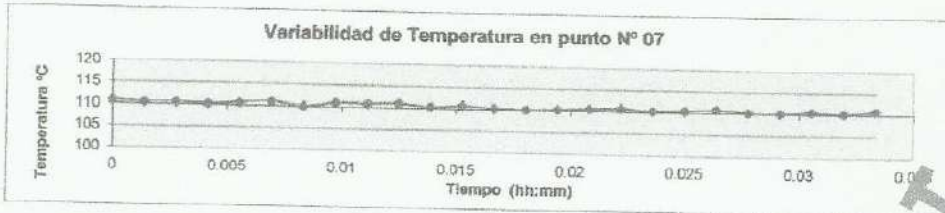


ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



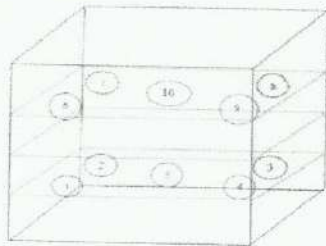
ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

CONGEOMAT S.R.L.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carales
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0316-068-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **DÍAL INDICADOR**

Identificación 0316-068-2021

Marca INSIZE

Modelo 2307.01

Serie 3131

Rango 0-1 in

Sensibilidad 0.001 in

Procedencia USA

Lugar de calibración Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIAL INDICADOR PATRÓN Pulgada	LECTURA DE DIAL INDICADOR			SERIE PROMEDIO Pulgada
	SERIE (1) Pulgada	SERIE (2) Pulgada	SERIE (3) Pulgada	
0.025	0.026	0.028	0.024	0.0260
0.050	0.045	0.047	0.049	0.0470
0.075	0.070	0.071	0.072	0.0710
0.100	0.100	0.102	0.103	0.1017
0.150	0.152	0.153	0.154	0.1530
0.200	0.205	0.206	0.207	0.2060
0.300	0.308	0.309	0.310	0.3090
0.400	0.401	0.402	0.403	0.4020
0.500	0.505	0.507	0.508	0.5067
0.600	0.612	0.613	0.614	0.6130
0.700	0.715	0.716	0.718	0.7163
0.800	0.804	0.805	0.806	0.8050

CONGEO METR S.R.L.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA

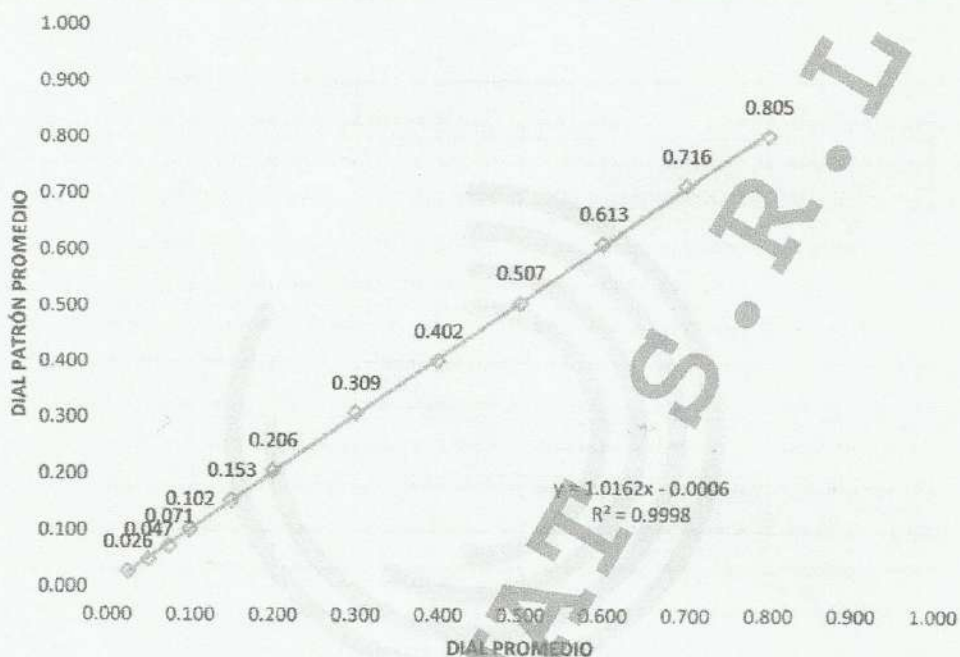


Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,976x + 0,015$

Coeficiente Correlación: $R^2 = 0.9938$

X : Lectura dial (in)

Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0317-068-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Instrumento de medición **PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA**

Identificación 0317-068-2021

Marca Prensa ARSOU

Modelo PR401

Serie 41025

Celda de Carga TIPO S

Modelo H5-C3 -5.0T-68

Indicador DIGITAL

Modelo T31P

Serie NO INDICA

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0317-068-2021

Arsou Group

Indicador de Metrología Auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	MT-LF-263-2019 con trazabilidad INF-LE 030-19B.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	500.5	499.3	0.10	-0.14	499.9	-0.02	0.17
1000	1000.1	999.5	0.01	-0.05	999.8	-0.02	0.04
1500	1500.5	1499.8	0.03	-0.01	1500.2	0.01	0.03
2000	2000.8	2000.8	0.04	0.04	2000.8	0.04	0.00
2500	2501.5	2500.5	0.06	0.02	2501.0	0.04	0.03
3000	3001.1	3000.8	0.04	0.03	3001.0	0.03	0.01
3500	3500	3500.5	0	0.01	3500.3	0.01	0.01
4000	4001.5	4000.2	0.04	0.00	4000.9	0.02	0.02

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOUP GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsoupgroup.com
 www.arsoupgroup.com

ARSOUP GROUP S.A.C.
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
 METROLOGÍA

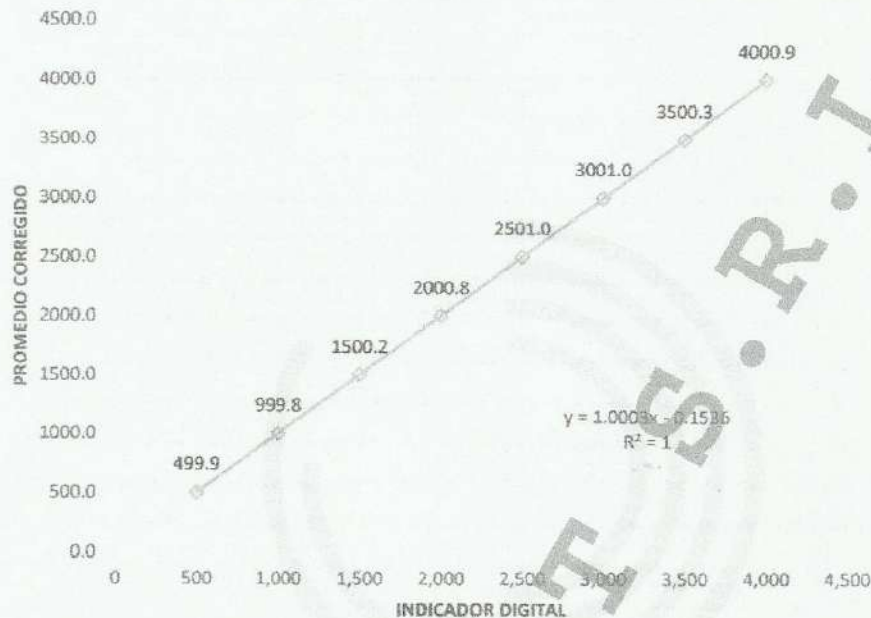


Arso Group

Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0003x - 0,1536$

Coeficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 %
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0318-068-2021

Página 1 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **DÍAL INDICADOR**

Identificación 0318-068-2021

Marca INSIZE

Modelo 2307-1

Serie 3370

Rango 0-1 in

Sensibilidad 0.001 in

Procedencia USA

Lugar de calibración Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0318-068-2021

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIAL INDICADOR PATRÓN Pulgada	LECTURA DE DIAL INDICADOR			SERIE PROMEDIO Pulgada
	SERIE (1) Pulgada	SERIE (2) Pulgada	SERIE (3) Pulgada	
0.025	0.025	0.028	0.024	0.0257
0.050	0.044	0.047	0.049	0.0467
0.075	0.072	0.071	0.072	0.0717
0.100	0.099	0.102	0.103	0.1013
0.150	0.150	0.153	0.154	0.1523
0.200	0.202	0.206	0.207	0.2050
0.300	0.306	0.309	0.310	0.3083
0.400	0.400	0.402	0.403	0.4017
0.500	0.502	0.507	0.508	0.5057
0.600	0.610	0.613	0.614	0.6123
0.700	0.714	0.716	0.718	0.7160
0.800	0.802	0.805	0.806	0.8043

CONGEOINTE S.R.L.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

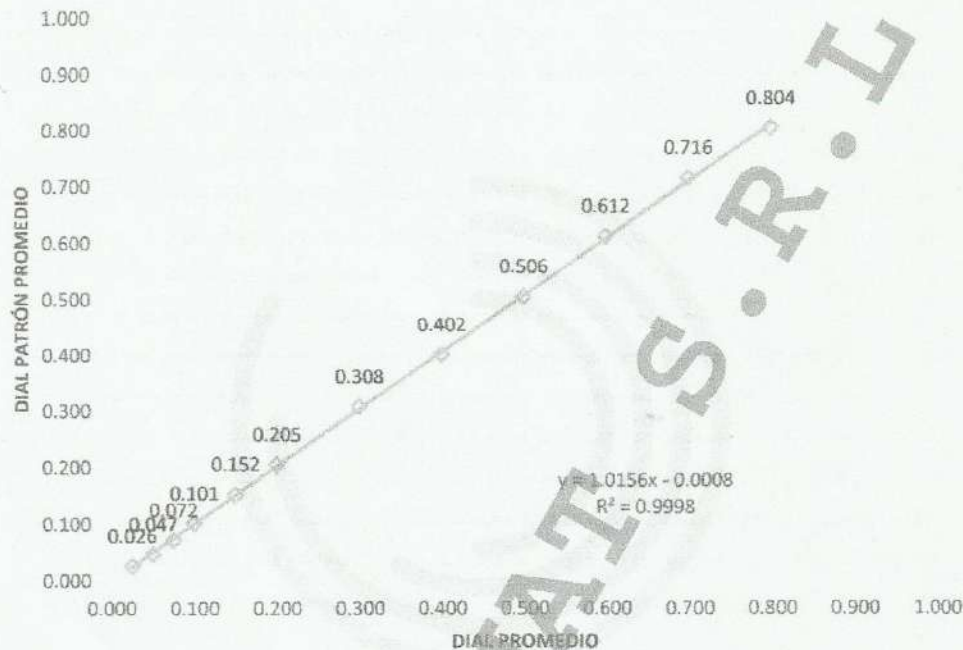


Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,976x + 0,015$

Coeficiente Correlación: $r^2 = 0.9938$

X : Lectura dial (in)

Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (*) Codiguo indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/03/10
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	MOLDE CBR
Identificación	0308-068-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	5916
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración	2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

CONGLOMAT S



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.99	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.80	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.12	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.78	152.4	+/- 0,66mm
PROMEDIO	152.17	:	OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.59	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.38	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	178.05	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.20	177.8	+/- 0,46mm
PROMEDIO	177.81	:	OK

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

150.48	150.3
--------	-------

Peso (g)

2275	2269
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.39	150,0 +/- 0,8	OK

2272	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

149.68	149.73
--------	--------

Peso (g)

2286	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.71	150,0 +/- 0,8	OK

2285.5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 + 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

CONGEOMAT S.A.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación 0309-068-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 5917

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
MÉTROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.77	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.79	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.84	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	151.93	152.4	+/- 0,66mm
PROMEDIO	151.83	:	OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.40	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.69	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	178.20	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.06	177.8	+/- 0,46mm
PROMEDIO	177.84	:	OK



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03

ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

151	150.3
-----	-------

Peso (g)

2280	2269
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
----------	------------	-----------

150.65	150,0 +/- 0,8	OK
--------	---------------	----

2274.5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

148.96	149.73
--------	--------

Peso (g)

2290	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
----------	------------	-----------

149.35	150,0 +/- 0,8	OK
--------	---------------	----

2287.5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
----------	------------	-----------

148.14	149,6 + 1,6	OK
--------	-------------	----

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



CONGEOMAT S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación 0310-068-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 5918

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGIA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.79	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.83	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.96	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.46	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO	152.01	:	OK
----------	--------	---	----

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.36	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.49	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.82	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.15	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO	177.71	:	OK
----------	--------	---	----



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03

ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

149.36	150.3
--------	-------

Peso (g)

2283	2269
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.83	150,0 +/- 0,8	OK

2276	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

151.36	149.73
--------	--------

Peso (g)

2285	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.55	150,0 +/- 0,8	OK

2285	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 + 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



CONGEOMAT S.A.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación 0311-068-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 5919

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.36	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	152.49	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.79	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	151.96	152.4	+/- 0,66mm
PROMEDIO	152.40		OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.46	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.96	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	178.10	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.14	177.8	+/- 0,46mm
PROMEDIO	177.92		OK



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

148.36	150.3
--------	-------

Peso (g)

2275.12	2269
---------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
----------	------------	-----------

149.33	150,0 +/- 0,8	OK
--------	---------------	----

2272.06	2270 +/- 20	OK
---------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

149.23	149.73
--------	--------

Peso (g)

2283	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
----------	------------	-----------

149.48	150,0 +/- 0,8	OK
--------	---------------	----

2284	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
----------	------------	-----------

148.14	149,6 +/- 1,6	OK
--------	---------------	----

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



CONGEOMET S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **MOLDE CBR**

Identificación 0312-068-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 5920

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Sueios.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.01	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	152.96	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.78	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	153.05	152.4	+/- 0,66mm
PROMEDIO	152.70	:	OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.49	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.52	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.86	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.14	177.8	+/- 0,46mm
PROMEDIO	177.75	:	OK



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

151.23	150.3
--------	-------

Peso (g)

2281.45	2269
---------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.77	150,0 +/- 0,8	OK

2275.23	2270 +/- 20	OK
---------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

151.48	149.73
--------	--------

Peso (g)

2286	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.61	150,0 +/- 0,8	OK

2285.5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 +/- 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación 0313-068-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 5921

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección **JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA**

Instrumento de medición **DISCO ESPACIADOR**

Identificación 0314-068-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 2426

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú

Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Araya Espinoza
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0314-068-2021

Página 2 de 2

Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIÁMETRO

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	150.50	150.8	+/- 0,8mm
N° 2	150.68	150.8	+/- 0,8mm

PROMEDIO	150.59	:	OK
----------	--------	---	----

TABLA N° 02

ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	61.40	61.4	+/- 0,2mm
N° 2	61.38	61.4	+/- 0,2mm

PROMEDIO	61.39	:	OK
----------	-------	---	----

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión
METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0015-LT-2021

Página 1 de 2

Fecha de Emisión : 2021-06-23
Expediente : 00007

1. SOLICITANTE : ARSOU GROUP S.A.C.

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 01 A.V. LAS FLORES DE
SAN DIEGO LIMA - LIMA - SAN MARTÍN
DE PORRES.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL

Marca : LUTRON

Modelo : BTM.4208S

Número de serie : I.448884

Intervalo de Indicación : - 100 °C a 1300 °C

Resolución : 0,1 °C

Sensor : TERMOPAR TIPO K

Procedencia : TAIWAN

Identificación : AG-208 (*)

Ubicación : LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C.

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-06-23

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

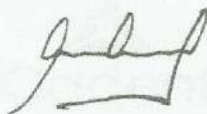
CADENT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-017 "Calibración de termómetros digitales", edición 2, diciembre 2012; del SNM-INDECOPI, Perú.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

CADENT S.A.C
Jr. Llumpa N° 1352 - Urb. Parque Naranjal, Los Olivos, Lima



Firmado digitalmente por
Juan Pinedo
Fecha: 2021-06-23 15:
21:26

Jefe de Metrología

RTC-L1MC-T02

Versión: 10 Aprobado por: JM

Fecha: 2020-03-15

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínima	Máxima
Temperatura °C	20,4	20,5
Humedad Relativa %HR	55	55

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Termómetro digital con dos sensores de platino de 100 ohm con incertidumbres del orden desde 0,027 °C hasta 0,042 °C.	LT - 015 - 2021

7. OBSERVACIONES

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
La inscripciones AG-208-K1 y AG-208-K2 están indicadas en etiquetas adheridas a los conectores de los sensores. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
La profundidad de inmersión del sensor fue de aproximadamente 50 mm.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

8. RESULTADOS

Para el Sensor AG-208-K1 (Canal 1)

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
100,8	-0,84	99,96	0,08
110,9	-0,90	110,00	0,09
120,9	-0,97	119,93	0,08

Para el Sensor AG-208-K2 (Canal 2)

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
100,7	-0,74	99,96	0,08
110,8	-0,80	110,00	0,09
120,7	-0,77	119,93	0,08

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

FIN DE DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

N° de certificado : **0575-MPES-C-2021**

N° de orden de trabajo : 0195

1. SOLICITANTE : **ARSOU GROUP S.A.C.**

Dirección : Mza. C Lote. 01 A.V. Las Flores De San Diego
 Lima - Lima - San Martin de Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **JUEGO DE PESAS**

Marca : FUYUE

Valor nominal : 1 mg a 1 kg

Clase de exactitud : M1

Color : PLATEADO

Procedencia : NO INDICA

Número de serie : 19M47

Código de identificación : AG-002 (*)

Cantidad : 25 unidades

Fecha de calibración : 2021-05-26 al 2021-05-27

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los temas calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERÚ 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Metrología de PESATEC PERÚ S.A.C.
 Cal. Condevilla Nro. 1269 Urb. El Olivar - Callao

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa por doble sustitución - Procedimiento para la calibración de pesas de precisión (PC-016 de SNM-INDECOPI, 2da Ed. Abril 2015).

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,0 °C	20,2 °C
Humedad relativa	54,6 %hr	51,6 %hr
Presión atmosférica	1009 mbar	1008 mbar

Sello



Fecha de emisión

SANDRA -
 ESPERANZA
 JURUPE
 MELGAREJO
 2021.06.01 17:
 27:22-05'00'

2021-06-01

Autorizado por



Sandra Jurupe Melgarejo
 Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0575-MPES-C-2021

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código de patrón	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesas (Clases de exactitud F1)	MP-12	1-0892-2020

Balanza utilizada	Código de patrón	Informe de caracterización
120 g	BZ-07	003-ICP-2021
220 g	BZ-04	004-ICP-2021
1100 g	BZ-03	002-ICP-2021

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
 - Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para este juego de pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M1, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2007.
 - Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
- (* Código indicado en una etiqueta adherida en la caja que contiene a la pesa.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor nominal	Identificación	Masa convencional	Incertidumbre	Material	Forma	e.m.p. M1 ± (mg)
1 mg	—	1 mg + 0,07 mg	0,02 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
2 mg	—	2 mg - 0,01 mg	0,01 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
2 mg	*	2 mg + 0,01 mg	0,02 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
5 mg	—	5 mg - 0,01 mg	0,02 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,20
10 mg	—	10 mg - 0,01 mg	0,02 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,25
20 mg	—	20 mg + 0,00 mg	0,02 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,30
20 mg	*	20 mg - 0,01 mg	0,02 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,30
50 mg	—	50 mg - 0,00 mg	0,02 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,4
100 mg	—	100 mg - 0,05 mg	0,03 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,5
200 mg	—	200 mg + 0,11 mg	0,03 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,6
200 mg	*	200 mg - 0,05 mg	0,03 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,6
500 mg	—	500 mg - 0,01 mg	0,03 mg	ACERO INOXIDABLE	LAMINAR	0,8
1 g	—	1 g - 0,08 mg	0,09 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,0
2 g	—	2 g - 0,02 mg	0,08 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,2
2 g	*	2 g + 0,05 mg	0,08 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,2
5 g	—	5 g + 0,29 mg	0,09 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,6
10 g	—	10 g + 0,41 mg	0,10 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	2,0
20 g	—	20 g - 0,05 mg	0,11 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	2,5
20 g	*	20 g + 0,13 mg	0,11 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	2,5
50 g	—	50 g + 0,17 mg	0,17 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	3,0
100 g	—	100 g + 0,16 mg	0,21 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	5
200 g	—	200 g + 0,3 mg	0,4 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	10
200 g	*	200 g + 0,2 mg	0,4 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	10
500 g	—	500 g + 0 mg	2 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	25
1 kg	—	1 kg + 11 mg	2 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	50

Fin del certificado de calibración

RT08-F19 Rev.07

Elaborado JCFA

Revisado JMSE

Aprobado NGJC

 Av. Condevilla 1269 Urb. El Olivar - Callao | Telef. 4848092 - 4847633 - 7444303 - 7444366 | Celular: 994080329 - 975525151
 Email: ventas@pesatec.com | Website: www.pesatec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PESATEC PERU S.A.C

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

N° de certificado : **0576-MPES-C-2021**

N° de orden de trabajo : **0195**

1. SOLICITANTE : **ARSOU GROUP S.A.C**

Dirección : **Mza. C Lote. 01 A.V. Las Flores De San Diego
Lima - Lima - San Martin de Porres**

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **JUEGO DE PESAS**

Marca : **NO INDICA**

Valor nominal : **1 g a 1 kg**

Clase de exactitud : **M1**

Color : **PLATEADO**

Procedencia : **NO INDICA**

Número de serie : **NO INDICA**

Código de identificación : **AG-001 (*)**

Cantidad : **13 unidades**

Fecha de calibración : **2021-05-27 al 2021-05-29**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95% determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERÚ 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Metrología de PESATEC PERÚ S.A.C.
 Cal. Condevilla Nro. 1269 Urb. El Olivar - Callao

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa por doble sustitución - Procedimiento para la calibración de pesas de precisión (PC-016 de SNM-INDECOPI, 2da Ed. Abril 2015).

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,5 °C
Humedad relativa	51,3 %hr	48,7 %hr
Presión atmosférica	1008 mbar	1007 mbar



Fecha de emisión
 SANDRA
 ESPERANZA
 JURUPE
 MELGAREJO
 2021.06.01 17:24:
 57-05'00'

2021-06-01

Autorizado por



Sandra Jurupe Melgarejo
 Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0576-MPES-C-2021

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código de patrón	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesas (Clases de exactitud F1)	MP-12	0892-2020

Balanza utilizada	Código de patrón	Informe de caracterización
220 g	BZ-04	004-ICP-2021
1100 g	BZ-03	002-ICP-2021

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
 - Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para este juego de pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M1, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2007.
 - Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida en la caja que contiene a la pesa.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor nominal	Identificación	Masa convencional	Incertidumbre	Material	Forma	e.m.p. M1 ± (mg)
1 g	--	1 g + 0,18 mg	0,09 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,0
2 g	--	2 g + 0,32 mg	0,09 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,2
2 g	*	2 g + 0,41 mg	0,09 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,2
5 g	--	5 g + 0,61 mg	0,09 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	1,6
10 g	--	10 g + 0,79 mg	0,10 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	2,0
20 g	--	20 g + 0,45 mg	0,1 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	2,5
20 g	*	20 g + 0,43 mg	0,1 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	2,5
50 g	--	50 g + 0,25 mg	0,17 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	3,0
100 g	--	100 g + 2,88 mg	0,21 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	5
200 g	--	200 g + 1,5 mg	0,4 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	10
200 g	*	200 g + 1,4 mg	0,4 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	10
500 g	--	500 g + 1 mg	2 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	25
1 kg	--	1 kg + 1 mg	2 mg	ACERO INOXIDABLE	CILÍNDRICA CON BOTÓN	50

 Fin del certificado de calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0688-LM-2021

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2021-06-22
EXPEDIENTE : 00007
1. SOLICITANTE : ARSOU GROUP S.A.C.

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 01 A.V. LAS FLORES DE SAN DIEGO LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES.

2. MEDIDA : PESA
MATERIALIZADA

MARCA : NO INDICA

VALOR NOMINAL : 5 kg

CLASE DE EXACTITUD : NO INDICA

COLOR : NEGRO

PROCEDENCIA : NO INDICA

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN : AG-021 (*)

CANTIDAD : 01 unidad

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-06-15

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

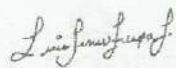
Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CADENT S.A.C. no se responsabiliza de lo perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN : Procedimiento de calibración de pesas de trabajo de las clases de exactitud M_2 , M_{23} y M_3 , (PC-008 de SNM-INDECOPI, 2da edición Enero 2009).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio de Calibración N° 2 de CADENT S.A.C.
Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos

Firmado digitalmente por

Luis Zerpa
Fecha: 2021-06-22 08:21:04
Supervisor de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0688-LM-2021

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	20,4	20,4
Humedad Relativa (%hr)	52,1	52,3
Presión Atmosférica (hPa)	1 005,9	1 005,9

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase M ₁	M-1210-2020

7. OBSERVACIONES

(*) Código de identificación grabado en la pesa.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M₂, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2007.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor Nominal	Código de Identificación	Masa Convencional	Incertidumbre	Material	Forma	E.M.P. (±) M ₂
5 kg	AG-021	5 kg + 90 mg	250 mg	Hierro fundido	Paralelepípeda	800 mg

FIN DE DOCUMENTO

CONGEO MINT S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0689-LM-2021

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN	: 2021-06-22	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
EXPEDIENTE	: 00007	
1. SOLICITANTE	: ARSOU GROUP S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
DIRECCIÓN	: MZA. C LOTE. 01 A.V. LAS FLORES DE SAN DIEGO LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES.	
2. MEDIDA MATERIALIZADA	: PESA	Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
MARCA	: NO INDICA	
VALOR NOMINAL	: 10 kg	CADENT S.A.C. no se responsabiliza de lo perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
CLASE DE EXACTITUD	: NO INDICA	
COLOR	: NEGRO	
PROCEDENCIA	: NO INDICA	
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	: AG-022 (*)	
CANTIDAD	: 01 unidad	
UBICACIÓN	: LABORATORIO	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2021-06-15	
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	Procedimiento de calibración de pesas de trabajo de las clases de exactitud M_2 , $M_{2,3}$ y M_3 , (PC-008 de SNM-INDECOPI, 2da edición Enero 2009).	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	Laboratorio de Calibración N° 2 de CADENT S.A.C. Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos	

Firmado digitalmente por
Luis Zerpa
Fecha: 2021-06-22
08:19:33
Supervisor de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0689-LM-2021

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	20,3	20,3
Humedad Relativa (%hr)	51,6	51,9
Presión Atmosférica (hPa)	1 006,4	1 006,4

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Pesa de clase M ₁	M-0170-2021

7. OBSERVACIONES

(*) Código de identificación grabado en la pesa.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M₁, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2007.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor Nominal	Código de Identificación	Masa Convencional	Incertidumbre	Material	Forma	E.M.P. (±)
10 kg	AG-022	10 kg + 300 mg	500 mg	Hierro fundido	Paralelepípeda	M ₂ 1 600 mg

FIN DE DOCUMENTO

CONGEO M T S R L



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, HANCCO CHAMBI JUAN CARLOS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Estabilización de Suelos Cohesivos con Cal y Cemento para Mejorar la Subrasante de la Avenida Santa Rosa, Puno, 2021", 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
HANCCO CHAMBI JUAN CARLOS DNI: 73482373 ORCID 0000-0003-2236-713X	Firmado digitalmente por: JCHANCCOH el 07-02-2022 21:20:54

Código documento Trilce: INV - 0546182